RED DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LAS AGUAS DE TRANSICIÓN Y COSTERAS DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO

INFORME DE RESULTADOS CAMPAÑA 2008

Pasaia, junio de 2009

1. INTRODUCCIÓN Y MÉTODOS 5
2. MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL BARBADÚN 43
3. MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL NERBIOI INTERIOR 67
4. MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL NERBIOI EXTERIOR 93
5. MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL BUTROE 121
6. MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL OKA INTERIOR 157
7. MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL OKA EXTERIOR 177
8. MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL LEA 211
9. MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL ARTIBAI 243
10. MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL DEBA 275
11. MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL UROLA 303
12. MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL ORIA 329
13. MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL URUMEA 353
14. MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL OIARTZUN 377
15. MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL BIDASOA 407
16. MASA DE AGUA COSTERA CANTABRIA-MATXITXAKO 435
17. MASA DE AGUA COSTERA MATXITXAKO-GETARIA 465
18. MASA DE AGUA COSTERA GETARIA-HIGER 527
19. MASA DE AGUA COSTERA MOMPAS-PASAIA 549
REFERENCIAS 565

RED DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LAS AGUAS DE TRANSICIÓN Y COSTERAS DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO

1. INTRODUCCIÓN Y MÉTODOS

Pasaia, junio de 2009

ÍNDICE

TOMO 1.- INTRODUCCIÓN Y MÉTODOS 5

1.1. INTRODUCCIÓN 7

1.1.1 EQUIPO DE TRABAJO 7
1.1.2 AGRADECIMIENTOS 7
1.1.3 ESTRUCTURA DEL INFORME 8
1.1.4 ANTECEDENTES 9
1.1.5 OBJETIVOS 10

1.2. MATERIAL Y MÉTODOS 12

1.2.1 ESTACIONES DE MUESTREO 12
1.2.2 FRECUENCIA Y CONDICIONES DE MUESTREO 16
1.2.3 CONDICIONES METEOROLÓGICAS EN EL PERÍODO DE ESTUDIO 16
1.2.4 INDICADORES BIOLÓGICOS 17
1.2.5 INDICADORES FISICO-QUÍMICOS 27
1.2.6 COMPONENTE HIDROMORFOLÓGICO 39
1.2.7 CALIFICACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO 39

1.1. INTRODUCCIÓN

1.1.1 EQUIPO DE TRABAJO

El informe que se presenta aquí, expuesto en 21 tomos, correspondiente al informe de resultados de la campaña 2008 de la "Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la Comunidad Autónoma del País Vasco" ha sido realizado por un equipo multidisciplinar compuesto de las siguientes personas:

Dirección y coordinación del trabajo (Agencia Vasca del Agua-URA):

- D. José Mª Sanz de Galdeano Equiza (Director de Planificación y Obras. Agencia Vasca del Agua)
- D. J. Alberto Manzanos Arnaiz (Técnico de Medio Ambiente. Director de la Asistencia Técnica. Agencia Vasca del Agua)

Autores:

Dr. Ángel Borja, Coordinador del Proyecto por parte de AZTI-Tecnalia

Dr. Juan Bald (AZTI-Tecnalia)

Dra. María Jesús Belzunce (AZTI-Tecnalia)

Dr. Javier Franco (AZTI-Tecnalia)

Dr. Joxe Mikel Garmendia (AZTI-Tecnalia)

Dra. Joana Larreta (AZTI-Tecnalia)

D. Iñigo Muxika (AZTI-Tecnalia)

Dra. Marta Revilla (AZTI-Tecnalia)

Dr. J. Germán Rodríguez (AZTI-Tecnalia)

Dña. Oihana Solaun (AZTI-Tecnalia)

Dña. Ainhize Uriarte (AZTI-Tecnalia)

Dra. Izaskun Zorita (AZTI-Tecnalia)

D. Victoriano Valencia (AZTI-Tecnalia)

Colaboradores:

Dña. Idoia Adarraga (Insub)

D. Florencio Aguirrezabalaga (Insub)

D. Igor Cruz (Insub)

Dña. María Cano (Fundación Labein)

D. Aitor Laza (EHU-UPV)

D. Mikel Aitor Marquiegui (Insub)

D. Julián Martínez (Insub)

Dra. Emma Orive (EHU-UPV)

D. José Mª Ruiz (Insub)

D. Sergio Seoane (EHU-UPV)

Dr. Juan Carlos Sola (Insub)

Dr. Juan Mª Trigueros (EHU-UPV)

Nota, este informe debe ser citado de la manera siguiente: Borja, A., J. Bald, M.J. Belzunce, J. Franco, J.M. Garmendia, J. Larreta, I. Muxika, M. Revilla, J.G. Rodríguez, O.Solaun, A. Uriarte, V. Valencia, I. Zorita, I. Adarraga, F. Aguirrezabalaga, I. Cruz, A. Laza, M.A. Marquiegui, J. Martínez, E. Orive, J.Mª Ruiz, S. Seoane, J.C. Sola, J.Mª Trigueros, A. Manzanos, 2009. *Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la Comunidad Autónoma del País Vasco*. Informe de AZTI-Tecnalia para Agencia Vasca del Agua. 21 Tomos, 641 pp.

(La cita de cada tomo por separado se hará igual, incluyendo el nombre de la Masa de agua, el número del tomo y su número de páginas)

1.1.2 AGRADECIMIENTOS

Este trabajo, extremadamente complejo en cuanto a los medios estudiados, las matrices analizadas, la gestión de los datos, y la interpretación multidisciplinar de los resultados, sólo ha sido posible mediante la coordinación de multitud de medios materiales y, sobre todo, humanos, que incluyen desde personal de muestreo, analistas de laboratorio, investigadores, becarios en prácticas, administrativos, etc., en diversos organismos (AZTI-Tecnalia, Labein-Tecnalia, Insub, y Laboratorio de Ecología de la Universidad del País Vasco) a todos ellos nuestro agradecimiento por su labor fundamental.

1.1.3 ESTRUCTURA DEL INFORME

Este informe de la "Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la Comunidad Autónoma del País Vasco", correspondiente al año 2008, se ha estructurado en 19 tomos:

Un primer tomo que recoge los apartados metodológicos, tanto de muestreo, como de analítica e interpretación de los datos, que no fueron utilizados en 2002 o que se han desarrollado a partir de entonces. Hay que hacer notar una vez más que estas metodologías no son las definitivas, puesto que cada año se van perfeccionando. Además también la metodología final va a depender de lo que los grupos de implementación de la Directiva Marco del Agua (DMA) acaben recomendando o lo que los Estados adopten. Es por ello que los resultados de este estudio en cuanto a estado ecológico deben ser tenidos aún por provisionales. El objeto de este volumen es proporcionar de una manera sintética una visión global de la metodología utilizada en 2008 en nuestros estuarios y costas.

Para toda referencia previa deben consultarse los informes de 2002 a 2007 (Borja *et al.*, 2003-2007), disponibles en la siguiente página web: http://www.uragentzia.euskadi.net/u81-0003/es/contenidos/informacion/calidad_aguas/es_doc/calidad_aguas_superficiales.html.

Luego vienen 18 tomos de diferente tamaño, que corresponden a cada una de las 18 masas de agua (14 estuáricas y 4 costeras), con los resultados de aguas de transición y costeras, así como la calificación de su estado ecológico en 2008. En algunos casos en que no fue posible determinar el estado en años anteriores (p. ej. las macroalgas de zona costera) se ha procedido a su calificación este año, si bien no se incluyen los datos si no que se referencia en cada caso el informe correspondiente del año anterior. En cada volumen se recoge en los apartados de resumen del estado ecológico de cada una de las masas de agua objeto de estudio en el País Vasco. En concreto, la distribución y tamaño de cada tomo es la siguiente:

- Tomo 1: Metodologías utilizadas (37 páginas)
- Tomo 2: Masa de agua del Barbadún (25 páginas)
- Tomo 3: Masa de agua del Nerbioi interior (26 páginas)
- Tomo 4: Masa de agua del Nerbioi exterior (28 páginas)
- Tomo 5: Masa de agua del Butroe (34 páginas)
- Tomo 6: Masa de agua del Oka interior (20 páginas)
- Tomo 7: Masa de agua del Oka exterior (34 páginas)
- Tomo 8: Masa de agua del Lea (32 páginas)
- Tomo 9: Masa de agua del Artibai (33 páginas)
- Tomo 10: Masa de agua del Deba (29 páginas)
- Tomo 11: Masa de agua del Urola (26 páginas)
- Tomo 12: Masa de agua del Oria (24 páginas)
- Tomo 13: Masa de agua del Urumea (24 páginas)
- Tomo 14: Masa de agua del Oiartzun (30 páginas)
- Tomo 15: Masa de agua del Bidasoa (28 páginas)
- Tomo 16: Masa de agua Cantabria-Matxitxako (30 páginas)
- Tomo 17: Masa de agua Matxitxako-Getaria (62 páginas)
- Tomo 18: Masa de agua Getaria-Higer (22 páginas)
- Tomo 19: Masa de agua Mompás-Pasaia (16 páginas)
- Tomo 20: Resumen y conclusiones (40 páginas)
- Tomo 21: Laburpena eta ondorioak (36 páginas)
- Referencias (4 páginas)

Junto con el informe de resultados completo correspondiente a la campaña 2009 se han redactado dos documentos de síntesis (uno en castellano y otro en euskera) que pretenden ser un resumen de la actividades de la campaña 2008 e informar de la calificación del estado ecológico por cada una de las 18 masas de agua definidas en Borja *et al.* (2004e), así como la evolución global.

Además, los datos brutos, obtenidos a lo largo del estudio, se encuentran recogidos en la Base de Datos de la Red (URSAREA). Con objeto de economizar papel no se han incluido éstos en el informe en papel, pero sí se incluyen en el CD-ROM que lo acompaña.

Al igual que se ha hecho desde 2002, este nuevo informe podrá estar disponible en formato pdf en Internet, en la página Web del Departamento de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio (en adelante, DMAOT), del Gobierno Vasco, antes mencionada.

1.1.4 ANTECEDENTES

Para el ejercicio de la competencia exclusiva que confiere el Estatuto de Autonomía para el País Vasco, por Acuerdo de la Comisión Mixta de Transferencias de 31 de Mayo de 1994, aprobado por Decreto 29711994, de 12 de julio, se traspasaron a la Comunidad Autónoma del País Vasco las funciones y servicios de Recursos y Aprovechamientos Hidráulicos.

En virtud de este acuerdo es competencia exclusiva de la Administración Autónoma Vasca la elaboración de la Planificación Hidrológica en el ámbito de las cuencas intracomunitarias.

Además según el Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica aprobado por el Real Decreto 927/1989 de 29 de julio, las comunidades autónomas pueden participar en la elaboración y revisión de los Planes Hidrológicos de sus cuencas intercomunitarias por medio de su representación en el Consejo del Agua de la cuenca.

Según lo definido en la Ley de Aguas la planificación hidrológica tendrá por objetivo general "conseguir el buen estado ecológico del dominio público hidráulico", para lo cual es preciso conocer y cual es la situación de estado ecológico actual y cuáles son los factores que distorsionan el objetivo a alcanzar de "buen estado".

En este sentido, la Directiva Marco del Agua (DMA) (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) establece, en su artículo 8, las bases para el seguimiento del estado de las aguas superficiales, del estado de las aguas subterráneas y de las zonas protegidas. Asimismo, en el anexo V recoge los diferentes indicadores de calidad, definiciones de estado ecológico y estrategias para el establecimiento de redes de seguimiento.

Por otro lado la DMA establece el concepto de «demarcación hidrográfica» como elemento de gestión y lo define de la siguiente manera: zona marina y terrestre compuesta por una o varias cuencas hidrográficas vecinas y las aguas subterráneas y costeras asociadas, designada como principal unidad a efectos de la gestión y planificación de las cuencas hidrográficas.

A la Dirección de Aguas de la Viceconsejería de Medio Ambiente, según el Decreto 306/2001, de 20 de noviembre, por el que se establecía la estructura orgánica del Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente (hoy Departamento de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, o DMAOT) le corresponde el análisis y control de calidad de las aguas preciso para el ejercicio de las atribuciones en materia de planificación y gestión de los recursos y aprovechamientos hidráulicos, así como la propuesta y seguimiento de los objetivos y programas de calidad de las aguas en ejecución de la planificación hidrológica, en coordinación con los demás departamentos afectados.

De la combinación de obligaciones derivadas de la DMA que establece como unidad de planificación el conjunto de la demarcación hidrográfica (aguas continentales, aguas de transición y aguas costeras) y las derivadas del Decreto 306/2001 que establece labores de planificación hidrológica, análisis y control de calidad de las aguas, surge la necesidad de establecer redes de vigilancia de la calidad de las aguas.

En el desarrollo de esta competencia, se ha realizado en los últimos años un esfuerzo considerable en avanzar en el conocimiento de las aguas continentales, de transición y litorales, y en poner en marcha mecanismos útiles para su control y vigilancia.

En 1994 se decidió abordar los trabajos de definición y puesta en marcha de la "Red de Vigilancia y Control de las Aguas Litorales de la CAPV" que se ha mantenido con diversas modificaciones hasta la actualidad. El diseño de esta Red se concibió con el objetivo de contar con un instrumento imprescindible para llevar a cabo una correcta planificación del recurso hídrico y éste ha sido el referente que ha ido marcando todas y cada una de las mejoras que se han ido incorporando a las redes de vigilancia.

Posteriormente, en 2002 y 2003, se integraron las dos redes precedentes en ríos y litoral en una sola, siendo adjudicados los trabajos a la UTE Fundación AZTI, Anbiotek S.L., Fundación Labein y Ondoan S. Coop.

Por último, en 2003 se volvieron a separar ambas redes, llamándose a partir de entonces la que nos ocupa RED DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LAS AGUAS ESTUÁRICAS Y COSTERAS DE LA C.A.P.V., que desde 2008 depende de la Agencia Vasca del Agua (Uragentzia). Desde el principio, en 1994, AZTI-Tecnalia ha estado involucrada en los trabajos de esta red, garantizando su continuidad y comparabilidad a lo largo del tiempo.

1.1.5 OBJETIVOS

Diciembre de 2000 es una fecha histórica en el contexto de las políticas del agua en Europa, ya que el día 22 de dicho mes fue publicada, en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas (DOCE) la mencionada DMA, que establece un marco para la protección de todas las aguas que:

- prevenga todo deterioro adicional y proteja y mejore el estado de los ecosistemas acuáticos y, con respecto a sus necesidades de agua, de los ecosistemas terrestres y humedales directamente dependientes de los ecosistemas acuáticos;
- promueva un uso sostenible del agua basado en la protección a largo plazo de los recursos hídricos disponibles;
- tenga por objeto una mayor protección y mejora del medio acuático, entre otras formas mediante medidas específicas de reducción progresiva de los vertidos, las emisiones y las pérdidas de sustancias prioritarias, y mediante la interrupción o la supresión gradual de los vertidos, las emisiones y las pérdidas de sustancias peligrosas prioritarias;
- garantice la reducción progresiva de la contaminación del agua subterránea y evite nuevas contaminaciones; y
- contribuya a paliar los efectos de las inundaciones y sequías.

El DMAOT toma como propio el objetivo de la DMA, que no es otro que el de establecer un marco para la protección de las aguas superficiales continentales, las aguas de transición, las aguas costeras y las aguas subterráneas.

En conjunto, **la DMA tiene por objeto alcanzar un buen estado de las aguas para el año 2015**. Para más detalles en relación con la DMA se puede ver el Tomo 1 de los sucesivos años en que se ha hecho este informe (Borja *et al.*, 2003, 2004d, 2005), así como diversas publicaciones que se han ido haciendo en estos años (Borja, 2005, Borja y Heinrich, 2005, Borja *et al*., 2004a, c, 2006).

Uno de los requisitos básicos de la DMA es el establecimiento de redes de vigilancia y control de la calidad de las masas de agua.

En todo caso, se ha de recordar, una vez más, que tal y como establece la propia DMA, finales de 2006 fue la fecha de referencia para que estos temas estuvieran resueltos en sus apartados principales. Sin embargo, tanto el grupo de trabajo sobre el protocolo de intercalibración como el de los sistemas de control, que son básicos para la evaluación del estado ecológico según lo establecido en la DMA, han prorrogado sus trabajos hasta junio de 2010, por lo que cualquier evaluación del estado ecológico realizada con anterioridad a dicha fecha deberá ser considerada como **provisional** y sujeta a las modificaciones derivadas de los trabajos referidos.

Toda Red de Vigilancia y control tiene como requisito elemental su continuidad en el tiempo, al objeto de disponer de datos puntuales, y también de series históricas que permitan conocer la evolución en el tiempo de aquello que es objeto de las redes, en este caso, la calidad de las aguas superficiales de la CAPV.

Los ecosistemas acuáticos sufren diversas afecciones, entre ellas está la contaminación directa o indirecta. Los medios acuáticos son los receptores de los contaminantes provenientes de núcleos urbanos, industrias, etc., ubicados en su proximidad y transportados a lo largo de las cuencas hasta el mar. En el momento actual, esta Red de Vigilancia es un instrumento necesario para llevar a cabo el control del estado ambiental de las cuencas fluviales desde una perspectiva integral, ya que las áreas costeras se ven netamente influenciadas por los aportes de los cursos fluviales en donde desembocan.

Así es objeto principal de este trabajo la explotación de una RED DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LAS AGUAS DE TRANSICIÓN Y COSTERAS DE LA C.A.P.V. que permita continuar con los trabajos previos realizados en el ámbito de la vigilancia de la calidad de las aguas de la CAPV. En su conjunto deberán conseguirse los siguientes objetivos:

- Establecer un instrumento de control del estado y la evolución de la calidad de las aguas que permita conocer las características de la calidad de los ecosistemas estuáricos y costeros.
- Constituir una documentación básica y valiosa para el adecuado desarrollo de la investigación científica sobre la materia en el ámbito de la Comunidad Autónoma del País Vasco y que, por otra parte, sean divulgables los resultados de la misma mediante publicaciones y/o aportaciones a la página web del DMAOT.

- Verificar la incidencia de las acciones de depuración y saneamiento y detectar posibles agresiones al medio hídrico.
- Conocer los niveles naturales que presentan las diferentes variables químicas, microbiológicas y biológicas, para poder establecer las características de estaciones de muestreo con buen o muy buen estado ecológico y así poder adaptarse a los criterios establecidos por la DMA.

Además de la DMA, a la que principalmente responde esta Red de Vigilancia, existe una serie de Directivas que son de obligado cumplimiento, en tanto que la Directiva Marco de Aguas no sea plenamente vigente (ver Borja *et al.*, 2003).

- La Directiva 78/659/CEE del Consejo, de 18 de julio de 1978, relativa, a la calidad de las aguas continentales que requieren protección o mejora para ser aptas para la vida de los peces, está aún vigente y servirá para la calificación de la vida piscícola (ver Borja et al., 2003). Esta sólo es aplicable a aguas continentales.
- La "Directiva del Consejo, de 30 de Octubre de 1979, relativa a la calidad exigida a las aguas para la cría de moluscos" (79/923/CEE; DOCE nº L 281/47), tuvo su transposición a la legislación española en el "Real Decreto, de 13 de enero de 1989, que aprueba la norma de calidad exigida a las aguas para la cría de moluscos" (BOE 20/1/1989). Ambas hacen referencia a los muestreos a realizar para establecer la calidad de aguas, recogiendo los parámetros a controlar y, en algunos casos, sus valores guía y obligatorios.
- Estas leyes tuvieron su continuidad en la "Directiva del Consejo, de 15 de Julio de 1991, donde se fijan las normas sanitarias aplicables a la producción y puesta en el mercado de moluscos bivalvos vivos" (91/492/CEE; DOCE nº L 268/1). Posteriormente, el Gobierno Español llevó a cabo la transposición de esta Directiva, realizando adaptaciones en base también a otras, y plasmándolas en dos Reales Decretos que constituyen actualmente la base legislativa sobre la que se apoyan los cultivos y producción de moluscos y en ellos se establece la obligatoriedad de declarar las zonas de producción y cultivo (ver Borja et al., 2003):
- "Real Decreto 345/1993, de 5 de Marzo, sobre las normas de calidad de las aguas y de la producción de moluscos y otros invertebrados marinos vivos" (BOE 74, 27 Marzo).
- "Real Decreto 308/1993, de 26 de Febrero, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria que fija las normas aplicables a la comercialización de moluscos bivalvos vivos" (BOE 76, 30 Marzo), que deroga el Reglamento de Salubridad de Moluscos (R.D. 263/1985, de 20 de Febrero) y la Orden de 31 de Mayo de 1985 sobre Calidad de Moluscos Bivalvos Depurados.

Además de las Directivas mencionadas existen otras sobre las que el Gobierno debe informar y para las que los datos de la Red de Vigilancia son de vital importancia. En muchos de los casos estas Directivas se verán derogadas en un plazo de unos 10-13 años por la DMA. Además, muchas de ellas conllevan otras derivadas que se refieren a límites de vertido, objetivos de calidad, etc., para determinadas sustancias. En los casos pertinentes han sido tenidas en cuenta en la realización de este informe (lógicamente, excepto las referidas a aguas continentales). Las más importantes son:

- Directiva 80/778/CEE del Consejo, de 15 de julio de 1980, relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano;
- Directiva del Consejo 83/513/CEE, de 26 de septiembre de 1983, relativa a los valores límite y a los objetivos de calidad para los vertidos de cadmio;
- Directiva del Consejo 84/491/CEE, de 9 de octubre de 1984, relativa a los valores límite y a los objetivos de calidad para los vertidos de hexaclorociclohexano;
- Directiva 86/280/CEE relativa a los valores límite y a los objetivos de calidad para los residuos de determinadas sustancias peligrosas comprendidas en la lista I del anexo de la Directiva 76/464/CEE;
- Directiva 88/347/CEE por la que se modifica el anexo II de la Directiva 86/280/CEE relativa a los valores límite y a los objetivos de calidad para los residuos de determinadas sustancias peligrosas comprendidas en la lista I del anexo de la Directiva 76/464/CEE;
- Real Decreto 995/2000, de 2 de junio, por el que se fijan objetivos de calidad para determinadas sustancias contaminantes y se modifica el Reglamento de Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril.

Además, en 2008, se aprobaron dos leyes de importancia para la DMA:

- Directiva 2008/105/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, relativa a las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas, por la que se modifican y derogan

ulteriormente las Directivas 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE y 86/280/CEE del Consejo, y por la que se modifica la Directiva 2000/60/CE, conocida como la Directiva de Sustancias Prioritarias, y

- ORDEN ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción de planificación hidrológica (BOE 229: 38472-38582).

Por otro lado, en septiembre de 1992 tuvo lugar en París una reunión ministerial, de las comisiones de Oslo y París, a la que acudieron representantes de los 14 países firmantes de los acuerdos, además de Suiza y de la Comisión de la Comunidad Europea. En dicha reunión se decidió crear un nuevo Convenio para la Protección del Medio Marino en el Nordeste Atlántico, el Convenio OSPAR. La entrada en vigor del mismo no se produjo, sin embargo, hasta 1998, aunque las Comisiones de Oslo y París trabajaron como una única entidad desde 1992.

El ámbito de aplicación del Convenio OSPAR es el Nordeste Atlántico, área limitada al oeste por la costa este de Groenlandia, al este por la costa del Mar del Norte, al sur por el estrecho de Gibraltar y al norte por el Polo Norte. Esta área no incluye los mares Mediterráneo y Báltico, que tienen sus propios convenios (de Barcelona y Helsinki, respectivamente).

El convenio OSPAR consta de disposiciones generales y de una serie de anexos que tratan sobre áreas específicas. El Anexo IV, que se refiere a la evaluación de la calidad del medio marino, establece que las partes contratantes deberán llevar a cabo y publicar de manera regular valoraciones del estado de calidad del medio marino y su evolución, incluyendo una evaluación de la eficiencia de las medidas emprendidas para la protección del medio marino. Además, en 1998 se creó un nuevo anexo, el Anexo V, referido a la protección y conservación de los ecosistemas y la diversidad biológica del medio marino. Periódicamente se informa desde el Gobierno a este Convenio, aportando datos de la situación de la costa vasca.

Por último, no hay que perder de vista la aprobación, en junio de 2008, de la Directiva Marco sobre la Estrategia Marina Europea, que viene a complementar la DMA, fuera de las aguas de base y hasta las 200 millas (ver Borja, 2006).

1.2. MATERIAL Y MÉTODOS

Para una información más detallada sobre ubicación y características de las estaciones de muestreo, metodologías de muestreo y limitaciones técnicas se recomienda consultar el volumen de metodología correspondiente al informe de la Red realizado para la campaña del año 2002 (Borja *et al.*, 2003).

A continuación se resumen y se resaltan las modificaciones respecto a las campañas de años anteriores, haciendo un especial hincapié en las metodologías encaminadas a valorar cada elemento de los indicadores biológicos, fisicoquímicos e hidromorfológicos con el objeto de proponer y ejecutar una metodología para la determinación del estado ecológico tanto para las masas de agua de transición como costeras.

1.2.1 ESTACIONES DE MUESTREO

En relación con **aguas de transición y costeras** se han analizado las siguientes estaciones (tanto en muestreo rutinario como operativo) en la que se toman muestras de aguas, sedimentos, bentos y fitoplancton, con las frecuencias indicadas más adelante. Un total de 32 estaciones de estuario, de las cuales 20 son de grado 1 y 12 de grado 2 (Tabla 2).

Un total de 19 estaciones de litoral, de las cuales 17 son de grado 1 y 1 de grado 2 (Tabla 1). Desde 2006, con el fin de que la CAPV vaya teniendo información para adaptarse a la Directiva de la Estrategia Marina Europea y, de acuerdo con el DMAOT, se eliminaron dos estaciones litorales (L-B15 y L-UR10) y se sustituyeron por L-RF20 y L-RF30.

Las estaciones de muestreo operativo son aquellas en las que hay un riesgo por sustancias prioritarias y, a partir de 2007, se muestrean mensualmente para las sustancias que presentan problemas.

Además, existen 13 estaciones de muestreo de moluscos (biomonitores), que corresponden a una por estuario excepto en el Nerbioi, con dos estaciones de muestreo (Tabla 3)

Las estaciones de macroalgas y peces más que estaciones son áreas de muestreo.

Los estuarios estudiados para vida piscícola en 2002 fueron los de Butrón, Oka, Artibai y Lea; en 2003 fueron los de Barbadún, Nerbioi, Deba y Oria; y en 2004 fueron

los de Urola, Urumea, Oiartzun y Bidasoa (3 zonas por estuario: exterior, media e interior; en cada uno de los estuarios muestreados anualmente, excepto en Oiartzun que se muestrearon 4 zonas) (Tabla 4). Con este esquema de muestreo se completan en 3 años los 12 estuarios principales de la costa vasca, por lo que en 2005 y 2008 lo que se hizo fue volver a comenzar con los estuarios muestreados en 2002, en 2006 con los muestreados en 2003, y en 2007 con los de 2004. De esta manera se tiene ya un punto de comparación dentro de la propia Red, además de los datos analizados en otros ámbitos (Consorcio de Aguas Bilbao-Bizkaia, Diputación Foral de Gipuzkoa, etc.).

Respecto de los arrastres de peces, este año 2008, se ha comenzado a muestrear los estuarios que se muestrean en otoño también en primavera y verano, con objeto de determinar la variabilidad intraanual. De esta manera, en 2010, se completarán todos los estuarios con muestreos en primavera, verano y otoño.

Dentro de la categoría de estuario se han analizado otras estaciones para el muestreo de macroalgas (en número diferente, dependiendo del tamaño de cada uno de los 4 estuarios muestreados anualmente). Así, los estuarios estudiados en 2002, 2005 y 2008 fueron los de Butrón, Oka, Artibai y Lea; en 2003 y 2006 fueron los de Barbadún, Nerbioi, Deba y Oria; y en el año 2004 y 2007 fueron los de Urola, Urumea, Oiartzun y Bidasoa (ver estaciones en la Tabla 5).

Por último, a lo largo de varios años se ha venido realizando un estudio de **biodisponibilidad** de metales en estuario y costa, en el que se siguió la metodología expuesta en Borja *et al.* (2003). Una vez que este estudio se ha completado para las estaciones de la Red de Calidad, se ha creído necesario avanzar un paso más en la determinación de los efectos de la contaminación en la biota.

Es por ello que, siguiendo las tendencias actualmente más en boga, se propuso a la Agencia Vasca de Aguas realizar un estudio de **ecotoxicidad** de las muestras de sedimentos de la Red. Debido al coste que conlleva se creyó conveniente ir realizando los ensayos en 5 o 6 estaciones cada año, escogiendo aquellos lugares en los que no hubiera datos de bioensayos por otros proyectos o que puedan ser de interés desde el punto de vista de la explicación de la calidad del medio. Así, teniendo en cuenta que en AZTI tenemos datos de algunos estuarios (Nerbioi, Artibai, Oiartzun), en 2004 se tomaron muestras para análisis en el Oka (E-OK5, E-OK10 y E-OK20) y el Urumea (E-UR5 y E-UR10), en 2005 se hicieron en Butroe (E-B5, E-B7 y E-B10), Oria (E-O5 y E-O10) y Oiartzun (E-OI10), en 2006 en Barbadún (E-M5 y E-M10) y Bidasoa (E-BI5, E-BI10 y E-BI20), en 2007 en Deba (E-D5, E-D10), Urola (E-U5, E-U8 y E-U10), y en 2008 Artibai (E-A5 y E-A10), Lea (E-L5 y E-L10) y Deba (E-A5). De esta manera, se tienen datos ecotoxicológicos de todos los estuarios vascos. La metodología se explica más adelante.

Estación	Grado	Masa de agua	Estación	UTMX	UTMY
L-N10	1	Ibaizabal	Litoral del Abra (frente al superpuerto)	493466	4803512
L-N20	1	Ibaizabal	Litoral de Sopelana	498434	4805360
L-B10	1	Butroe	Litoral de Gorliz (cabo Villano)	503723	4809563
L-B20	1	Butroe	Litoral de Bakio	516022	4810728
L-RF30	1	Butroe	Litoral frente a Bakio	516170	4816448
L-OK10	1	Oka	Litoral de Mundaka	524251	4810031
L-L10	1	Lea	Litoral de Elantxobe (Kai Arri)	533700	4805814
L-L20	2	Lea	Litoral de Lekeitio	541453	4802562
L-A10	1	Artibai	Litoral de Ondarroa	548545	4798500
L-D10	1	Deba	Litoral de Deba	552606	4797494
L-RF20	1	Deba	Litoral frente a Deba	556687	4805561
L-U10	1	Urola	Litoral de Zumaia	561520	4796532
L-O10	1	Oria	Litoral de Orio	570211	4795303
L-O20	1	Oria	Litoral de Getaria	566590	4796395
L-UR20	1*	Urumea	Litoral de Mompás	584831	4799191
L-OI10	1	Oiartzun	Litoral de Pasaia	586643	4799066
L-OI20	1	Oiartzun	Litoral de Pasaia (Asabaratza)	589907	4801608
L-RF10	1	Oiartzun	Plataforma continental-referencia	587651	4811946
L-BI10	1	Bidasoa	Litoral de Hondarribia	597114	4805780

Tabla 1 Estaciones de muestreo en aguas costeras (Sistema de Coordenadas: European Datum 1950, UTM zona 30N). Campaña 2008. Con asterisco las estaciones de muestreo operativo.

Estación	Grado	Masa de agua	Estación	UTMX	UTMY
E-M5	2	Barbadun	Muskiz (Petronor)	490982	4797919
E-M10	1	Barbadun	Pobeña (puente)	490251	4799550
E-N10	1	Ibaizabal	Bilbao (puente de Deusto)	505054	4790971
E-N15	1	Ibaizabal	Barakaldo (puente de Rontegi)	502217	4793792
E-N17	2*	Ibaizabal	Leioa (Lamiako)	500291	4796070
E-N20	1*	Ibaizabal	Abra Interior	497919	4798586
E-N30	1	Ibaizabal	Abra Exterior	496435	4801048
E-B5	2	Butroe	Plentzia (Abaniko)	506252	4805033
E-B7	1	Butroe	Plentzia (campo de fútbol)	504624	4805212
E-B10	1	Butroe	Plentzia (puerto)	504454	4806293
E-OK5	2	Oka	Gernika (salida de la depuradora)	527165	4798891
E-OK10	1	Oka	Murueta (astillero)	525704	4801567
E-OK20	1	Oka	Sukarrieta (Txatxarramendi)	524863	4804781
E-L5	2	Lea	Lekeitio (astillero)	540241	4800773
E-L10	1	Lea	Lekeitio (molino)	540707	4801147
E-A5	2	Artibai	Ondarroa (Errenteria)	545242	4796940
E-A10	1	Artibai	Ondarroa (embarcadero)	547056	4796710
E-D5	2	Deba	Deba (campo de fútbol)	551707	4793803
E-D10	1*	Deba	Deba (puente)	552251	4793703
E-U5	2	Urola	Zumaia (Bedua)	560799	4792287
E-U8	1	Urola	Zumaia (puente del ferrocarril)	561356	4793724
E-U10	1	Urola	Zumaia (puente Narrondo)	560435	4794201
E-O5	2	Oria	Orio (rampa)	571498	4792034
E-O10	1	Oria	Orio (puente de la autopista)	570562	4792779
E-UR5	2	Urumea	Donostia (Loiola)	583703	4796437
E-UR10	1	Urumea	Donostia (puente de Santa Catalina)	582962	4796743
E-OI10	1	Oiartzun	Lezo	588984	4797454
E-OI15	2*	Oiartzun	Pasaia de San Pedro (Dársena de Herrera)	586773	4797378
E-OI20	1	Oiartzun	Pasaia (San Pedro)	587571	4797829
E-BI5	2	Bidasoa	Irun (Behobia)	600444	4799966
E-BI10	1	Bidasoa	Hondarribia (Amute)	598063	4800851
E-BI20	1	Bidasoa	Hondarribia (Txingudi)	598131	4802793

Tabla 2 Estaciones de muestreo en aguas de transición (Sistema de Coordenadas: European Datum 1950, UTM zona 30N). Campaña 2008. Con asterisco las estaciones de muestreo operativo.

Estación	Masa de agua	Estación	UTMX	UTMY
I-A10	Artibai	Ondarroa	547301	4797281
I-B10	Butroe	Plentzia (desembocadura)	504186	4806715
I-BI10	Bidasoa	Hondarribia (desembocadura)	598044	4802718
I-D10	Deba	Mutriku (playa)	552482	4794604
I-L10	Lea	Lekeitio (puente)	540714	4801184
I-M10	Barbadun	Pobeña (puente) (Barbadun)	490280	4799604
I-N10	Ibaizabal	Zierbena	493630	4800287
I-N20	Ibaizabal	Getxo	498242	4798838
I-O10	Oria	Orio (puente de la autopista)	570621	4792857
I-OI10	Oiartzun	Pasaia (desembocadura)	587134	4798539
I-OK10	Oka	Mundaka (puerto)	524640	4806390
I-OK20	Oka	Sukarrieta (Txatxarramendi)	524769	4804702
I-U10	Urola	Zumaia (desembocadura)	560932	4794805
I-UR10	Urumea	Donostia (puente del Kursaal)	582797	4797559

Tabla 3 Estaciones de muestreo de biomonitores en aguas de transición (Sistema de Coordenadas: European Datum 1950, UTM zona 30N). Campaña 2008.

Cod_Estación	Estación	UTMX	UTMY	Tipo de Estación
AAE	Artibai (Arrastre zona exterior estuario)	547147,53	4796725,19	Estuarios (Vida piscícola)
AAI	Artibai (Arrastre zona interior estuario)	546449,14	4796757,26	Estuarios (Vida piscícola)
AAM	Artibai (Arrastre zona media estuario)	546737,76	4796589,79	Estuarios (Vida piscícola)
ABE	Butroe (Arrastre zona exterior estuario)	504552,84	4805522,51	Estuarios (Vida piscícola)
ABI	Butroe (Arrastre zona interior estuario)	506005,63	4804488,86	Estuarios (Vida piscícola)
ABM	Butroe (Arrastre zona media estuario)	505090,76	4804687,68	Estuarios (Vida piscícola)
ALE	Lea (Arrastre zona exterior estuario)	540645,01	4800965,76	Estuarios (Vida piscícola)
ALI	Lea (Arrastre zona interior estuario)	540401,26	4800609,50	Estuarios (Vida piscícola)
ALM	Lea (Arrastre zona media estuario)	540288,76	4800782,94	Estuarios (Vida piscícola)
AOKE	Oka (Arrastre zona exterior estuario)	525512,20	4803836,95	Estuarios (Vida piscícola)
AOKI	Oka (Arrastre zona interior estuario)	526820,19	4800286,74	Estuarios (Vida piscícola)
AOKM	Oka (Arrastre zona media estuario)	525981,45	4802243,81	Estuarios (Vida piscícola)

Tabla 4 Estaciones de arrastre en estuarios en 2008.

Cod_Estación	Estación	UTMX	UTMY	Tipo de Estación
M-EA1	Artibai Zona 01.Estuario Macroalgas	546955,96	4796726,95	Estuarios (Macroalgas)
M-EA2	Artibai Zona 02.Estuario Macroalgas	546471,03	4796733,73	Estuarios (Macroalgas)
M-EA3	Artibai Zona 03.Estuario Macroalgas	546226,86	4796747,30	Estuarios (Macroalgas)
M-EA4	Artibai Zona 04.Estuario Macroalgas	545891,14	4796584,52	Estuarios (Macroalgas)
M-EA5	Artibai Zona 05.Estuario Macroalgas	545901,32	4796672,69	Estuarios (Macroalgas)
M-EA6	Artibai Zona 06.Estuario Macroalgas	545789,41	4796794,77	Estuarios (Macroalgas)
M-EA7	Artibai Zona 07.Estuario Macroalgas	545518,12	4796872,77	Estuarios (Macroalgas)
M-EB1	Butroe Zona 01.Estuario Macroalgas	504166,55	4806204,58	Estuarios (Macroalgas)
M-EB10	Butroe Zona 10.Estuario Macroalgas	506592,28	4805236,33	Estuarios (Macroalgas)
M-EB11	Butroe Zona 11.Estuario Macroalgas	506692,05	4804475,69	Estuarios (Macroalgas)
M-EB12	Butroe Zona 12.Estuario Macroalgas	506325,24	4803671,40	Estuarios (Macroalgas)
M-EB13	Butroe Zona 13.Estuario Macroalgas	506375,72	4803365,17	Estuarios (Macroalgas)
M-EB2	Butroe Zona 02.Estuario Macroalgas	504011,63	4805762,60	Estuarios (Macroalgas)
M-EB3	Butroe Zona 03.Estuario Macroalgas	504312,35	4805758,04	Estuarios (Macroalgas)
M-EB4	Butroe Zona 04.Estuario Macroalgas	504613,08	4805612,24	Estuarios (Macroalgas)
M-EB5	Butroe Zona 05.Estuario Macroalgas	504558,40	4805252,28	Estuarios (Macroalgas)
M-EB6	Butroe Zona 06.Estuario Macroalgas	504845,46	4805083,69	Estuarios (Macroalgas)
M-EB7	Butroe Zona 07.Estuario Macroalgas	504790,78	4804869,54	Estuarios (Macroalgas)
M-EB8	Butroe Zona 08.Estuario Macroalgas	505538,04	4804409,34	Estuarios (Macroalgas)
M-EB9	Butroe Zona 09.Estuario Macroalgas	506283,88	4805001,39	Estuarios (Macroalgas)
M-EL1	Lea Zona 01.Estuario Macroalgas	540717,93	4801424,30	Estuarios (Macroalgas)
M-EL2	Lea Zona 02.Estuario Macroalgas	540755,46	4801030,21	Estuarios (Macroalgas)
M-EL3	Lea Zona 03.Estuario Macroalgas	540436,44	4800864,44	Estuarios (Macroalgas)
M-EL4	Lea Zona 04.Estuario Macroalgas	540524,01	4800823,78	Estuarios (Macroalgas)
M-EL5	Lea Zona 05.Estuario Macroalgas	540251,90	4800720,57	Estuarios (Macroalgas)
M-EL6	Lea Zona 06.Estuario Macroalgas	540489,61	4800432,82	Estuarios (Macroalgas)
M-EOK1	Oka Zona 01.Estuario Macroalgas	525780,68	4804256,08	Estuarios (Macroalgas)
M-EOK10	Oka Zona 10.Estuario Macroalgas	526437,87	4801292,77	Estuarios (Macroalgas)
M-EOK2	Oka Zona 02.Estuario Macroalgas	524836,72	4804757,93	Estuarios (Macroalgas)
M-EOK3	Oka Zona 03.Estuario Macroalgas	525332,60	4804118,67	Estuarios (Macroalgas)
M-EOK4	Oka Zona 04.Estuario Macroalgas	525422,22	4803778,13	Estuarios (Macroalgas)
M-EOK5	Oka Zona 05.Estuario Macroalgas	525350,52	4802917,81	Estuarios (Macroalgas)
M-EOK6	Oka Zona 06.Estuario Macroalgas	525655,22	4802684,81	Estuarios (Macroalgas)
M-EOK7	Oka Zona 07.Estuario Macroalgas	526348,25	4802171,01	Estuarios (Macroalgas)
M-EOK8	Oka Zona 08.Estuario Macroalgas	525900,17	4801854,36	Estuarios (Macroalgas)
M-EOK9	Oka Zona 09.Estuario Macroalgas	526109,28	4801119,51	Estuarios (Macroalgas)

Tabla 5 Estaciones de muestreo de macroalgas en 2008.

1.2.2 FRECUENCIA Y CONDICIONES DE MUESTREO

La frecuencia de muestreo y de análisis de las diferentes variables en 2007 cambió ligeramente respecto a la de años anteriores, pudiéndose ver su desarrollo y metodología, para cada uno de los elementos de la DMA, en Borja *et al.* (2003) y un resumen en la Tabla 6. El principal cambio fue la introducción del muestreo mensual de sustancias prioritarias en 5 masas de agua que presentaban riesgo de incumplimiento. Este mismo muestreo se mantuvo en 2008.

Tipo de masa de agua	Elemento	Grupo de parámetros	Tipo de parámetros	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual	Cronograma trianual
Estuarios	Aguas	Físico-química	General		P,B,S,G1,G2			
			Metales	B,S,R		P,B,S,G1,G2		
			Orgánicos	B,S,R		P,B,S,G1,G2		
	Sedimentos		General				G1,G2	
			Metales				G1,G2	
			Orgánicos				G1,G2	
	Biota (moluscos)		Contaminantes					
	Bentos	Biológicos	Estructurales				G1,G2	
	Peces		Estructurales					X
	Vida vegetal		Clorofila y Fitoplancton		Clorof G1,G2	Fito G1, alg G2		
	Macrófitos		Macroalgas					X
	Hidromorfología	Físico	General					
Litoral	Aguas	Físico-química	General		S,F,G1,G2			
			Metales	B,S,R		S,G1,G2		
			Orgánicos	B,S,R		S,G1,G2		
	Sedimentos		General				G1,G2	
			Metales				G1,G2	
			Orgánicos				G1,G2	
	Bentos	Biológicos	Estructurales					
	Vida vegetal		Clorofila y Fitoplancton		Clorof. G1,G2	Fito G1, alg G2		
	Macrófitos		Macroalgas					X
	Hidromorfología	Físico	General					

Tabla 6 Resumen de variables y frecuencias de muestreo. P = pleamar, B = bajamar, S = superficie, G1= grado 1, G2= grado 2. R: masas de agua en riesgo: Nerbioi interior, Nerbioi exterior, Deba, Oiartzun, Mompás.

1.2.3 CONDICIONES METEOROLÓGICAS EN EL PERÍODO DE ESTUDIO

En la Figura 1 se pueden observar las precipitaciones registradas diariamente en los observatorios de Igeldo (San Sebastián, Gipuzkoa) y Sondika (Bizkaia), junto con los periodos de los diferentes muestreos de estuarios y costa y los medios muestreados.

Como otros años, la precipitación anual más elevada corresponde a Igeldo, con 1,909 $l.m^{-2}$, mientras que Sondika registra sólo 1,428 $l.m^{-2}$, es decir, un 25% menos de precipitación.

En relación a los periodos de muestreo, los 10 días anteriores al muestreo de invierno fueron poco lluviosos (19 $l.m^{-2}$ en Igeldo y 8 en Sondika), mientras que durante los días de muestreo la precipitación fue mucho mayor (147 $l.m^{-2}$ en Igeldo y 73 en Sondika).

En los 10 días previos al muestreo de primavera la precipitación fue baja, con 8 $l.m^{-2}$ en Sondika y mayor en Igeldo, con 16, mientras que durante el muestreo fueron 48 y 90 litros, respectivamente.

La campaña de verano en las zonas estuáricas y costeras se llevó a cabo en agosto-septiembre, siendo abundantes las precipitaciones de Igeldo (25 $l.m^{-2}$) y Sondika (20 $l.m^{-2}$) en los diez días previos, mientras que durante los muestreos fueron 73 y 63 $l.m^{-2}$, respectivamente.

Por último, en cuanto a la campaña de otoño, fue la más seca del año en los 10 días precedentes, recogiéndose 3,5 $l.m^{-2}$ en Igeldo y 2,8 en Sondika. Sin embargo, durante la campaña fue la época más lluviosa, midiéndose 216 $l.\ m^{-2}$ en Igeldo y 215 $l.m^{-2}$ en Sondika.

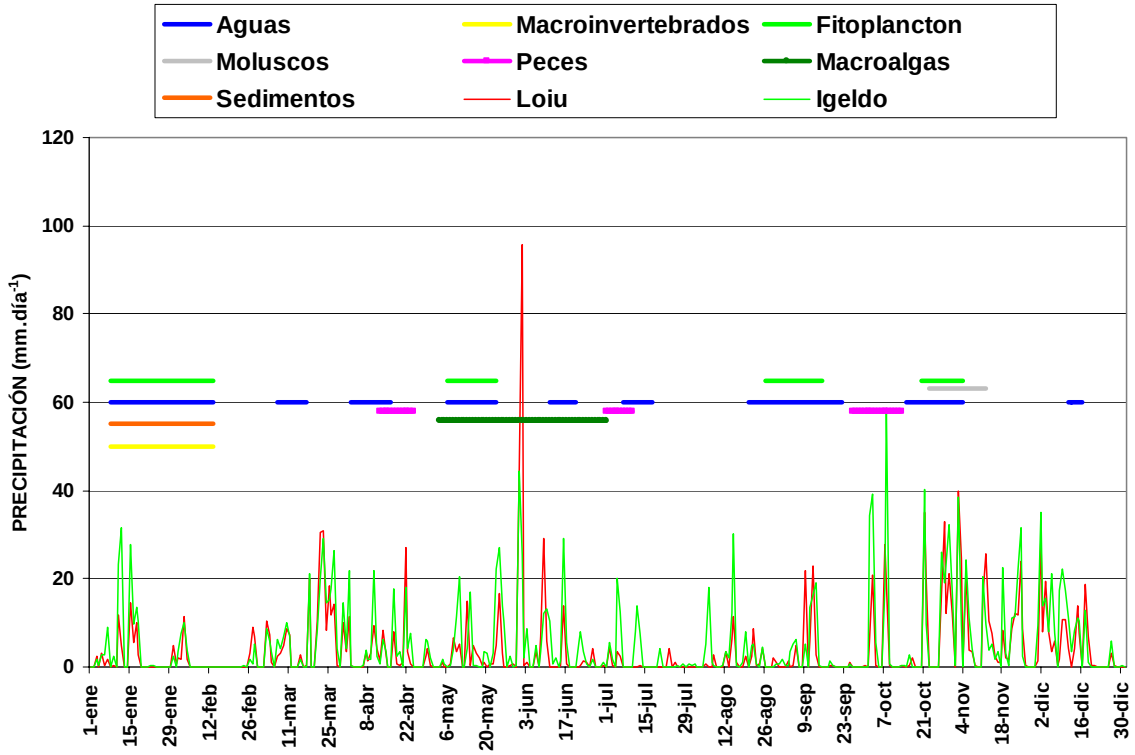


Figura 1 Precipitación diaria recogida en los observatorios de Sondika e Igeldo, a lo largo de 2008, junto a los periodos de muestreo de cada uno de los medios estudiados.

1.2.4 INDICADORES BIOLÓGICOS

En cuanto a los indicadores biológicos, la DMA indica en su anexo V:

"Clasificación y presentación del estado ecológico

1.4.1. Comparabilidad de los resultados del control biológico

i) Los Estados miembros establecerán sistemas de control a fin de calcular los valores de los indicadores de calidad biológicos especificados para cada categoría de aguas superficiales o para las masas muy modificadas y artificiales de agua superficial. Al aplicar el procedimiento expuesto a continuación a las masas de agua muy modificadas o artificiales, las referencias al estado ecológico deberían interpretarse como referencias al potencial ecológico. Estos sistemas podrán utilizar especies o grupos de especies concretos que sean representativos del indicador de calidad en conjunto.

ii) Con objeto de lograr la comparabilidad de los sistemas citados, los resultados de los sistemas aplicados por cada Estado miembro se expresarán como índices de calidad a efectos de clasificación del estado ecológico. Estos índices representarán la relación entre los valores de los parámetros biológicos observados en una masa determinada de aguas superficiales y los valores correspondientes a dichos parámetros en las condiciones de referencia aplicables a la masa. El índice se expresará como un valor numérico variable entre 0 y 1, donde un estado ecológico muy bueno estará representado por valores cercanos a 1 y un estado malo, por valores cercanos a 0.

iii) Cada Estado miembro dividirá la escala de índices de calidad ecológica de su sistema de control para cada categoría de aguas superficiales en cinco clases, desde estado ecológico muy bueno hasta malo, tal como se define en el punto 1.2, asignando un valor numérico a cada uno de los límites entre las clases. El valor del límite entre las clases de estado muy bueno y bueno, así como el valor del límite entre estado bueno y aceptable se establecerá mediante el ejercicio de intercalibración".

Esto implica:

- el conocimiento de las condiciones de referencia para cada tipo de masa de agua, es decir, los valores de los diferentes parámetros en las estaciones que se pueden calificar como de referencia.
- y establecer los sistemas para poder definir los criterios e índices que se usarán para la calificación del estado ecológico o químico de los diferentes tramos analizados.

Como se ha dicho en la introducción, este es un trabajo que los organismos y grupos de trabajo internacionales debían realizar para finales de 2006, aunque se han prorrogado, por lo que los trabajos que se realicen dentro de esta Red de Vigilancia tienen necesariamente un carácter provisional.

En el ámbito de la CAPV, en el caso de las aguas de transición y costeras, en los informes de la Red posteriores a la publicación de la DMA se comenzaba a definir este marco (Borja *et al.*, 2001). Pero en la costa vasca no hay estuarios totalmente libres de la influencia antrópica (excepto quizá en algunas zonas costeras), por lo que las estaciones de referencia deberían tomarse en regiones cercanas con características similares (como Cantabria o Asturias). Esto puede suponer un problema, puesto que se deberían tener datos de dichos lugares para establecer el estado ecológico, lo que podría hacer perder autonomía en las decisiones que tengan que ver con el recurso agua, al depender de datos y decisiones ajenas a la CAPV.

Una solución posible es acometer el análisis mediante el uso de estaciones o condiciones de referencia virtuales. En este caso se establecen cuáles deben ser las condiciones idóneas o de referencia mediante análisis estadísticos o juicio de experto para posteriormente compararlos con los datos obtenidos en cada estación de muestreo. La metodología es similar a la desarrollada por Bald *et al.* (1999, 2000), de la Unidad de Investigación Marina de AZTI, para el estudio de impacto ambiental en el medio marino, que ha ido desarrollándose en los últimos tiempos, existiendo metodologías contrastadas y publicadas (Borja *et al.,* 2003, 2004a; Bald *et al.,* 2005; Muxika *et al.,* 2007).

Por otro lado, del conjunto de trabajos desarrollados en cada estación de muestreo se deben obtener calificaciones anuales sobre el estado biológico y el estado químico dando finalmente una calificación del estado ecológico. Para ello se pretenden usar índices integradores de la calidad, para obtener mapas de calificación global, calificaciones de cada cuenca fluvial estudiada y de las aguas de transición y costeras asociadas.

La metodología óptima para obtener una calificación del estado es que para cada elemento de los exigidos por la DMA y de los que se disponga estatus de referencia, se calcule el denominado **EQR**[1]**,** es decir**,** la relación existente entre los valores observados para una determinada variable o métrica y los valores obtenidos para esa misma variable en las estaciones de referencia. Este valor oscila entre 0 y 1 como se expone en la Figura 2, tomada del documento "*Draft paper on classification systems for Working group 2.4.*", 2002.

Este sistema permite, una vez identificadas las marcas de clase, establecer 5 clases o categorías con lo que ya se está en disposición de establecer un valor final y por tanto una clasificación.

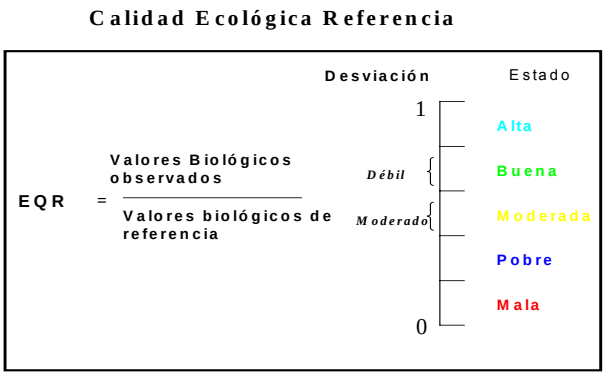


Figura 2 EQR. Expresa la Calidad Ecológica Referenciada de acuerdo al Anexo V de la DMA. EQR = Calidad Ecológica Referenciada, tomada del documento *"Draft paper on classification systems for Working group 2.4."*, 2002.

Sin embargo, no se dispone de condiciones de referencia para la mayoría de las métricas y por lo tanto un trabajo a futuro, y que excede el ámbito de este proyecto de red de seguimiento, será definir los rangos de valores para todos los elementos en las condiciones de referencia que posibilite posteriormente aplicar este ratio.

Sin embargo, para acercarse a las exigencias de calificación de estado ecológico de la DMA, para todos los elementos exigidos por la DMA aunque no se disponga de estatus de referencia, bien sea mediante análisis estadístico (ACP) o mediante juicio de experto se pretende en el presente informe obtener calificaciones equiparables al sistema EQR, es decir, con un índice de 0 a 1, dividido en cinco clases.

Por otro lado, existe el problema de dividir la escala de índices de calidad ecológica en cinco clases, desde estado ecológico muy bueno hasta malo, asignando un valor numérico a cada uno de los **límites entre las clases**. Para el valor del límite entre las clases de estado muy bueno y bueno, así como el valor del límite entre estado bueno y aceptable esta previsto un ejercicio de intercalibración entre los Estados Miembros, aunque hasta ahora sólo se ha hecho para bentos (Borja *et al.,* 2007) y en parte para el fitoplancton (Revilla *et al.,* 2009) y macroalgas.

[1] Stroffek, S. (2001). Determination of Reference Conditions and Class Boundaries in monitoring and assessing of surface water ecological status in France. REFCOND workshop, Uppsala (Sweden).

En el informe de 2002 (Borja *et al.,* 2003), ya se utilizaron unas marcas de clase. Sin embargo, en los documentos establecidos por los grupos de trabajo de implementación de la DMA (REFCOND), se han establecido varios sistemas para determinar las marcas de clase, ninguno coincidente con el utilizado en 2002. En función de los resultados que se obtuvieron el año 2002, se ha comprobado que se adecuan mejor a los resultados las marcas establecidas por uno de los métodos propuestos por REFCOND. Sin embargo, se ha seguido trabajando y mejorando esto, incluyendo las intercalibraciones, por lo que las marcas de clase a la hora de valorar cada uno de los EQR, son las que se exponen en la Tabla 7, incluyendo tanto intercalibradas como no.

Divergencia con condiciones de referencia	Límites de Clase					Clase de Calidad
	F-Q (G)	Fito. (I)	Macroalgas (I)	Peces (P)	Bentos (I)	
Condiciones inalteradas o Impacto mínimo	>0,83	0,67-1	0,81-1	0,82-1	> 0,77	Muy Buena
Ligera divergencia o Impacto leve	0,62-0,82	0,33-0,67	0,57-0,80	0,56-0,82	0,53-0,77	Buena
Divergencia moderada o Impacto importante	0,41-0,61	ND	0,33-0,56	0,34-0,56	0,38-0,53	Aceptable
Fuerte divergencia o Impacto grave	0,20-0,40	ND	0,09-0,32	0,17-0,34	0,20-0,38	Deficiente
Divergencia extrema o Impacto muy grave	<0,20	ND	<0,08	<0,17	<0,20	Mala

Tabla 7 Límites de clase para cada Grado de divergencia de las condiciones de referencia, utilizados para cada elemento (los colores se asocian a las clases de la Directiva de Aguas). Los límites de clase se han calculado por intercalibración (I), guías generales (G) como REFCOND, o son propuestas en Uriarte y Borja (2009) (P). Clave: F-Q: Físico-química; Fito: fitoplancton; ND: no disponible.

Así finalmente el análisis de todos los elementos exigidos por la DMA permitirá una aproximación al estado ecológico de la masa de agua en cuestión y, por tanto, permitirá su calificación de estado ecológico.

La mayor parte de la metodología utilizada ha sido desarrollada en anteriores informes (Borja *et al.*, 2003, 2004d, 2005) y publicaciones de los autores (Borja, 2005; Borja y Heinrich, 2005; Borja y Elliott, 2007; Borja y Dauer, 2008; Borja *et al.*, 2000, 2004a, 2004b, 2004c, 2006, 2007, 2008a, b, 2009a, b; Bald *et al.,* 2005; Muxika *et al.,* 2007; Rodríguez *et al.,* 2006; Tueros *et al.,* 2008, 2009; Uriarte y Borja, 2009), así como en un informe sobre presiones e impactos en la costa vasca (Borja *et al.*, 2004e).

En este último informe pueden verse los criterios de delimitación de masas de agua de transición y costeras, los criterios de tipificación de las masas de agua del País Vasco, así como las condiciones de referencia de cada elemento biológico y físico-químico (Borja *et al.*, 2004e).

Así, finalmente para la costa vasca se han determinado cuatro tipologías:

- Tipo I: Estuarios dominados por pequeños ríos (Deba y Urumea)
- Tipo II: Estuarios con grandes zonas intermareales (Barbadún, Butrón, Oka, Lea, Artibai, Urola, Oria)
- Tipo III: Estuarios con grandes zonas submareales (Nervión, Oiartzun, Bidasoa)
- Tipo IV: Costa expuesta: toda la costa vasca.

MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

Para una información más detallada se recomienda consultar el volumen de metodología correspondiente al informe de la Red realizado en años anteriores (Borja *et al*., 2003, 2005).

En el caso de la **costa** vasca y de sus **estuarios** hemos utilizado para clasificar el estado ecológico en base al Análisis Factorial (ver Borja *et al.*, 2003, Bald *et al.,* 2005) el AMBI (AZTI Marine Biotic Index), pero además se han estudiado los datos de diversidad y riqueza, dentro del análisis M-AMBI (Borja *et al.,* 2004a; Muxika *et al.,* 2007).

Según esto, las distancias del conjunto de valores que identifican a una estación, respecto de las estaciones de referencia de muy buen estado ecológico y de mal estado ecológico es lo que determina su clasificación de estado ecológico.

Con respecto a 2002 se cambiaron las condiciones de referencia del AMBI, en cuanto al 'Muy Buen Estado', ya que se consideraba que alcanzar un valor de 0 en todas las tipologías de masas de agua era imposible.

Hay que tener en cuenta que la DMA señala que, para alcanzar el Muy Buen Estado en cada masa de agua, las comunidades deben presentar 'todas' las especies sensibles a la contaminación y no presentar indicadoras de contaminación. Siguiendo lo expuesto en Borja *et al.* (2004b) se puede considerar que en una comunidad natural las especies que aparecen como sensibles, o normales en ella, deberían ser las pertenecientes a los grupos ecológicos I a III, debiendo estar ausentes los grupos IV y V.

Para calcular el valor de referencia lo que se hizo fue obtener los datos medios de abundancia por especie de

los 9 años de seguimiento para cada estación y tipo de masa de agua. De estos datos se eliminaron las especies adscritas a los grupos ecológicos IV y V, manteniendo sólo las que pueden considerarse componentes no indicadoras de contaminación de cada tipo de masa de agua. Con sus datos medios se calculó el AMBI y este dato es el que se considera como de 'Muy Buen Estado'. Una descripción de los métodos aplicados puede verse en Muxika *et al.* (2007). Las condiciones referencia para cada tipo de masa de agua pueden verse en la Tabla 8 (las de *P. arenarius* se determinaron en Borja et al., 2009b).

Tramos salinos	Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo IV
Oligo/Mesohalino	C. edule-S. plana	C. edule-S. plana	C. edule-S. plana	-
Polihalino	-	V. fasciata/P. arenarius	V. fasciata	-
Euhalino	-	A. alba/P. arenarius	A. alba	T. tenuis-V. fasciata

Indicador	C. edule-S. plana	V. fasciata	P. arenarius	A. alba	T. tenuis-V. fasciata
Riqueza (nº esp.)	13	32	9	40	42
Diversidad (bit.ind^{-1})	2,5	3,8	2	3,5	4
AMBI	2,8	2	1	2,1	1

Tabla 8 Condiciones de referencia de muy buen estado del bentos marino, utilizadas en el cálculo del estado ecológico mediante M-AMBI (Muxika *et al.,* 2007). Se recoge la comunidad adscrita a cada tramo salino, dentro de cada tipología y las condiciones para cada comunidad.

Se utilice el método que se utilice siempre se van a dar problemas de adscripción de algunas estaciones. Por ejemplo, al realizar el estudio para 2003 se encontraron algunos problemas:

- Estaciones con elevado hidrodinamismo (p.ej. E-M10), con arenas medias o gruesas, tienden a presentar una baja riqueza y diversidad y, a veces, un alto valor de AMBI. Esto hace que su clasificación mediante M-AMBI las dé como malas o muy malas, aunque esto no se deba a influencia de impacto alguno, sino a las fluctuaciones naturales de zonas sometidas a estrés dinámico. En este sentido, en años anteriores (Borja *et al.,* 2006) se había comentado que esto se debía considerar un hábitat diferente. Es por ello que este año (Borja *et al.,* 2009b) se ha hecho el ejercicio de determinar las condiciones de referencia y se ha visto que pertenece a la comunidad de *Pontocrates arenarius-Eurydice pulcra*, que aparece en zonas poli-euhalinas en los estuarios de tipo II. Siguiendo los datos de Borja *et al.* (2004) a esta comunidad corresponde las condiciones reflejadas en la Tabla 8.
- Zonas en proceso de recolonización (p. ej. E-N10), que pueden tener un número bajo de especies (3-4), pero con un buen reparto de individuos entre ellas, pueden proporcionar diversidades relativamente elevadas y valores de AMBI alrededor de 4. Esto, en el M-AMBI, provoca que su clasificación pueda llegar a ser buena, cuando no es así.

Debido a esto se procedió a realizar por separado del M-AMBI, y por personas diferentes, un 'juicio de experto' de la calificación de cada estación. Sobre 49 estaciones, en un 51% de los casos coincidió el juicio de experto con el del M-AMBI, en un 24% el M-AMBI valoraba en un grado más que el juicio de experto (p. ej. 'Bueno' cuando el experto ponía 'Aceptable'), en un 16% sucedía lo contrario, en 6% el M-AMBI valoraba dos grados por debajo y en 2% dos grados por encima.

El estudio *kappa* ponderado de las coincidencias indica que el grado de equivalencia de ambos métodos es sustancial. Por tanto, se optó por utilizar el M-AMBI corrigiendo sólo los casos en que había gran diferencia con el juicio de experto, en cuyo caso prevalecía éste.

Por otro lado, con el fin de no realizar cada año un análisis de M-AMBI, que puede conllevar cambios en los valores relativos de las estaciones de años anteriores, se puede realizar un análisis discriminante para determinar la calificación.

La metodología de cálculo se estableció en el apartado de físico-química (Borja *et al*., 2005), puesto que es similar, pero los coeficientes obtenidos son los que se recogen en la Tabla 9 (ver Muxika *et al.,* 2007).

Estos coeficientes se usan en la forma:

Muy Bueno: constante +x AMBI +y Diversidad +z Riqueza.

Así cada año se pueden utilizar las mismas fórmulas, siendo la clasificación asignada aquella que corresponde, en cada tipología, al valor más alto obtenido de cada una de las clasificaciones. Por otro lado, para la clasificación del último período se ha utilizado la media de los tres datos disponibles de cada una de las variables y luego se ha realizado el análisis discriminante.

Por último, como ya se ha dicho, los límites entre clases son los definidos en la Tabla 7, a partir de Borja *et al*. (2007).

	AMBI	Diversidad	Riqueza	Constante
Tipo I: estuarios dominados por los ríos				
Muy Bueno	-0.914977	15.7056	3.15471	-39.2539
Bueno	3.39569	8.67778	1.1233	-19.5421
Aceptable	7.10269	1.2194	-0.151022	-15.8633
Deficiente	13.1909	-5.2369	-1.36131	-36.6794
Malo	19.1054	-13.722	-3.19195	-66.9112
Tipo II: estuarios con grandes zonas intermareales				
Muy Bueno	-6.09314	11.4297	2.81998	-63.7455
Bueno	-2.10671	10.0151	0.895046	-19.7861
Aceptable	-0.309785	5.57083	0.430373	-7.19844
Deficiente	2.51662	1.79453	-0.0649549	-7.57261
Malo	6.57328	-4.71331	-0.919566	-21.4906

	AMBI	Diversidad	Riqueza	Constante
Tipo III: estuarios con grandes zonas submareales				
Muy Bueno	0.937328	8.82749	0.15838	-22.3652
Bueno	2.55934	6.19882	0.0191352	-14.3343
Aceptable	3.94799	3.90059	-0.0863877	-12.1366
Deficiente	5.77215	1.75007	-0.21625	-15.9313
Malo	7.80378	0.783362	-0.342339	-26.1388
Tipo IV: zonas costeras				
Muy Bueno	-2.14001	6.88314	0.0500182	-13.9432
Bueno	1.69933	3.8163	-0.0629197	-6.77166
Aceptable	8.23048	-0.936876	-0.0728714	-12.3798
Deficiente	17.7505	-3.49748	-0.226288	-45.8558
Malo	24.2209	-7.43987	-0.288865	-80.5932

Tabla 9 Valores de los coeficientes utilizados en el análisis discriminante para el establecimiento del estado a partir del bentos.

FAUNA ICTIOLÓGICA

Para una información más detallada se recomienda consultar el volumen de metodología correspondiente al informe de la Red realizados en años previos (Borja *et al*., 2003, 2005). La metodología aplicada ha sido la misma (Borja *et al.*, 2003, 2004a) y resumida por la Tabla 10, si bien ha habido algún cambio. Por ejemplo, se ha trabajado con los valores de especies indicadoras de contaminación y con introducidas, de manera que han cambiado ahora los valores (antes sólo se usaba presencia-ausencia y ahora se propone cuantificar). Esto ha permitido mejorar la metodología.

Indicador	Valor		
	1	3	5
1.- Riqueza (peces y crustáceos) (nº esp.)	<3	4-9	>9
2.- Especies indicadoras contaminación (P y C) (% individuos)	>80	30-80	<30
3.- Especies introducidas (P y C) (% individuos)	>80	30-80	<30
4.- Salud piscícola (daños, enfermedades...)(% afección)	>50	5-49	<5
5.- Presencia de peces planos (% individuos)	<5	5-10 o >60	10-60
6.- Composición trófica (% omnívoros)	<1 o >80	1-2.5 o 20-80	2.5-20
7.- Composición trófica (% piscívoros)	<5 o >80	5-10 o 50-80	10-50
8.- Especies residentes en el estuario (P y C) (nº esp.)	<2	2-5	>5
9.- Especies residentes (P y C) (% individuos)	<5 o >50	5-10 o 40-50	10-40

Tabla 10 Indicadores establecidos para los peces de estuario en el País Vasco, así como sus valores correspondientes (para la asignación de especies y listados, ver Borja et al. (2003)).

Otro de los cambios estaba en consonancia con lo que se decía en 2002, de que un problema en el País Vasco es que, al ser estuarios pequeños, las especies de peces residentes son muy pocas. En este sentido, con objeto de empezar a realizar las clasificaciones, se creyó necesario introducir en el análisis también los crustáceos, que son característicos de las comunidades demersales de estuarios. Se han estudiado los datos y los cálculos se han hecho para las tipologías I y II con peces y crustáceos y para la tipología III (Nerbioi, Oiartzun y Bidasoa) sólo con peces, pero manteniendo los mismos valores de cada indicador y los mismos límites entre clases.

Además, la clasificación propuesta ha variado un poco (Muy Bueno: 38 a 45; Bueno: 30-37; Aceptable: 21-29; Malo: 15-20; Muy Malo: 9 a 14) con objeto de adaptarse a los nuevos límites entre clases propuestos en el EQR en la Tabla 7. A este método y EQR le hemos llamado AFI (AZTI's Fish Index) (Uriarte y Borja, 2009).Por otro lado, en 2007 se estudiaron los datos de peces frente a algunos tipos de presiones, en concreto la contaminación urbana e industrial y la falta de oxígeno (ver publicación en Uriarte y Borja, 2009). Se observó que hay una correlación significativa entre la media anual de oxígeno disuelto en fondo (en porcentaje de saturación) y el AFI (o EQR) calculado en las muestras del Nerbioi,

usando datos del Consorcio de Aguas desde 1989. Así, la ecuación resultante es AFI = 0.0105 Oxígeno - 0.3344, con una correlación altamente significativa (p<0,001) y una variabilidad explicada del 73,3%. Teniendo en cuenta los objetivos de calidad existentes para el oxígeno disuelto, hemos calculado los AFI resultantes y utilizado éstos como límites de clase en la Tabla 7, según lo expuesto en la Tabla 11.

Por otro lado, en 2008 se comenzó un ciclo de tres años en los que, además de estudiar los peces en otoño, se muestrean los mismos estuarios en primavera y verano, con objeto de estudiar la variabilidad de la metodología utilizada a lo largo del año, además de para tener información de peces en otras épocas del año.

Saturación Oxígeno (%)	Justificación	Límite clases	Límite AFI	Límite valor (Tabla 10)
45	Por debajo puede haber hipoxia	Malo/Deficiente	0,152	14
60	Objetivo Consorcio	Deficiente/Aceptable	0,326	20
80	Objetivos calidad algunas legislaciones	Aceptable/Bueno	0,558	29
100	Saturación 100%	Bueno/Muy Bueno	0,790	37

Tabla 11 Determinación de los límites de clase de peces, en función del oxígeno disuelto. AFI: AZTI's Fish Index.

VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO

Fitoplancton

Para una información más detallada se recomienda consultar el volumen de metodología correspondiente al informe de la Red realizado en el año 2002 (Borja *et al*., 2003). Actualmente se están utilizando dos métodos diferentes en el País Vasco, la primera, en aguas estuáricas, es la que se viene aplicando desde el comienzo, mientras que en las costeras se aplica la nueva metodología aprobada en España e intercalibrada con otros países europeos (Revilla *et al.,* 2009).

Para **aguas estuáricas**, en 2002, se adaptó la tentativa realizada por Ifremer en Francia y que básicamente tiene en cuenta los siguientes apartados: especies fitoplanctónicas tóxicas para la salud humana; especies de fitoplancton tóxicas para la flora y fauna; y especies utilizadas como indicadores de eutrofia.

Respecto a 2002 se decidió cambiar el indicador 5 de la Tabla 12 de 10^5 células a 10^6, puesto que se vio que no era muy práctico. Por lo tanto, proponemos tener en cuenta los indicadores y variables para el País Vasco (para un periodo de cinco años, sabiendo que para este periodo y para una estación dada se pueden tener 20 datos de clorofila en costa, 40 en estuarios y 10 de fitoplancton) recogidos en la Tabla 12. En ella se han añadido algunas especies presentes en las aguas vascas y de las que se conocen sus efectos sobre la salud humana, la flora y la fauna, y que no eran contempladas por Ifremer. La clasificación se haría siempre por el indicador peor.

Indicador	Tipología	Nivel	Muy Bueno	Bueno	Aceptable	Deficiente	Malo
			Cond. Referencia				
Clorofila a (1)	Tipos I a III	16 $\mu g.l^{-1}$	<4	4-10	11-20	21-30	>30
Blooms (2)	Tipos I a IV	>10^6 cél.l^{-1}	0	1-2	3-5	6-8	>8
Blooms (3)	Tipos I a IV	>10^6 cél.l^{-1}	0	1-2	3-5	6-8	>8
Blooms (4)	Tipos I a IV	>10^6 cél.l^{-1}	<2	2-4	5-7	7-9	>9

Tabla 12 Indicadores y niveles propuestos para establecer el estado ecológico del fitoplancton en los estuarios del País Vasco. Los números se basan en muestreos trimestrales (clorofila) o semestrales (resto), para períodos móviles de 5 años. (1) Clorofila en estuarios; (2) Especies fitoplanctónicas tóxicas para la salud humana (las que producen toxinas DSP, PSP y ASP, como *Dinophysis spp., Alexandrium minutum, Gymnodinium catenatum, G. breve, Prorocentrum minimum* y diatomeas del género *Pseudo-Nitzchia*. (3) Especies de fitoplancton tóxicas para la flora y fauna (*Gymnodinium cf. nagasakiense* (= *G. nagasakiense, G. aureolus, G. mikimotoi*), *G. splendens* (= *G. sanguineum*), *G. breve* (=*Ptychodiscus brevis*), *Gyrodinium spirale, Prorocentrum micans* (=*P. arcuatum* =*P. gibbosum*)(especies principales)+*P. minimum* (=*P. balticum* =*P. cordatum*)(alta proporción de especies), *P. gracile, P. lima* (=*P. marinum*), *P. triestum* (=*P. redfieldii*) (baja proporción de especies) + *P. compressum*, *P. mexicanum* (especies esporádicas), *Dictyocha sp., Heterosigma carterae, Fibrocapsa japonica, Chrysochromulina spp*.), *Dinophysis spp., Phaeocystis spp., Distephanus spp., Dictyocha spp*. y *Pfiesteria piscicida*; (4) Especies utilizadas como indicadores de eutrofia (todas).

En las **aguas costeras** del País Vasco a partir del año 2007 se adoptó la metodología acordada por los estados miembros de la UE en el ejercicio de intercalibración de 2006, y que puede consultarse en el documento Milestone 6 Report (http://forum.europa.eu.int/Public/irc/jrc/jrc_eewai/home), así como en Revilla *et al.* (2009). Para el ejercicio de intercalibración en Europa se han seleccionado unas métricas comunes, que forman parte de los métodos de evaluación del fitoplancton normalmente utilizados por los estados miembros. Las métricas son tres: clorofila "a" (percentil 90), frecuencia de muestras donde el microplancton supera un valor de 10^5 células L^{-1} y frecuencia de muestras donde *Phaeocystis* supera un

valor de 10^6 células L^{-1}. Las tres métricas se evalúan para periodos de seis años. En España no es de aplicación la métrica que contempla la frecuencia de *Phaeocystis*, ya que las floraciones ("blooms") de esta especie no son un fenómeno corriente en las costas de la Península Ibérica. Así, por lo tanto, la metodología para las aguas costeras será la siguiente en este informe:

Indicador 1: Biomasa

- Métrica: Percentil 90 del conjunto de datos de clorofila "a" ($\mu g\ L^{-1}$).
- Frecuencia de muestreo: mensual (Idealmente, ésta es la estrategia de muestreo, pero no se cumple en todos los casos (países miembros) por causas logísticas. En el caso del País Vasco, para clorofila los muestreos se realizan cada tres meses, de enero a diciembre (cuatro muestreos al año) y para abundancia únicamente dos al año (uno en primavera y otro en verano). A partir de 2007 se prevén cuatro muestreos al año, tanto para clorofila como para abundancia, de enero a diciembre).
- Época de muestreo: época de crecimiento, de marzo a septiembre ([1])
- Período: 6 años ([1])

Indicador 2: Abundancia de fitoplancton

- Métrica: Frecuencia (%) de blooms de cualquier taxón de fitoplancton.
- Grupos de fitoplancton incluidos en el análisis: microfitoplancton (>20 μm) y todas las diatomeas, dinoflagelados y euglenofíceas, independientemente de su tamaño celular. Se ha tenido en cuenta que no sólo el microfitoplancton, sino también algunas especies nanoplanctónicas (<20 μm) que pertenecen a esos tres grupos, y que se identifican rutinariamente en aguas costeras, se relacionan con procesos de eutrofización.
- Frecuencia de muestreo: mensual ([1])
- Época de muestreo: todo el año, de enero a diciembre ([1])
- Período: 6 años ([1])

Cálculo final del estado del fitoplancton

Corresponde a la media aritmética de la puntuación de los indicadores 1 (biomasa) y 2 (abundancia). Para ello, han de seguirse unos criterios de puntuación, que se resumen a continuación en las siguientes tablas (Tabla 13, Tabla 14, Tabla 15).

Localización del percentil 90 de la clorofila	Clasificación	Puntuación
Percentil 90 < primer umbral	Muy buena	1
Percentil 90 ≥ primer umbral e < segundo umbral	Buena	0,8
Percentil 90 ≥ segundo umbral	Aceptable	0,6

Tabla 13 Puntuación para el indicador de biomasa fitoplanctónica (clorofila "a").

Abundancia de cualquier especie de fitoplancton (**)	Clasificación	Puntuación
Frecuencia de muestras que exceden el umbral < 20%	Muy buena	1
Frecuencia de muestras que exceden el umbral ≥ 20% e < 40%	Buena	0,8
Frecuencia de muestras que exceden el umbral ≥ 40 %.	Aceptable	0,6

**Microfitoplancton (> 20 μm) y todas las diatomeas, dinoflagelos y euglenofíceas con independencia de su tamaño.

Tabla 14 Puntuación para el indicador de abundancia (frecuencia de blooms).

Promedio de las puntuaciones de las dos métricas (biomasa y abundancia)	Puntuación final
1	Muy buena
≥ 0,8 y < 1	Buena
≥ 0,6 y < 0.8	Aceptable

Tabla 15 Puntuación final del estado del fitoplancton.

En el País Vasco, los umbrales adoptados para los indicadores del estado del fitoplancton son los siguientes:

- Primer umbral para el percentil 90 de la clorofila: 3 $\mu g\ L^{-1}$.
- Segundo umbral para el percentil 90 de la clorofila: 6 $\mu g\ L^{-1}$.
- Umbral para identificar un bloom de un taxón cualquiera 500.000 cél L^{-1}.

Macroalgas

Los 51 puntos que componen las estaciones de aguas de transición y costeras presentan fondos blandos, por lo que no existen macroalgas en ellos.

Siguiendo el criterio de que una estación en realidad trata de representar un área grande a la que se adscribe, se propuso estudiar de forma extensiva los estuarios (es decir, establecer en toda su superficie intermareal la distribución de macroalgas y angiospermas) y centrarse en las cercanías de las desembocaduras de los estuarios, en su parte intermareal, como zonas de influencia de éstos y adscribirles a las estaciones costeras frente a la desembocadura, en las que se estudian características físico-químicas, sedimentos, etc.

Para una información más detallada se recomienda consultar el volumen de metodología correspondiente al informe de la Red realizado en el año 2002 (Borja *et al*., 2003) y 2004 (Borja *et al.,* 2004a). En todo caso, actualmente se están aplicando dos metodologías diferentes, una para estuarios (que es la que se viene aplicando desde 2002) y otra en costa, que se ha comenzado este año.

Para **zonas estuáricas** el proceso seguido es el siguiente:

- Se califica cada taxón en:
- tolerantes a la contaminación (hasta ahora: Cyanophyta, Lyngbya sp., Microcoleus lyngbyaceus, Blidingia minima, Cladophora coelothrix, Enteromorpha sp., Rhizoclonium tortuosum, Ulothrix sp., Ulva sp., Ulva lactuca, Capsosiphon, Vaucheria sp., Lola sp., Bostrychia scorpioides, Catenella caespitosa, Polysiphonia sp., Polysiphonia lanosa y Fucus ceranoides)
- o sensibles a la contaminación (Spartina marítima, Zostera noltii, Gracilaria sp., Gracilaria compressa, Porphyra umbilicalis, Gelidium pusillum, Fucus spiralis spiralis, Fucus spiralis limitaneus, Fucus sp., Fucus vesiculosus, Ascophylum nodosum, Pelvetia canaliculata).
- Se calcula la cobertura relativa de cada taxón, en cada área de estudio, respecto a la cobertura total del área.
- Se suman las coberturas de las tolerantes y sensibles.
- Se aplica la Tabla 16 en cada zona y se calcula su calidad biológica en función de las macroalgas. Esta tabla ha sido modificada respecto al informe anterior, a partir de los estudios realizados este año, con objeto de ajustar mejor la valoración biológica. La calificación final de cada estación de muestreo viene dada por la suma de los valores obtenidos por cada indicador.

Indicador	Valor		
	1	3	5
1-Riqueza	<1	2-5	>6
2- Cobertura tolerantes contaminación	>70%	20%-70%	<20%
3- Cobertura media algas sensibles contaminación	<5%	6%-30%	>30%
4- Ratio verdes/resto algas y fanerógamas	>3,1	1,1-3	<1

Tabla 16 Indicadores establecidos para las macroalgas de estuario en el País Vasco y sus valores correspondientes. La calificación viene dada por la suma del valor de cada indicador: Muy Buena (18 a 20), Buena (14 a 17), Aceptable (10 a 13), Deficiente (7 a 9) y Mala (4 a 6).

Valoración macroalgas (estación)	Clase de Calidad	Equivalencia
18 a 20	Muy Buena	10
14 a 17	Buena	8
10 a 13	Aceptable	6
7 a 9	Deficiente	4
4 a 6	Mala	2

Tabla 17 Límites de clase establecidos para las clases de calidad biológica (Macroalgas).

- Teniendo en cuenta que en un estuario hay muchas zonas, se asigna a cada tramo de la Red de Calidad las áreas de estudio. Luego, teniendo en cuenta la longitud de cada tramo, se calcula la calificación global del tramo de la manera siguiente, como un valor ponderado por la longitud del tramo:

ÁREA	M-EB4	M-EB5	M-EB6	M-EB7	M-EB8	TOTAL E-B7
Calificación	A	A	A	M	A	
Equivalencia	6	6	6	2	6	
Longitud Área	1,7	0,7	0,7	0,5	0,5	4,1
Tanto por uno del área	0,41	0,17	0,17	0,12	0,12	1
Valor Global y Calificación						5,51 (Aceptable)

- El total da un valor cuya calificación final viene dada por la Tabla 18.

Valoración macroalgas (TRAMO)	Clase de Calidad
8,4 a 10	Muy Buena
6,8 a 8,39	Buena
5,2 a 6,79	Aceptable
3,6 a 5,19	Deficiente
2 a 3,59	Mala

Tabla 18 Límites de clase establecidos para las clases de calidad biológica. Valoración tramo (Macroalgas).

En el caso de las **zonas costeras**, hasta ahora no había ningún método fiable. Recientemente se ha

propuesto un método (llamado CFR) en España (Juanes *et al.,* 2008) que ha sido probado y se ha intercalibrado con otros países. Para la aplicación del índice, es necesario tener en cuenta una serie de requerimientos:

- **Periodo de estudio:** Debido a los efectos de la estacionalidad sobre las comunidades de macroalgas, se considera que el periodo de estudio más apropiado para aplicar el índice es el de primavera-verano.
- **Lugar de aplicación:** El índice está diseñado para aplicarse tanto en el intermareal como en el submareal. Además distingue dos tipos de zonas intermareales (intermareal "semiexpuesto", con baja pendiente, e intermareal "expuesto", con fuerte pendiente) y dos niveles submareales (uno entre 5 y 15 metros de profundidad y otro entre 15 y 30 metros de profundidad). En la costa vasca lo estamos aplicando únicamente en intermareal.
- **Las valoraciones** se realizarán independientemente en una estación de muestreo situada en cada uno de los niveles descritos, mediante la aplicación de los criterios y rangos establecidos en cada caso, obteniéndose un valor de CFR para cada nivel estudiado.
- **Estación de muestreo:** La estación de muestreo consiste en un transecto de longitud y anchura variable (distancia, tiempo de recorrido), previamente determinada y adaptada a la peculiaridad de la costa o del ámbito de estudio (intermareal/submareal). En el caso del intermareal dicho transecto cubre el rango de variación altitudinal que abarca la zona normalmente colonizada por macroalgas, desde el nivel litoral medio-superior al infralitoral somero.
- **Especies consideradas:** Para la aplicación del índice se consideran tres tipos de especies: las especies de macroalgas características, las especies oportunistas e indicadoras de contaminación y las especies invasoras. En la Tabla 19 se muestra un listado orientativo de las especies de macroalgas características presentes en la costa del Cantábrico, diferenciando entre las especies características del intermareal y las del submareal, incluyendo las especies consideradas oportunistas e indicadoras de polución y las invasoras (únicamente *Sargassum muticum*). A la hora de valorar la cobertura, la riqueza o el estado fisiológico de las comunidades algales, sólo se considerarán aquellas especies de macroalgas que sean características de la zona en la que se esté realizando la evaluación. Las especies oportunistas, las indicadoras de polución y las especies invasoras se valorarán en el bloque correspondiente a estas especies.

INTERMAREAL	SUBMAREAL	ESPECIES OPORTUNISTAS	ESPECIES INVASORAS
Bifurcaria bifurcata	Calliblepharis ciliata	Blidingia spp.	Sargassum muticum
Caulacanthus ustulatus	Cladostephus spongiosus	Briopsis spp.	
Cladostephus spongiosus	Codium tomentosum	Chaetomorpha spp.	
Codium tomentosum	Corallina spp.	Cladophora spp.	
Corallina spp.	Cutleria multifida	Ectocarpales	
Cystoseira baccata	Cystoseira baccata	Enteromorpha spp.	
Fucus spp.	Cystoseira tamariscifolia	Ulva spp.	
Gelidium latifolium	Desmarestia ligulata	Ceramium spp.	
Gelidium sesquipedale	Dictyopteris membranacea		
Gigartina spp.	Dictyota dichotoma		
Halopteris scoparia	Gelidium sesquipedale		
Laminaria ochroleuca	Halidrys siliquosa		
Laurencia spp.	Halopithys incurvus		
Leathesia difformis	Halopteris filicina		
Litophyllum tortuosum	Halopteris scoparia		
Nemalion helminthoides	Halurus equisetifolius		
Pelvetia canaliculata	Heterosiphonia plumosa		
Porphyra sp.	Laminaria ochroleuca		
Saccorhiza polyschides	Peyssonnelia sp.		
	Saccorhiza polyschides		
	Spatoglossum solieri		
	Sphaerococcus coronopifolius		
	Taonia atomaria		
	Zanardinia prototypus		

Tabla 19 Especies de macroalgas características del Cantábrico (orientativo), indicando las especies oportunistas e invasoras.

1=Cobertura[1]		
Valoración	Int. Semiexp.	Int. Expuesto
45	70-100%	50-100%
35	40-69%	30-49%
20	20-39%	10-29%
10	10-19%	5-9%
0	<10%	< 5%
2=Riqueza de poblaciones[2]		
Valoración	Int. Semiexp.	Int. Expuesto
20	> 5	> 3
15	4 - 5	3
7	2 - 3	2
3	1	1
0	0	0
3=Especies oportunistas[3]		
Valoración		Intermareal
35		<10%
25		10-19%
15		20-29%
5		30-69%
0		70-100%
Objetivo:		(1+2+3)/100=0,57

Tabla 20 Valoración de cada bloque que compone el método de macroalgas costeras CFR. (1) Porcentaje de cobertura de macroalgas características (ver Tabla 19); (2) Riqueza de poblaciones de macroalgas características; (3) Porcentaje de cobertura de especies oportunistas o indicadoras de polución, respecto a la cobertura vegetal total.

- **Gradientes de presión:** La localización de las estaciones debería reflejar posibles gradientes de presión ambiental que se prevea que pueden afectar a la composición y estructura de estas comunidades, como por ejemplo los vertidos de aguas residuales (depuradas o no), el vertido de material de dragado, los vertidos industriales (efluentes tóxicos, térmicos, etc.).

- **Características morfológicas:** Para la valoración de la cobertura no se tendrán en cuenta aquellas superficies de sustrato arenoso o de gran movilidad (cantos, piedras...) que impiden el asentamiento de las macroalgas características, considerándose únicamente el recubrimiento en las zonas rocosas estables (bloques, lastras, acantilados...). En aquellos casos en los que haya zonas rocosas estables afectadas por zonas arenosas abundantes intercaladas o con estructuras que dificulten el asentamiento de las comunidades de macroalgas características, se modificará la valoración sumando un factor correspondiente a la estructura del lecho, que añade 10 puntos al valor del bloque siempre que no se supere el valor máximo establecido en 40 puntos (ver estadillo del índice CFR).

- **Valoración de los bloques:** El índice está compuesto por cuatro bloques a evaluar independientemente, cada uno de los cuales podrá obtener las siguientes puntuaciones máximas (Tabla 20):

  - Bloque 1: ***Cobertura***. 45 puntos
  - Bloque 2: ***Riqueza***. 20 puntos
  - Bloque 3: ***Oportunistas***. 35 puntos

  Cada uno de los bloques presenta una serie de rangos establecidos para cada uno de los niveles mareales en los que se aplique el índice, con una puntuación asignada a cada uno de estos rangos. Además en el bloque 1 de cobertura se podrán añadir 10 puntos adicionales si se considera que la estructura del lecho dificulta el asentamiento de comunidades de macroalgas características, y en el bloque 3 de oportunistas se restarán 10 puntos se observa la presencia de especies invasoras (en este caso *Sargassum muticum*).

- **Valoración final:** El valor del índice CFR corresponderá a la suma de las puntuaciones obtenidas en cada uno de los cuatro bloques y estará comprendido entre 0 (mala calidad) y 100 (muy buena calidad).

- **Categorías de calidad:** Con el fin de adaptar las clases de calidad a los rangos que se están proponiendo para la aplicación de la Directiva Marco del Agua (2000/60/CEE), se ha establecido la siguiente escala de categorías (Tabla 21):

CFR	Calidad
84-100	Muy Buena
62-83	Buena
41-61	Aceptable
20-40	Deficiente
0-19	Mala

Tabla 21 Escala de calidad establecida para el Índice CFR.

Consideraciones a los bloques

- Bloque 1: En este bloque se valora el grado de cobertura de macroalgas características de la zona. Para ello se tendrán en cuenta los niveles de profundidad a los que se aplica el índice y el tipo de zona intermareal a la hora de asignar las puntuaciones. La valoración se lleva a cabo mediante la estimación del porcentaje de recubrimiento de las macroalgas características en las zonas rocosas estables del transecto. Se sumarán 10 puntos adicionales si la estructura del lecho dificulta el asentamiento de las comunidades de macroalgas características.

- Bloque 2: En este bloque se evalúa el grado de riqueza específica de macroalgas características. Para ello se contabilizarán todas aquellas especies de macroalgas características identificadas, independientemente de su abundancia. La valoración

se realizará de acuerdo a los criterios establecidos para cada uno de los niveles de profundidad y tipos de zonas intermareales.

- Bloque 3: En este bloque se evalúa el grado de cobertura de especies oportunistas o indicadoras de contaminación presentes en la estación evaluada. Para ello se estima el porcentaje de recubrimiento de las mismas en las zonas rocosas del transecto y se aplica el criterio establecido para su valoración en función del nivel de profundidad. La presencia de especies que presenten un carácter invasivo en la zona de evaluación (*Sargassum muticum* u otras) restará 10 puntos a la valoración del bloque.

1.2.5 INDICADORES FISICO-QUÍMICOS

AGUAS. CONDICIONES GENERALES. ESTADO FISICOQUÍMICO

La metodología utilizada fue la misma que en 2002 (ver el Tomo 1 en Borja *et al.*, 2003), mostrando la Tabla 22 un resumen de las características de las variables básicas.

Variable	Medición / determinación	L. Detección / Precisión	Observaciones
Temperatura aire	Termometría	0,1 °C	Medida in situ
Temperatura agua	CTD SBE25	0,01 °C	Medida in situ
PH	CTD SBE25	0,01	Medida in situ
Salinidad	CTD SBE25	0,004 USP	Medida in situ
Oxígeno disuelto	CTD SBE25	0,03 ml/l	Medida in situ
% Saturación oxígeno	Cálculo función de temp., salinidad y oxígeno disuelto	< 1%	Cálculo
Clorofila a	CTD SBE25	0,02 µg/l	Medida in situ
Transparencia	Disco de Secchi	< 0,5 m	
% Transmisión luz	CTD SBE25	0,1%	
Nitratos	Reducción a nitrito. Colorimetría	< 0,01 mg/l	Análisis FSA
Nitritos	Colorimetría. Método Griess	< 0,002 mg/l	Análisis FSA
Amonio	Colorimetría. Método Azul de Indofenol	< 0,05 mg/l	Análisis FSA
Ortofosfatos	Colorimetría. Método Azul de Molibdeno/ácido ascórbico	< 0,005 mg/l	Análisis FSA
Nitrógeno total	Oxidación a nitrato. Colorimetría	< 0,01 mg/l // 3 mg/l	Análisis FSA
Fósforo Total	Oxidación a fosfato. Colorimetría		Análisis FSA
Silicato	Colorimetría. Método Azul de Molibdeno/ácido ascórbico	< 0,01 mg/l	Análisis FSA
Carbono Orgánico Total	Analizador TOC. Combustión / NDIR	< 0,1 mg/l	
Sólidos en suspensión	Filtración, gravimetría	< 1mg/l	
Color	Colorimetría. Escala Pt-Co	3 mgPt/l	
Turbidez	Nefelometría	0,1 NTU	

Tabla 22 Variables objeto de estudio. Condiciones generales de aguas. Resumen de características.

Condiciones de referencia y cálculo del estado fisicoquímico

Según la DMA el componente con mayor peso específico en la determinación del estado ecológico son los elementos biológicos siendo el componente físico-químico determinante únicamente para la determinación del Muy buen estado o del Buen estado. Un sistema con el componente biológico en un estado de menor calidad que el Bueno adquiere siempre la clasificación que tome por el componente biológico, por ello el componente químico sólo interviene para discernir entre el Muy Buen estado y el Buen estado ecológico (Borja *et al.,* 2004a).

En estuario y costa la determinación del Estado químico que interviene en el estado ecológico, se computa según un sistema de función lógica, en el que la primera cuestión es la clasificación del estado fisicoquímico que modifica su estatus según los contaminantes específicos para los que se tiene en cuenta tanto si aparecen o no, y si se encuentran, si son mayores que las normas de calidad establecidas para dichos componentes.

Los datos de los contaminantes específicos se extraen de la Red de vigilancia del estado ecológico y teniendo en cuenta también y muy específicamente la Red de sustancias prioritarias. También se valoran los resultados obtenidos en sedimento y biota.

Quizás uno de los apartados que más merece ser comentado es el relativo a la clasificación del estado físico-químico o **condiciones fisicoquímicas** (no confundir con la determinación del estado químico), al tratarse de un aspecto poco desarrollado y que, incluso en algunos grupos de trabajo, ha quedado un tanto “de lado”.

Si bien es cierto que la propia DMA parece dar una menor importancia a los indicadores físico-químicos e hidromorfológicos, al considerarlos de apoyo a los indicadores biológicos ("indicadores que afectan a los indicadores biológicos"; Anexo V), el principio de "el peor de los estados de cada uno de los indicadores" (Anexo V, punto 1.4.2) implica que conviene contemplar y aplicar los indicadores no biológicos con buen criterio, ya que de lo contrario podrían establecerse clasificaciones erróneas.

Así, por ejemplo, una clasificación excesivamente exigente de los indicadores físico-químicos supondría una penalización general del estado ecológico de las masas de agua, lo cual, a su vez, podría interpretarse como un empeoramiento y quizás como un déficit en el cumplimiento de los objetivos de calidad, con las consecuencias que esto podría tener en los planes de gestión. Por ello, conviene que estos aspectos sean trabajados, discutidos y desarrollados de manera pertinente.

Un problema a la hora de tratar los indicadores físico-químicos es que, para ellos, no se han desarrollado sistemas ni herramientas de clasificación comparables a las empleadas con los indicadores biológicos. Aunque ya en el informe de la campaña de 2004 (Borja *et al.,* 2005) se explicitaba en detalle toda la metodología de cálculo propuesta, que luego fue publicada (Bald *et al.,* 2005). Básicamente se optaba por aplicar análisis multivariantes, concretamente análisis de componentes principales (ACPs), para la clasificación según las condiciones fisicoquímicas, junto con el análisis discriminante.

Como ya se ha comentado anteriormente, un aspecto clave en este proceso es el **establecimiento de las condiciones de referencia,** ya que con independencia del análisis utilizados cambios en las condiciones de referencia pueden producir cambios notables en la clasificación. A lo largo de los dos años en los que se ha realizado el proyecto de la "Red de Vigilancia de la Calidad de las Masas de Aguas de la CAPV" se han llevado a cabo diversas labores, entre ellas el establecimiento de las condiciones de referencia de la calidad físico-química. El establecimiento de estas condiciones de referencia resulta fundamental, dado que la calidad físico-química de las estaciones de muestreo de la Red de Vigilancia se va a calcular como desviación con respecto a las condiciones de referencia. Se han realizado diversos estudios estadísticos con el fin de llegar al establecimiento de las condiciones de referencia más adecuadas.

Tal y como se indicaba en el informe correspondiente a la campaña de 2002 (Borja *et al.*, 2003), la DMA en su Anexo II requiere la clasificación de los tipos de masas de agua superficial para cada una de las categorías mencionadas a continuación: (1) Aguas de transición o estuáricas; (2) Aguas costeras; (3) Ríos; (4) Lagos; (5) Masas de agua artificiales y (6) Masas de agua muy modificadas.

De acuerdo con la metodología descrita en (Borja *et al.*, 2003) 2004a) una primera aproximación a la identificación de dichas tipologías para el caso de las aguas de transición y costeras del País Vasco se realizó de acuerdo con los Sistemas de clasificación A y B de la DMA y las recomendaciones emanadas del Grupo de Trabajo COAST para la implementación de una estrategia común para el cumplimiento de la DMA (Vincent *et al.*, 2002). Como resultado de ese ejercicio, los estuarios del País Vasco se agruparon en las tipologías indicadas en la Tabla 23 (Borja *et al.*, 2003, 2004a), aunque hay que recordar que las tipologías definitivas deberán ser concordantes con las que se aprueben en Europa, para el Atlántico Norte.

Sistema de Clasificación	Eco-Región	Océano Atlántico Norte	
B	Tipo I	Estuarios pequeños dominados por el río	Deba, Urumea
	Tipo II	Estuarios con amplias zonas intermareales	Barbadún, Butroi, Oka, Lea, Artibai, Urola, Oria
	Tipo III	Estuarios con amplias zonas submareales	Nervión, Oiartzun, Bidasoa

Tabla 23 Tipologías establecidas por Borja et al. (2003, 2004a) para las aguas de transición de la CAPV de acuerdo con los descriptores definidos en el Sistema B de clasificación de la Directiva 2000/60/CE.

Sin embargo, tal y como se indicaba en (Borja *et al.*, 2003), la clasificación de las tipologías de acuerdo con la metodología anteriormente descrita se encuentra orientada a la caracterización del estuario como unidad sistémica de acuerdo con las características hidrológicas, morfológicas y dinámicas que lo definen (Valencia *et al.*, 2004) antes que a la definición de las masas de agua en sentido estricto, entendidas como un cuerpo de agua con unas características físico-químicas que la diferencian de otras masas de agua.

Ciertamente las características morfodinámicas de los estuarios, así como la presión de origen antrópico que reciben (usos de tierras, contaminación urbana e industrial, actividad portuaria, etc.), condicionan también las características de las masas de agua del propio estuario, así como las de las aguas costeras adyacentes. Así, los estuarios actúan como reguladores de los aportes

a la zona costera por medio del atrapamiento de partículas, precipitación de algunas sustancias disueltas y en general, por medio de la dilución de la concentración total de las diferentes sustancias aportadas por los ríos o por su vertido directo a las áreas estuáricas. Incluso bajo condiciones de estratificación, la dilución de los aportes continentales en respuesta a la mezcla con las aguas marinas costeras es el principal factor que condiciona la concentración de las sustancias disueltas en el estuario (nutrientes, metales, etc.). En consecuencia, la salinidad como indicador de la fracción de agua continental-agua marina presente en las masas de agua estuáricas, es la principal variable que regula la concentración de las sustancias disueltas tanto en el sentido horizontal como en el vertical de los estuarios. Del mismo modo, la salinidad juega un papel determinante en la distribución de la fauna y flora estuárica.

Por todo esto, partiendo de las tipologías establecidas y basadas en la metodología anteriormente descrita, se consideró profundizar en la clasificación de las masas de agua presentes en los diferentes tipos de estuarios, realizando para ello una clasificación de las mismas basada en la salinidad.

Para ello, se llevó a cabo un análisis cluster de las diferentes estaciones de muestreo de la Red de Calidad empleando como variables de trabajo la mediana, el primer (Q_1) y tercer cuartil (Q_3) de cada una de dichas estaciones entre 1994 y 2003 (Borja *et al.,* 2005). Los diferentes grupos de estaciones obtenidos mediante análisis cluster se asignaron a los diferentes tramos del estuario definidos por el Simposio de Venecia en función de la salinidad (Anónimo, 1959), estos son, el tramo oligohalino (0-5 UPS), el mesohalino (5-18 UPS), el polihalino (18-25), el euhalino (3-34 UPS) y el euhalino mar o costa (>34 UPS), obteniéndose el resultado de la Tabla 24.

Una vez definidos los tipos de masas de agua, el siguiente paso consistió en definir las condiciones de referencia para cada una de las tipologías establecidas. De acuerdo con la metodología descrita en Borja *et al.* (2003; 2004e, 2005) y Bald *et al.* (2005) dos fueron las condiciones de referencia definidas para cada una de las tipologías; las representativas de un muy buen estado físico-químico y las de un muy mal estado físico-químico de las aguas.

TIPOLOGÍA	ESTUARIO	TRAMO				
		Oligohalino	Mesohalino	Polihalino	Euhalino	Euhalino Mar
TIPO I	Deba	E-D5	E-D10			
	Urumea	E-UR5	E-UR10			
TIPO II	Barbadun	E-M5		E-M10		
	Butrón		E-B5		E-B10; E-B7	
	Oka	E-OK5		E-OK10	E-OK20	
	Lea		E-L5	E-L10		
	Artibai	E-A5		E-A10		
	Urola	E-U5	E-U8	E-U10		
	Oria		E-O5	E-O10		
TIPO III	Nervión	E-N10		E-N15	E-N17; E-N20	E-N30
	Oiartzun			E-OI10	E-OI15, E-OI20	
	Bidasoa	E-BI5	E-BI10	E-BI20		
TIPO IV	Nervión					L-N10; L-N20
	Butrón					L-B10; L-B15; L-B20
	Oka					L-OK10
	Lea					L-L10; L-L20
	Artibai					L-A10
	Deba					L-D10
	Urola					L-U10
	Oria					L-O10; L-O20
	Urumea					L-UR10; L-UR20
	Oiartzun					L-OI10; L-OI20
	Bidasoa					L-BI10
	Referencia					L-RF10

Tabla 24 Adscripción de cada una de las estaciones de muestreo de la Red de Calidad a cada uno de los tramos que definen las masas de aguas de la CAPV en cada una de las tipologías definidas por Borja et al. (2003, 2004a).

Como variables a emplear, se han tenido en cuenta solo las definidas por la DMA en el punto 1.1.3 y 1.1.4 del Anexo V, es decir: propiedades ópticas (medida por turbidez y concentración de sólidos en suspensión), condiciones de oxigenación (% saturación de oxígeno) y condiciones relativas a los nutrientes (amonio, nitrato, y fosfato).

Dado que el comportamiento de estas variables no es conservativo con la salinidad, se tomaron como valores de referencia para todas los tramos de los estuarios, los objetivos de calidad propuestos por Borja *et al.* (1998):

- Mal Estado: 150 mg l^{-1} para los sólidos en suspensión y 150 NTU para la turbidez.

- Muy buen estado: 30 mg l^{-1} para los sólidos en suspensión y 5 NTU para la turbidez.

Posteriormente, los valores estimados se modularon en función del porcentaje de "agua dulce - agua marina" en cada uno de los percentiles, obteniéndose el resultado que se muestra en la Tabla 25. De acuerdo con los resultados descritos, para cada una de las referencias de muy buen y muy mal estado físico-químico se llevó a cabo el cálculo de la recta de dilución de cada variable en relación con la salinidad mediante su ajuste a una función lineal.

MUY BUEN ESTADO FÍSICO-QUÍMICO				
Variables	Tipo I (75% Río-25% Mar)	Tipo II (50% Río-50% Mar)	Tipo III (25% Río-75% Mar)	Tipo IV (100% Mar)
Sal. (UPS)	8,75	17,50	26,25	35,00
O_2 (%)	85	90	95	100
NH_4 (µmol/L)	5	4	3	2
NO_3 (µmol/L)	65	45	25	5
PO_4 (µmol/L)	1,12	0,88	0,74	0,4
MUY MAL ESTADO FÍSICO-QUÍMICO				
Variables	Tipo I (75% Río-25% Mar)	Tipo II (50% Río-50% Mar)	Tipo III (25% Río-75% Mar)	Tipo IV (100% Mar)
Sal. (UPS)	8,75	17,50	26,25	35,00
O_2 (%)	45	50	55	60
NH_4 (µmol/L)	55	40	30	15
NO_3 (µmol/L)	180	125	70	12
PO_4 (µmol/L)	12	8	4	1,5

Tabla 25 Condiciones de referencia de muy buen y mal estado físico-químico para cada uno de los percentiles definidos en función de la salinidad (Clave: Sal.: Salinidad; O_2 (%) = Porcentaje de saturación de oxígeno).

Variables	Muy Buen Estado Físico-Químico	Muy Mal Estado Físico-Químico
O_2 (%)	O_2 (%) = 0,5714·Sal.+80	O_2 (%) = 0,5714·Sal.+40
NH_4 (µmol/L)	NH_4 = -0,1143·Sal.+6	NH_4 = -1,4857·Sal.+67,5
NO_3 (µmol/L)	NO_3 = -2,2857·Sal.+85	NO_3 = -6,3886·Sal.+236,5
PO_4 (µmol/L)	PO_4 = -0,0263·Sal.+1,36	PO_4 = -0,4057·Sal.+15,25

Tabla 26 Rectas de dilución calculadas para cada una de las variables contempladas y para cada uno de los dos tipos de referencias definidas (%Sat.Oxig. = porcentaje de saturación de oxígeno).

Una vez definidas las rectas de dilución para cada referencia, se calculó la concentración de cada variable para cada uno de los tramos definidos en el apartado anterior, teniendo en cuenta el valor de salinidad media indicada en la Tabla 27 para cada uno de dichos tramos.

	MUY BUEN ESTADO FÍSICO-QUÍMICO						
	Salinidad (UPS)	SS (mg l^{-1})	Turb. (NTU)	% Sat.Oxíg.	Amonio (µmol/L)	Nitrato (µmol/L)	Fosfato (µmol/L)
Oligohalino	2,75	30	5	81,57	5,69	78,71	1,29
Mesohalino	11,50	30	5	86,57	4,69	58,71	1,06
Polihalino	24,00	30	5	93,71	3,26	30,14	0,73
Euhalino estuario	32,00	30	5	98,28	2,34	11,86	0,52
Euhalino Mar	34,50	30	5	99,71	2,06	6,14	0,45
	MAL ESTADO FÍSICO-QUÍMICO						
	Salinidad (UPS)	SS (mg l^{-1})	Turb. (NTU)	% Sat.Oxíg.	Amonio (µmol/L)	Nitrato (µmol/L)	Fosfato (µmol/L)
Oligohalino	2,75	150	150	41,57	63,41	218,93	14,13
Mesohalino	11,50	150	150	46,57	50,41	163,03	10,58
Polihalino	24,00	150	150	53,71	31,84	83,17	5,51
Euhalino estuario	32,00	150	150	58,28	19,96	32,06	2,27
Euhalino Mar	34,50	150	150	59,71	16,24	16,09	1,25

Tabla 27 Valores de las diferentes variables para cada una de las referencias de muy buen y mal estado físico-químico (Clave: SS = Sólidos en Suspensión; Turb.: Turbidez; %Sat.Oxig. = porcentaje de saturación de oxígeno).

Una vez definidas las estaciones de referencia, se llevó a cabo un análisis factorial mediante el método de las componentes principales como método de extracción, incluyendo en dicho análisis, tanto las estaciones de referencia, como las diversas estaciones de muestreo tanto estuáricas como litorales. Dichas estaciones de muestreo comprendían todos los datos disponibles para cada una de las variables empleadas entre 1994 y 2003.

En el caso del porcentaje de oxígeno disuelto y los nutrientes tan sólo se tuvieron en cuenta los valores correspondientes a superficie, ya que no en todas las estaciones de la Red de Calidad había datos de fondo,

por lo que los resultados no eran comparables entre estaciones.

Tal y como recomiendan Meglen (1992) y Bock *et al.*, (1999), con objeto de aproximarse a una distribución normal de los datos, éstos fueron previamente transformados mediante la transformación logarítmica (log(1+X)), así como estandarizados restándoles la media y dividiéndolos por la desviación estándar. Finalmente, con objeto de obtener una interpretación más sencilla del resultado obtenido por el análisis factorial, éste fue previamente transformado mediante el sistema de rotación "varimax".

Una vez obtenida la evaluación del estado físico-químico de cada estación de muestreo mediante análisis factorial (ver Bald *et al.,* 2005; Borja *et al.,* 2005), se plantea el problema de la evaluación de nuevas estaciones conforme las labores de seguimiento de la calidad de las aguas de transición y costeras siguen avanzando.

Dado que para la evaluación del estado es necesario siempre llevar a cabo un AF, la inclusión de nuevas estaciones puede hacer que la posición relativa de las anteriores en el espacio definido por el nuevo AF cambie, y en consecuencia la valoración de su estado físico-químico cambie también.

Con objeto de evitar este efecto, se propone la realización de un **Análisis Discriminante (AD)** con los valores de las variables tenidas en cuenta para la realización del AF y la valoración del estado físico-químico obtenida como factor de clasificación. De esta forma se obtendría una **función discriminante** multiestado a partir de los valores de las variables. Cada nueva estación se clasificaría en uno u otro grupo de calidad aplicando la **función discriminante** a las variables. Como la función discriminante es siempre la misma, no depende de las posiciones relativas de las estaciones en el espacio definido por el AF y valdría indefinidamente.

Tras aplicar la metodología expuesta en Bald *et al.* (2005) y Borja *et al. (*2005) a continuación se indican para cada tipología las funciones discriminantes obtenidas por los correspondientes AD. Asimismo se indican las funciones de clasificación empleadas por los correspondientes AD para la obtención del valor Z (ver metodología) y la correspondiente asignación de una categoría de clasificación para cada una de las estaciones de muestreo:

Tipología	Funciones discriminantes
Oligohalina	Función 1 =-0,39*O2 + 0,50*AM - 0,06*NA + 0,72*PO4 + 0,11*TURB + 0,09*SS
	Función 2 =0,88*O_2 + 0,37*AM - 0,12*NA - 0,05*PO4 - 0,42*TURB - 0,22*SS
	Función 3 =0,01*O_2 + 0,10*AM + 0,88*NA - 0,23*PO4 + 0,43*TURB + 0,14*SS
Mesohalina	Función 1 =-0,34*O_2 + 0,45*AM - 0,09*NA + 0,79*PO4 + 0,10*TURB +0,16*SS
	Función 2 =0,27*O_2 + 0,04*AM + 0,83*NA - 0,14*PO4 + 0,30*TURB - 0,71*SS
Polihalina	Función 1 =-0,46*O_2 + 0,58*AM + 0,11*NA + 0,67*PO4 + 0,24*TURB + 0,12*SS
	Función 2 =-0,41*O_2 + 0,06*AM - 0,79*NA + 0,18*PO4 - 0,26*TURB + 0,22*SS
	Función 3 =0,53*O_2 + 0,02*AM - 0,48*NA + 0,20*PO4 + 0,27*TURB + 0,73*SS
	Función 4 =0,07*O_2 + 0,75*AM + 0,11*NA - 0,57*PO4 - 0,57*TURB + 0,38*SS
Euhalina Estuario	Función 1 =0,68*O_2 - 0,75*AM - 0,27*NA - 0,52*PO4 - 0,22*TURB - 0,04*SS
	Función 2 =-0,21*O_2 - 0,006*AM - 0,91*NA + 0,34*PO4 + 0,10*TURB + 0,00*SS
	Función 3 =0,50*O_2 - 0,66*AM + 0,04*NA + 0,79*PO4 - 0,14*TURB - 0,15*SS
Euhalina Mar	Función 1 =-0,51*O_2 + 0,20,*AM - 0,28*NA + 0,93*PO4 + 0,27*TURB + 0,24*SS
	Función 2 =-0,76*O_2 - 0,007*AM - 0,20*NA - 0,35*PO4 + 0,42*TURB + 0,15*SS
	Función 3 =-0,05*O_2 - 0,18*AM – 1,10*NA + 0,70*PO4 - 0,23*TURB - 0,08*SS

Tabla 28 Funciones discriminantes obtenidas por los correspondientes Análisis Discriminantes por tipología.

Tipología	Funciones de clasificación:
Oligohalina	MB = 18,28*O_2+0,73*AM–1,34*NA–0,18*PO4–0,89*TURB+0,88*SS–38,42
	B = 16,67*O_2+2,33*AM–0,97*NA+3,15*PO4–0,50*TURB+1,10*SS–42,94
	A = 16,56*O_2+3,05*AM–1,53*NA+6,90*PO4–0,51*TURB+1,14*SS–49,83
	D = 15,13*O_2+4,11*AM–1,85*NA+9,13*PO4–0,93*TURB+1,08*SS–52,86
	M = 10,58*O_2+3,87*AM–1,52*NA+11,42*PO4–0,33*TURB+1,66*SS–46,9
Mesohalina	MB = 76,79*O_2–0,76*AM–1,52*NA+3,39*PO4+2,76*TURB+0,63*SS–172,48
	B = 73,20*O_2+0,30*AM–1,22*NA+7,68*PO4+3,02*TURB+0,66*SS–166,66
	A = 73,13*O_2+1,24*AM–1,76*NA+10,52*PO4+3,35*TURB+0,88*SS–173,90
	D = 65,41*O_2+1,16*AM–2,24*NA+13,27*PO4+2,80*TURB+2,58*SS–150,28
	M = 67,93*O_2+2,68*AM–2,82*NA+16,26*PO4+3,00*TURB+2,37*SS–172,27
Polihalina	MB = 57,02*O_2–2,39*AM–3,07*NA+4,90*PO4+0,07*TURB+3,51*SS–128,97
	B = 53,21*O_2-0,75*AM–2,40*NA+9,75*PO4+0,80*TURB+3,54*SS–123,20
	A = 51,45*O_2+0,45*AM–2,52*NA+11,45*PO4+0,80*TURB+4,09*SS–122,01
	D = 50,35*O_2+0,94*AM–2,67*NA+15,10*PO4+1,50*TURB+4,52*SS–127,54
	M = 44,01*O_2+2,25*AM–3,19*NA+18,71*PO4+1,33*TURB+4,49*SS–112,41
Euhalina Estuario	MB = 56,42*O_2–6,16*AM–5,28*NA+3,80*PO4-1,60*TURB+4,29*SS–124,91
	B = 51,15*O_2-3,70*AM–3,91*NA+7,21*PO4-0,65*TURB+4,25*SS–112,63
	A = 49,81*O_2-2,94*AM–3,59*NA+10,25*PO4-1,02*TURB+4,48*SS–112,61
	D = 46,15*O_2-1,09*AM–3,30*NA+9,95*PO4-0,77*TURB+4,75*SS–103,76
	M = 40,29*O_2+1,05*AM–3,45*NA+16,54*PO4+0,29*TURB+4,63*SS–97,62
Euhalina Mar	MB = 269,49*O_2–0,08*AM+9,82*NA-61,26*PO4-9,10*TURB-3,92*SS–627,14
	B = 260,10*O_2+1,61*AM+9,64*NA-41,51*PO4-6,67*TURB-2,83*SS–591,94
	A = 252,06*O_2+1,90*AM+3,65*NA-5,43*PO4-7,20*TURB-2,26*SS–577,27
	D = 253,84*O_2+1,71*AM+7,86*NA-14,92*PO4-5,85*TURB-1,71*SS–585,86
	M = 220,04*O_2+3,06*AM+4,66*NA-3,64*PO4+1,01*TURB+0,10*SS–462,17

Tabla 29 Funciones de clasificación del estado fisico-químico obtenidas por los correspondientes Análisis Discriminantes por tipología.

Evaluación del estado fisicoquímico

Una vez obtenidas las correspondientes funciones discriminantes para cada una de las tipologías previamente definidas mediante la realización de un AD para cada una de ellas de forma independiente, se llevó a cabo la evaluación del estado físico-químico de los resultados obtenidos para la campaña 2008.

Así, con el fin de obtener un valor único del estado físico-químico para cada estación de muestreo, a partir de las cuatro campañas realizadas en 2008 con sus respectivos valores de pleamar y bajamar, se llevó a cabo el cálculo de la mediana para cada una de las variables empleadas en la evaluación, evitando así valores extremos debidos a situaciones excepcionales o posibles errores de muestreo u análisis. A partir de dicha mediana, mediante las funciones discriminantes obtenidas se determinó la calificación del estado físico-químico correspondiente para cada estación. Sin embargo, en los últimos años se observó que este valor era excesivamente alto, por lo que se propuso trabajar sobre el percentil 25 como el posible valor que pueda proporcionar el EQR final (Borja *et al.,* 2009c). Este EQR y el método utilizado lo hemos llamado PCQI (Physico-Chemical Quality Index).

Dado que en la presente campaña la valoración del estado físico-químico se ha realizado de acuerdo con las funciones discriminantes definidas en 2005, el valor del PCQI de 2008 de cada estación se corresponde con la media del rango superior e inferior del PCQI de la categoría en la cual se ha valorado en el presente año. Por ejemplo, en el caso de una estación calificada en muy buen estado, el valor del PCQI indicado en la figura de evolución será la media del rango correspondiente (0,81-1), es decir, 0,92, mientras que al error estándar se asignara un valor de 0,085, es decir, la mitad de 0,17 que se corresponde con la distancia entre el limite superior e inferior de la categoría. Así, en adelante, el valor correspondiente a 2007 se indicará en las figuras mediante un asterisco de color rojo para indicar lo expuesto en el presente párrafo.

Por otro lado, en 2008 se han establecido unos objetivos de calidad para las variables que entran en la evaluación del estado. Dichos objetivos son los siguientes:

Tipología		Tipos I a III				Tipo IV
Tramo salino		Oligohalino	Mesohalino	Polihalino	Euhalino estuario	Euhalino Mar
Salinidad	UPS	2,75	11,5	24	32,5	35
Sólidos en Suspensión	$mg \cdot l^{-1}$	≤30				
Turbidez	NTU	≤11	≤11	≤9	≤7	≤5
Saturación de oxígeno	%	≥66	≥71	≥79	≥83	≥85
Amonio	$\mu mol \cdot l^{-1}$	≤28	≤22	≤14	≤9	≤7
Nitrato		≤132	≤98	≤50	≤18	≤8
Fosfato		≤6,2	≤4,7	≤2,5	≤1,1	≤0,7

En cuanto a la forma de valorar el grado de cumplimiento de estos objetivos de los datos a analizar se eliminan las situaciones de grandes avenidas y hace la media de los datos obtenidos para cada estación de muestreo. En función de su tramo salino, si se supera el objetivo de calidad, no cumple.

AGUAS. ESTADO QUÍMICO. INDICADORES DE CONTAMINACIÓN ESPECÍFICA

La DMA establece que el Estado Químico se determinará a partir de las sustancias prioritarias analizadas, mencionándose de manera casi exclusiva las aguas, mientras que prácticamente no se hace referencia a los sedimentos o los biomonitores. Aunque sí se hace mención a ellos en la nueva "Directiva 2008/105/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, relativa a las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas, por la que se modifican y derogan ulteriormente las Directivas 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE y 86/280/CEE del Consejo, y por la que se modifica la Directiva 2000/60/CE". En aguas de transición y costeras se redujeron en 2007 las variables, limitándolas a aquellas que se había demostrado con el tiempo que presentan valores que pueden ser nocivos o que han superado los objetivos de calidad. Todos los indicadores de contaminación específica analizados en aguas se observan en la Tabla 30.

En cuanto a la calificación del estado químico, basado en los contaminantes específicos analizados en aguas, la DMA dice que cualquiera que esté por encima de los objetivos de calidad hará que 'No cumpla' para el estado químico. Actualmente hay un listado de objetivos de calidad en la Directiva 2008/105/CE, aunque no es completo, por lo que se ha utilizado también la legislación española (Ley 42/2007, de Biodiversidad), en la Tabla 31, para determinar el estado químico. Cuando ha sido posible, porque la legislación lo mencionaba, se han tomado los objetivos de calidad para estuarios y costa. En todos los casos, y siguiendo la mayoría de los casos establecidos en la legislación, se ha utilizado como valor de 'cumple-no cumple' el que la media anual supere los límites.

Variable[2]	Medición / determinación aguas	L. Detección /resolución	Observaciones
Cadmio	Espectrofotometría de Absorción Atómica en cámara de grafito tras preconcentración con resina quelante (Chelex-100) y elución con ácido nítrico	0,2 µg l^{-1}	E-N17, E-N20, E-D10, E-OI15, L-UR20
Cobre		0,2 µg l^{-1}	
Manganeso		0,2 µg l^{-1}	
Níquel		0,3 µg l^{-1}	E-N17, E-N20, E-D10, E-OI15, L-UR20
Plomo		0,3 µg l^{-1}	E-N17, E-N20, E-D10, E-OI15, L-UR20
Zinc		0,2 µg l^{-1}	
Hierro	Colorimetría tras reacción con Tripiridil triazina (TPTZ)	0,3 µg l^{-1}	
Cromo	Absorción atómica	0,3 µg l^{-1}	
Mercurio	Espectrofotometría de Absorción Atómica por vapor en frío	0,3 µg l^{-1}	E-N17, E-N20, E-D10, E-OI15, L-UR20
PAHs[3]	Extracción y Cromatografía de Gases / Espectrometría de. Masas (GC/MS)	0,0 –0,02 µg l^{-1}	(2)
PCBs[4]		0,02 µg l^{-1}	(4)
DDTs[5]		0,02 µg l^{-1}	(3) E-N17, E-N20
Hexaclorociclohexano[6]		0,003 µg l^{-1}	Isómeros α y γ (5) E-N17, E-N20
Aldrín, Dieldrín		0,004 µg l^{-1}	E-N17, E-N20
Endrín, Isodrín		0,004 µg l^{-1}	E-N17, E-N20

Tabla 30 Indicadores de contaminación específica en aguas de transición y costeras, en 2008. En las observaciones se indican las estaciones en las que se muestrean mensualmente algunas sustancias prioritarias, en la red operativa.

Variable	Objetivos calidad	Legislación	Observaciones
Arsénico	25	Ley Biodiversidad	
Cadmio	0,2	Directiva 2008/105	Antes 1
Cobre	25	Ley Biodiversidad	
Níquel	20	Directiva 2008/105	Antes 25
Plomo	7,2	Directiva 2008/105	Antes 10
Zinc	60	Ley Biodiversidad	
Cromo	5	Ley Biodiversidad	
Mercurio	0,05	Directiva 2008/105	Antes 1
Suma PCBs	0,03	EPA (2002)	Criterio de concentración continúa
Suma DDTs	25	86/280/CEE	10 para el congénere DDT
Hexaclorociclohexano	0,02	84/491/CEE	
Aldrín	0,01	86/280/CEE	
Dieldrín	0,01	86/280/CEE	
Endrín, Isodrín	0,005	86/280/CEE	

Tabla 31 Límites utilizados para algunos contaminantes específicos, con objeto de establecer el Estado Químico. Datos de Directivas europeas y legislación española, en µg l^{-1}.

[2] Se analizan en los puntos de muestreo en los que la caracterización visual y olfativa (presencia de irisaciones, espumas, olores característicos, etc.) indique la posible presencia de estas sustancias.

[3] Se analizan los siguientes congéneres: Fenantreno, Pireno, Criseno, Benzo(e)pireno, Benzo(g,h,i)perileno, Fluoranteno, Benzo(a)antraceno, Benzo(b)fluoranteno, Benzo(a)pireno, Indeno(1,2,3-cd)pireno, Naftaleno, Acenaftileno, Acenafteno, Fluoreno, Antraceno, Benzo(k)fluoranteno, Dibenzo(a,h)antraceno, Perileno, 1-Metil naftaleno, 2-Metil naftaleno, Bifenilo, 2,6-DimetilNaftaleno, 2,3,5-TrimetilNaftaleno, 1-Metil-fenantreno

[4] Se analizan los siguientes congéneres: IUPAC nº 28, 52, 101, 118, 153, 138, 180

[5] Se analizan los siguientes congéneres: p-p'DDE, p-p'DDD y p-p'DDT

[6] Se analizan los siguientes congéneres: α-HCH y γ-HCH

SEDIMENTOS. ANÁLISIS

Parámetros

Los parámetros determinados en cada muestreo en estaciones de muestreo de sedimentos en **aguas de transición y costeras** fueron los recogidos en la Tabla 33.

En cuanto a la calificación del estado químico, basado en los contaminantes específicos analizados en sedimentos, la DMA no hace ninguna referencia al respecto. Con objeto de hacer una aproximación al 'cumple – no cumple' hemos realizado una recensión de datos de otros autores, en la Tabla 32, para determinar el estado químico. En todos los casos, y siguiendo el criterio establecido para aguas, se ha utilizado como valor de 'cumple-no cumple' el que el dato anual supere o no el límite de toxicidad media.

VARIABLE	LÍMITE	OBSERVACIONES
Cadmio	9,6 mg/kg	
Cobre	270 mg/kg	
Níquel	52 mg/kg	
Plomo	220 mg/kg	
Zinc	410 mg/kg	
Cromo	370 mg/kg	
Mercurio	0,71 mg/kg	
PAHs	45.000 μg/kg	Suma
PCBs	180 μg/kg	Suma
DDTs	46 μg/kg	suma
DDE	27 μg/kg	
Aldrín, Dieldrín	5 μg/kg	OSPAR (1997)

Tabla 32 Objetivos de calidad establecidos para los sedimentos, a partir de los datos de nivel medio de toxicidad de Long *et al*. (1995). Los datos son en peso seco, para la fracción <63μm.

Variable	Medición / determinación Sedimentos	L. Detección / resolución	Observaciones
Granulometría	Gravimetría	63 μm	
% Materia orgánica	Calcinación y gravimetría	0,2%	
Potencial Redox	Milivoltímetro con electrodo de platino	1 mV	
Cadmio	Digestión ácida con agua regia en horno microondas. Espectrofotometría de Absorción Atómica en cámara de grafito o en llama (dependiendo de concentración y sensibilidad). Selenio y arsénico por generación de hidruros. Mercurio por vapor en frío	Variable en función de la técnica particular empleada. En general, inferior al 10% de las concentraciones mínimas asignadas	En la fracción fina (<63 μm)
Cobre			
Manganeso			
Níquel			
Plomo			
Zinc			
Hierro			
Cromo			
Arsénico			
Mercurio			
Carbono Orgánico	Analizador elemental (HCN)	0,05 mol/kg	En la fracción fina (<63 μm)
Nitrógeno Orgánico		0,01 mol/kg	
PAHs[7]	Extracción (sobre el sedimento total) y Cromatografía de Gases acoplada a Espectrometría de Masas (GC/MS)	1,5 – 2,5 μg/kg	(1)
PCBs[8]		0,5 – 1,5 μg/kg	(3)
DDTs[9]		1 μg/kg	(2)
Hexaclorociclohexano[10]		0,2 μg/kg	(4)
Hexaclorobenceno		0,2 μg/kg	(1)
Aldrín, Dieldrín		0,3 μg/kg	
Endrín, Isodrín		0,3 μg/kg	

Tabla 33 Indicadores de contaminación específica en sedimentos en aguas de transición y costeras, en 2008.

[7] Se analizan los siguientes congéneres: Fenantreno, Pireno, Criseno, Benzo(e)pireno, Benzo(g,h,i)perileno, Fluoranteno, Benzo(a)antraceno, Benzo(b)fluoranteno, Benzo(a)pireno, Indeno(1,2,3-cd)pireno, Naftaleno, Acenaftileno, Acenafteno, Fluoreno, Antraceno, Benzo(k)fluoranteno, Dibenzo(a,h)antraceno, Perileno, 1-Metil naftaleno, 2-Metil naftaleno, Bifenilo, 2,6-DimetilNaftaleno, 2,3,5-TrimetilNaftaleno, 1-Metil-fenantreno.

[8] Se analizan los siguientes congéneres: IUPAC nº 28, 52, 101, 118, 153, 138, 180.

[9] Se analizan los siguientes congéneres: p-p'DDE, p-p'DDD y p-p'DDT.

[10] Se analizan los siguientes congéneres: α-HCH y γ-HCH.

Ecotoxicidad

Los métodos más utilizados para estimar la toxicidad de los sedimentos son los tests de toxicidad. Estos tests consisten en poner en contacto con los sedimentos a unos organismos, seleccionados por su sensibilidad a los compuestos tóxicos más habituales (metales pesados, orgánicos, etc.) y observar un efecto. En el caso de los tests de toxicidad aguda, el efecto que se mide es la mortalidad. En 2004 se utilizó sólo el test con anfípodos, pero en 2005 se añadió también el test con Microtox®, ambos sobre la fase <1 mm.

La utilización de dos especies permite evaluar la calidad del sedimento en distintos niveles de la red trófica, así como obtener una información más completa, ya que cada especie puede responder de forma diferente a ciertas condiciones. La bacteria *Vibrio fisheri* es el organismo utilizado en el Microtox®, que es un test comercial que mide la inhibición de la bioluminiscencia producida por las bacterias. Este test es rápido y puede utilizarse como herramienta de "screening" o exploración. Esto es, ante un resultado positivo (tóxico) el sedimento se vuelve a evaluar con otra especie de mayor relevancia ecológica, y ante un resultado negativo (no tóxico) se descarta su toxicidad. No obstante, con independencia del resultado de este test, es recomendable la realización de, al menos, otra especie (Nendza, 2002).

El protocolo seguido fue Microtox® Solid Phase Test SPT, test sobre la fase sólida de la muestra, que está descrito en el manual que acompaña al aparato (AZUR Environmental, 1998). Se empleó un Microtox® modelo 500 junto con un baño termostático modelo Frigiterm-10, a temperatura de 15º C. A partir de una regresión logarítmica entre la concentración de sedimento y la bioluminiscencia se obtuvo el EC_{50} expresado en mg l^{-1}. Este dato equivale a la concentración de sedimento a la cual se produce el 50% de la inhibición de la bioluminiscencia. Finalmente, realizando una corrección para el porcentaje de humedad del sedimento, los datos de EC_{50} se expresaron en unidades de peso seco. No se realizó una corrección para el efecto de los finos. Aunque se sabe que el tamaño de grano interfiere con el test, por el efecto de la adherencia de las bacterias a los finos y la consiguiente disminución de la bioluminiscencia (Ringwood *et al.*, 1997), las fórmulas para la corrección de este efecto actualmente están en fase de revisión por el CEDEX.

Un sedimento se ha considerado potencialmente tóxico cuando EC_{50} <1000 mg l^{-1}. Este valor guía ha sido utilizado por la agencia ambiental canadiense en años recientes (Chevrier y Topping 1998).

Por otro lado, dentro del grupo de especies utilizadas habitualmente en los tests de toxicidad, están los anfípodos. En Europa los anfípodos más utilizados son los pertenecientes al género *Corophium* (Figura 3). De hecho, el primer protocolo publicado por una comisión científica en el ámbito de la Unión Europea sobre test de toxicidad de sedimentos de origen marino o estuárico se especificó para anfípodos del género *Corophium* (OSPAR, 1995).

En la región geográfica a la que pertenecen los estuarios seleccionados este año para su análisis, existen dos especies del género *Corophium* que reunen las condiciones adecuadas para ser utilizadas en tests de toxicidad: *Corophium* urdaibaiense y *Corophium multisetosum*. Cada una de estas dos especies está adaptada a un sedimento con un tamaño de grano distinto. *Corophium* urdaibaiense está adaptada a sedimentos con un 60% de finos aproximadamente, mientras que *Corophium multisetosum* vive en sedimentos compuestos por arenas en más de un 90%. Por este motivo, y dado que la mayor parte de los sedimentos sobre los que se va a evaluar su toxicidad son de tipo arenoso, se seleccionó la especie *Corophium multisetosum*.

Las estaciones seleccionadas en 2008 se han mencionado anteriormente. Las muestras de sedimento obtenidas se almacenaron en botes de plástico de 1,5 l de capacidad en una cámara frigorífica hasta el comienzo del bioensayo.



Figura 3 Imagen de un ejemplar macho de *Corophium urdaibaiense* tomada con un microscopio electrónico (la línea blanca en la parte inferior derecha representa 1 mm).

Para realizar los bioensayos es necesario disponer de ejemplares de anfípodos. Hasta ahora estos se

obtienen de lugares naturales relativamente poco alterados. Así, el muestreo se realizó en el estuario de Bidasoa a la altura de la Isla de los Faisanes. El procedimiento para capturar estos organismos consistió en recoger la arena de la capa superficial (los primeros 10 cm aproximadamente) y tamizarla mediante cedazos de 1 mm de luz de malla. El material retenido (compuesto por los anfípodos mezclados con restos de hojarasca arena y otros organismos) fue introducido en botes con agua recogida en el propio lugar de muestreo. Además, se recogió sedimento que previamente había pasado por el cedazo de 1 mm. Al llegar al laboratorio los anfípodos fueron cuidadosamente separados e introducidos en bandejas de mantenimiento con el sedimento tamizado. Durante 15 días los anfípodos se mantuvieron en una cámara climática en condiciones de temperatura y oxigenación controladas.

Durante el periodo de mantenimiento se cambió el agua de las bandejas tres veces por semana. El agua utilizada se componía de agua de mar filtrada mezclada con agua mineral. Los porcentajes de cada tipo de agua fueron variando a lo largo de los 15 días con el objetivo de incrementar paulatinamente la salinidad inicial (variable en función de las mareas y del nivel del río) hasta llegar a 32 USP (que es la salinidad que exige el protocolo de bioensayos).

La metodología utilizada en el bioensayo está descrita en varias publicaciones (OSPAR, 1995 y Schipper *et al*., 1999). Básicamente consistió en lo siguiente: 48 h antes del comienzo del test se tamizaron los sedimentos por una malla de 0,5 mm y se dejaron decantar en bandejas. Una vez decantado, el sedimento fue introducido en vasos de precipitado de 1 l. Se utilizaron 4 réplicas por cada sedimento. Posteriormente, se añadió agua de mar y se esperó a que decantase. El día de inicio del experimento se seleccionaron grupos de 20 individuos y se introdujeron en los vasos de precipitado, dejando éstos en una cámara climática con aireación constante (Figura 4). Tanto durante el mantenimiento como durante el bioensayo, la temperatura seleccionada en la cámara fue de 15º C. Durante el experimento se controlaron parámetros como la temperatura, salinidad, pH y oxígeno disuelto. Al cabo de 10 días se tamizó cada vaso y se contabilizó el número de supervivientes.

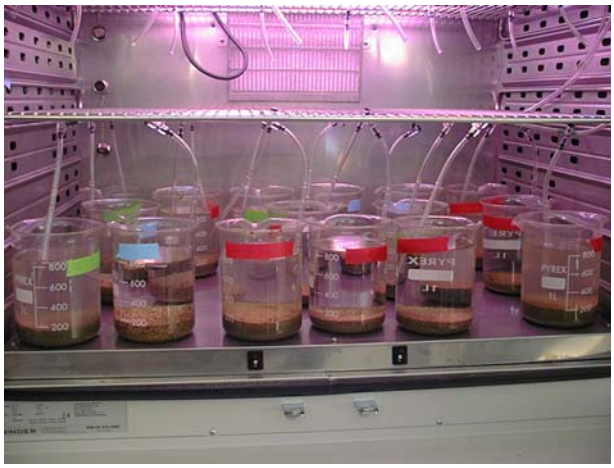


Figura 4 Vasos de precipitado con los sedimentos en la cámara climática.

BIOMONITORES. ANÁLISIS

En aguas de transición y costeras se eliminaron en 2007 algunas variables nuevas. Todos los indicadores de contaminación específica analizados en biomonitores se observan en la Tabla 34. En cuanto a la calificación del estado químico, basado en los contaminantes específicos analizados en biomonitores, la DMA no hace ninguna referencia al respecto. Con objeto de hacer una aproximación al 'cumple – no cumple' hemos realizado una recensión de datos de otras Directivas, legislaciones españolas o recomendaciones de entidades relacionadas con la alimentación humana, en la Tabla 35, para determinar el estado químico. En todos los casos, y siguiendo el criterio establecido en la legislación, se ha utilizado como valor de 'cumple-no cumple'. Para la evaluación del período 2005-2008 se ha utilizado el criterio de la media para dicho período.

Variable	Determinación Moluscos	L. Detección	Observaciones
Arsénico	Digestión ácida y E.A. A. por generación de hidruros	0,02 mg/kg	Todos los valores referidos a peso húmedo
Mercurio	Digestión ácida oxidante + E. A. A. por vapor en frío	0,01 mg/kg	
Hierro	Digestión ácida + Espectrofotometría de Absorción Atómica en cámara de grafito o en llama (en función de la concentración y sensibilidad de los distintos metales)	0,2 mg/kg	
Zinc		0,2 mg/kg	
Cobre		0,05 mg/kg	
Cadmio		0,02 mg/kg	
Cromo		0,1 mg/kg	
Plomo		0,05 mg/kg	
Níquel		0,05 mg/kg	
Manganeso		0,05 mg/kg	
PAHs [11]	Extracción (sobre muestra liofilizada) y Cromatografía de Gases acoplada a Espectrometría de Masas (GC/MS)	1,5 – 2,5 µg/kg	
PCBs [12]		0,5 – 1,5 µg/kg	
DDTs [13]		0,5 µg/kg	
Hexaclorociclohexano [14]		0,05 µg/kg	
Aldrín		0,1 µg/kg	
Dieldrín		0,1 µg/kg	
Endrín		0,1 µg/kg	
Isodrín		0,1 µg/kg	

Tabla 34 Indicadores de contaminación específica en biomonitores en aguas de transición, en 2008.

Variable	Unidades	Límite legal	Observaciones
Cd	(mg kg^{-1} PF)	1	Reglamento CEE 466/2001
Cu	(mg kg^{-1} PF)	20 (60)	Orden 2-8-91 (BOE 195)
Ni	(mg kg^{-1} PF)	1,5	ICES
Pb	(mg kg^{-1} PF)	1	Reglamento CEE 466/2001
Zn	(mg kg^{-1} PF)	1000	Orden 2-8-91 (BOE 195)
Hg	(mg kg^{-1} PF)	0,5	Reglamento CEE 466/2001
Cr	(mg kg^{-1} PF)	1,8	Orden 2-8-91 (BOE 195)
Sumatorio (6)PAHs	µg/kg^{-1} PF	200	AESA/AFSSA
Sumatorio (16)PAHs	µg/kg^{-1} PF	500	AESA/AFSSA
Sumatorio PCBs	µg/kg^{-1} PF	2000	Nauen, 1983
Benzo(a)pireno	µg/kg^{-1} PF	10	Reglamento CEE 1881/2006
Sumatorio DDTs	µg/kg^{-1} PF	2000	Nauen, 1983

Tabla 35 Objetivos de calidad establecidos para los moluscos bivalvos en España o en normativas y publicaciones internacionales. En el caso del cobre los valores corresponden a mejillón y (ostra). Todos los valores son en peso fresco (PF), excepto los sumatorios de PAHs (Peso Seco). (6)PAHs: Benzo(a)antraceno, Benzo(b)fluoranteno, Benzo(k)fluoranteno, Benzo(a)pireno Dibenzo(a,h)antraceno, Indeno (1,2,3-cd) pireno. (16)PAHs: naftaleno, acenaftileno, acenafteno, fluoreno, fenantreno, antraceno, fluoranteno, pireno, criseno, benzo(a)pireno, benzo(b)fluoranteno, benzo(k)fluoranteno, benzo(a)antraceno, dibenzo(a,h)antraceno, benzo(ghi)pireno, indeno(1,2,3-c,d)pireno.

[11] Se analizan los siguientes congéneres: Fenantreno, Pireno, Criseno, Benzo(e)pireno, Benzo(g,h,i)perileno, Fluoranteno, Benzo(a)antraceno, Benzo(b)fluoranteno, Benzo(a)pireno, Indeno(1,2,3-cd)pireno, Naftaleno, Acenaftileno, Acenafteno, Fluoreno, Antraceno, Benzo(k)fluoranteno, Dibenzo(a,h)antraceno, Perileno, 1-Metil naftaleno, 2-Metil naftaleno, Bifenilo, 2,6-DimetilNaftaleno, 2,3,5-TrimetilNaftaleno, 1-Metil-fenantreno.

[12] Se analizan los siguientes congéneres: IUPAC nº 28, 52, 101, 118, 153, 138, 180

[13] Se analizan los siguientes congéneres: p-p'DDE, p-p'DDD y p-p'DDT

[14] Se analizan los siguientes congéneres: α-HCH y γ-HCH

1.2.6 COMPONENTE HIDROMORFOLÓGICO

En aguas de **transición y costeras** todo fue como en 2002 (Borja *et al.*, 2003). Se anotaron aquellas obras o actuaciones que pudieran modificar el régimen mareal, el prisma de marea o las condiciones hidrográficas (por ejemplo, construcción de espigones, dragados, etc.) y la calificación se realizó a juicio de experto. Así, en estuarios y costa se han valorado las alteraciones en la morfología, estableciéndose cinco categorías de calidad:

- **Muy Buena**: no existe ningún tipo de alteración hidromorfológica (o bien, existen, pero son irrelevantes).
- **Buena**: se detecta la presencia de alteraciones hidromorfológicas dispersas y que no afectan de forma significativa al régimen mareal.
- **Aceptable**: se detecta la presencia de diques en las orillas (condicionando la anchura), infraestructuras transversales discontinuas, etc. Suelen presentar esta calidad estaciones situadas en pequeños polígonos industriales o en áreas urbanas escasamente pobladas.
- **Deficiente**: la presencia de infraestructuras que alteran la circulación es mucho más patente y condicionan de manera evidente la geomorfología del área en el entorno de la estación de muestreo.
- **Mala**: la presencia de infraestructuras afecta a un tramo mucho mayor que en el caso de las estaciones que presentan calidad “Deficiente”.

1.2.7 CALIFICACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO

CALIFICACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO PARA 2008

En principio, según la DMA, la valoración global corresponde a la peor de las valoraciones efectuadas para cada uno de los indicadores biológicos. Es decir, que si, por ejemplo, para el fitoplancton corresponde una valoración de *aceptable* y el resto de indicadores presenta un *buen estado ecológico*, la valoración será de *aceptable estado ecológico*. Teniendo en cuenta que algunos de los indicadores biológicos no se muestrean todos los años en todos los puntos (p. ej. peces o macroalgas) y que tampoco se ha efectuado un desarrollo exhaustivo de la metodología a aplicar para cada indicador, se ha creído conveniente hacer una ponderación en los resultados similar a la realizada en 2002 (Borja *et al.*, 2003), y que se adaptó en Borja *et al.* (2004a) (Figura 5).

La determinación del estado ecológico se ha realizado de igual manera a como se hizo anteriores campañas (Borja *et al.*, 2003, 2004d, 2005), es decir, para cada estación teniendo en cuenta todos los elementos de la DMA y, posteriormente, evaluando el estado de cada Masa de agua, incluyendo sus estaciones estuáricas y litorales.

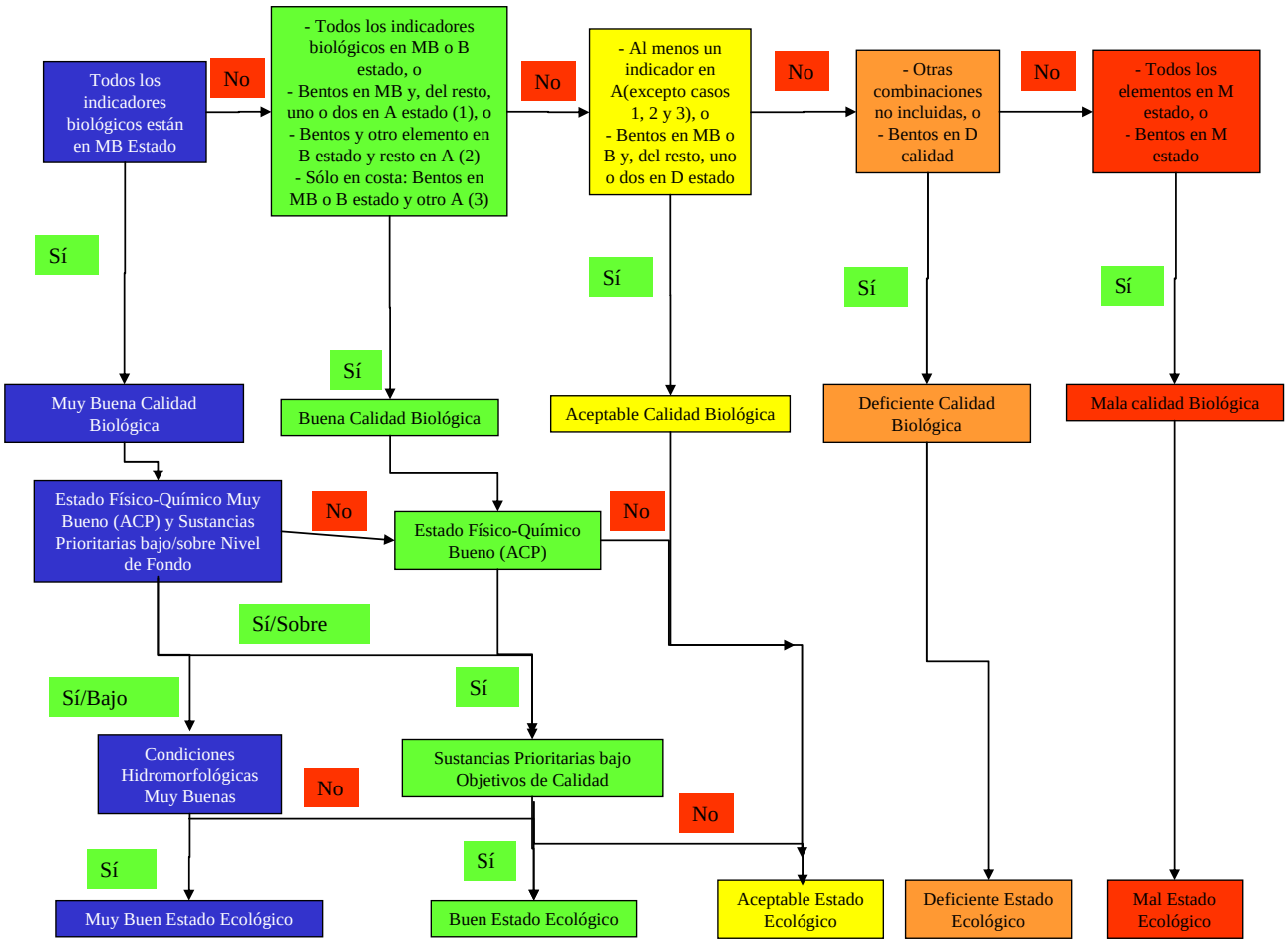


Figura 5 Proceso de calificación del Estado Ecológico, basado en la Directiva 2000/60/CE y en Borja *et al.* (2004a).

INTEGRACIÓN DE DATOS DE AGUAS, SEDIMENTOS Y BIOMONITORES

La DMA establece que la evaluación del estado ecológico debe hacerse para un periodo de 3 años, integrando la información, así como que cada masa de agua definida deberá tener su calificación. Esto plantea varios interrogantes, que fueron discutidos en Borja *et al.* (2005). Así, teniendo en cuenta las prioridades establecidas en la DMA (que da más preeminencia a las aguas que a los sedimentos o los biomonitores), en dicho informe se propuso hacer la siguiente aproximación (resumido en la Tabla 36):

- Establecer los límites de cumplimiento para aguas, sedimentos y biomonitores, conforme a los límites expuestos anteriormente.
- En aquellas estaciones que las aguas no cumplan, para dos o más variables, se considerará que la estación 'No cumple' para el estado químico.
- Si la estación no cumple para una variable en aguas se estudiará si los sedimentos cumplen o no.
- Si todas las variables cumplen en sedimentos, la estación 'Cumple'.
- Si sólo una variable no cumple en sedimentos y en biomonitores cumplen todas: la estación 'Cumple' (si no hay biomonitores también se considera que cumple).
- Si sólo una variable no cumple en sedimentos y en biomonitores no cumple alguna: la estación 'No Cumple'.
- Si dos o más variables en sedimentos no cumplen, la estación 'No cumple'.
- Si la estación cumple para aguas, se considerará que la estación 'Cumple', excepto que haya dos o más variables de sedimentos que no cumplan, en cuyo caso la valoración global será de 'No Cumple'.

AGUAS	SEDIMENTOS	BIOMONITORES	EVALUACIÓN
Todas las variables cumplen	Todas las variables cumplen		Cumple Estado químico
	Una variable no cumple		
	Dos o más no cumplen		No Cumple Estado Químico
Una variable no cumple	Todas las variables cumplen		Cumple Estado químico
	Una variable no cumple	Todas cumplen	
		No hay datos	
		Alguna no cumple	No Cumple Estado Químico
	Dos o más no cumplen		
Dos o más no cumplen			

Tabla 36 Aproximación a la valoración del Estado químico.

Recientemente se ha comparado la aplicación del principio 'uno fuera, todos fuera' a aguas, según la Directiva, con la metodología antes expuesta (Tueros *et al.,* 2009), viéndose que esta segunda es más eficaz, puesto que permite determinar la evolución sufrida por las masas de agua en respuesta a presiones o acciones tomadas, mientras que el método de la Directiva es insensible a los cambios.

En cuanto a la integración espacial, teniendo en cuenta que, en el caso de los estuarios, se han definido diferentes tramos en función de la salinidad, y que éstos llevan asociada en muchos casos una estación de muestreo, uno de los problemas que se plantea es determinar cuál es la valoración global del Estado Ecológico para una masa de agua dada. Una solución puede ser dar el peor valor a la totalidad, pero esto parece que penaliza en exceso a las masas de agua. Otra posibilidad estriba en aplicar la misma metodología que se hace para macroalgas de estuario y que se ha propuesto en Borja *et al.* (2004e). Así, se asigna a cada tramo propuesto una de las estaciones de muestreo. Luego, teniendo en cuenta la superficie de cada tramo (incluso se podría calcular teniendo en cuenta el volumen de agua de cada tramo, o la longitud, ya que se tienen los datos), se puede calcular la calificación global del tramo de la manera explicada en la Tabla 37.

ÁREA	Oligohalino	Mesohalino	Polihalino	Euhalino	TOTAL. Masa de Agua
Calificación	D	A	B	B	
Equivalencia	4	6	8	8	
Superficie Tramo	0,1 km^2	0,2 km^2	0,4 km^2	0,6 km^2	1,3 km^2
Tanto por uno del Tramo	0,08	0,15	0,31	0,46	1
Valor Global y Calificación	0,32	0,90	2,48	3,68	7,38 (Bueno)

Tabla 37 Propuesta de determinación de estado ecológico para el conjunto de una masa estuárica.

El valor global se calcula multiplicando la equivalencia de cada tramo (Muy Bueno: 10, Bueno: 8, Aceptable: 6, Deficiente: 4 y Malo: 2) (Tabla 37) por el tanto por uno de cada uno y sumando todos. El total da un valor (en este caso 7,38) cuya calificación final viene dada por la valoración de la Tabla 38.

Valoración total Masa de Agua	Clase de Calidad	Equivalencia
8,4 a 10	Muy Buena	10
6,8 a 8,39	Buena	8
5,2 a 6,79	Aceptable	6
3,6 a 5,19	Deficiente	4
2 a 3,59	Mala	2

Tabla 38 Límites de clase establecidos para valorar las masas de agua en su conjunto.

En caso de no haber estaciones de muestreo por cada tramo se pueden ampliar los tramos adscritos. Por el contrario, si hay más de una estación por tramo se puede hacer un primer ejercicio, similar a éste, para obtener la calificación del tramo y luego hacerlo para el global de la masa de agua. Este último caso es el que se puede plantear en las masas de agua costeras, en las que por cada una hay bastantes estaciones.

RED DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LAS AGUAS DE TRANSICIÓN Y COSTERAS DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO

2. MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL BARBADÚN

Pasaia, junio de 2009

ÍNDICE

TOMO 2.- MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL BARBADÚN 43

2.1. RESUMEN ESTADO ECOLÓGICO. BARBADÚN 45

2.2. ESTACIONES DE MUESTREO 47

2.3. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS 47
2.3.1 PARÁMETROS ESTRUCTURALES 47
2.3.2 CALIDAD BIOLÓGICA 48

2.4. FAUNA ICTIOLÓGICA 49
2.4.1 ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD 49
2.4.2 CALIDAD BIOLÓGICA 50

2.5. VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO 51
2.5.1 FITOPLANCTON 51
2.5.2 MACROALGAS 52

2.6. INDICADORES FISICOQUÍMICOS 53
2.6.1 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN AGUAS 53
2.6.2 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS 58
2.6.3 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN BIOTA (MOLUSCOS) 62

2.7. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS 66

2.1. RESUMEN ESTADO ECOLÓGICO. BARBADÚN

En 2004 se realizó el estudio de presiones e impactos en esta Masa de agua. En referencia a las fuerzas motrices, es necesario indicar que el estuario del Barbadún sufre la presión directa de menos de 25.000 habitantes, que se corresponde con una densidad de 320,7 hab km^{-2}. Asociado a la fuerza motriz de la población es necesario indicar la existencia de una depuradora de aguas residuales que vierte en la parte baja y, que según se ha visto en este informe, podría estar en el origen de la bajada de porcentaje de oxígeno disuelto a partir de 2003 (quizá por un funcionamiento deficiente). Respecto a los establecimientos industriales, se le asocian 407 establecimientos, entre los que hay que destacar el refino de petróleo con una importante industria petrolera. Se puede considerar la existencia de marisqueo ilegal ocasional. Respecto a la explotación agrícola-ganadera se le asocia al estuario del Barbadún un total de 396 explotaciones en 1,519 Ha.

Resumiendo, las presiones más importantes de esta masa de agua son sólo tres (además de los vertidos que lleguen por el río): vertidos ocasionales de la industria petrolera (eliminados los rutinarios de Petronor desde 1999); una ganadería intensiva ubicada en la parte baja del estuario, que aporta nutrientes de forma difusa; y el vertido de la depuradora, que a veces parece no funcionar correctamente. Estos vertidos representan 5,3 10^6 $m^3.a^{-1}$, si bien hay que hacer notar que la mayor parte (80%) corresponde al vertido de Petronor, ya desviado a la zona costera en 1999. Por otro lado, hay una elevada pérdida de superficie intermareal sufrida por el estuario, y una moderada canalización. Globalmente la presión en el estuario es baja. Por otro lado, en 2006-2007 se inició la recuperación y restauración de los terrenos de la antigua CLH, lo que se ha traducido en obras en esta zona y en movimiento de tierras y vertidos de aguas de drenaje, cargadas de sólidos en suspensión y, posiblemente, contaminantes.

En la Tabla 39 se observa el resumen y diagnóstico de Estado Ecológico en la masa de agua del Barbadún.

	ELEMENTOS BIOLOGICOS				ESTADO BIOLÓGICO	ELEMENTOS Físico-Químicos	QUÍMICA		ELEMENTOS Morfológicos	ESTADO ECOLÓGICO	Equivalencia	Tanto por Uno	Valor global	CALIFICACIÓN EST. ECOLÓGICO MASA DE AGUA
	Fitoplanc.	Algas	Bentos	Peces			>LD	>NC						
E-M5	A	M	D	B	D	MB	Sí	Sí	MB	D	4	0.06	0.24	2.12
E-M10	MB	M	M	B	M	MB	Sí	No	MB	M	2	0.94	1.88	

Tabla 39 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado Ecológico en la masa de agua del Barbadún en 2008.

En el caso del estuario, su estructura morfológica se vio alterada al ganarse terrenos antiguamente al mar para la instalación de empresas de refino de petróleo. Además, la posible afección de los vertidos al estuario (fundamentalmente los de la depuradora y, ocasionalmente de Petronor), produjo una alteración en las comunidades bentónicas de E-M10, que fueron mejorando tras el desvío de los vertidos de Petronor, asistiéndose a una mejora en la calidad biológica tanto del bentos como de los peces. Sin embargo, con los trabajos emprendidos en la zona de CLH, en 2006-2008, se ha producido una degradación de la calidad en el estuario.

Según datos de la Red de Calidad de Ríos, el río Mercadillo tiene unas buenas condiciones biológicas, lo que apoya la explicación de que son los vertidos al estuario los que alteran las condiciones biológicas. En este sentido, es destacable el hecho de que el cadmio se encontrase por encima de los límites de calidad en la estación E-M10 y el plomo en E-M5. Además hay que mencionar los PCB en la estación E-M5.

Las macroalgas tienen una calificación de Mala (en 2006) en ambas partes del estuario, habiendo empeorado la situación. Hay que hacer notar que la metodología para este elemento falta por desarrollar del todo y contrastar con otras, por lo que aún no es muy fiable. Por otro lado hay que considerar que otros elementos biológicos presentan valores entre bueno y muy bueno, habiendo empeorado mucho el bentos, lo que indica que en 2008 hay algún impacto que altera la valoración (posiblemente relacionado con los vertidos de las obras de CLH).

Aparentemente hay una ligera degradación en las condiciones físico-químicas, reflejadas en la saturación de oxígeno más baja a partir de 2003, también las bacterias han aumentado en 2008 en los moluscos, así como los nutrientes en aguas. Sin embargo, otras condiciones (como las químicas) parecen mejorar. Así, se

observan evoluciones contradictorias: positivas en bentos y peces (especialmente a partir de 2002), y negativas en fitoplancton y macroalgas. El hecho de que los dos elementos biológicos vegetales son los que presentan una evolución más negativa podría estar en relación con un funcionamiento deficiente de la depuradora, que alterara la físico-química.

Finalmente, habría que considerar la posibilidad de que, debido al pequeño tamaño del estuario, la estructura de las comunidades se vea alterada de manera natural, por lo que en realidad la disturbancia que se está observando no sea debida a estrés antrópico. Esto habrá que ir analizándolo con datos futuros.

En todo caso, en 2008, el estado ecológico del estuario se puede considerar como Deficiente en la parte interna y Malo en la externa. Globalmente el estuario también se considera en Estado Malo.

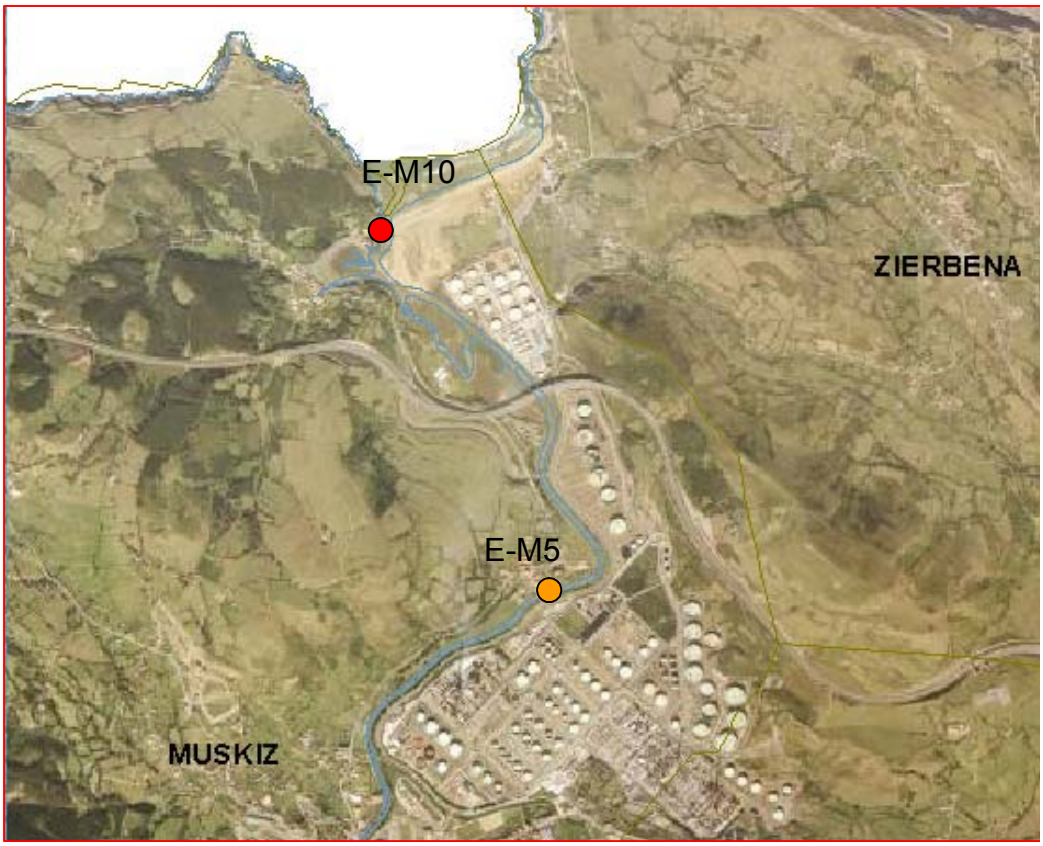


Figura 6 Calificación del Estado Ecológico y ubicación de estaciones en la masa de agua del Barbadún: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Aceptable; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

2.2. ESTACIONES DE MUESTREO

En la masa de agua de transición del Barbadún se analiza anualmente un total de 2 estaciones estuáricas, y una estación de moluscos. Por otro lado, en 2003 se analizaron tres estaciones para vida piscícola y 4 estaciones para macroalgas estuáricas, y dos zonas de macroalgas en la zona litoral, que se volvieron a muestrear en 2006 y cuyas valoraciones se han actualizado. Sus posiciones se observan en la Tabla 40.

Cod_Estación	Estación	UTMX	UTMY	Tipo de Estación
E-M10	Pobeña (puente) (Barbadún)	490250,67	4799550,02	Estuarios
E-M5	Muskiz (Petronor) (Barbadún)	490982,13	4797918,72	Estuarios
M-EM1	Barbadún Zona 01. Estuario Macroalgas	490122,42	4799412,15	Estuarios (Macroalgas)
M-EM2	Barbadún Zona 02. Estuario Macroalgas	490255,66	4799381,06	Estuarios (Macroalgas)
M-EM3	Barbadún Zona 03. Estuario Macroalgas	490593,19	4798985,80	Estuarios (Macroalgas)
M-EM4	Barbadún Zona 04. Estuario Macroalgas	491006,21	4798568,33	Estuarios (Macroalgas)
I-M10	Pobeña (puente) (Barbadún)	490280,50	4799604,27	Estuarios (Moluscos)
AME	Barbadún (Arrastre zona exterior estuario)	490753,11	4799060,53	Estuarios (Vida piscícola)
AMI	Barbadún (Arrastre zona interior estuario)	490651,45	4797721,82	Estuarios (Vida piscícola)
AMM	Barbadún (Arrastre zona media estuario)	491046,79	4798360,71	Estuarios (Vida piscícola)
M-LM1	Barbadún Zona 01. Litoral Macroalgas	490224,57	4799789,65	Litorales (Macroalgas)
M-LM2	Barbadún Zona 02. Litoral Macroalgas	490921,83	4800193,79	Litorales (Macroalgas)

Tabla 40 Estaciones de muestreo en el estuario del Barbadún.

2.3. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

2.3.1 PARÁMETROS ESTRUCTURALES

Los parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Barbadún, en invierno de 2008, pueden verse en la Tabla 41.

PARÁMETRO	UNIDAD	ESTACIÓN	
		E-M5	E-M10
Densidad	$ind \cdot m^{-2}$	3269	0
Biomasa	$g \cdot m^{-2}$	0,285	0
Riqueza	nº taxa	9	0
Diversidad número	$bit \cdot ind^{-1}$	0,31	0
Diversidad biomasa	$bit \cdot g^{-1}$	1,43	0
Equitabilidad número		0,10	0
Equitabilidad biomasa		0,45	0
Diversidad máxima	bits	3,17	0
AMBI		5,896	0
Clasificación AMBI		Alteración Fuerte	Alteración Extrema

Tabla 41 Parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Barbadún.

La estación E-M5 presenta sedimentos ricos en arcillas-limos (56%) y arenas (44%), con porcentajes moderados de materia orgánica (6,7%). Como ha sido habitual en los diferentes años de seguimiento, la riqueza específica es baja (9 *taxa* en 2008, máximo de todo el periodo de estudio). La diversidad estimada a partir de los datos de densidad (0,31 $bit \cdot ind^{-1}$) es de las más bajas de los cinco años de seguimiento, debido a la fuerte dominancia en densidad (96%) de los oligoquetos. La densidad de la comunidad de esta estación descendió progresivamente de 1.267 $ind \cdot m^{-2}$ en 2002 a 108 $ind \cdot m^{-2}$ en 2006 y 111 $ind \cdot m^{-2}$ en 2007 (mínimo de todo el período de seguimiento en 2006). En 2008, debido sobre todo a la aportación del grupo de los oligoquetos, la densidad aumenta a 3.269 $ind \cdot m^{-2}$, máxima de las registradas hasta ahora (Figura 7).

El grupo de los oligoquetos (3.151 $ind \cdot m^{-2}$) constituye el *taxon* dominante (también en 2002 y 2004). Le siguen en dominancia las larvas de dípteros (36 $ind \cdot m^{-2}$) y *Hediste diversicolor* (33 $ind \cdot m^{-2}$). Esta última especie ha sido dominante en la estación en varias ocasiones, por lo que se considera una especie característica de la estación.

En relación al índice AMBI (Tabla 41), se ha detectado una regresión en la tendencia positiva que se venía observando desde el inicio del seguimiento. Así, las pasadas campañas de 2006 y 2007, la estación había llegado a presentar alteración moderada (AMBI=3,6), con dominacia del grupo ecológico III (80-82% de los efectivos). Sin embargo, en la presente campaña de 2008, AMBI presenta el mismo valor que en 2002, al inicio del seguimiento (5,9), con dominancia del grupo ecológico V (97% de los efectivos).

En cuanto a la distribución de los grupos tróficos, en 2008, cabe destacar la fuerte dominancia del grupo de los detritívoros subsuperficiales, debido a la dominancia de los oligoquetos (96%).

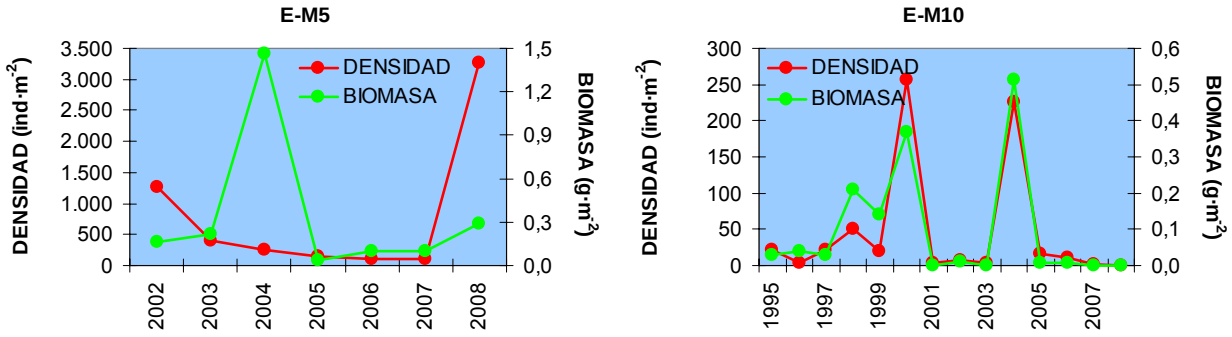


Figura 7 Evolución de la densidad y biomasa en las estaciones E-M5 y E-M10 (Barbadún).

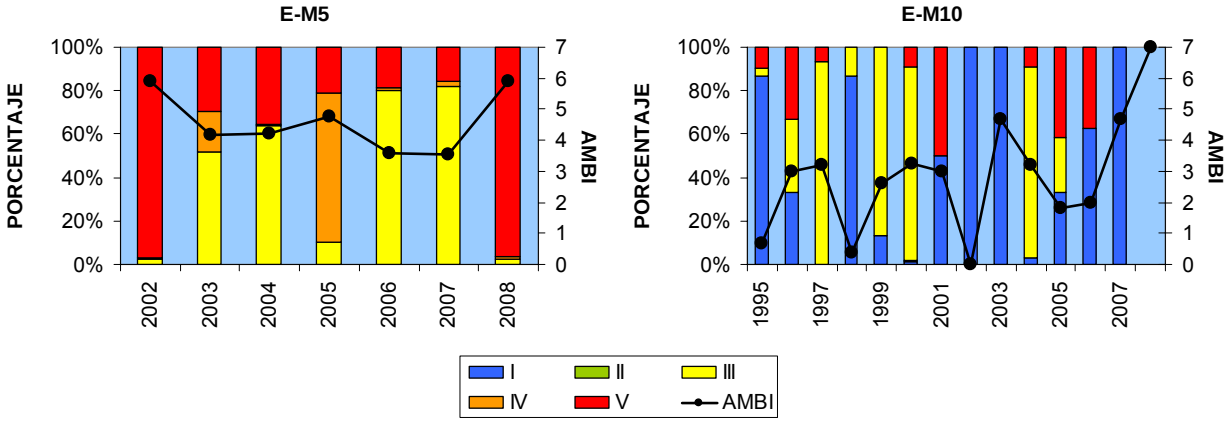


Figura 8 Evolución del porcentaje de cada grupo ecológico y de AMBI en las estaciones E-M5 y E-M10 de la masa de agua de transición del Barbadún.

La segunda estación (E-M10), más próxima al mar y prácticamente con un 100% de contenido en arenas, en 2008 no ha presentado ningún ejemplar de macroinvertebrado bentónico. No obstante, es importante resaltar que, aunque siempre ha aparecido algún ejemplar, en muchas ocasiones la densidad de la comunidad ha sido extremadamente baja. Así, por ejemplo, en 1996, 2001, 2003 y 2007 únicamente aparecieron 3 ejemplares en cada ocasión. Las causas posiblemente estén relacionadas con la inestabilidad del sedimento debido al fuerte hidrodinamismo de la zona (ver Borja *et al.*, 2008), sin embargo, recientemente empezaron las obras de restauración de la antigua CLH, lo que ha supuesto movimiento de tierras y vertido de sólidos en suspensión.

El hecho de que la muestra haya resultado ser azóica hace que el índice AMBI estimado (7) corresponda a comunidades extremadamente alteradas (Tabla 41). Sin embargo, como ya se ha indicado, se trata de una zona extremadamente batida, con sedimentos muy inestables, en los que se desarrollan comunidades bentónicas con riquezas y densidades naturalmente bajas y, por tanto, difíciles de muestrear si no se toman muestras suficientemente grandes. Sin embargo, el hecho de que haya hanido obras de remoción de tierras en la zona de CLH, con vertido de materiales al estuario, hace muy posible que en 2008 este empeoramiento se deba a esta actividad.

2.3.2 CALIDAD BIOLÓGICA

En lo referente a la evaluación del estado ecológico del compartimento de los macroinvertebrados bentónicos, la calificación obtenida por la estación **E-M5** a partir de M-AMBI es de **'Estado Deficiente'** (Figura 9). En general, desde el inicio del seguimiento se había observado una evolución positiva del EQR, habiendo pasado la estación de encontrarse en Estado Deficiente en 2002 a Buen Estado en 2003-2007, aunque con una pequeña regresión en 2005 (Estado Aceptable). En informes anteriores (ver Borja *et al.*, 2008) se indicaba que la calidad de la zona iba mejorando progresivamente debido a la eliminación en 1999 del vertido de Petronor que se encontraba próximo a la estación. El empeoramiento de 2008 podría tener que ver con las obras de CLH.

En el caso de la estación **E-M10**, debido a que no se ha encontrado ningún ejemplar de macroinvertebrado bentónico, la calificación obtenida a partir de la aplicación de M-AMBI es de **'Mal Estado'** en 2008 (Figura 9). Como

se viene diciendo, esta caída puede estar relacionada con las obras de CLH y los vertidos que se han efectuado de aguas de drenaje.

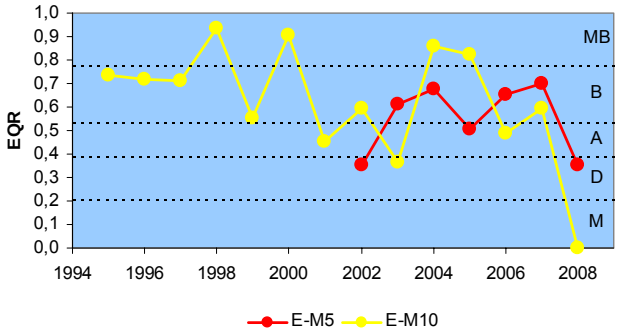


Figura 9 Evolución de EQR para las estaciones de la masa de agua de transición del Barbadún.

2.4. FAUNA ICTIOLÓGICA

2.4.1 ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD

Las muestras de fauna demersal fueron recogidas durante la campaña de campo de 2006 y 2003, no en 2008. Por tanto, en este informe se recuerdan los datos obtenidos con anterioridad. En dicho año 2006 se encontraron un total de once taxones (cinco peces y seis crustáceos) en las distintas estaciones del estuario (uno menos que en el muestreo del año 2002), siendo todas ellas especies habituales de estos ecosistemas que soportan amplios rangos de salinidad, principal condicionante de la vida en estas zonas de transición.

El número de especies distribuidos por todo el estuario disminuye de cinco especies en 2003 (Gobius niger, Pomatoschistus minutus, Carcinus maenas, Crangon crangon y Palaemon serratus) a cuatro en 2006 (Crangon crangon, Carcinus maenas, Solea solea y Pomatoschistus minutus).

En este estuario existen datos anteriores de estudios realizados para el Consorcio de Aguas de Bilbao Bizkaia entre los años 1990 y 2002 (Franco et al. 1997 - 2003), y en ellas se encontraron diez taxones en 1990, ocho taxones en 1991, siete en 1992, seis en 1993, cinco en 1994, nueve en 1995, ocho en 1996, siete en 1997, cinco en 1998, doce en 1999, trece en el año 2000, y por último, once en 2001 y 2002. En la Figura 10 se muestra la riqueza total de taxones encontrados entre los años 1990 y 2006 (agrupando el número de taxones de peces y crustáceos).

La estación exterior (AME) es la estación que presenta los valores más altos de riqueza (10) y diversidad (2,53), y la estación interior los valores más bajos (5 en riqueza y 1.51 en diversidad) El valor de la riqueza de peces es parecido en las tres estaciones. A pesar de que la estación interior (AMI) es el tramo que presenta los valores más bajos en diversidad, riqueza y riqueza de peces, es el tramo que presenta el valor más alto en densidad (parecida a la estación media). Comparando con los resultados del año 2003, se ve como en el tramo exterior (AME) la riqueza, la diversidad y la densidad aumentan; en el tramo medio (AMM) aumenta la densidad y se mantienen la diversidad y la riqueza; por último, en el tramo interior (AMI) los tres parámetros disminuyen.

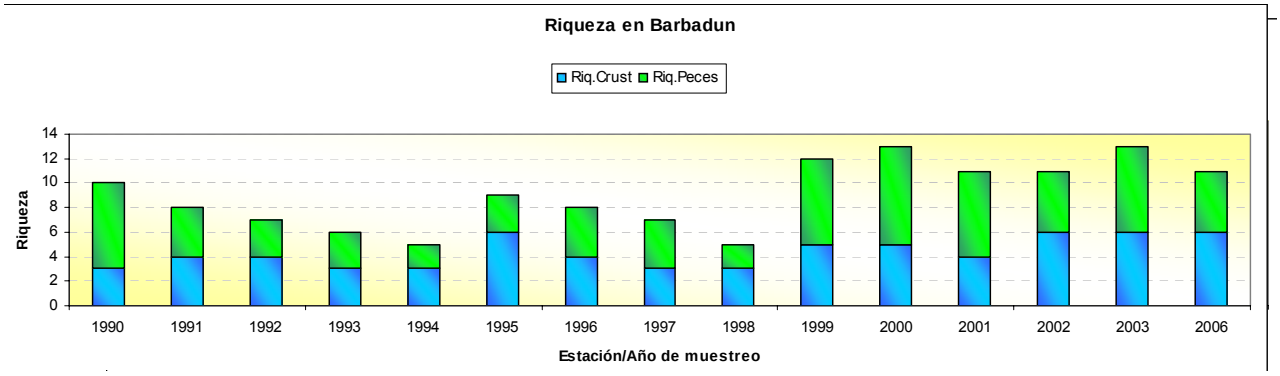


Figura 10 Valores de la riqueza obtenidos para cada estación entre 1990 y 2006. En verde la riqueza de peces y en azul la riqueza de crustáceos.

2.4.2 CALIDAD BIOLÓGICA

En este apartado se hace referencia a la tendencia temporal y espacial de la calidad biológica. Para ello, se han utilizado los datos obtenidos en los muestreos realizados los años 2003 y 2006. La metodología aplicada para establecer la calidad biológica en peces en estuarios ha sido explicada en el Tomo 1. En la Tabla 42 se expresan los valores obtenidos para cada indicador considerado en el cálculo del estado para cada tramo de estuario objeto de estudio.

Estación/año	AME		AMM		AMI	
Parámetros	2003	2006	2003	2006	2003	2006
Riqueza	3	5	3	3	5	3
Esp. Indicadoras contaminación	5	5	5	5	5	5
Especies introducidas	5	5	5	5	5	5
Salud piscícola	5	5	5	5	5	5
Peces planos	1	1	1	3	1	3
Omnívoros	3	3	3	3	3	3
Piscívoros	1	1	1	1	1	1
Especies residentes (nº)	5	5	5	3	5	3
Especies residentes (%)	1	1	1	1	1	1
PUNTUACIÓN	29	31	29	29	31	29
AFI	0,556	0,611	0,556	0,556	0,611	0,556
CALIDAD BIOLÓGICA	A	B	A	A	B	A

Tabla 42 Valores de los indicadores seleccionados para estimar la calidad biológica de peces demersales en cada una de las estaciones. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): ≥ 0.82; Bueno (B): 0.56 -0.82; Aceptable (A): 0.34 - 0.56; Deficiente (D): 0.17- 0.34; Mala (M): ≤ 0.17. Interna (AMI), media (AMM) y externa (AME). AFI: AZTI's Fish Index.

Al igual que en el resto de estuarios, los indicadores que hacen referencia a la ausencia de especies introducidas, especies indicadoras de contaminación y salud piscícola son los que favorecen la calidad biológica, alcanzando los valores máximos. El indicador número de especies residentes alcanza el valor máximo en una estación. La riqueza en cambio, alcanza el valor máximo en la estación exterior y un valor medio en las otras dos.

A su vez, la presencia de peces planos obtiene un valor medio en el tramo medio e interior, y un valor mínimo en el tramo exterior. En cuanto a la composición trófica de peces demersales es similar en los distintos tramos del estuario, existiendo en las tres estaciones una relación no equilibrada en la relación entre omnívoros y piscívoros (valor porcentual de 3:1).

El tramo exterior alcanza el **'buen estado'**, debido a un aumento de la riqueza en dos puntos respecto al año 2003; el tramo medio mantiene la calificación **'aceptable'**; por último, el tramo interior pierde calidad respecto al año 2003 (a pesar de que el valor de los peces planos alcanza un valor medio, tanto la riqueza y el número de especies residentes disminuye), alcanzado el valor de 'aceptable'.

En este estuario existen datos anteriores de estudios realizados para el Consorcio de Aguas de Bilbao Bizkaia pertenecientes a los años 1990 a 2002 (Franco *et al.,* 1997 - 2003). En la Figura 11 se muestra la evolución temporal de la calidad biológica entre los años 1990 y 2006 para cada una de las estaciones.

La evolución de la calidad de los tres tramos del Barbadun muestra como entre 1990 y 1998 los valores oscilan bruscamente entre el límite superior e inferior de aceptable (alcanzando estados de bueno algunos años), para luego en 1999, empezar a obtener valores cercanos al límite superior aceptable de forma continua e incluso llegar a alcanzar calificaciones de calidad biológica buena. Este punto de inflexión coincide con la puesta en marcha del desvío de la tubería de Petronor que vertía directamente al estuario y la EDAR de la Muskiz (la eliminación de los vertidos de aguas residuales directamente al estuario genera un aumento de la calidad biológica), tal y como demuestran Uriarte y Borja (2009).

Para establecer la calidad biológica en peces de toda la masa de agua de transición se aplica la metodología que ha sido explicada en el Tomo 1. La Figura 12 muestra la evolución de la calidad biológica en la masa de transición del Barbadun entre los años 1990 y 2006. La eliminación de los vertidos de Petronor por el desvío de la tubería y la puesta en marcha de la EDAR de Muskiz generan que desde 1999 años tras año, se produzca una mejora progresiva, alcanzando el año 2006 el estado de 'Bueno'. Esta mejoría es coincidente con la del bentos, que se ha visto antes y la diferencia antes-después de suprimir los vertidos es significativa ($p<0,05$), siendo mejor tras la supresión (Uriarte y Borja, 2009).

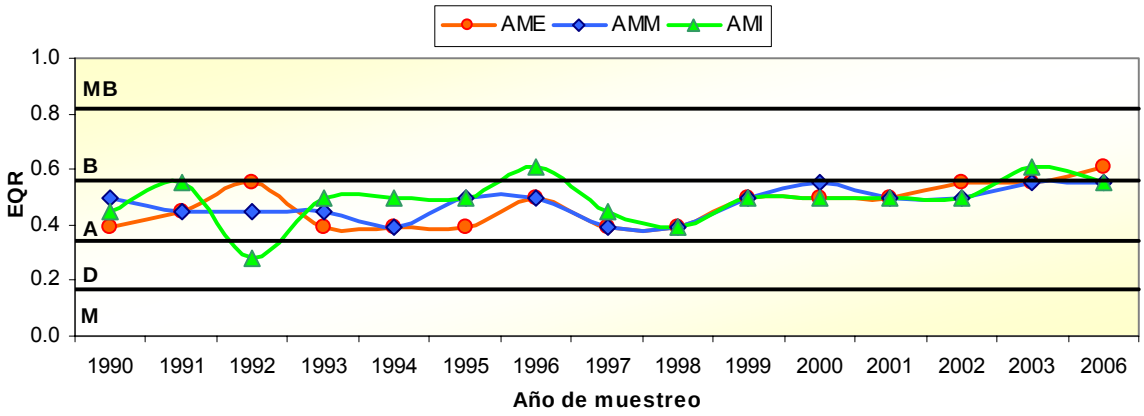


Figura 11 Valores de la calidad biológica obtenidos para cada estación entre los años 1990 y 2006. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): ≥ 0.82; Bueno (B): 0.56 -0.82; Aceptable (A): 0.56 - 0.34; Deficiente (D): 0.34- 0.17; Malo (M): ≤ 0.17. Interior (AMI), medio (AMM) y exterior (AME).

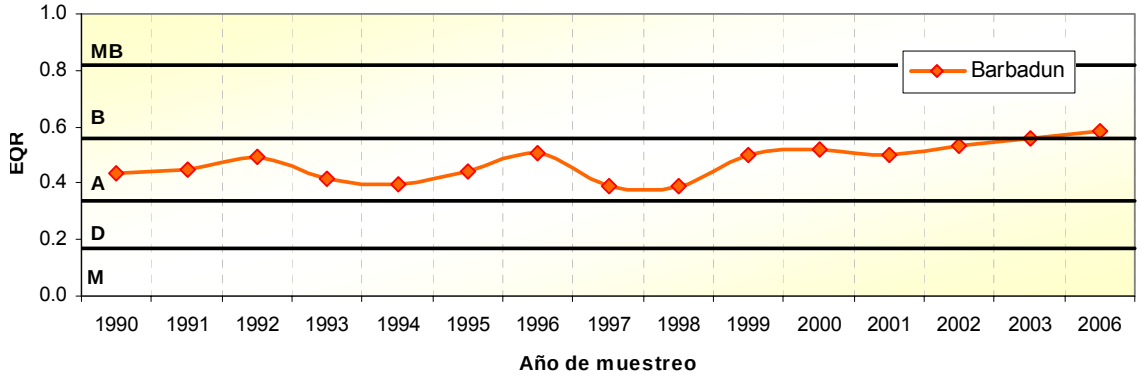


Figura 12 Valores de la calidad biológica obtenidos en la masa de transición del Barbadun entre los años 1990 y 2006. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): ≥ 0.82; Bueno (B): 0.56 -0.82; Aceptable (A): 0.56 - 0.34; Deficiente (D): 0.34- 0.17; Malo (M): ≤ 0.17.

2.5. VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO

2.5.1 FITOPLANCTON

CLOROFILA

En el estuario del Barbadún se midió la concentración de clorofila en dos puntos, uno situado en la zona superior (estación E-M5), y otro en la desembocadura (E-M10). Las muestras se tomaron sólo en superficie. Considerando todas las situaciones de muestreo (pleamar y bajamar, en cuatro ocasiones a lo largo del año) se obtuvieron un total de 16 muestras. Con ello se cubrió un gradiente de salinidad desde 0,1 hasta 35,3 USP (Figura 13).

La concentración de clorofila osciló entre 0,2 y 7,2 µg l^{-1}. Los valores máximos se encontraron en otoño. En esta época de muestreo la salinidad mostró valores muy bajos (≤10 USP), incluso en pleamar, lo cual indica un aporte muy elevado de agua dulce, probablemente causado por lluvias fuertes y aumento del caudal fluvial en los días previos al muestreo. Es posible, por lo tanto, que estos máximos de clorofila se debieran al arrastre de material terrestre o fluvial y no al crecimiento del fitoplancton en el estuario. De hecho los valores máximos de clorofila se detectaron en aguas de carácter limnético (salinidad <0,5 USP).

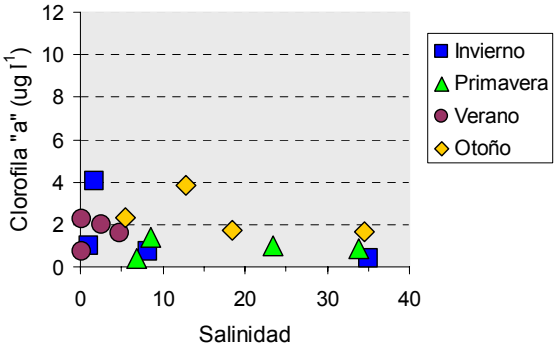


Figura 13 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino del estuario del Barbadún en las cuatro épocas de estudio durante 2008. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

En verano se encontraron condiciones de salinidad más propicias para el desarrollo de las comunidades fitoplanctónicas en el estuario (aguas de carácter meso- y polihalino), sin embargo la concentración de clorofila se mantuvo en valores inferiores o cercanos a 2 µg l^{-1}. En invierno la concentración de clorofila mostró los valores mínimos (≤1 µg l^{-1}), de forma similar al resto de los estuarios del País Vasco.

COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DEL FITOPLANCTON

En la Tabla 43 se muestran algunas variables que describen a la comunidad de fitoplancton en el estuario del Barbadún, en primavera y verano de 2008. La abundancia de fitoplancton nunca superó las 600.000 células l^{-1} La riqueza y diversidad fue mayor en la estación E-M10 (desembocadura del estuario) en comparación con la estación E-M5 (zona superior).

Estación	E-M5	E-M10
Fecha	15/05/08	15/05/08
Abundancia (Células/ml)	592	255
Diversidad (bit/cel)	0,9	2,7
Riqueza (Nºespecies)	5	30
Estación	E-M5	E-M10
Fecha	28/08/08	28/08/08
Abundancia (Células/ml)	333	350
Diversidad (bit/cel)	2,2	3,0
Riqueza (Nºespecies)	12	19

Tabla 43 Índices relacionados con Fitoplancton. Estuario del Barbadún. Los datos son de superficie, en pleamar.

En primavera, en la estación E-M5 el fitoplancton estuvo dominado principalmente por diatomeas bentónicas, que pueden aparecer en la columna de agua por resuspensión del sedimento. Ello se tradujo en bajos índices de diversidad y riqueza. En la misma fecha, en la estación E-M10 se encontró un mayor número de especies, y en general la comunidad estuvo compuesta por diatomeas y pequeños flagelados. En verano, la composición de la comunidad fue bastante similar a la de primavera.

En cuanto a las especies perjudiciales para la salud humana o nocivas para los ecosistemas, su abundancia fue algo mayor en primavera. En dicha época, en la desembocadura del estuario la diatomea potencialmente tóxica *Pseudo-nitzschia* spp. presentó una abundancia de ~15.000 células l^{-1}. Además, la haptofita potencialmente nociva para los ecosistemas *Chrysochromulina* spp. llegó a alcanzar ~60.000 células l^{-1}. También se observaron dinoflagelados potencialmente tóxicos del género *Dinophysis* en abundancia del orden de 5.000 células l^{-1}.

En la cabecera del estuario se identificó el dinoflagelado *Kryptoperidinium foliaceum*, que puede provocar efectos perjudiciales en los bivalvos. Su abundancia fue también mayor en primavera.

CALIDAD BIOLÓGICA

A partir de 2007 se comienza a aplicar un nuevo criterio de evaluación para el fitoplancton en las aguas costeras, que ha sido acordado en las reuniones europeas de Intercalibración para la Directiva Marco del Agua. Este nuevo método no ha sido aún intercalibrado en aguas de transición, las cuales, por lo tanto, se evalúan en el presente informe con el mismo método que en años anteriores. Así, el fitoplancton en el estuario del Barbadún se evalúa con los datos de los últimos cinco años (periodo 2004-2008). La evaluación se realiza en base a cuatro indicadores (clorofila, abundancia de fitoplancton tóxico, abundancia de fitoplancton nocivo para los ecosistemas y abundancia total de fitoplancton) y el estado global del fitoplancton en cada una de las estaciones corresponde al que presenta el indicador peor clasificado (Tabla 44).

ESTACIÓN	Clorofila	Salud Humana	Salud Ecosistemas	Blooms	GLOBAL
E-M5	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Aceptable	Aceptable
E-M10	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno

Tabla 44 Estuario del Barbadún. Calificación en función de clorofila y fitoplancton.

En cuanto al indicador basado en la clorofila, en los últimos cinco años sólo se registró un valor por encima de 16 µg l^{-1}, límite establecido en la metodología como indicador de eutrofia en aguas de transición. Este pico alcanzó 68 µg l^{-1} y se observó en la estación E-M5, zona superior del estuario, en verano de 2006 como consecuencia de un "bloom" de dinoflagelados. Por lo tanto, en base a los datos de clorofila, el estado se clasifica como "muy bueno" en ambas estaciones.

La composición y abundancia fitoplanctónica indican que el estado en la zona de desembocadura es también "muy bueno". Sin embargo, al igual que en años precedentes, la zona superior del estuario presenta peor estado, ya que supera en varias ocasiones el umbral de 10^6 células l^{-1} en abundancia total. Esto hace que la estación interior (E-M5) se clasifique como "aceptable" en cuanto al indicador de "blooms".

Como se indica en la Tabla 44, integrando ambos elementos, clorofila y comunidad fitoplanctónica, **el estado global del fitoplancton** para el periodo 2004-2008 sería "**aceptable"** en la estación E-M5 (zona interior del estuario) y **"muy bueno"** en la estación E-M10 (desembocadura).

2.5.2 MACROALGAS

Para su estudio, la masa de agua de transición se dividió en 4 zonas, tanto en 2003 como en 2006, numeradas del 1 al 4 desde la desembocadura al interior. Así, en la Tabla 45 s e observan los datos obtenidos para la masa de agua de transición del Barbadún en 2006 (comparados con los de 2003), con objeto de calificar cada tramo en esta campaña de 2008. La metodología utilizada se explica en el Tomo 1.

La calificación es de **'Mal Estado'** para toda la masa de agua. Al no haberse detectado ninguna mata de *F. spiralis spiralis*, se ha dado un ligero descenso en la riqueza específica. Además, a este descenso de riqueza le ha acompañado un aumento de cobertura de especies indicadoras de contaminación. Sin embargo, a pesar de estos cambios, se mantiene la misma calificación de 2003.

BARBADUN	2003				2006			
INDICADORES	M-EM1	M-EM2	M-EM3	M-EM4	M-EM1	M-EM2	M-EM3	M-EM4
1- Riqueza	1	5	1	3	1	3	1	3
3- Cobertura indicadores contaminación	5	1	5	3	5	1	5	1
4- Cobertura media algas sin indic contamin.	1	1	1	1	1	1	1	1
5- Ratio verdes/resto	1	1	1	1	1	1	1	1
SUMA=	8	8	8	8	8	6	8	6
CALIFICACIÓN AREA=	D	D	D	D	D	M	D	M
EQUIVALENCIA=	4	4	4	4	4	2	4	2
SUPERFICIE=	0,2	0,3	1,7	0,8	0,2	0,3	1,7	0,8
PORCENTAJE SOBRE EL TRAMO=	0,4	0,6	0,7	0,3	0,4	0,6	0,7	0,3
VALOR GLOBAL=	1,6	2,4	2,8	1,2	1,6	1,2	2,8	0,6
EQUIVALENCIA TRAMO=	4,0		4,0		2,8		3,4	
ESTACIÓN RED ASIGNADA=	E-M10		E-M5		E-M10		E-M5	
CALIFICACIÓN TRAMO=	**D**		**D**		**M**		**M**	

Tabla 45 Calificación de cada indicador de macroalgas y las equivalencias para la calificación de cada tramo de la masa de agua de transición del Barbadun, asignado a cada estación de muestreo de la Red de Calidad, en 2003 y 2006.

2.6. INDICADORES FISICOQUÍMICOS

2.6.1 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN AGUAS

CONSIDERACIONES GENERALES

En la Tabla 46 se muestra el promedio anual de las variables básicas analizadas en el año 2008 en los niveles de fondo y superficie, en ambas estaciones del estuario del Barbadún.

Variables	Unidad	E-M5-S	E-M5-F	E-M10-S	E-M10-F
Temperatura	ºC	14,53	14,94	15,12	15,11
Salinidad	USP	6,48	14,46	18,67	18,52
Agua Fluvial	%	81,80	59,38	47,55	47,98
Saturación O_2	%	91,36	84,20	87,14	90,03
pH		7,88	7,82	7,92	8,00
Silicato	$\mu mol.dm^{-3}$	77,88		41,23	
Amonio	$\mu mol.dm^{-3}$	8,92		8,42	
Nitrito	$\mu mol.dm^{-3}$	1,64		1,03	
Nitrato	$\mu mol.dm^{-3}$	77,00		49,10	
Nitrógeno Total	$\mu mol.dm^{-3}$	140,88		88,76	
Fosfato	$\mu mol.dm^{-3}$	1,40		1,12	
Fósforo Total	$\mu mol.dm^{-3}$	2,65		2,09	
Carbono O. Total	$\mu mol.dm^{-3}$	209,18		151,94	

Tabla 46 Estuario del Barbadún. Valores medios de variables relacionadas con el estado trófico. F: fondo, S: superficie.

La temperatura media del agua varía entre 14,53 y 15,12 ºC entre los distintos puntos de muestreo. Considerando el promedio de las cuatro medidas realizadas en las diferentes épocas del año, las aguas con mayor salinidad resultan ligeramente más cálidas. Esto resulta habitual teniendo en cuenta que, en las zonas de clima atlántico, las estaciones más lluviosas y de mayor descarga fluvial coinciden con las épocas en las que las aguas continentales presentan menor temperatura que las aguas costeras.

A partir de los datos de salinidad puede calcularse el porcentaje relativo de agua dulce y marina en cada punto

de muestreo. La estación E-M5 (zona superior del estuario) se caracterizó por un alto porcentaje de agua de origen fluvial (entre 60 y 80%). En cambio, en la estación E-M10 (desembocadura) el agua dulce supuso un ~47%. En cuanto al grado de estratificación, se aprecian diferencias de salinidad en el eje vertical de la columna de agua del orden de 8 USP en la zona superior del estuario (estación E-M5). La estación de la zona inferior del estuario se puede considerar prácticamente mezclada, con diferencias entre superficie y fondo que no superan 1 USP.

El oxígeno disuelto se mantiene, en promedio, algo por debajo de la saturación (entre el 84 y el 91%), tanto en la superficie como en el fondo de la columna de agua. Estos valores indican que se dan situaciones con demanda de oxígeno elevada que se traduce en una instauración de oxígeno relativamente importante, especialmente en el nivel de fondo de la estación interior E-M5.

El promedio anual de los valores de pH varía muy poco entre las masas de agua (7,8-8,0) y se sitúa en el rango habitual de los estuarios.

La concentración de los nutrientes en esta estación sigue un patrón de dilución en el eje longitudinal del estuario, en respuesta al incremento de la proporción de agua marina hacia la zona de desembocadura. Así, las concentraciones de silicato, nitrito, nitrato, nitrógeno total, fosfato, fósforo total y carbono orgánico total decrecen con un factor de dilución similar (entre 1.0-1.8 veces) entre la estación E-M5 y la estación E-M10. En el caso de los nutrientes totales, que integran tanto la fracción particulada como la disuelta, podrían influir también los procesos de sedimentación de material a lo largo del estuario.

Así pues, los procesos de consumo, aporte y modificación a lo largo del estuario ejercen una influencia importante en la concentración y en el patrón de distribución de los nutrientes y la materia orgánica en la columna de agua. También las riadas modifican la carga aportada y la distribución de las concentraciones de nutrientes y materia orgánica, tanto cuando sus principales fuentes de procedencia son las aguas fluviales como cuando son aportados fundamentalmente por vertidos de aguas residuales. Igualmente afectan a la distribución de materiales relacionados con el sedimento o la propia biota del estuario, por ejemplo, forzando la exportación de plancton y material particulado a la zona costera.

Respecto a la importancia relativa de las formas inorgánicas respecto a las totales, el nitrógeno inorgánico disuelto (suma de nitrato, nitrito y amonio) supone aproximadamente el 62% del nitrógeno total y el fosfato el 52% del fósforo total en la zona de cabecera (E-M5). Las relaciones son similares en la zona de la desembocadura (E-M10). Proporciones muy altas de formas reducidas (amonio, así como, N y P orgánicos) indican aportes elevados de aguas residuales domésticas o industriales asimilables. En el estuario del Barbadún no se evidencia dicha situación en el año 2008, por las proporciones mencionadas y por el predominio del nitrato sobre el amonio.

La temperatura media del agua varía entre ~15 y 16,5 ºC entre los distintos puntos de muestreo. Considerando el promedio de las cuatro medidas realizadas en las diferentes épocas del año, las masas de agua con mayor salinidad tienden a ser ligeramente más cálidas. Esto no es de extrañar teniendo en cuenta que en las zonas de clima atlántico las estaciones más lluviosas y, por tanto, de mayor descarga fluvial, coinciden con bajas temperaturas y radiación solar.

A partir de los datos de salinidad puede calcularse el porcentaje relativo de agua dulce y marina en cada punto de muestreo. La estación E-M5 (zona superior del estuario) se caracterizó por un alto porcentaje de agua de origen fluvial (entre 43 y 70%). En cambio, en la estación E-M10 (desembocadura) el agua dulce sólo supuso un 20-30%. En cuanto al grado de estratificación, se aprecian diferencias de salinidad en el eje vertical de la columna de agua del orden de 10 USP en la zona superior del estuario (estación E-M5). La estación de la zona inferior del estuario se puede considerar prácticamente mezclada, con diferencias entre superficie y fondo que no superan 2 USP.

El oxígeno disuelto se mantiene, en promedio, algo por debajo de la saturación (entre el 85 y el 95%), tanto en la superficie como en el fondo de la columna de agua. Estos valores indican que existe cierta demanda de oxígeno, que estará mediada en gran parte por los procesos biológicos de oxidación de la materia orgánica (actividad microbiana).

El promedio anual de los valores de pH varía muy poco entre las masas de agua (7,6-7,75) y se sitúa en el rango habitual de los estuarios.

La concentración de ciertos nutrientes sigue un patrón de disminución en el eje longitudinal del estuario, en respuesta al incremento de la proporción de agua marina hacia la zona de desembocadura. Así, las

concentraciones de silicato y nitrato disminuyen de forma importante (entre 2 y 3 veces) entre la estación E-M5 y la estación E-M10, lo cual evidencia el origen principalmente terrestre de estos nutrientes. Las concentraciones de amonio, nitrito, nitrógeno total y fosfato disminuyen en menor medida. En el caso del nitrógeno total, que integra tanto la fracción particulada como la disuelta, podrían influir también los procesos de sedimentación de material a lo largo del estuario. Sin embargo, el fósforo total y el carbono orgánico total no muestran este patrón de dilución con el agua marina. Ello indica que los procesos de consumo, aporte y modificación a lo largo del estuario ejercen una influencia importante en la concentración de estss sustancias en la columna de agua. También las riadas pueden ejercer un efecto de dilución de estos nutrientes cuando sus principales fuentes de procedencia no son las aguas continentales (por ejemplo, cuando son aportados fundamentalmente por vertidos de aguas residuales, por el sedimento o la propia biota del estuario).

Respecto a la importancia relativa de las formas inorgánicas respecto a las totales, el nitrógeno inorgánico (suma de nitrato, nitrito y amonio), así como el fosfato suponen, aproximadamente, un cuarto del total de N y P en la zona de cabecera (E-M5). En la desembocadura (E-M10) aumenta la proporción de las formas inorgánicas hasta constituir aproximadaamente un 40% del total. En ambas zonas del estuario el nitrato se encuentra, en promedio, en niveles más altos que el amonio. Proporciones muy altas de formas reducidas (amonio, así como, N y P orgánicos) suelen indicar aportes elevados de aguas residuales domésticas. En el estuario del Barbadún no se evidencia en el año 2007 dicha situación.

EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LAS VARIABLES HIDROGRÁFICAS GENERALES

En general, en las series de datos disponibles, dentro de la alta variabilidad característica de los estuarios y de fluctuaciones asociadas a la estacionalidad y a las diferentes condiciones hidrológicas, en cuanto a NID se observa una tendencia a la disminución en los últimos años. Esta tendencia aparece marcada también por disminución de la frecuencia de aparición de casos en los que se dan valores muy altos. El fosfato, del modo similar a lo observado para la fracción del NID constituida por el amonio, muestra una tendencia descendente acorde con la disminución de los vertidos urbanos directos a la cuenca y al estuario (Figura 14).

No obstante, como se observa en la Figura 15, el porcentaje de saturación de oxígeno en las estaciones del Barbadún (E-M5 y E-M10) parece haber descendido levemente en los años más recientes. En el estuario del Barbadún se experimentó un aumento de la saturación de oxígeno entre 1994 y 1996, para luego permanecer en una situación de sobresaturación hasta finales de 2001, en que se da un período de descenso en la saturación (alcanzando medias del 60-80%) hasta comienzos de 2006 (Figura 15). Posteriormente, tras una subida, los valores medios de saturación han oscilado entre 80 y 100%, indicando una leve mejoría del funcionamiento de la depuradora.

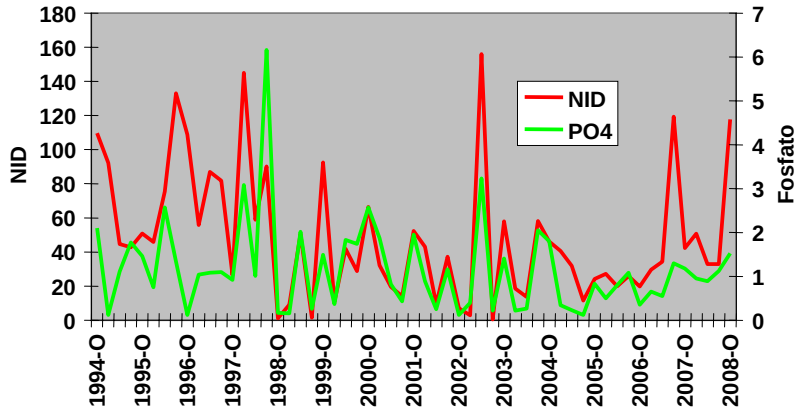


Figura 14 Evolución trimestral, entre otoño de 1994 y otoño de 2008, de la concentración de Nitrógeno Inorgánico Disuelto (NID) y fosfato, ambos en micromoles por litro, en aguas de superficie (media de pleamar y bajamar), en la estación E-M10.

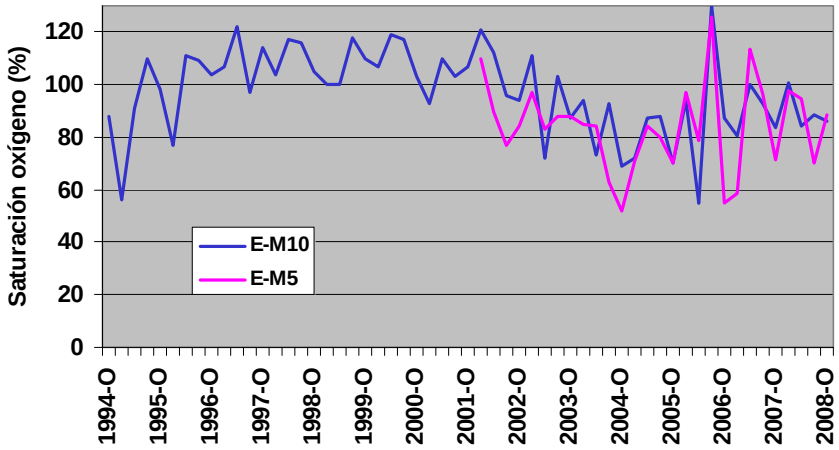


Figura 15 Porcentaje de saturación de oxígeno en la columna de agua en la zona inferior del estuario Barbadún (estaciones E-M5 y E-M10). Se muestra el promedio para cada época del año (invierno, primavera, verano y otoño) desde 1994 hasta 2008. La media se ha realizado con los datos tomados en superficie y fondo, y en dos situaciones de marea (pleamar y bajamar).

METALES DISUELTOS

Las concentraciones de cromo (trivalente y hexavalente) y de mercurio en las aguas de superficie de las estaciones del estuario del Barbadún se mantienen, como en la mayoría de los casos precedentes, por debajo de sus respectivos límites de detección (3 y 0.3 $\mu g \cdot l^{-1}$).

Por otra parte, en la Figura 16 se muestra la evolución de la concentración media del resto de los metales para el periodo comprendido entre otoño de 1994 y verano de 2008. Los valores empleados son medias correspondientes a los datos de pleamar y bajamar para las dos estaciones de muestreo del estuario (E-M5 y E-M10) hasta el año 2006, a partir del 2007 solamente se han muestreado las estaciones en bajamar en superficie.

Para el caso del cadmio, históricamente, se venían registrando concentraciones muy cercanas o inferiores al límite de detección, pero, a partir del invierno de 2002, en la estación E-M10 (Pobeña), se empiezan a recoger concentraciones sustancialmente superiores. En la campaña 2008 se observa que el elevado valor de la estación E-M5 en verano ha descendido, aun así, manteniéndose tanto por encima del objetivo de calidad establecido como del limite de detección (0.2 $\mu g \cdot l^{-1}$). En la estación E-M10 también se aprecia un ligero descenso de la concentración en verano, siendo la concentración de invierno del 2007 y 2008 iguales y por encima del objetivo de calidad establecido.

El hierro y níquel, presentan tendencias similares y constantes a lo largo de los años. En la campaña de invierno de 2003 se observa un pico de concentración en ambas estaciones de muestreo, para hierro y níquel, pero sin llegar a superar en ningún caso los objetivos de calidad (1000 y 20 $\mu g \cdot l^{-1}$ de hierro y níquel, respectivamente) y volviendo a recuperarse, con valores cercanos al límite de detección (4 y 0,3 $\mu g \cdot l^{-1}$ de hierro y níquel, respectivamente), hasta el 2008 cuando se ha detectado un ligero aumento en la concentración del hierro. Por el contrario, el plomo y manganeso presentan una tendencia bastante irregular a lo largo de los años. Este año se ha apreciado un claro aumento en la concentración de ambos metales sobrepasando el objetivo de calidad del plomo (7,2 $\mu g \cdot l^{-1}$) en la estación E-M5 en verano (21 $\mu g \cdot l^{-1}$), no así en el caso del manganeso (120 $\mu g \cdot l^{-1}$).

En caso del cobre no se aprecia una tendencia definida durante los años de estudio, en ningún caso se a superado el objetivo de calidad establecido (25 $\mu g \cdot l^{-1}$), aunque si es apreciable el descenso de la concentración en la estación E-M10.

En el caso del zinc hay que mencionar, que con el cambio del objetivo de limite de calidad a 60 $\mu g \cdot l^{-1}$ solamente fue superado en la estación E-M5 en verano del 2002 y llegado al limite de calidad en la estación E-M10 en el 2000 y 2001. En los últimos años los valores se han mantenido entre 20 y 40 $\mu g \cdot l^{-1}$ sin demasiada oscilación. En el 2008 se aprecia un ligero aumento de la concentración en verano en las dos estaciones de estudio.

En general, como se indicaba en el informe correspondiente a 2005, las tendencias no aparecen bien definidas y se observan importantes oscilaciones en los valores puntuales. Así pues, se constata que el estuario del Barbadún es un sistema muy variable, oscilando entre situaciones en las que aparece muy influido por la descarga fluvial y otras en las que predomina netamente la dinámica mareal. La salinidad de cada caso, como

índice de la dilución de los aportes generales, y la variabilidad del régimen hidrológico, en función del caudal puntual y del recientemente acumulado, generan una alta variabilidad en los resultados entre las distintas series de muestreos.

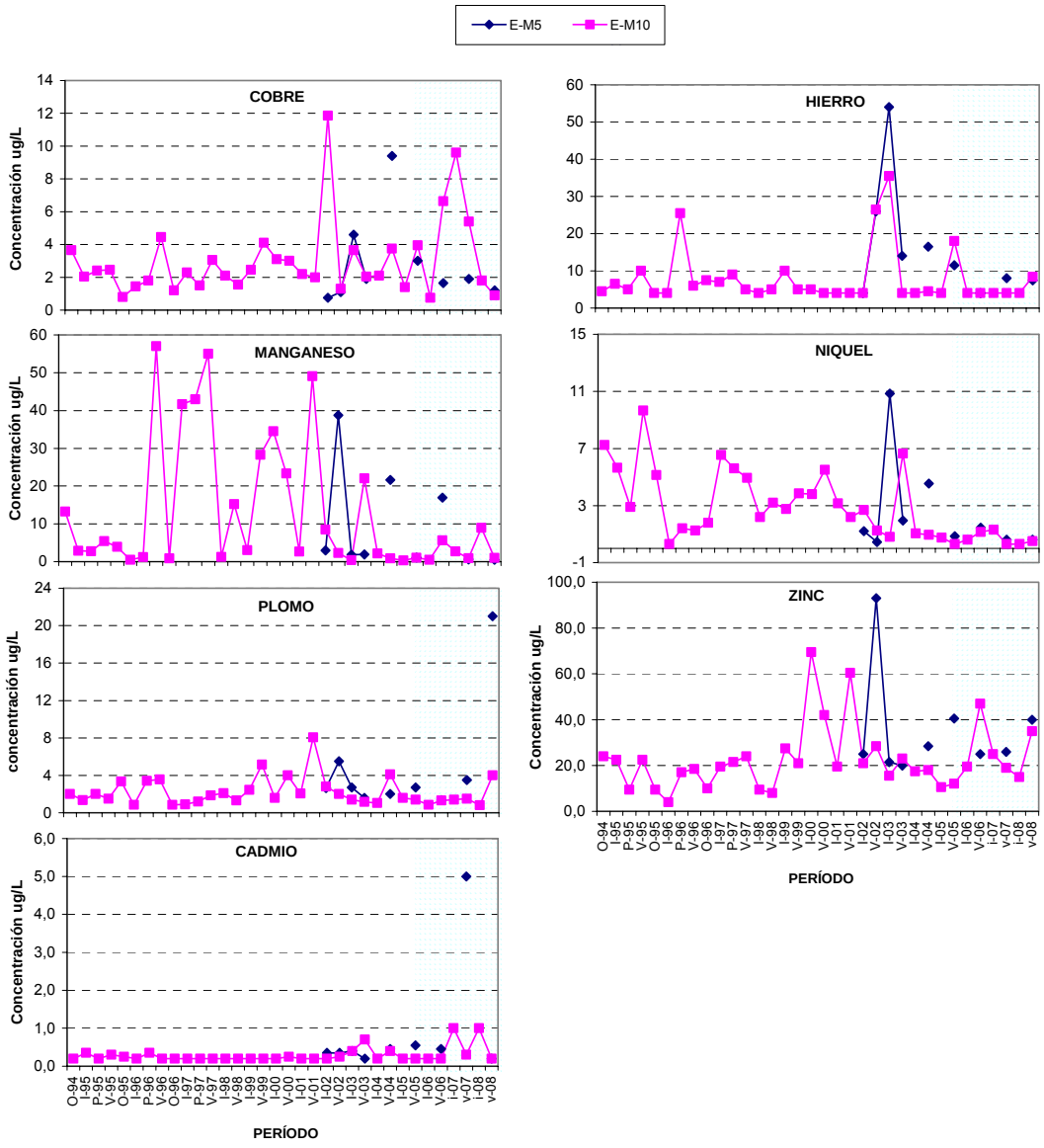


Figura 16 Evolución temporal de la concentración media (pleamar-bajamar) para cada metal en las estaciones del estuario del Barbadun en el periodo que abarca desde otoño de 1994 a verano de 2006, desde el año 2007 sólo se ha tenido en cuenta los datos de bajamar.

CONTAMINANTES ORGÁNICOS Y OTROS CONTAMINANTES ESPECÍFICOS

Respecto a los contaminantes orgánicos estudiados no se han encontrado concentraciones significativas (por encima de los respectivos límites de detección), solamente en el caso del fenantreno, antraceno y naftaleno del grupo de los PAHs tienen valores superiores al limite de detección sin superar el objetivo de calidad establecido para estos compuestos.

ESTADO EN FUNCIÓN DE LOS INDICADORES FÍSICO-QUÍMICOS

De acuerdo con la metodología expuesta en el Tomo 1, las estaciones E-M10 y E-M5 en 2008 están en '**Muy Buen Estado**' físico-químico.

En cuanto a los objetivos de calidad físico-química, los valores medios de todas las variables medidas en las estaciones E-M5 y E-M10, cumplen en 2008 (excluyendo del promedio los datos de otoño).

ESTADO QUÍMICO

Teniendo en cuenta las Directivas europeas y la normativa española, referida a aguas (ver Tomo 1), se puede decir que en este estuario '**No Cumple**' ninguna de las estaciones (E-M5 y E-M10) por presencia de Cd en la estación E-M10 y Pb en la estación E-M5.

2.6.2 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS

PARÁMETROS SEDIMENTOLÓGICOS DE CARÁCTER GENERAL

Desde el año 1995 se tienen datos de composición granulométrica, contenido en materia orgánica, potencial redox y contenido en carbono y nitrógeno orgánico particulado en la estación E-M10, pudiéndose establecer una evolución temporal para esta estación y para cada una de las variables, tal como se ilustra en la Figura 17. En la estación E-M5, situada en la parte interna del estuario, sólo se tienen los datos obtenidos en las campañas realizadas desde el invierno de 2002. En la Tabla 47 se recogen los resultados de los análisis realizados en la campaña de invierno de 2008.

De los datos obtenidos se observa la diferente naturaleza de las muestras, una interior fango-arenosa, con elevado contenido en materia orgánica, potencial redox positivo y valores C/N bajos, y otra exterior de características arenosas, bajos contenido en materia orgánica, potencial redox positivo y valores C/N elevados. En la Figura 17 se aprecia que la muestra exterior (E-M10) se constata en su composición granulométrica, manteniéndose un contenido medio en arenas del 96,8%. Sin embargo, la muestra interior, E-M5, se diferencia por su contenido en sedimento fino variable en cada año de muestreo: los valores se encuentran en el rango 5,8 – 59,8% (valores correspondientes a 2005 y 2002, respectivamente).

No se observa ninguna tendencia clara en el contenido de materia orgánica en los sedimentos de la estación E-M10, registrándose este año un valor (1,8%) ligeramente inferior al del año pasado (2,1%); el máximo de 10,2% se obtuvo en 2003. En la estación E-M5, se observa una correlación entre la variación en contenido en finos y la materia orgánica, así el aumento en finos corresponde con un incremento en materia orgánica y viceversa. El máximo en E-M5 se ha observó en el muestreo de 2007 (11,5%) y el mínimo en el muestreo de 2006 (4,2%).

Tanto la concentración de carbono orgánico particulado (COP) como la de nitrógeno orgánico particulado (NOP) sufren una gran variabilidad temporal y espacial que se manifiestan en la relación C/N, tal como se puede ver en la Figura 17. Los valores más altos de C/N se corresponden con concentraciones bajas de NOP de alrededor del 0,01 mol kg^{-1}, lo que indica una mayor actividad de degradación, como ocurre en el exterior. Sin embargo, los bajos valores de C/N se deben a concentraciones altas de NOP, más características de zonas internas, como sucede en la estación E-M5. Este último año se han registrado 0,02 mol kg^{-1} de NOP y 4,09 mol kg^{-1} de COP, en la estación externa E-M10, y en la estación E-M5, 0,35 mol kg^{-1} de NOP y 4,48 mol kg^{-1} de COP. La variabilidad registrada a lo largo del tiempo para la misma estación se puede atribuir a diferentes grados de oxigenación y degradación en cada una de las zonas del estuario.

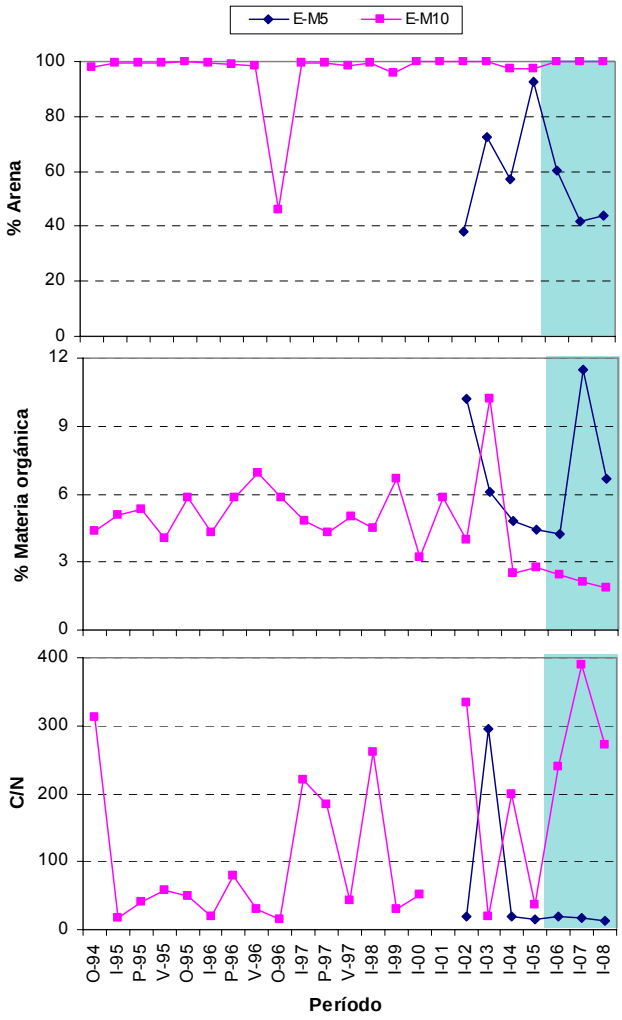


Figura 17 Gráficas de evolución temporal del contenido en arenas, contenido en materia orgánica y relación C/N de los sedimentos de la masa de agua de transición del Barbadún.

ESTACIÓN	INVIERNO - 2008							
	GRAVA (%)	ARENA (%)	FINO (%)	M.O. (%)	REDOX (mV)	C.O.P. (mol·Kg^{-1})	N.O.P. (mol·Kg^{-1})	C / N
E-M5	0.00	43.73	56.27	6.66	279	4.48	0.35	12.9
E-M10	0.05	99.92	0.04	1.83	222	4.09	0.02	270.8

Tabla 47 Parámetros sedimentológicos correspondientes a los muestreos de invierno de 2008 en cada estación. (GRAVA > 2 mm > ARENA > 63 µm > FINO). M.O.: materia orgánica; REDOX: potencial redox; C.O.P. carbono orgánico particulado; N.O.P.: nitrógeno orgánico particulado; C / N: relación carbono / nitrógeno).

METALES PESADOS

En la Tabla 48 se recogen las concentraciones de metales pesados analizados en la campaña de invierno de 2008, en las dos estaciones consideradas. Al contrario de lo esperado por el contenido en finos y por la cercanía a puntos de vertido de la estación E-M5, ésta presenta menores concentraciones de prácticamente todos los metales estudiados, exceptuando el Cd, Cr y Hg, respecto a la estación E-M10.

ESTACIÓN	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn
	mg·Kg^{-1}								
E-M5	0.30	41.2	54.8	50900	0.12	842.2	36.4	49.8	166.5
E-M10	0.19	23.4	61.4	162058	0.08	2586.5	54.8	92.3	210.7
MEDIA	0.24	32.3	58.1	106479	0.10	1714.4	45.6	71.0	188.6
DESV. EST	0.08	12.6	4.6	78600	0.03	1233.4	13.0	30.1	31.2

Tabla 48 Concentración de metales pesados en la fracción fina de los sedimentos en la campaña de invierno de 2008 (mg kg^{-1}).

La variación temporal para cada uno de los metales se estudia a partir del índice de carga contaminante (ICC) que se define como la media geométrica de los factores de contaminación (FC), definidos a su vez como el cociente resultante entre la concentración obtenida en un punto dado y el valor de fondo. El valor de fondo o natural es la concentración de un metal dado en un sedimento en su estado prístino o en ausencia de contaminación. Como ya se comentó en el informe de la campaña de 2006, estos valores han sido recalculados (Rodríguez *et al*., 2006) y son los que se utilizarán; los nuevos valores de fondo se recogen en la Tabla 49.

Metales	Valores de fondo (2006)
(mg kg-1)	0,24
Cu	33
Cr	26
Fe	31784
Mn	240
Ni	29
Pb	31
Zn	147
Hg	0,13

Tabla 49 Valores de fondo (promedio) recalculados para los sedimentos del litoral vasco (Rodríguez *et al*., 2006).

La Figura 18 muestra la evolución temporal para cada uno de los metales en la estación E-M10. Se incluyen también los datos de la estación E-M5 obtenidos en las siete últimas campañas (invierno de 2002 a 2008). En ambos casos se presentan los FC de cada año con los nuevos valores de fondo.

En la estación externa E-M10 se observa una tendencia similar para el caso del Fe, Mn, y Pb, con un valor mínimo (o cercano al mínimo) en invierno de 1996, que va aumentando progresivamente en años posteriores para volver a disminuir en el invierno de 1999 y ascender de nuevo al año siguiente. En el último año de seguimiento (campaña de 2008) el FC de Fe, Mn, Pb y Zn ha aumentado, mientras que el FC del Cu, se mantiene.

En la estación E-M5 se ha registrado un aumento con respecto al año anterior en todos los metales, excepto en Mn y Pb, que disminuyen.

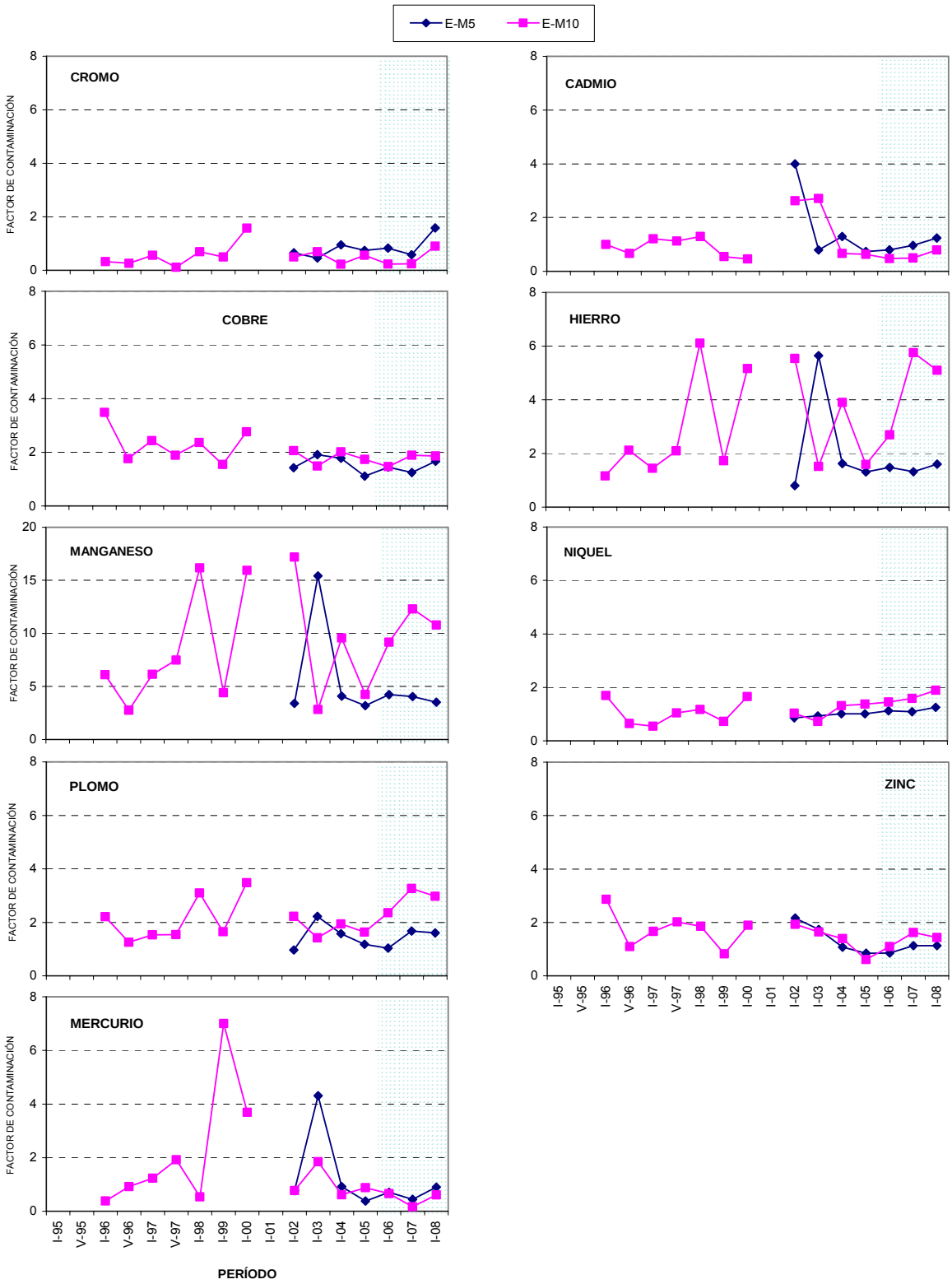


Figura 18 Evolución temporal de los factores de contaminación calculados para cada metal en la estación E-M10, en el periodo que abarca desde el invierno 1995 al invierno de 2008. Se incluyen los datos de la estación E-M5 desde invierno de 2002 a 2008.

COMPUESTOS ORGÁNICOS

La Figura 19 ilustra la evolución en la concentración de contaminantes orgánicos analizados en la estación E-M10, en el periodo 1995-2008. Se incluyen también los datos obtenidos en la estación E-M5 en los siete últimos años. Las gráficas representadas agrupan los sumatorios de (7) congéneres de PCBs, de los isómeros de DDT, de los isómeros de HCH, de los compuestos drin, hexaclorobenceno y el sumatorio de PAHs.

En general, todos los compuestos orgánicos, excepto en algunos casos los PAHs y DDTs, se mantienen por debajo de los límites de detección. Las variaciones que se observan en el tiempo se refieren a variaciones en los límites de detección o número de compuestos analizados en cada grupo. Sin embargo, en el caso de los DDT es notable el descenso en el isómero DDT en la estación E-M10 con respecto al muestreo de 2004. En el caso de los PAHs, la concentración observada en 2007 en la estación E-M10 es una de las más altas, mientras que en la de la E-M5 la concentración en 2008 es la máxima observada en el estuario a lo largo del periodo de estudio

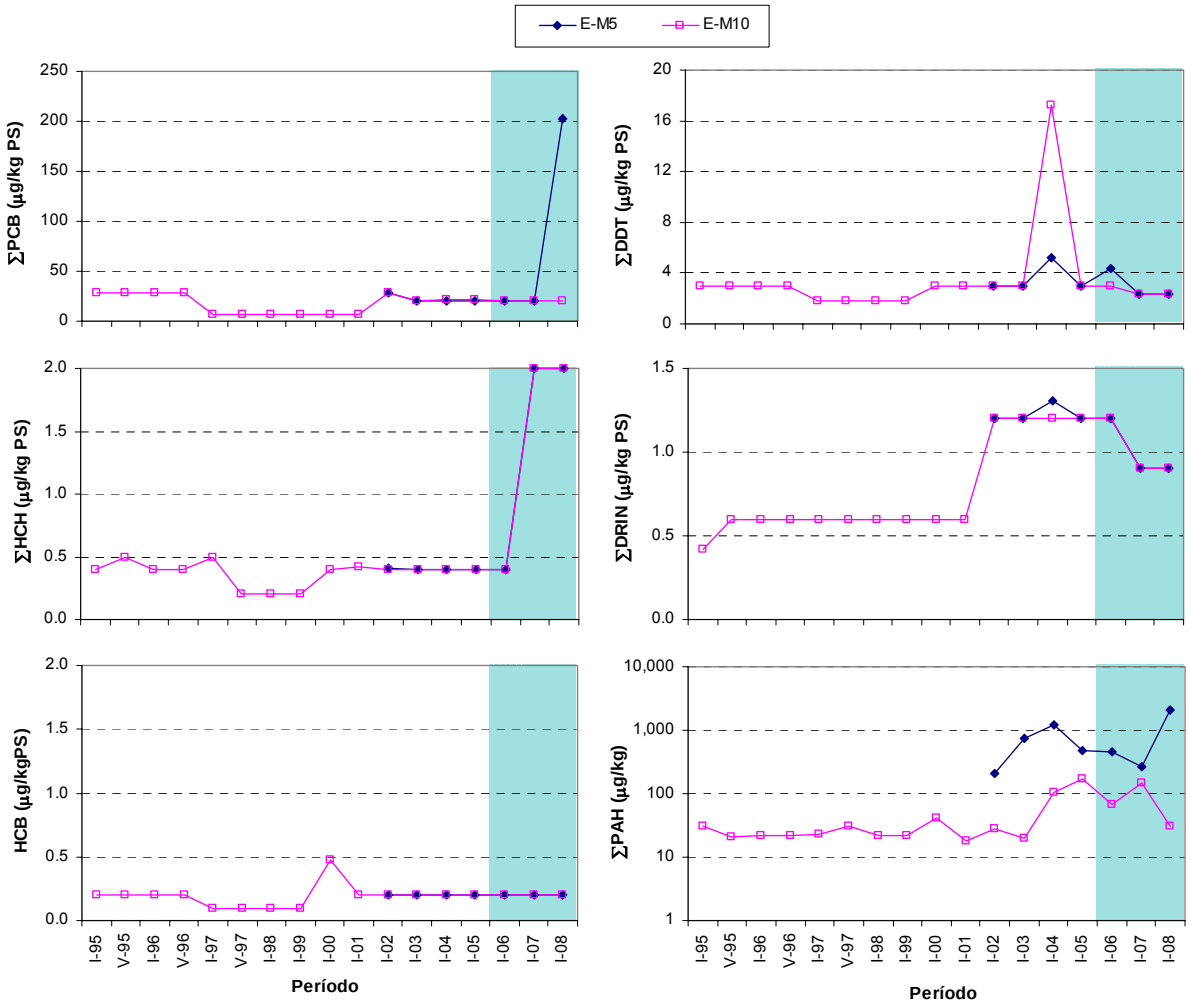


Figura 19 Evolución temporal de la concentración de compuestos orgánicos (µg kg^{-1}) entre el periodo 1995-2008.

NORMATIVAS

Como se ha explicado en el capítulo de metodología, a nivel estatal no existe una legislación por la que se regule la gestión de sedimentos contaminados, sino que las actuaciones en este campo se hallan controladas por las correspondientes autorizaciones que, en su caso, concedan las administraciones correspondientes.

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

Con el objeto de establecer el grado de contaminación de las estaciones muestreadas, se ha utilizado un enfoque puramente químico. Este método consiste en la comparación de los valores de fondo de metales en sedimentos no contaminados con los encontrados en las zonas estudiadas (Factor de Contaminación, FC). Como ya se ha mencionado

anteriormente, a partir de los FC se calcula el índice de carga contaminante (ICC) como medida global de la contaminación en cada una de las estaciones y por año.

En la Tabla 50 se presentan los resultados referidos a los sedimentos muestreados en el estuario del Barbadún en invierno de 2008 (se han utilizado los valores de fondo calculados por Rodríguez *et al*., 2006). Ambas estaciones presentan una contaminación ligera por metales pesados y el Mn es el metal que contribuye con más peso al ICC global.

ESTACIÓN	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn	ICC GLOBAL
E-M5	CL	CL	CL	CL	NC	C	CL	CL	CL	CL
E-M10	NC	NC	CL	C	NC	C	CL	CL	CL	CL
TOTAL	NC	CL	CL	CL	NC	C	CL	CL	CL	CL

Tabla 50 Clasificación de la contaminación en los sedimentos del Barbadún en función de los metales pesados en 2008, basada en los Factores de Contaminación e Índices de Carga Contaminante (ICC) (MÜLLER, 1979). CE: contaminación extrema; C: contaminación media; CL: contaminación ligera; NC: no contaminado. Se presentan también los ICC globales por estación y por metal.

En la Figura 20 se presenta la evolución del ICC global para la estación E-M10 desde la primera campaña realizada en invierno de 1995 hasta la última de invierno de 2008. Se incluyen los ICC de la estación E-M5 calculados en las siete últimas campañas realizadas. Aunque no se observa una tendencia clara, en términos globales, se puede deducir que el estado de la contaminación en la masa de agua de transición del Barbadún se mantiene por debajo del límite de contaminación. En la campaña de 2008, con respecto al 2007, el ICC aumenta en ambas estaciones.

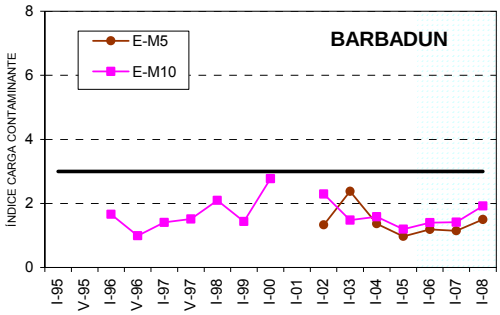


Figura 20 Evolución del índice de carga contaminante global de metales pesados, entre 1995 y 2008. La línea negra indica el límite de contaminación ligera a moderada.

De los datos de referencia utilizados para estimar la calidad de los sedimentos, además de los ICC ya comentados, se han tomado también los valores de referencia recogidos en estudios de Long *et al.* (1995). De la comparación de estos valores de referencia con las concentraciones de metales, obtenidas en la campaña de invierno de 2008, se obtiene que para Cu, Ni, Pb y Zn el nivel bajo de toxicidad se supera en ambas muestras, lo que significa que existe la posibilidad de que se produzcan efectos tóxicos en el medio. Además, en la estación E-M10 la concentración de Ni es superior al nivel medio de toxicidad correspondiente.

En cuanto a los compuestos orgánicos, siguiendo los criterios de ICC global utilizados para la evaluación de la contaminación, se deduce que la contaminación por estos compuestos en los sedimentos de la estación E-M5 es ligera; la estación E-M10 no presenta contaminación. Por otra parte, el ejercicio comparativo con los valores de Long *et al.* (1995), pone de manifiesto concentraciones de PCB, DDT y PAH por debajo de los niveles bajos de toxicidad, exceptuando las concentraciones de PCB en la estación E-M5, que son superiores al nivel medio de toxicidad.

2.6.3 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN BIOTA (MOLUSCOS)

El 10 de noviembre de 2008 se recolectaron mejillones a la altura de Pobeña (I-M10), en el estuario del Barbadún. Los datos correspondientes a bacteriología, metales pesados y compuestos orgánicos (campaña de otoño de 2008) se estudian en este apartado.

BACTERIOLOGÍA

La evolución de las concentraciones de bacterias en el estuario del Barbadún se representa en la Figura 21 (se han resaltado con fondo azul los tres últimos años de seguimiento).

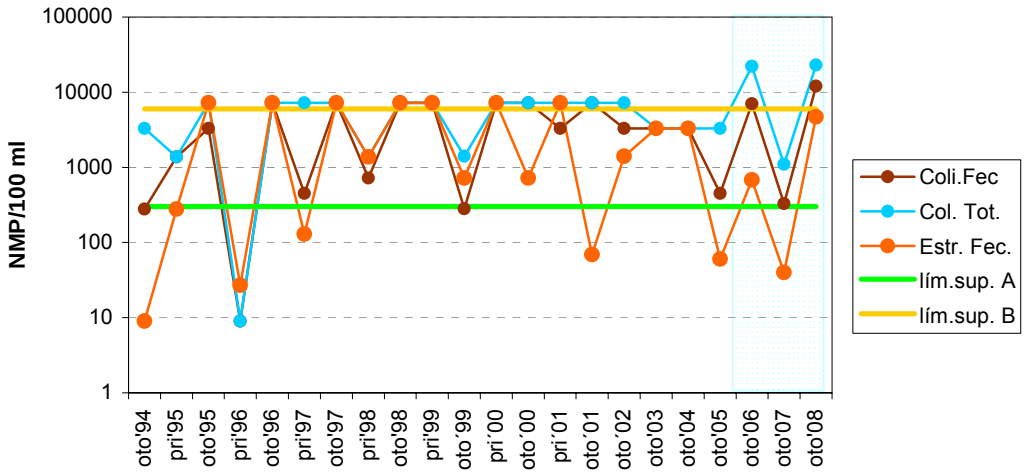


Figura 21 Evolución de la concentración de bacterias en la estación I-M10 a lo largo del periodo de estudio (otoño de 1994-otoño de 2008).

La concentración de **coliformes fecales** en 2008 (12000 NMP 100 ml^{-1}) presenta el valor más elevado de los medidos en esta estación desde primavera de 1994. Utilizando el criterio del derogado Real Decreto 571/1999 para la clasificación de las zonas de producción de moluscos, al superar el límite de 6000 NMP 100 ml^{-1}, se clasificaría como Zona tipo C, es decir, no se podría marisquear bivalvos para su consumo.

En cuanto a los **estreptococos fecales**, la concentración en otoño de 2008 (4700 NMP 100 ml^{-1}) es el valor más elevado registrado desde otoño de 2002.

METALES PESADOS

En la Figura 22 se muestra la evolución de la concentración de los distintos metales estudiados desde 1994 (se han destacado con fondo azul los tres últimos años de seguimiento).

La concentración de **cadmio** (0,15 mg kg^{-1}) es próxima al promedio de los valores de Cd medidos en esta estación desde 1994. En la Figura 22 se observa que la tendencia del cadmio es a aumentar hasta la primavera de 1999 y, aunque luego disminuye, a partir de la primavera de 2001 vuelve a aumentar. Estas concentraciones son inferiores al límite legal (1,0 mg kg^{-1}), sin embargo, la concentración de otoño de 2004 superó al valor de referencia del CIEM (0,4 mg kg^{-1}).

El **cobre** presenta en otoño de 2008 una concentración de 1,46 mg kg^{-1}, valor ligeramente inferior al promedio de los valores registrados desde otoño de 1994 (2 mg kg-1). Desde otoño de 1998 se observa una tendencia decreciente discontinua. En ningún caso se superan los 20 mg kg-1, límite legal para el cobre en los mejillones.

La concentración de **cromo** presenta un elevado rango de variación en esta estación sin mostrar un patrón de variación dominante. En ningún caso se superan los 1,8 mg kg^{-1} contemplados para el cromo en la legislación.

En cuanto al **mercurio**, la concentración observada en otoño de 2008 es de 0,09 mg kg^{-1}, la más elevada desde 1999. El máximo, 0,18 mg kg^{-1}, se observó en otoño de 1998. En ningún caso se han superado ni el límite legal, 0,5 mg kg^{-1}, ni el valor de referencia del CIEM, 0,2 mg kg^{-1}.

El **níquel** muestra una tendencia creciente en los últimos años, aunque con concentraciones inferiores al máximo medido en primavera de 1994. Aunque para el níquel no hay establecido un límite legal, existe un valor de referencia dado por el CIEM, 1,5 mg kg^{-1}. Este valor sólo se ve superado por la concentración observada en primavera de 1997 (1,68 mg kg^{-1}).

La concentración de **plomo** presenta una elevada variabilidad temporal en esta estación sin presentar una tendencia dominante. En otoño de 2008 se observa una concentración de 0,13 mg kg^{-1}, inferior a la media desde 1994 (0,5 mg kg^{-1}) y al límite legal (1 mg kg^{-1}).

En cuanto al **zinc**, la concentración observada en otoño de 2008 (60mg kg^{-1}) es similar al promedio del período 2000-2008 (54 mg kg^{-1}). Dado que la máxima concentración de zinc se observó en otoño de 1996 (115 mg kg^{-1}), a lo largo del seguimiento en ningún caso se han superado el límite legal y el valor de referencia dado por el CIEM, 1.000 y 600 mg kg^{-1}, respectivamente.

La concentración de **plata**, se comenzó a medir en los moluscos en la campaña de 2007, descendiendo ligeramente en 2008, tal como se ha observado en el resto de los estuarios localizados en Bizkaia.

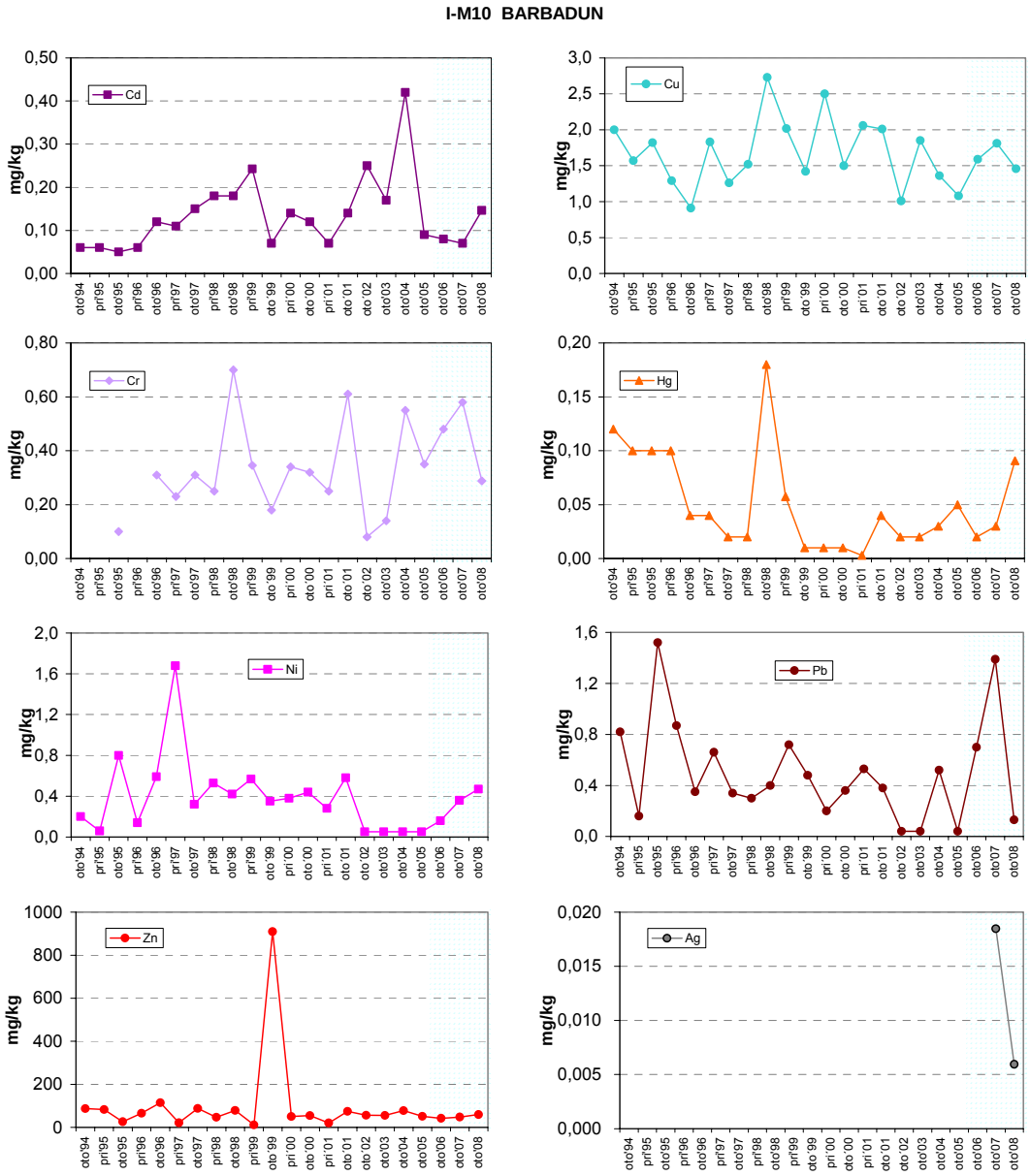


Figura 22 Evolución de la concentración de metales en moluscos (mg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-M10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2008).

COMPUESTOS ORGÁNICOS

La concentración de **plata**, se comenzó a medir en los moluscos en la campaña de 2007, descendiendo ligeramente en 2008, tal como se ha observado en el resto de los estuarios localizados en Bizkaia.

En este apartado se contemplan diversas sustancias de origen antrópico. En su mayoría, se caracterizan por ser utilizadas como biocidas o pesticidas, pero también son utilizados por la industria. Como no hay legislación española específica para la mayoría de estas sustancias, nos hemos basado en NAUEN (1983) para recopilar lo existente en otros países del entorno y obtener los valores límites.

En el caso de los policlorobifenilos (PCBs) se han sumado los 7 congéneres analizados, con objeto de poder compararlos con otros lugares. Sin embargo, hay que tener en cuenta que las comparaciones son difíciles de realizar, debido a que el número de congéneres analizados no es constante en los estudios realizados en otras zonas geográficas.

En la Figura 23 se observa que la concentración de PCBs en los moluscos ha descendido desde el año 2005, encontrándose en los últimos años en niveles próximos al límite de determinación. Los valores guías que se dan para la concentración de PCBs en moluscos (NAUEN, 1983) oscilan entre 1 a 5 ppm. Si se toma como valor límite 2 ppm (2000 µg kg^{-1}), se observa que las concentraciones de PCBs medidas a lo largo del periodo de estudio (máximo de 258 µg kg^{-1} en 1994) están muy alejadas de este valor.

I-M10 BARBADUN

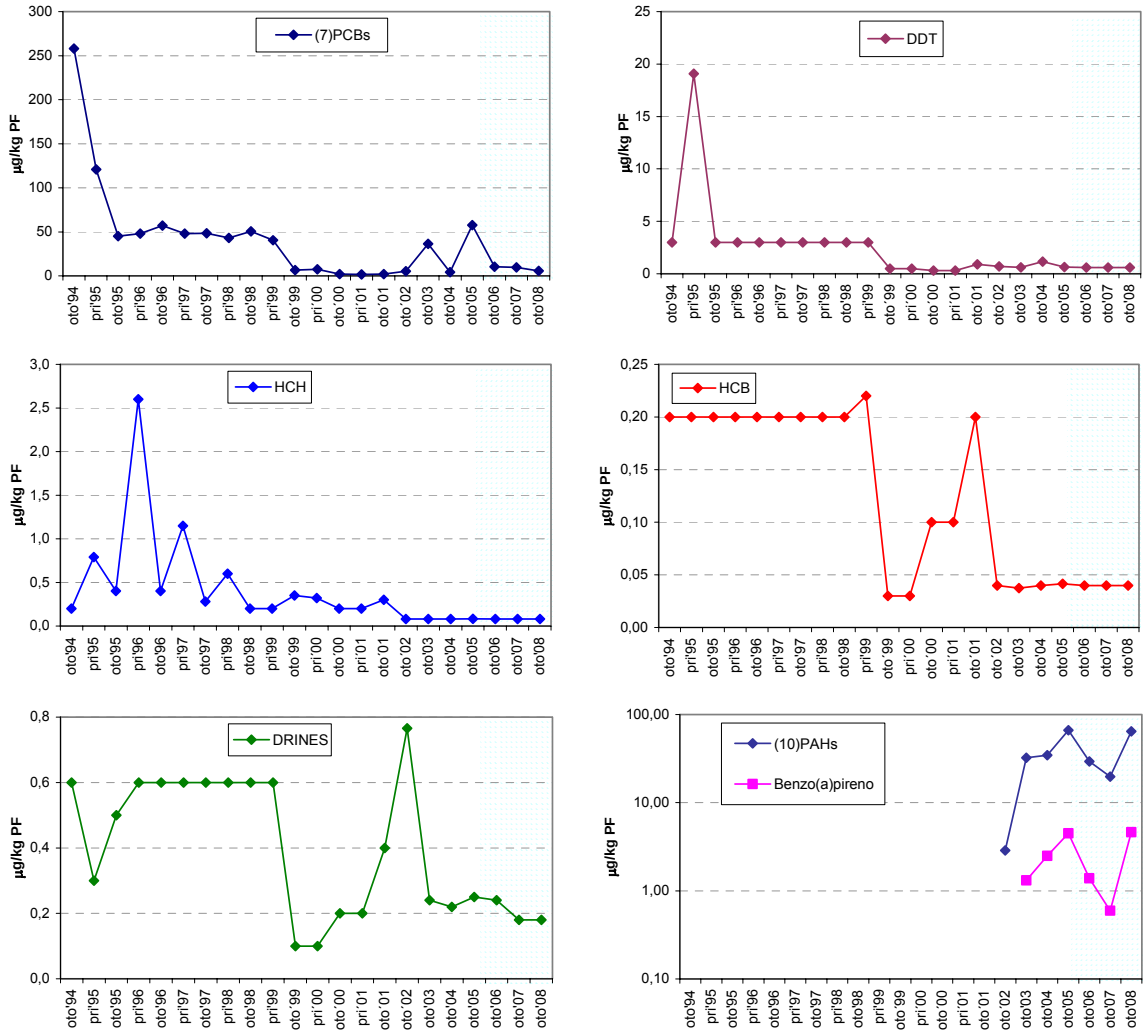


Figura 23 Evolución de la concentración de compuestos orgánicos (µg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-M10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2008).

La concentración de DDT corresponde a la suma de los tres compuestos de DDT analizadas (p-p'DDE, p-p'DDD, p-p'DDT). En los últimos años no se supera el límite de detección. A lo largo del periodo de estudio la concentración de DDT más elevada se dio en primavera de 1995, cuando se alcanzó el valor de 19 µg kg^{-1}. Así, las concentraciones determinadas en esta estación son muy inferiores del valor guía límite considerado (2 ppm = 2.000 µg kg^{-1}).

La concentración de HCH corresponde a la suma de α-HCH y γ-HCH (lindano). En los últimos años no se supera el límite de detección. La concentración más elevada de HCH en el estuario del Barbadún se midió en primavera de 1996: 2,6 µg kg^{-1}. Teniendo en cuenta que el valor guía límite -sólo para el lindano- es 200 µg kg^{-1}, las concentraciones medidas en esta estación se encuentran muy por debajo de dicho límite.

Las variaciones observadas en la concentración de HCB a lo largo del periodo de estudio se deben, en general, al cambio en el límite de detección. Así, sólo en la primavera de 1999 se superó el límite de detección correspondiente (0,20 µg kg^{-1}) y se alcanzó el valor de 0,22 µg kg-1, valor muy alejado del valor guía límite para este compuesto, 200 µg kg^{-1}.

En cuanto a las concentraciones de los drines (aldrín, dieldrín, e isodrín) en raras ocasiones se superan los límites de detección correspondientes.

Por último, el sumatorio de (10) PAHs muestre elevada variabilidad temporal, pero sin un patrón definido. La concentración de benzo(a)pireno es del orden de la mitad del máximo permitido para el consumo (10 µg kg^{-1} peso freso) según el Reglamento (CE) n° 208/2005.

NORMATIVAS Y DIRECTIVAS

En base a la concentración coliformes fecales en la muestra tomada en otoño de 2008, la calificación sería de Zona tipo C (prohibido el marisqueo para depuración), según el derogado Real Decreto 571/1999 .

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

Para la clasificación de la contaminación de los metales pesados se han tenido en cuenta los niveles de fondo para el País Vasco (Borja *et al*., 1996) y se ha utilizado la misma metodología que para el cálculo de los ICC para sedimentos (Borja *et al*., 2003). A partir de las concentraciones de metales obtenidas en otoño de 2008 en los moluscos recolectados en el estuario del Barbadún la clasificación general sería de no contaminado. Se puede considerar que existe contaminación ligera de cromo, níquel y mercurio.

La concentración de PCBs y otros compuestos orgánicos estudiados rara vez superan de forma destacada los límites de detección, por lo que se puede considerar que, en general, los moluscos del estuario del Barbadún no están contaminados por estos compuestos.

2.7. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

En este estuario en 2008 se han estado realizando obras de restauración de la zona de CLH, sin embargo, en este año la actuación no ha alterado de manera significativa su morfología ni el intercambio de agua entre el estuario y la zona marina, ni las corrientes o mareas, por lo que su situación puede calificarse de Muy Buena (cumple), para este elemento. En todo caso, conviene recordar (ver informe de presiones e impactos, Borja *et al.*, 2004e) que este estuario perdió mucha de su superficie original debido a los terrenos ganados al mar por Petronor y CLH, por lo que la recuperación de parte de estos terrenos a la marisma podría mejorar su funcionalidad. De hecho, a lo largo de 2007 se han ido eliminando estructuras de esta empresa, que en el futuro darán lugar a la recuperación de la zona.

RED DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LAS AGUAS DE TRANSICIÓN Y COSTERAS DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO

3. MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL NERBIOI INTERIOR

Pasaia, junio de 2009

ÍNDICE

TOMO 3.- MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL NERBIOI INTERIOR 67

3.1. RESUMEN ESTADO ECOLÓGICO. NERBIOI INTERIOR 69

3.2. ESTACIONES DE MUESTREO 71

3.3. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS 71
3.3.1 PARÁMETROS ESTRUCTURALES 71
3.3.2 CALIDAD BIOLÓGICA 74

3.4. FAUNA ICTIOLÓGICA 75
3.4.1 ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD 75
3.4.2 CALIDAD BIOLÓGICA 75

3.5. VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO 78
3.5.1 FITOPLANCTON 78
3.5.2 MACROALGAS 80

3.6. INDICADORES FISICOQUÍMICOS 81
3.6.1 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN AGUAS 81
3.6.2 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS 86

3.7. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS 91

3.1. RESUMEN ESTADO ECOLÓGICO. NERBIOI INTERIOR

En 2004 se realizó el estudio de presiones e impactos en esta masa de agua.

La presión directa ejercida por la población es destacable en el caso del estuario del Ibaizabal, ya que recibe la influencia directa de 833.395 habitantes que residen en los términos municipales por los que pasa, los cuales ocupan una superficie de 230 km^2. Esto supone el 73% de la población total vizcaína y el 39% de la población de la CAPV (que vive en un área que representa tan sólo el 10% del territorio). El 42% de la población adscrita a esta masa de agua (353.078 habitantes) se encuentra empadronada en Bilbao (41 km^2).

Respecto a la actividad industrial, la masa de agua del estuario del Ibaizabal es la que cuenta con mayor número de establecimientos (65.337; 38% de la CAPV y 75% de Bizkaia) y de empleos (288.198; 36% de la CAPV y 71% de Bizkaia). Más de la mitad de los establecimientos (33.579) y de los empleos (150.696) corresponden al municipio de Bilbao. Por sectores, se repite la tónica general: comercio, hostelería y transportes representan más del 45% de los establecimientos, mientras que industria y energía no llegan al 10%. Respecto a los establecimientos industriales, hay que destacar la industria química y siderúrgica, junto con los astilleros.

Respecto a actividad portuaria, debe destacarse que el puerto de Bilbao se encuentra situado en parte la masa de agua correspondiente Nerbioi interior, si bien los mayores impactos se dan en la parte exterior.

Respecto a la ocupación por suelo no urbanizado ni industrial, destaca la correspondiente al estuario del Ibaizabal con 23.171 Ha, de las que el 34% (7.851 Ha) corresponde a suelo improductivo y el 25% a suelo forestal con arbolado denso. La capital Bilbao, es precisamente la principal responsable de tal superficie de suelo improductivo, con 1.863 Ha.

Los aliviaderos de tormentas suponen la presión más importante en número (118 aliviaderos; 24% de las presiones identificadas para la masa de agua). A los aliviaderos les siguen, en número, las estructuras de regulación del cauce (diques y escolleras, principalmente) con 85 tramos identificados (17%) y, por supuesto, los asentamientos portuarios (84 presiones; 17%). En este sentido, hay que recordar que prácticamente todo el estuario del Ibaizabal funciona como un gran puerto, con todas las presiones que conlleva tal asentamiento: amarres, fondeaderos, señalizaciones, canalizaciones, obras, dragados y vertidos del material dragado, etc. También son importantes en número, aunque su abundancia relativa no es tan alta, algunas infraestructuras (59), vertidos de aguas residuales urbanas (34), astilleros, rampas y varaderos (33), zonas de almacenamiento (28), vertidos de origen industrial (19) y algunas tomas de agua (14).

Globalmente la presión en la masa de agua es alta. Esta masa de agua es la que más presiones recibe de todo tipo en el País Vasco, aunque fundamentalmente provienen de:

- Elevado desarrollo industrial (de carácter diverso, con plantas químicas, siderúrgicas, energéticas, de alimentación, etc.), que produce vertidos ocasionales y permanentes en el estuario (un total de 19 identificados, con un volumen del 56,2% de los 225,6 10^6 m^3 a^{-1} que se vierten a la masa de agua). Esto produce zonas con sedimentos altamente contaminados. Hay que hacer notar que estos volúmenes se han ido reduciendo progresivamente.
- De la gran presión urbana, que se traduce en canalización del cauce y vertidos importantes de la depuradora de Galindo (así como otros 33 más). El volumen de vertido urbano representa el 43,7% del total, si bien se ha ido reduciendo progresivamente en los últimos años. Además, a partir de 2000 se cuenta con una depuración biológica, que se ha traducido en mejoras importantes en elementos biológicos (como el bentos) y en concentración de contaminantes, nutrientes, etc.; y
- De la presencia de 5 puertos (en realidad todos ellos contenidos en el puerto de Bilbao, y la mayoría en la masa de agua del Nerbioi exterior), que conlleva canalización, sedimentos dragados, introducción de especies alóctonas, etc.

En la Tabla 51 se observa el resumen y diagnóstico de Estado Ecológico en la masa de agua del Nerbioi interior.

	ELEMENTOS BIOLOGICOS				ESTADO BIOLÓGICO	ELEMENTOS Físico-Químicos	QUÍMICA		ELEMENTOS Morfológicos	ESTADO ECOLÓGICO	Equivalencia	Tanto por Uno	Valor global	CALIFICACIÓN EST. ECOLÓGICO MASA DE AGUA
	Fitoplanc.	Algas	Bentos	Peces			>LD	>NC						
E-N10	A	D	D	A	D	MB	Sí	No	A	D	4	0.38	1.52	4
E-N15	A	M	B	B	D	B	Sí	Sí	A	D	4	0.31	1.24	
E-N17	A	M	B	B	D	A	Sí	Sí	A	D	4	0.31	1.24	

Tabla 51 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado Ecológico en la masa de agua del Nerbioi interior en 2008.

En la masa de agua del Nerbioi interior, en la parte más interna (estación E-N10 en Deusto) la clasificación de contaminación extrema se mantenía desde el inicio de la red. En 2002, sin embargo, aparecieron organismos bentónicos de sustrato blando en el sedimento y en el 2003 se confirmó la tendencia hacia la recuperación. El estado ecológico es deficiente, al igual que ocurre en las estaciones E-N15 y E-N17. Las comunidades bentónicas indican una contaminación moderada, habiendo mejorado en los últimos años, debido al saneamiento, especialmente tras la entrada en funcionamiento de la depuración biológica en 2001. Pero, por otro lado, tanto el estado de las comunidades de macroalgas como la presencia de contaminantes específicos, y las alteraciones morfológicas relevantes provoca que el estado ecológico sea deficiente en todo el tramo interior, aguas arriba del puente colgante. En algunos casos la calidad biológica no es tan mala como sería esperable, posiblemente debido a que el agua de mar que entra por fondo hace que los sedimentos en la zona no sean reductores (como correspondería por la situación que ocupa en la zona), sino oxidantes.

Toda esta parte interior del Nerbioi mantiene una calidad deficiente, a pesar de la evolución positiva, experimentada en los últimos años. Hay que hacer notar que esta masa de agua está calificada de Muy Modificada, por lo que habría que evaluar el Potencial Ecológico (Borja y Elliott, 2007), basado en condiciones de referencia diferentes. En este sentido, hay elementos biológicos que posiblemente no van a poder presentar nunca un buen estado, como las macroalgas, debido a la ausencia de sustratos adecuados, por lo que quizá hubiera que considerar su eliminación como elemento de control. Además, desde el punto de vista químico esta parte interna es la que presenta un estado peor, tanto en aguas como en sedimentos.

En definitiva, en el interior del estuario la calidad del bentos es deficiente y hacia el exterior va mejorando. El hecho de que el fitoplancton analizado en 2008 suponga un estado aceptable no quiere decir que este sistema esté bien desde el punto de vista de la eutrofización o la presencia de elevadas concentraciones de fitoplancton tóxico o nocivo. De hecho, tales situaciones se suelen registrar en este estuario, si bien no es fácil que dos muestreos anuales coincidan con una situación como la señalada.

Los contaminantes presentes en aguas y sedimentos tienen algunas de las concentraciones más elevadas del País Vasco. En aguas no cumplen las normas las estaciones E-N15 y E-N17, debido a cadmio, habiendo presencia de aHCH en la segunda. En el resto de estaciones ocasionalmente hay un parámetro que supera los objetivos de calidad, pero parece que en general la tendencia es positiva. Los datos obtenidos en el estuario están en consonancia con lo que sucede también en los tributarios principales, como el Ibaizabal. Sin embargo, en sedimentos no cumple la E-N17 (con Cu, Hg, Pb y Zn) y la E-N15 (Cd).

Resulta interesante el hecho de que no haya una clara concordancia entre la calidad físico-química (incluida la calidad química de aguas y sedimentos) y la calidad biológica. Ésta tiende a ser mejor de lo que los valores de contaminación sugieren. Como se ha dicho antes, posiblemente se deba a la entrada de agua por fondo. En todo caso, el saneamiento y la entrada en funcionamiento de la depuración biológica han representado una importante mejoría en la calidad biológica.

En general, en esta masa de agua, se observa que toda ella está en un Estado Ecológico Deficiente (Figura 24).

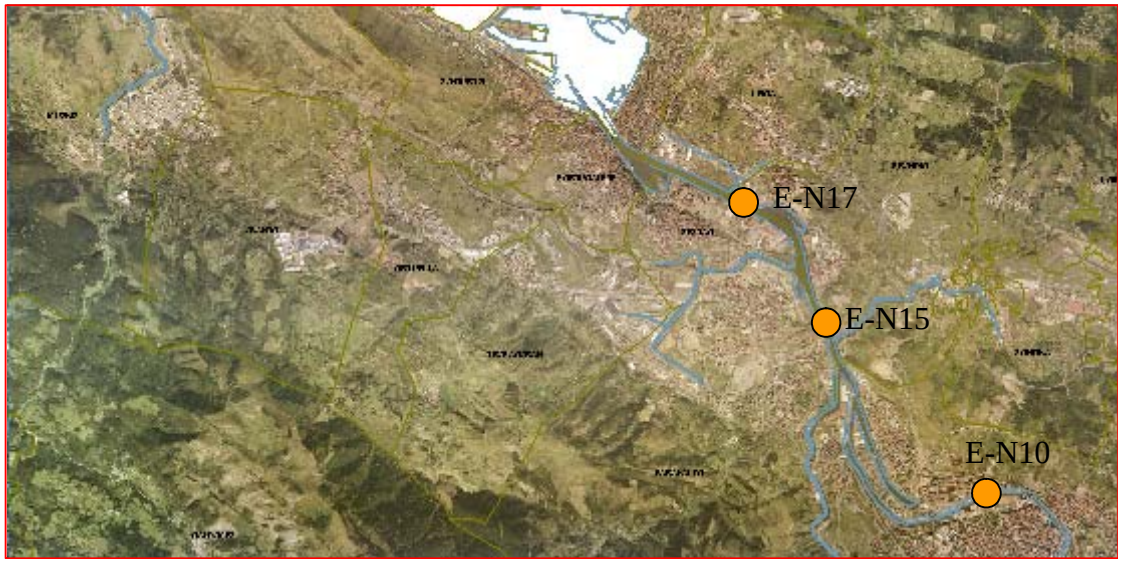


Figura 24 Calificación del Estado Ecológico y ubicación de estaciones en la masa de agua del Nerbioi interior: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Aceptable; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

3.2. ESTACIONES DE MUESTREO

En la masa de agua del Nerbioi interior se analiza anualmente un total de 3 estaciones estuáricas. Por otro lado, en 2003, se analizaron dos estaciones para vida piscícola y 8 para macroalgas estuáricas, que se han vuelto a muestrear en 2006. Sus posiciones y denominación pueden verse en la Tabla 52.

Cod_Estación	Estación	Cod_Tipo	UTMX	UTMY
E-N10	Bilbao (puente de Deusto) (Ibaizabal)	Estuarios	505054,41	4790970,69
E-N15	Barakaldo (puente de Rontegi)(Ibaizabal)	Estuarios	502217,26	4793791,78
E-N17	Leioa (Lamiako)(Ibaizabal)	Estuarios	500291,27	4796070,05
ANI	Ibaizabal (Arrastre zona interior estuario)	Estuarios (Vida piscícola)	502487,57	4793101,04
ANM	Ibaizabal (Arrastre zona media estuario)	Estuarios (Vida piscícola)	500884,04	4795772,27
M-EN2	Ibaizabal Zona 02. Estuario Macroalgas	Estuarios (Macroalgas)	499351,71	4796417,91
M-EN3	Ibaizabal Zona 03. Estuario Macroalgas	Estuarios (Macroalgas)	500393,79	4796150,15
M-EN4	Ibaizabal Zona 04. Estuario Macroalgas	Estuarios (Macroalgas)	501602,31	4795520,56
M-EN5	Ibaizabal Zona 05. Estuario Macroalgas	Estuarios (Macroalgas)	501262,18	4794854,79
M-EN6	Ibaizabal Zona 06. Estuario Macroalgas	Estuarios (Macroalgas)	501833,88	4794391,65
M-EN7	Ibaizabal Zona 07. Estuario Macroalgas	Estuarios (Macroalgas)	502658,86	4793653,51
M-EN8	Ibaizabal Zona 08. Estuario Macroalgas	Estuarios (Macroalgas)	502420,05	4792517,36
M-EN9	Ibaizabal Zona 09. Estuario Macroalgas	Estuarios (Macroalgas)	503614,09	4790483,86

Tabla 52 Estaciones de muestreo en la masa de agua de transición del Nerbioi Interior.

3.3. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

3.3.1 PARÁMETROS ESTRUCTURALES

Los parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Nerbioi Interior, en invierno de 2008 pueden verse en la Tabla 53.

La estación E-N10, la más interna de las muestreadas en la masa de agua del Nerbioi interior, presenta valores en materia orgánica relativamente elevados (9,7%).

Tal y como viene sucediendo desde la campaña de 2002, se han vuelto a identificar ejemplares de macroinvertebrados bentónicos. La estación pasó de ser azoica (situación anterior a 2002), a ir colonizándose progresivamente por especies oportunistas y/o características de la 'Comunidad de *Scrobicularia-Cerastoderma*'. No obstante, en 2005-2007 la densidad descendió drásticamente respecto a 2004 (de 5.808 ind·m^{-2} a 18-81 ind·m^{-2}). Asimismo, también la riqueza específica disminuyó en 2006 y 2007, llegando a presentar el mínimo del seguimiento desde 2002 (3 *taxa*). En la presente campaña de 2008, en cambio, se observa una nueva recuperación, alcanzándose una densidad de

2.463 ind·m^{-2} y una riqueza de 7 *taxa* (Figura 25). Del mismo modo, la biomasa aumenta a 1,0 g·m^{-2} (similar a la de la campaña de 2004, máximo de la serie).

A pesar de dicha recuperación, debido a la dominancia en densidad de *Capitella capitata*, especie indicadora de contaminación por materia orgánica, la diversidad estimada a partir de los datos de densidad (0,44 bit·ind^{-1}) y la equitabilidad (0,16) son bajas.

Las especies dominantes han sido los poliquetos *C. capitata* (2.048 ind·m^{-2}; 94% de dominancia), *Polydora cornuta* (68 ind·m^{-2}) y *Streblospio shrubsolii* (40 ind·m^{-2}), siendo las dos primeras especies características de medios contaminados por materia orgánica.

Por otro lado, el valor estimado para AMBI (Tabla 53) es de 5,9 en 2008 (Alteración Fuerte), con dominancia del grupo ecológico V (94%). El cambio en la calificación de la alteración medida en la estación es claro. Así, se pasa de sedimentos azóicos a presentar una comunidad moderadamente alterada a partir de 2002 (Figura 26), aunque con algunas regresiones puntuales (en 2006 y en la presente campaña de 2008 se pasa a alteración fuerte). Sin embargo, una vez comenzada la recolonización la situación parece haberse estabilizado en términos de AMBI. Como ya se viene indicando en informes previos (ver Borja *et al.*, 2008), un nuevo cambio en el reparto de los grupos ecológicos, que permitiera una nueva disminución de los valores de AMBI sería una señal inequívoca del éxito de los planes de saneamiento que se están incorporando en la ría del Nerbioi. Esto ya se ha detectado en el seguimiento que se realiza para el Consorcio de Aguas (Borja *et al.,* 2009d).

PARÁMETRO	UNIDAD	ESTACIÓN		
		E-N10	E-N15	E-N17
Densidad	ind·m^{-2}	2.463	10.997	7.218
Biomasa	g·m^{-2}	1,104	24,905	24,260
Riqueza	nº taxa	7	36	41
Diversidad número	bit·ind^{-1}	0,44	1,80	2,59
Diversidad biomasa	bit·g^{-1}	0,59	2,52	2,87
Equitabilidad número		0,16	0,35	0,48
Equitabilidad biomasa		0,21	0,49	0,54
Diversidad máxima	bits	2,81	5,17	5,36
AMBI		5,857	4,162	4,884
Clasificación AMBI		Alteración Fuerte	Alteración Moderada	Alteración Moderada

Tabla 53 Parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Nerbioi Interior.

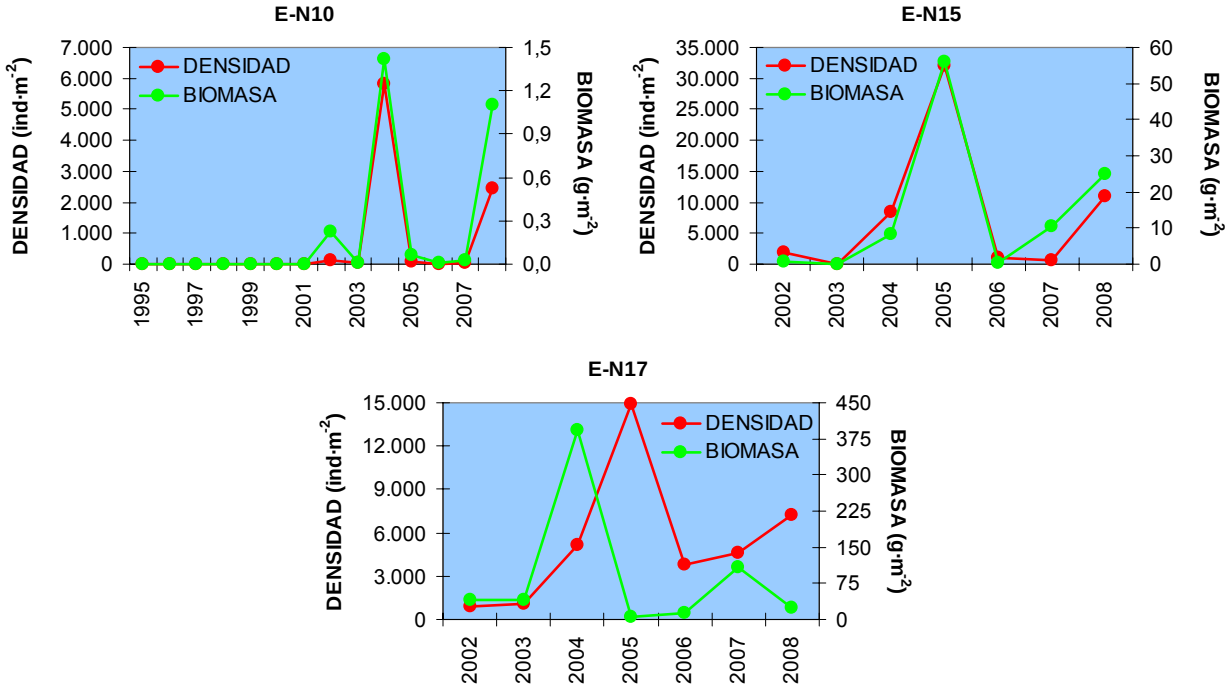


Figura 25 Evolución de la densidad y biomasa en las estaciones E-N10, E-N15 y E-N17 (Nerbioi Interior).

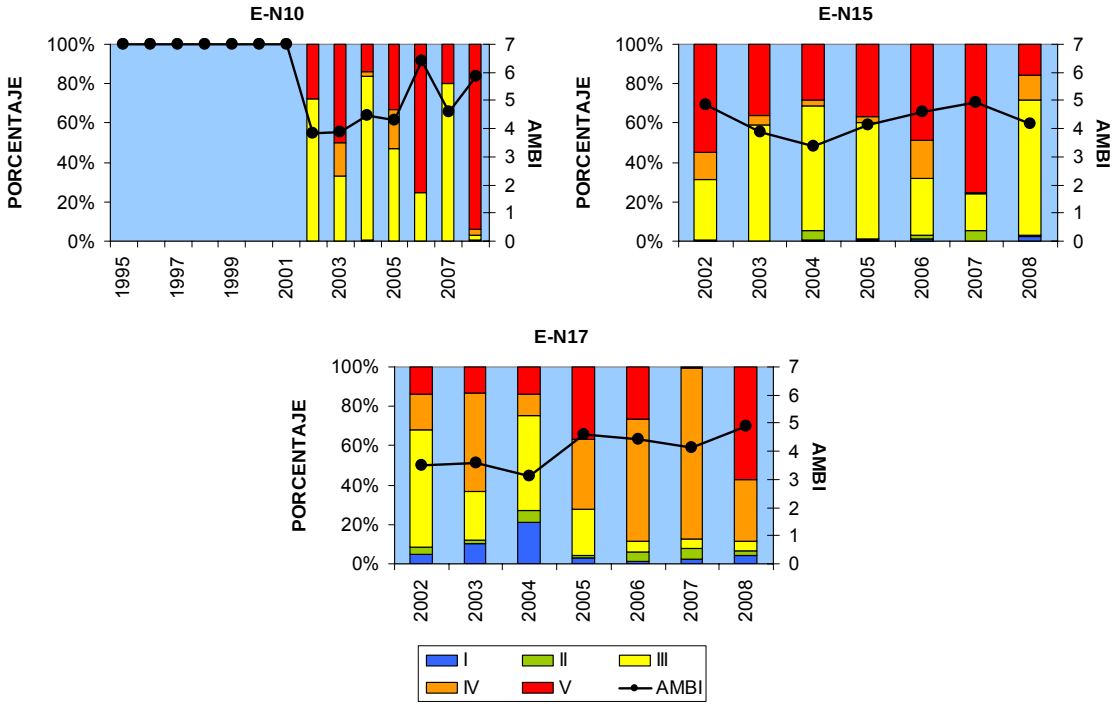


Figura 26 Evolución del porcentaje de cada grupo ecológico y de AMBI en las estaciones E-N10, E-N15 y E-N17 del Nerbioi Interior.

La siguiente estación (E-N15), relativamente próxima a la anterior, presenta sedimentos con 53% de limos-arcillas y 47% de arenas. El porcentaje de materia orgánica es menor que en la estación anterior (3,8%).

E-N15 presenta una comunidad más estructurada que la estación anterior. Tanto la densidad (10.997 ind·m^{-2}) como la riqueza específica (36 *taxa*) son muy superiores a los de la estación E-N10. Por el contrario, la diversidad estimada a partir de los datos de densidad (1,80 bit·ind^{-1}) es baja debido a la dominancia del grupo de los nematodos (65% de los efectivos de la estación).

También destacan los anélidos poliquetos *C. capitata* (1.718 ind·m^{-2}) y *P. cornuta* (981 ind·m^{-2}). Ambas especies, indicadoras de contaminación, también son dominantes en E-N10. Otras especies que presentan densidades considerables son: *S. shrubsolii* (303 ind·m^{-2}), *Chaetozone gibber* (253 ind·m^{-2}) y juveniles de *Tapes* sp. (253 ind·m^{-2}).

La dominancia de los nematodos (adscritos al grupo ecológico III) ha hecho que la estación quede clasificada como moderadamente alterada (AMBI=4,2). El grupo ecológico V supone el 16% de la densidad total de la estación, mientras que el grupo ecológico IV representa el 13%. En este caso, la tendencia de la estación a largo plazo no es clara, ya que tras una progresiva disminución de los valores de AMBI entre 2002 y 2004, se detecta un nuevo incremento hasta alcanzar en 2007 valores de AMBI similares a los del inicio del seguimiento y, en 2008, AMBI vuelve a presentar valores similares a los de 2003 (Figura 26). Sin embargo, se mantiene la calificación de alteración moderada a lo largo de todo el seguimiento.

Están representados todos los grupos tróficos, dominando el de los omnívoros (70%) debido principalmente, a la dominancia de los nematodos.

La estación E-N17 está localizada más cercana a la desembocadura que la anterior. Dicha estación ha presentado a lo largo de todo el periodo de estudio 2002-2008 una riqueza específica alta. Se han identificado algunas de las especies encontradas en las dos estaciones anteriores (E-N10 y E-N15), además de otras especies que no aparecían en las mismas, mostrándose una complejización paulatina de la estructura de la biocenosis a medida que se avanza hacia la desembocadura. Así, la riqueza específica registrada es de 41 *taxa* (máximo en 2002 con 45 *taxa*) y la diversidad estimada a partir de los datos de densidad es moderada (2,59 bit·ind^{-1}). La densidad de la comunidad es de 7.218 ind·m^{-2} (Tabla 53). La biomasa, a pesar de no ser la máxima de la serie histórica, alcanza 24,3 g·m^{-2} debido a la contribución de las especies del género *Nassarius*.

En E-N17 también aparecen como dominantes las especies indicadoras de polución por materia orgánica *C. capitata* (3.878 ind·m^{-2}) y *P. cornuta* (845 ind·m^{-2}). *C. capitata* también ha sido casi siempre una de las especies dominantes de esta estación de muestreo, mientras que *P. cornuta* dominó en esta estación en 2003 y 2005-2007.

Ante tal diversidad de especies cabe esperarse, como de hecho ocurre, que todos los grupos tróficos estén representados, lo que es un indicio de un buen aprovechamiento de los recursos que presenta la estación, aunque dominan los detritívoros subsuperficiales (58%), seguidos por los detritívoros superficiales (33%).

A partir de 2004, se viene detectando en esta estación un progresivo incremento de la densidad relativa de especies adscritas al grupo ecológico IV (oportunistas de segundo orden), que pasan de representar el 11% de la comunidad al 87% en 2007 (Figura 26). Este incremento se había producido principalmente a costa del grupo ecológico III, pero también a costa de especies oportunistas de primer orden (grupo ecológico V), lo cual había permitido que, tras un primer incremento de AMBI (de 3,1 a 4,6 entre 2004 y 2005), se observara un ligera tendencia decreciente (AMBI=4,1 en 2007). En el informe correspondiente a la pasada campaña de 2007, se comentó que habría que comprobar si esta tendencia se mantenía y se alcanzaban valores similares a los de 2004. Sin embargo, en la presente campaña de 2008, se ha detectado un nuevo incremente de las especies oportunistas de primer orden a costa de aquélla adscritas al grupo ecológico IV, lo cual a provocado un nuevo incremento de AMBI a 4,9. Así pues, sería importante mantener la vigilancia en la estación para tratar de determinar si existe alguna nueva presión que justifique dicho cambio o si, por el contrario, en un futuro próximo se produce una inversión en la tendencia negativa.

3.3.2 CALIDAD BIOLÓGICA

En lo referente a la evaluación del estado ecológico del compartimento de los macroinvertebrados bentónicos, la calificación obtenida por la estación **E-N10** a partir de M-AMBI es de **'Estado Deficiente'** (Figura 27). En general, desde el inicio del seguimiento se observa una evolución positiva del EQR, habiendo pasado la estación de encontrarse en Mal Estado en 1995-2001 a variar entre Estado Deficiente y Estado Aceptable en 2002-2008 (Mal Estado, por juicio de experto, en 2003). La tendencia detectada apoya las decisiones tomadas en las campañas 2003-2005 de modificar el estado ecológico por juicio de experto de Buen Estado o Muy Buen Estado a entre Mal Estado y Estado Aceptable.

En el caso de la estación **E-N15**, la calificación obtenida para 2008a partir de M-AMBI es de **'Buen Estado'** (Figura 27). No se observa una tendencia temporal clara, ya que la estación mantenía la misma calificación desde el inicio del seguimiento en 2002 hasta 2007, salvo por un incremento del EQR en 2004 y 2005, que permitió clasificar la estación en Buen Estado. Sería interesante vigilar si la mejora detectada la presente campaña presenta continuidad en años sucesivos.

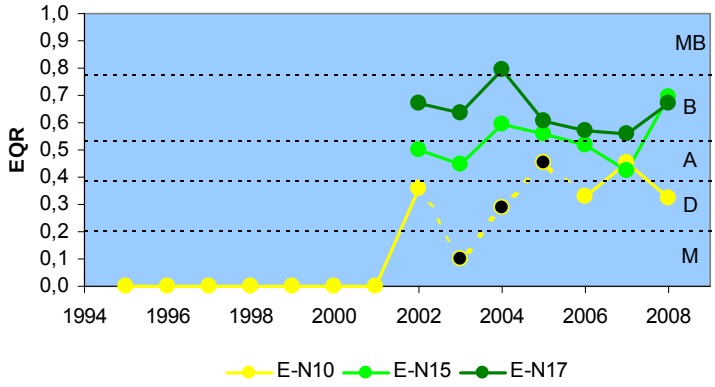


Figura 27 Evolución de EQR para las estaciones estuáricas de la masa de agua de transición del Nerbioi Interior. En negro, los casos en los que se aplica juicio de experto.

Por último, la estación **E-N17** queda clasificada en **'Buen Estado'** (Figura 27). En este caso, aunque la estación mantiene la calificación desde que se iniciara su seguimiento en 2002 (salvo en 2004, que se encontraba en Muy Buen Estado), sí se observa una ligera tendencia negativa en los valores de EQR, que han pasado de 0,64 en 2002 a 0,54 en 2007, cerca del límite al Estado Aceptable (0,53), aunque en 2008 se ha detectado un nuevo incremento a 0,67. Por tanto, se considera necesario analizar a fondo la zona en la que se localiza dicha estación con el fin de detectar posibles cambios en las presiones que puedan justificar la tendencia negativa detectada o si, como el nuevo incremento de 2008 podría indicar, simplemente se trata de un reflejo de la variabilidad del sistema.

3.4. FAUNA ICTIOLÓGICA

3.4.1 ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD

En la campaña de 2007, el informe de la Red introduce una novedad: el análisis y el estudio se hace por tipo de masa de agua y no por cuenca hidrográfica, como se venía haciendo los años anteriores. Así, el estuario del Nerbioi no se analiza como un todo, pues presenta dos masas de agua de transición diferenciadas: por un lado, la masa de agua de transición del Nerbioi exterior donde se localiza la estación exterior (ANE) y, por otro lado, la masa de agua de transición del Nerbioi interior donde se localizan la estación media (ANM) y la estación interna (ANI).

Las muestras de fauna demersal fueron recogidas durante la campaña de campo de 2006, no en 2008. Por tanto, en este informe se re-analizan los datos obtenidos con anterioridad, teniendo en cuenta la metodología actualizada. En dicho año 2006 se encontraron un total de doce taxones (seis peces y seis crustáceos) en las distintas estaciones del estuario. En este estuario existen datos del año 2003 (Borja et al., 2004) pertenecientes al estudio "Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la comunidad autónoma del País Vasco". El total de especies identificadas en dicho muestreo fue de quince, ocho peces y siete crustáceos.

A su vez, en el seguimiento que el Consorcio de Aguas Bilbao-Bizkaia viene realizando en este estuario anualmente desde el año 1989, se han encontrado entre dos y diez especies, en función de las estaciones y años. En los últimos años, parece que el número de individuos tiende a aumentar, por lo que las doce especies identificadas en 2006 vendrían a confirmar esta tendencia.

Las especies identificadas en la estación media (ANM) e interior (ANI) del Nerbioi en el año 2006 fueron Platichthys flesus, Gobius niger, Pomatoschistus minutus, Solea solea y Syngnathus acus. En el año 2003, las especies identificadas fueron Anguilla anguilla, Diplodus sargus, Gobius niger, Pomatoschistus minutus y Solea solea. Tomando en cuenta el estuario como un todo, se aprecia que la única especie que presenta una distribución espacial por todo el estuario es Pomatoschistus minutus (al igual que en 2003).

El valor de los parámetros estructurales obtenidos en 2006 en la estación media (ANM) son menores que los de 2003. En el caso de la estación interna (ANI) el número de individuos y la densidad aumentan y por el contrario, la riqueza de peces y la diversidad disminuyen. Analizando el estuario como un todo, se aprecia que la estación exterior (ANE) es la estación donde encontramos los valores más altos diversidad, que en el tramo medio (ANM) disminuye el valor de todos los parámetros y que en el tramo interior (ANI) encontramos los valores más altos en densidad y número de individuos.

3.4.2 CALIDAD BIOLÓGICA

En este apartado se hace referencia a la tendencia temporal y espacial de la calidad biológica. Aunque en 2003 fue el primer año en que se muestreaba este estuario dentro de la Red de Calidad, en años anteriores se han realizado estudios similares para otras administraciones, como el Consorcio de Aguas (Franco et al., 2003), lo que permite establecer una comparación.

La metodología aplicada para establecer la calidad biológica en peces en estuarios ha sido explicada en el Tomo 1. En la Tabla 54 se expresan los valores obtenidos para cada indicador considerado en el cálculo del estado para cada tramo de estuario objeto de estudio.

Al igual que en el resto de estuarios, los indicadores que hacen referencia a la ausencia de especies introducidas, especies indicadoras de la contaminación y salud piscícola son los que favorecen la calidad biológica, alcanzando los valores máximos. La riqueza es mayor en el tramo interior (valor medio), y la presencia de peces planos el tramo medio (valor medio). El % de especies residentes es mínimo en los dos tramos del estuario. La composición trófica de peces demersales (relación entre omnívoros y piscívoros) alcanza valores bajos en todos los tramos del estuario (valor porcentual 1:1).

El estado de la calidad biológica piscícola alcanzado este año 2006 presenta un valor similar al obtenido en 2003 en el tramo medio, y un valor más bajo en el tramo interior (ver Figura 28). La estación interior y la media alcanzan el estado 'Aceptable': en el caso del tramo interior disminuyendo su valor en cuatro puntos respecto al año 2003 (pérdida de especies omnívoras), y en el caso del tramo medio disminuye su valor en dos puntos

respecto al 2003 (el valor de la riqueza disminuye een dos puntos).

ESTACIÓN	ANM		ANI	
VARIABLES	2003	2006	2003	2006
Riqueza	3	1	3	3
Sp introducidas	5	5	5	5
Sp indic. contaminación	5	5	5	5
Salud piscícola	5	5	5	5
Peces planos	3	3	1	1
Omnívoros	1	1	5	1
Piscívoros	1	1	1	1
Sp residentes (nº)	3	3	3	3
Sp residentes (%)	1	1	1	1
PUNTUACIÓN	27	25	29	25
AFI	0,50	0,444	0,556	0,444
CALIDAD BIOLÓGICA	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable

Tabla 54 Valores de los indicadores seleccionados para estimar la calidad biológica de peces demersales en cada una de las estaciones. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: ≥ 0.82; Bueno: 0.56 -0.82; Aceptable: 0.34 - 0.56; Deficiente: 0.17- 0.34; Malo: ≤ 0.7. Interna (ANI) y media (ANM). AFI: AZTI's Fish Index.

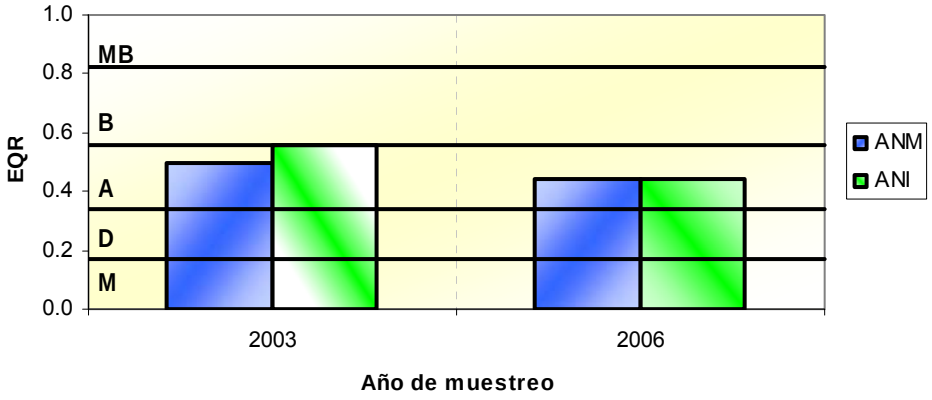


Figura 28 Valores de la calidad biológica obtenidos para cada estación entre los años 2003 y 2006. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: ≥ 0.82; Bueno: 0.56 -0.82; Aceptable: 0.56 - 0.34; Deficiente: 0.34- 0.17; Malo (M): ≤0.17. Interior (ANI) y medio (ANM).

Analizando el estuario como un todo (incluyendo la estación exterior (ANE) situada en la masa de agua de transición Nerbioi interior), se aprecia que los parámetros de la ANE obtienen valores más bajos que en ANM y ANI, pero obtienen la misma calificación: aceptable. En 2003 se apreciaba que la calidad aumentaba hacia el interior del estuario, sin embargo, en 2006 este gradiente ya no se da, pues la estación media e interior obtienen la misma calificación.

La Figura 30 muestra la evolución temporal de la calidad biológica en los estudios realizados para el Consorcio de Aguas de Bilbao-Bizkaia entre los años 1989 y 2007 (Franco *et al.,* 2007) y 2008 (datos aún sin publicar). En total, entre 1989 y 2008 se han realizado 20 muestreos que corresponden a estudios elaborados para el Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia, y dos (en 2003 y 2006) que corresponden con estudios de la red de seguimiento de aguas de transición. En el estudio realizado para el Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia se realizan pescas de arrastre en cinco estaciones: estaciones E (Abra exterior) y B (Abra interior) situadas la masa de transición del Nerbioi exterior y, estaciones A (Lamiako), F (Rontegi) y G (Olabeaga) situadas en la masa de transición del Nerbioi interior.

Como se aprecia en la Figura 30, durante los primeros años la calidad biológica en la estación A (Lamiako) oscilaba entre aceptable y bueno (la tendencia muestra una mejoría gradual). Durante esa época, en ocasiones la estación situada en la zona de Rontegi (estación F) alcanzaba valores mínimos de calidad, fruto de las situaciones de anoxia o hipoxia que se producían en esas aguas. En los muestreos realizados en la estación sita en Olabeaga (estación G) hasta el año 2001 nunca se registró ninguna especie demersal (años en los que la situaciones de anoxia e hipoxia eran las habituales). Los últimos años en cambio, la estación G muestra una mejoría gradual, manteniendo su calidad en aceptable.

En conclusión, se puede afirmar que el medio acuático ha mejorado, principalmente debido al incremento de la concentración de oxígeno disuelto (aumenta en todas las estaciones, incluso en las zonas media e interior donde durante muchos años presentaban situaciones de hipoxia y anoxia) y el descenso de las

concentraciones de amoniaco. Los últimos años, con la puesta en marcha del tratamiento biológico en la EDAR de Galindo (año 2001), la calidad del agua ha mejorado sustancialmente.

Para establecer la calidad biológica en peces de toda la masa de agua de transición se aplica la metodología que ha sido explicada en el Tomo 1. La Figura 31 muestra la evolución de la calidad biológica en la masa de transición del Nerbioi interior entre los años 2003 y 2006. Esta masa evoluciona desfavorablemente, alcanzando en 2006 un valor más bajo que en 2003, año en que el valor alcanzado rozaba el límite con la calificación de bueno.

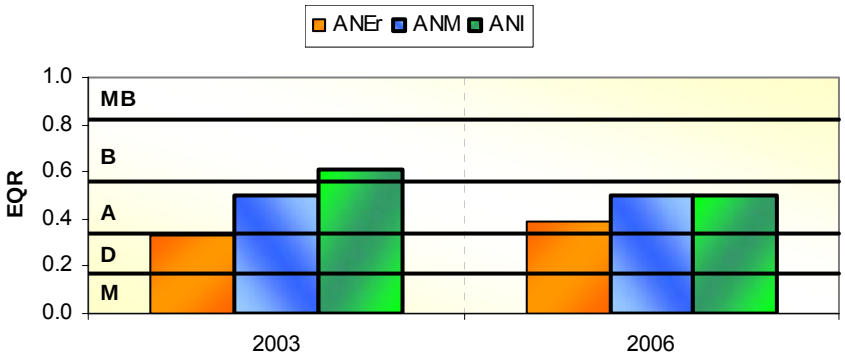


Figura 29 Valores de la calidad biológica obtenidos para cada estación entre los años 2003 y 2006. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: ≥ 0.82; Bueno: 0.56 -0.79; Aceptable: 0.56 - 0.34; Deficiente: 0.34- 0.17; Malo (M): ≤ 0.17. Tramo exterior (ANEr).

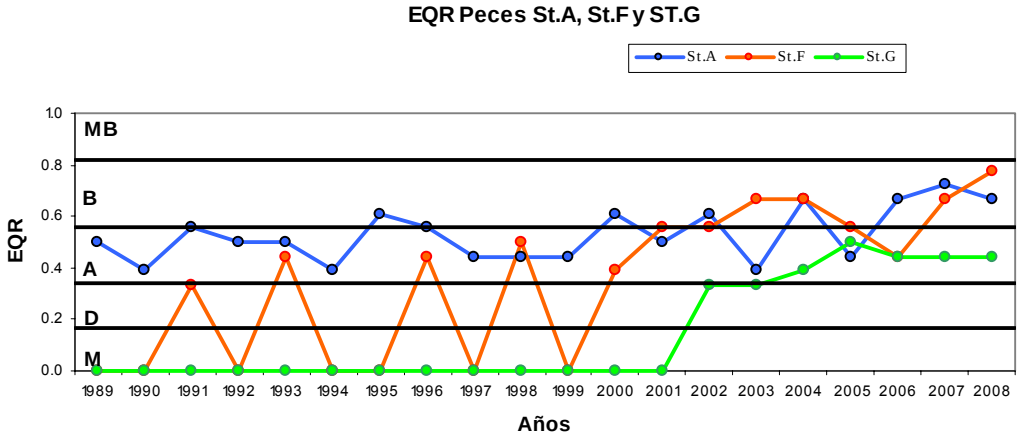


Figura 30 Valores de la calidad biológica obtenidos para cada estación entre los años 1989 y 2008 en las estaciones A (Lamiako, línea azul), F (Rontegi, línea naranja) y G (Olabeaga, línea verde). Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: ≥ 0.82; Bueno: 0.56 -0.82; Aceptable: 0.56 - 0.34; Deficiente: 0.34- 0.17.

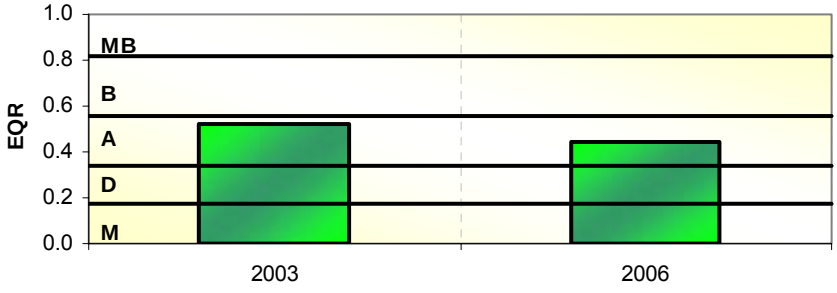


Figura 31 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenidos en el Nerbioi interior en 2003 y 2006. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): 0.82; Bueno (B): 0.56 -0.82; Aceptable (A): 0.34 - 0.56; Deficiente (D): 0.17- 0.37; Malo (M): ≤ 0.17.

3.5. VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO

3.5.1 FITOPLANCTON

CLOROFILA

En el estuario del Nerbioi se midió la concentración de clorofila en cinco estaciones, en superficie y fondo. Los muestreos se realizaron en pleamar y en bajamar, con lo cual se obtuvo un total de 80 datos para el periodo de 2008. Las estaciones de muestreo corresponden a dos masas de agua de transición diferenciadas: la zona interior y la zona exterior del estuario. Este capítulo hará especial mención a la zona **interior** del estuario, el canal, en la cual se localizan las estaciones E-N10, E-N15 y E-N17 (situadas en este orden desde la cabecera).

En la Figura 32 s e muestran los datos de clorofila y salinidad obtenidos en la zona interior del estuario. La salinidad abarcó un amplio rango de condiciones, estando comprendida entre 0,2 y 35,2 USP. Por el contrario, la variabilidad espacio-temporal de la clorofila fue muy pequeña. Las concentraciones de clorofila se situaron entre las más bajas de las medidas en los estuarios de la costa vasca en el año 2008 (<4 µg l^{-1}). Los valores máximos se encontraron en las épocas de primavera y verano, en masas de agua de carácter polihalino (18-30 USP), en superficie. En invierno la concentración de clorofila mostró los valores mínimos (≤1 µg l^{-1}), de forma similar al resto de los estuarios del País Vasco.

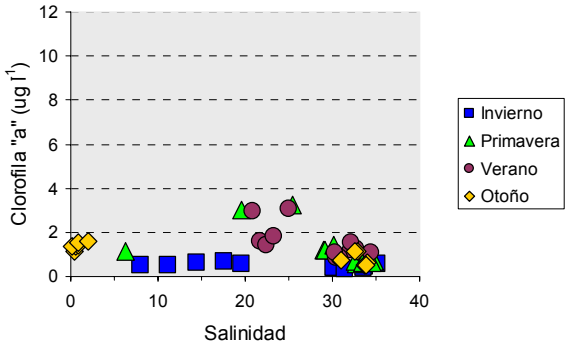


Figura 32 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino del estuario del Nerbioi en las cuatro épocas de estudio durante 2008. Se representan únicamente los datos correspondientes al estuario interior. Los datos son de superficie y fondo, en pleamar y bajamar.

Hay que señalar que los datos de la Figura 32 atañen tanto a las aguas de superficie, como a las de fondo. En el conjunto de los datos de 2008, las aguas de superficie y fondo manifestaron grandes diferencias de salinidad (en ocasiones, hasta 30 unidades durante la pleamar) en la zona interior del estuario del Nerbioi. Tales diferencias reflejan un alto grado de estratificación salina en la columna de agua. La concentración de clorofila fue superior en las muestras de superficie en comparación con las de fondo, aunque la diferencia no superó los 3 µg l^{-1}, en ningún caso.

COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DEL FITOPLANCTON

En la Tabla 55 se muestran las variables que describen la comunidad fitoplanctónica en la zona interior del estuario del Nerbioi. Las estaciones más interiores (E-N10 y E-N15) se muestrearon únicamente en primavera y verano. La estación E-N17 se muestreó para dichas variables en las cuatro épocas del año. A la hora de diseñar esta estrategia se tuvo en cuenta el carácter generalmente euhalino de la estación E-N17, lo cual podría conferirle características más similares a las aguas del litoral, donde las poblaciones de fitoplancton pueden mantenerse durante más tiempo en las épocas lluviosas y de menor insolación (invierno y otoño), al estar menos influidas por la turbiedad y los arrastres fluviales.

En invierno (estación E-N17), primavera (estaciones E-N10, E-N15 y E-N17), así como en otoño (estación E-N17) la abundancia fitoplanctónica osciló un rango de unas 100.000–500.000 células l^{-1}. Durante estas épocas, la riqueza no superó las 12 especies y la diversidad máxima fue de 2,8 bit/cel. En verano, las tres estaciones muestreadas mostraron los valores máximos de abundancia (del orden de 10^6 células l^{-1}), riqueza (13-26 especies) y diversidad (3,0-3,4 bit/cel).

En cuanto a la composición, en invierno la comunidad estuvo dominada por pequeños flagelados, criptofitas y clorofíceas. En primavera, aunque se observó una mayor abundancia de diatomeas, estas fueron pennales y, por tanto, posiblemente de origen bentónico que habrían llegado a la columna de agua por efecto de la resuspensión del sedimento. La comunidad en primavera fue pobre en número de especies y presentó una composición muy similar a la del invierno, caracterizándose también por una baja abundancia celular.

En verano, las diatomeas supusieron entre el 30 y el 40% de la abundancia total en el Nerbioi interior. Los taxones más representativos fueron *Skeletonema* spp., *Thalassiosira weissflogii* y unas diatomeas centrales sin

identificar de pequeño tamaño (4-5 µm). También fueron importantes en número las criptofitas. Este grupo mostró un gradiente de aumento de abundancia hacia la cabecera del estuario donde, por ejemplo, *Teleaulax* sp. alcanzó $1{,}2 \cdot 10^6$ células l^{-1}. También se observó un buen número de células pertenecientes a los grupos de las clorofitas y los pequeños flagelados. Los dinoflagelados supusieron entre el 10 y el 23% de la abundancia total. Entre los taxones pertenecientes a este grupo, *Heterocapsa* sp. mostró la mayor abundancia, especialmente en la estación E-N10 donde su densidad fue de $8 \cdot 10^5$ células l^{-1}.

Estación	E-N10	E-N15	E-N17
Fecha	-	-	22/01/08
Abundancia (Células/ml)	-	-	196
Diversidad (bit/cel)	-	-	2,8
Riqueza (Nºespecies)	-	-	12
Estación	E-N10	E-N15	E-N17
Fecha	14/05/08	14/05/08	14/05/08
Abundancia (Células/ml)	163	510	223
Diversidad (bit/cel)	2,5	0,5	1,3
Riqueza (Nºespecies)	10	6	6
Estación	E-N10	E-N15	E-N17
Fecha	15/09/08	15/09/08	15/09/08
Abundancia (Células/ml)	3.866	2.889	1.583
Diversidad (bit/cel)	3,0	3,2	3,4
Riqueza (Nºespecies)	13	26	26
Estación	E-N10	E-N15	E-N17
Fecha	-	-	03/11/08
Abundancia (Células/ml)	-	-	138
Diversidad (bit/cel)	-	-	1,7
Riqueza (Nºespecies)	-	-	5

Tabla 55 Índices relacionados con Fitoplancton. Zona interior del estuario del Ibaizabal. Los datos son de superficie, en pleamar.

En otoño, la comunidad fue muy pobre en número de especies y mostró una baja abundancia. En dicha época predominaron las diatomeas pennales, clorofíceas y pequeños flagelados.

En cuanto a las especies potencialmente tóxicas/nocivas, éstas se vieron más representadas en verano. Puede citarse a *Pseudo-nitzschia* spp. (taxón potencialmente tóxico) en la estación E-N17 con una abundancia del orden de 10^3 células l^{-1}. También en la estación E-N17, la haptofita *Chrysochromulina* spp. (potencialmente nociva para los ecosistemas) con una abundancia de $2 \cdot 10^4$ células l^{-1}. En la cabecera del estuario se observó un taxón potencialmente tóxico (cf. *Pfiesteria* $1 \cdot 10^4$ células l^{-1}). Allí también, las diatomeas de la especie *Thalassiosira weissflogii* supusieron $3 \cdot 10^4$ células l^{-1}. Hay que señalar que estas diatomeas pueden causar problemas en los peces si presentan abundancias muy elevadas (esto es, del orden de un millón de células por litro).

CALIDAD BIOLÓGICA

A partir de 2007 se comienza a aplicar un nuevo criterio de evaluación para el fitoplancton en las aguas costeras, que ha sido acordado en las reuniones europeas de Intercalibración para la Directiva Marco del Agua. Este nuevo método no ha sido aún intercalibrado en aguas de transición, las cuales, por lo tanto, se evalúan en el presente informe con el mismo método que en años anteriores. Así, el fitoplancton en el estuario del Nerbioi se evalúa con los datos de los últimos cinco años (periodo 2004-2008). La evaluación se realiza en base a cuatro indicadores (clorofila, abundancia de fitoplancton tóxico, abundancia de fitoplancton nocivo para los ecosistemas y abundancia total de fitoplancton) y el estado global del fitoplancton en cada una de las estaciones corresponde al que presenta el indicador peor clasificado (Tabla 56).

En cuanto al indicador basado en la clorofila, en los últimos cinco años sólo en una ocasión se superó el valor de 16 µg l^{-1}, límite establecido en la metodología utilizada hasta ahora como indicador de eutrofia en las aguas de transición. Esto tuvo lugar en la cabecera del estuario (estación E-N10) en verano de 2004. En dicha ocasión la concentración de clorofila fue de 17,3 µg l^{-1}. Por lo tanto, en base a los datos de clorofila el estado ecológico se considera “muy bueno” en todas las estaciones del Nerbioi interior.

En base a los datos de abundancia de fitoplancton perjudicial para la salud humana o para la salud de los ecosistemas el estado se clasifica también como “muy bueno”, ya que la abundancia de dichas especies nunca supera el umbral de 10^6 células l^{-1} en el último periodo de evaluación. Sin embargo, las floraciones fitoplanctónicas, o “blooms”, considerando el total de especies se producen con bastante frecuencia, lo cual hace que este indicador se clasifique como “aceptable” en todas las estaciones del Nerbioi interior.

Como se indica en la Tabla 56, integrando ambos elementos, clorofila y comunidad fitoplanctónica, el **estado global del fitoplancton** para el periodo 2004-2008 sería **“aceptable”** en las tres estaciones situadas en las aguas de transición del Nerbioi interior (E-N10, E-N15, E-N17).

A partir de 2007 se comienza a aplicar un nuevo criterio de evaluación para el fitoplancton en las aguas costeras, que ha sido acordado en las reuniones europeas de Intercalibración para la Directiva Marco del Agua. Este nuevo método no ha sido aún intercalibrado en aguas de transición, las cuales, por lo tanto, se

evalúan en el presente informe con el mismo método que en años anteriores. Así, el fitoplancton en el estuario del Ibaizabal se evalúa con los datos de los últimos cinco años (periodo 2003-2007).

En los últimos cinco años, en las estaciones del estuario interior, sólo en una ocasión la concentración de clorofila superó el valor de 16 µg l^{-1}, límite establecido en la metodología utilizada hasta ahora como indicador de eutrofia en las aguas de transición. Esto tuvo lugar en la cabecera del estuario (estación E-N10) en verano de 2004. En dicha ocasión la concentración de clorofila fue 17,34 µg l^{-1}.

En la Tabla 56 se indica el estado ecológico del fitoplancton calculado para el periodo 2003-2007 en el estuario del Ibaizabal (sólo zona interior). En base a los datos de clorofila el estado ecológico se considera muy bueno. Los datos de abundancia de especies nocivas para la salud humana y para la de los ecosistemas indican que éstas se encuentran también en muy buen estado. Sin embargo, las floraciones fitoplanctónicas (blooms) repercuten negativamente en el estado global de todas las estaciones. Por lo tanto, las tres estaciones situadas en las aguas de transición del interior del estuario del Ibaizabal (E-N10, E-N15, E-N17) presentan un estado global **'Aceptable'.**

ESTACIÓN	Clorofila	Salud Humana	Salud Ecosistemas	Blooms	GLOBAL
E-N10	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Aceptable	Aceptable
E-N15	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Aceptable	Aceptable
E-N17	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Aceptable	Aceptable

Tabla 56 Zona interior del estuario del Ibaizabal. Calificación en función de clorofila y fitoplancton.

3.5.2 MACROALGAS

Para su estudio, la masa de agua de transición se dividió en 8 zonas, tanto en 2003 como en 2006 (en 2008 no hubo muestreo, por lo que se conserva la evaluación de 2006), numeradas del 2 al 9 desde la desembocadura al interior. Así, en la Tabla 57 se observan los datos obtenidos para la masa de agua de transición del Nerbioi interior en 2006 (comparados con los de 2003), con objeto de calificar cada tramo. La metodología utilizada se explica en el Tomo 1.

La calificación, igual que en 2003, es de **'Mal Estado'** para el tramo medio (adscrita a las estaciones E-N17 y E-N15) y **'Estado Deficiente'** para el más interno (estación E-N10). No se han detectado cambios en ninguno de los indicadores que se tienen en cuenta para el cálculo de la calidad, ya que las especies identificadas en cada una de las zonas y sus coberturas son idénticas a los de 2003. El no incluir la zona M-EN5 en el tramo adscrito a la estación E-N17 no tiene ningún efecto sobre la evaluación de la calidad del tramo en general).

NERBIOI INTERIOR	2003							
INDICADORES	**M-EN2**	**M-EN3**	**M-EN4**	**M-EN5**	**M-EN6**	**M-EN7**	**M-EN8**	**M-EN9**
1- Riqueza	1	3	1	1	1	1	1	1
3- Cobertura indicadores contaminación	3	1	3	5	3	3	5	5
4- Cobertura media algas sin indic contamin.	1	1	1	1	1	1	1	1
5- Ratio verdes/resto	1	3	1	1	1	1	1	1
SUMA=	6	8	6	8	6	6	8	8
CALIFICACIÓN AREA=	M	D	M	D	M	M	D	D
EQUIVALENCIA=	2	4	2	4	2	2	4	4
SUPERFICIE=	1,7	4,3	1,4	0,5	0,2	0,2	0,5	3,0
PORCENTAJE SOBRE EL TRAMO=	0,2	0,5	0,2	0,1	0,5	0,5	0,1	0,9
VALOR GLOBAL=	0,4	2,1	0,4	0,3	0,9	1,1	0,6	3,4
EQUIVALENCIA TRAMO=			3,2			2,0		4,0
ESTACIÓN RED ASIGNADA=			E-N17			E-N15		E-N10
CALIFICACIÓN TRAMO=			**M**			**M**		**D**
	2006							
	M-EN2	**M-EN3**	**M-EN4**	**M-EN5**	**M-EN6**	**M-EN7**	**M-EN8**	**M-EN9**
1- Riqueza	1	3	1	-	1	1	1	1
3- Cobertura indicadores contaminación	3	1	3	-	3	3	5	5
4- Cobertura media algas sin indic contamin.	1	1	1	-	1	1	1	1
5- Ratio verdes/resto	1	3	1	-	1	1	1	1
SUMA=	6	8	6	-	6	6	8	8
CALIFICACIÓN AREA=	M	D	M	-	M	M	D	D
EQUIVALENCIA=	2	4	2	-	2	2	4	4
SUPERFICIE=	1,7	4,3	1,4	-	0,2	0,2	0,5	3,0
PORCENTAJE SOBRE EL TRAMO=	0,2	0,6	0,2	-	0,5	0,5	0,1	0,9
VALOR GLOBAL=	0,5	2,3	0,4	-	0,9	1,1	0,6	3,4
EQUIVALENCIA TRAMO=			3,2			2,0		4,0
ESTACIÓN RED ASIGNADA=			E-N17			E-N15		E-N10
CALIFICACIÓN TRAMO=			**M**			**M**		**D**

Tabla 57 Calificación de cada indicador de macroalgas y las equivalencias para la calificación de cada tramo de la masa de agua de transición del Nerbioi Interior, asignado a cada estación de muestreo de la Red de Calidad, en 2003 y 2006. En gris, la zona M-EN5, que la campaña de 2006 no se pudo muestrear y no se ha tenido en cuenta para la evaluación de la calidad del tramo correspondiente.

3.6. INDICADORES FISICOQUÍMICOS

3.6.1 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN AGUAS

CONSIDERACIONES GENERALES

En la Tabla 58 se recogen los datos medios anuales para las diferentes variables básicas analizadas en la masa de agua del Nerbioi interior, en la superficie y el fondo de la columna de agua.

En el año 2008, la temperatura media del agua se sitúa entre 14,4° y 15,7° C. La diferencia entre superficie y fondo es mayor en el interior que en el exterior debido a la influencia de la profundidad en el grado de la estratificación térmica. Recíprocamente, la diferencia de la salinidad entre superficie y fondo se reduce hacia el exterior del estuario.

A partir de los datos de salinidad obtenidos en la serie de muestreos del año 2008 puede observarse que la proporción de agua de origen fluvial, en superficie, disminuye desde la estación E-N10 (55.5%) hasta la E-N17 (37.4%). En las aguas del fondo también se observa una disminución de la proporción de agua dulce desde la cabecera hasta la desembocadura (de un 11.8 hasta un 4.2%). Con el incremento de la proporción de agua de mar disminuye la concentración de silicato, sustancia relacionada con los aportes terrestres, mientras que aumenta el porcentaje de saturación de oxígeno. En otras sustancias disueltas no se observa el mismo gradiente entre las aguas fluviales y marinas, e incluso se invierte la tendencia a la dilución debido a aportes adicionales. Tal es el caso del incremento de concentraciones de nitrato, amonio, fosfato y carbono orgánico total frecuente en el entorno de las estaciones E-N15 y E-N17. La zona cercana a la desembocadura del Galindo, refleja los aportes de la planta depuradora de las aguas residuales urbanas.

Variable	Unidad	E-N10-S	E-N10-F	E-N15-S	E-N15-F	E-N17-S	E-N17-F
Temperatura	°C	14,42	15,72	14,70	15,67	14,88	15,72
Salinidad	USP	15,82	31,37	18,08	32,61	22,26	34,07
Agua fluvial	%	55,57	11,88	49,22	8,39	37,48	4,28
Saturación O2	%	69,38	62,63	83,50	81,63	90,00	90,00
pH		7,91	7,85	7,96	7,98	8,05	8,12
Silicato	µ mol.dm^{-3}	79,38		69,63		57,64	
Amonio	µ mol.dm^{-3}	12,76		15,44		17,40	
Nitrito	µ mol.dm^{-3}	2,73		2,21		2,31	
Nitrato	µ mol.dm^{-3}	75,88		83,63		65,09	
Nitrógeno Total	µ mol.dm^{-3}	150,00		156,75		132,63	
Fosfato	µ mol.dm^{-3}	2,13		2,79		4,18	
Fósforo Total	µ mol.dm^{-3}	3,73		4,56		6,16	
Carbono O. Total	µ mol.dm^{-3}	207,03		234,63		197,22	

Tabla 58 Masa de agua del Nerbioi interior. Valores medios de variables relacionadas con el estado trófico y presencia de agua de origen fluvial (F: fondo, S: superficie) en 2008.

En los datos generales se observa la influencia de la estacionalidad a través de la temperatura y de las fluctuaciones en el caudal. También se aprecia la influencia del estado de la marea. En general, los valores registrados en la situación de bajamar indican una mayor alteración de la calidad de las aguas coincidente con una mayor influencia de los aportes de aguas fluviales y residuales y una menor dilución por las aguas marinas.

Dependiendo de las condiciones de cada muestreo, las aguas de superficie aparecen mejor oxigenadas cuando se da una activación de la circulación estuárica por incremento de caudal de los afluentes, sobre todo en situaciones de fuertes avenidas.

En las masas de agua del fondo, el balance entre producción de oxígeno por fotosíntesis y consumo de oxígeno por mineralización suele ser menos favorable que en los niveles superficiales y ello da lugar a que, en ocasiones, se den valores de saturación de oxígeno disuelto inferiores. Hay que recordar que las masas de agua del fondo se encuentran en contacto con sedimentos muy ricos en materia orgánica, lo cual conlleva una alta demanda de oxígeno, y además, la luz es atenuada por la profundidad y la turbidez de la propia columna de agua, lo cual limita la fotosíntesis. Las diferencias entre superficie y fondo en el porcentaje de saturación de oxígeno se acentúan hacia la cabecera del estuario, y se relacionan con el grado de modificación y la tasa de renovación de las aguas de fondo. Por ejemplo, en la estación E-N10 con una diferencia de aproximadamente 7 unidades de salinidad entre superficie y fondo se aprecia un valor de 70% de

saturación de oxígeno en las aguas de mayor influencia fluvial (superficie) y de 63% en las aguas de mayor influencia marina (fondo).

En cuanto a la proporción entre los nutrientes, en este estuario se suele apreciar la variación en la proporción de las formas oxidadas y reducidas del nitrógeno en función de los aportes mencionados y de la concentración de oxígeno disuelto, siendo frecuente el predominio del amonio sobre el nitrato. Sin embargo, en 2008, como en los dos años precedentes, el nitrato ha sido la forma predominante en todas las estaciones. A medida que los aportes de aguas residuales y fluviales se van diluyendo con el agua marina, la concentración de ambos nutrientes tiende a equipararse, pero, además de la dilución, en estuarios con tiempo de residencia no muy bajo también influyen procesos biológicos, como la asimilación por parte del microplancton y la nitrificación, que estará favorecida por una mayor disponibilidad de oxígeno.

En general, se observa también un exceso relativo del nitrógeno inorgánico disuelto (NID o suma de amonio, nitrito y nitrato) respecto al fosfato. Este exceso de nitrógeno respecto a la relación de Redfield resulta también frecuente en otros estuarios de la costa vasca y en las aguas costeras (estaciones litorales).

En el año 2008 las concentraciones promedio de carbono orgánico total (197-235 µmol dm^{-3}) se encuentran en el rango de las registradas en la mayoría de los estuarios. La moderación de las concentraciones de carbono orgánico en el estuario del Ibaizabal refleja el efecto positivo del sistema de saneamiento sobre la calidad del agua.

EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LAS VARIABLES HIDROGRÁFICAS GENERALES

En las series de datos disponibles, en general, predominan las situaciones alternantes, con una distribución de tipo “dientes de sierra” en la que se observa la incidencia de la estacionalidad y de las condiciones hidrológicas.

No obstante, pueden señalarse ciertas tendencias que denotan la mejoría de la calidad físico-química de las aguas del estuario a lo largo de los últimos 13 años, pareja a las acciones realizadas en el saneamiento en la cuenca, y que ya han sido detectadas también en los estudios que se hacen para el Consorcio de Aguas (Borja *et al.,* 2009d).

En la estación más interior del estuario (E-N10) situada a la altura del puente de Deusto, la evolución temporal de las concentraciones de NID y fosfato representan claramente la respuesta a la supresión de vertidos urbanos directos en dicho tramo. Así, las concentraciones de NID, que al comienzo de la serie superaban en ocasiones el valor de 400 µmol L^{-1}, son siempre inferiores a 200 µmol L^{-1} a partir del año 2000. El fosfato, de modo similar a lo observado para la fracción del NID constituida por el amonio, muestra una tendencia descendente acorde con la disminución de los vertidos urbanos directos a la cuenca y al estuario (Figura 33). Esta tendencia es acorde con la desviación, casi total, de los aportes que recibía el estuario, a su paso por los núcleos urbanos, mediante un sistema de colectores hacia la planta depuradora de Galindo.

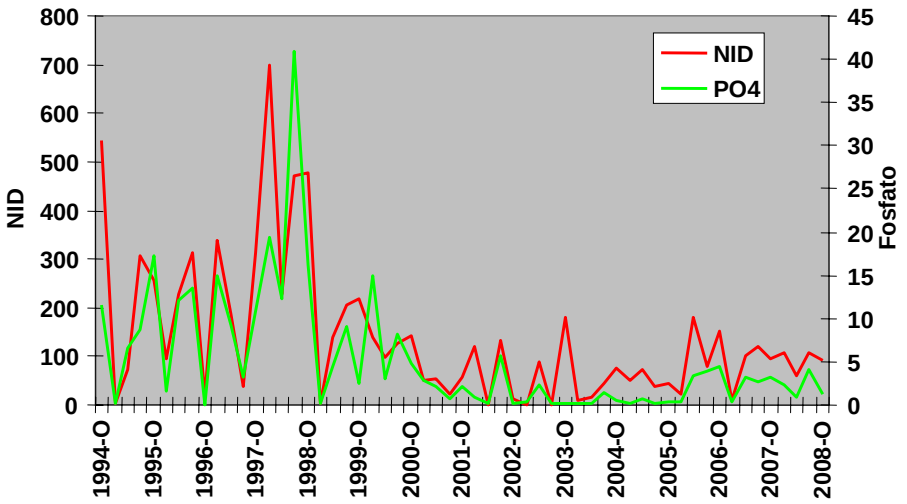


Figura 33 Evolución trimestral, entre otoño de 1994 y otoño de 2008, de la concentración de Nitrógeno Inorgánico Disuelto (NID) y fosfato, ambos en µmol L^{-1}, en aguas de superficie (media de pleamar y bajamar), en la estación E-N10.

En términos generales, cabe señalar que se ha reducido el número de situaciones en las que se registraban concentraciones muy elevadas de nutrientes. Estas situaciones destacaban por los elevados valores de concentración de carbono orgánico, nitrógeno y fósforo total y el neto predominio del amonio frente al nitrato en las formas del NID. Los valores de las últimas series indican una reducción importante de las concentraciones totales y un mayor equilibrio entre las formas oxidadas y reducidas del NID, habiendo desaparecido prácticamente las situaciones indicadoras de desnitrificación. Los trabajos de seguimiento ambiental que realiza el Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia también ponen de manifiesto esta tendencia decreciente de las concentraciones de nitrógeno en el estuario. Todos estos cambios están asociados a la reducción de vertidos directos por la puesta en marcha de las nuevas fases del Plan de Saneamiento.

Asimismo, la recuperación del oxígeno se aprecia claramente en el Nerbioi interior (Figura 34). Los valores de oxígeno disuelto aumentan en las tres estaciones, si bien es cierto que la estación E-N10, situada en la cabecera del río, lo hace de manera más moderada. En los últimos años la saturación de oxígeno de las estaciones de la zona intermedia E-N15 y E-N17 ronda el 60-80% (Figura 34). El incremento del grado de oxigenación de la columna de agua en el estuario del Ibaizabal ha sido claramente observado en los trabajos de seguimiento ambiental realizados por AZTI para el Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia (Franco *et al.,* 2003) y, si bien se trata de una tendencia constatada desde mediados de los años 90, se ha hecho mucho más evidente a partir del año 2001, tras la entrada en funcionamiento del sistema biológico en la depuradora de Galindo (ver también Borja *et al.,* 2006). Así, los episodios de hipoxia severa e incluso de anoxia, que eran frecuentes en este sistema hasta hace una década, resultan en los últimos años más ocasionales y menos intensos.

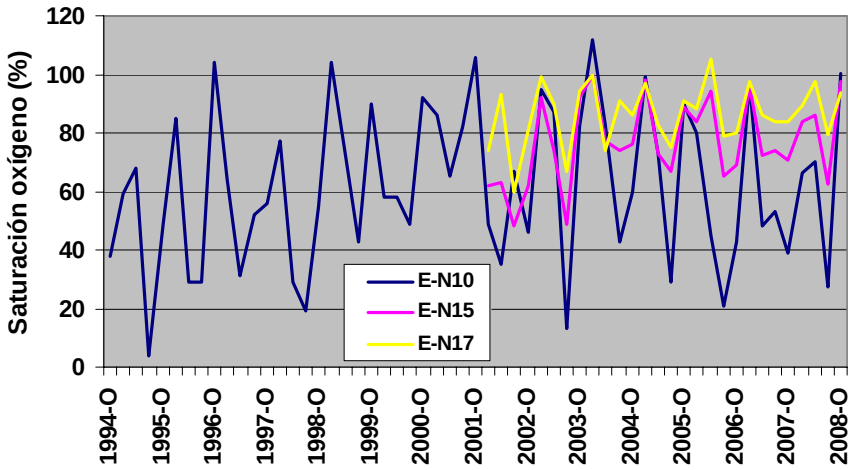


Figura 34 Porcentaje de saturación de oxígeno en la columna de agua en el Nerbioi interior (estaciones E-N10, E-N15 y E.N17). Se muestra el promedio para cada época del año (invierno, primavera, verano y otoño) desde 1994 hasta 2008. La media se ha realizado con los datos tomados en superficie y fondo, y en dos situaciones de marea (pleamar y bajamar).

METALES DISUELTOS

Las concentraciones de *cromo* (trivalente y hexavalente) y de mercurio en las aguas de superficie de las estaciones de la masa de transición interior del estuario del Nerbioi se mantienen, como en la mayoría de los casos precedentes, por debajo de sus respectivos límites de detección (2, 3 y 0.3 $\mu g \cdot l^{-1}$).

En la Figura 35 se muestra la evolución de la concentración media del resto de los metales para el periodo comprendido entre otoño de 1994 y verano de 2008. Los valores empleados son medias correspondientes a los datos de pleamar y bajamar para las estaciones de muestreo del estuario de la transición del Nerbioi interior (E-N10, E-N15, E-N17), hasta el año 2006, desde 2007 solamente se han muestreado las estaciones en bajamar.

Las concentraciones de metales de la parte interior del estuario son ligeramente superiores a la parte exterior posiblemente debido a las actividades industriales concretas de la zona central del estuario (puente de Rontegui y Lamiako).

En la masa interior del Nerbioi no se observan tendencias bien definidas en la evolución de las concentraciones de los distintos metales. Este año 2008 se puede destacar el descenso de las concentraciones de cobre y cadmio respecto a los valores medios precedentes. Se ha notado una bajada significativa de

cobre respecto al año precedente en la transición interna en todas las estaciones. En el caso del plomo se ha observado una ligera subida en todas las estaciones sin llegar a sobrepasar el objetivo de calidad establecido.

Con el cambio de los limites de calidad por la nueva ley del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad en el caso del zinc donde años anteriores se consideraba que se superaba el limite estipulado entonces (30 $\mu g.l^{-1}$) ahora se podría decir que no supera esos limites en el caso de la estación E-N15 en los veranos de 2002, 2003 y 2005 (nuevo limite de calidad establecido 60 $\mu g.l^{-1}$). En los últimos años las concentraciones de zinc se podría decir que se mantienen en un rango de 15-50 $\mu g.l^{-1}$ en la transición del Nerbioi interior.

El Nerbioi es una de las masas de agua más importantes del País Vasco que a sufrido importantes cambios en su morfología, pero también ha recibido importantes vertidos de contaminantes (Borja *et al.*, 2006a; Cearreta *et al.*, 2004), estando clasificada como 'masa de agua con presión muy alta'. En este estuario se han llevado a cabo importantes programas de tratamiento de aguas (Nerbioi 1990-2001) (Garcia-Barcina *et al.*, 2006).

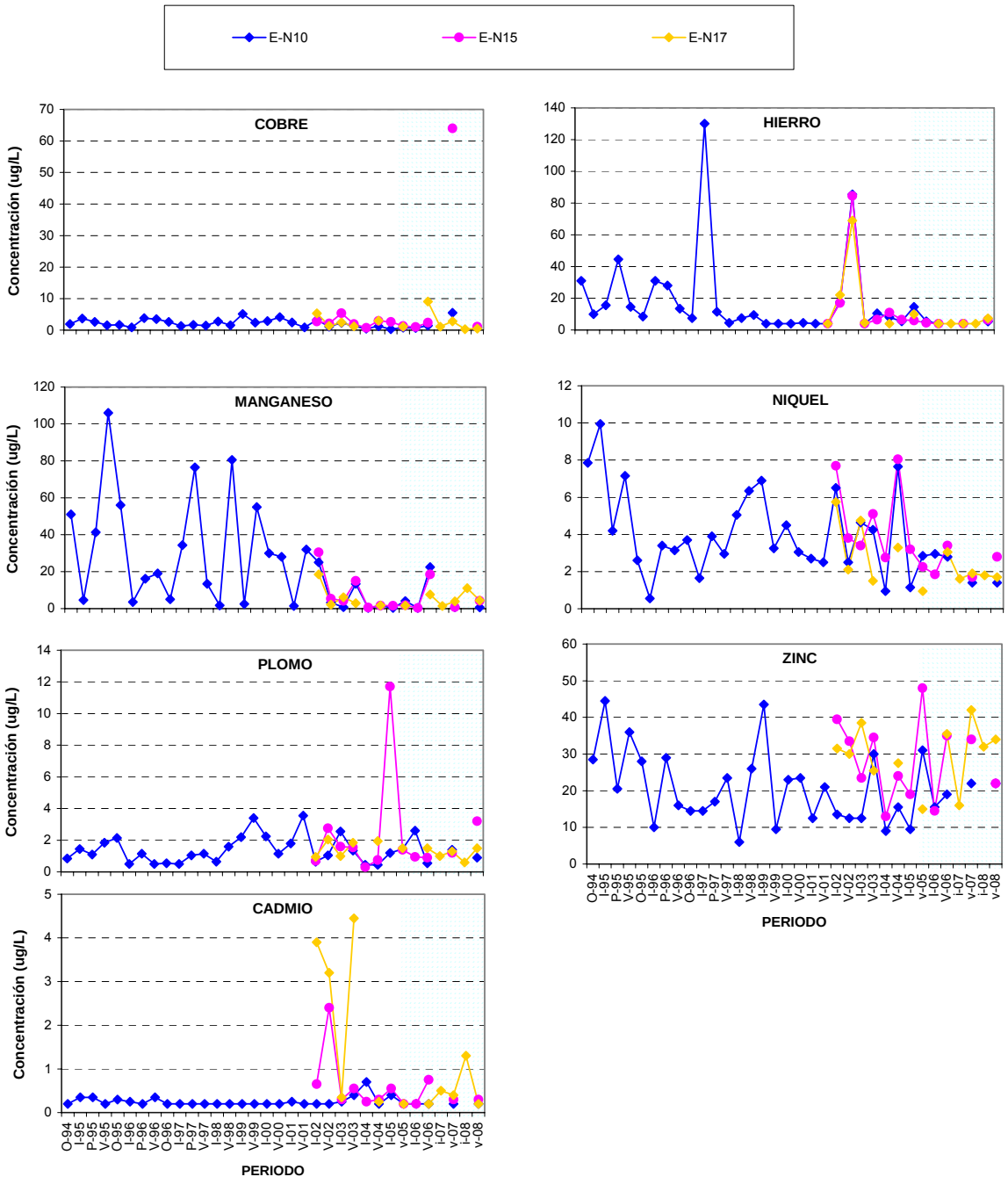


Figura 35 Evolución temporal de la concentración media (pleamar-bajamar) para cada metal en las estaciones de la masa de agua de transición del Nerbioi Interior en el periodo que abarca desde otoño de 1994 a verano de 2006; desde el año 2007 sólo se han tenido en cuenta los datos de bajamar.

Con objeto de ilustrar la incidencia que el saneamiento en la cuenca vertiente y en el estuario, ha tenido en la evolución de la contaminación en estas masas de agua, en la Figura 37 se muestra la evolución de la concentración de Mn y Zn en las aguas estuarinas del Nerbioi interior (estaciones E-N15 y E-N17), y en las aguas de algunos afluentes del Nerbioi (Asua, Kadagua, Gobela y Galindo). Estos últimos datos han sido proporcionados por la Agencia Vasca del Agua para este informe. La evolución de la concentración de estos metales, en las aguas del río y en las del estuario, resultan paralelas, mostrando que el programa de tratamiento de aguas, llevado a cabo en toda la cuenca hidrográfica (García-Barcina *et al.,* 2006), es el responsable de la disminución de la concentración de estos metales.

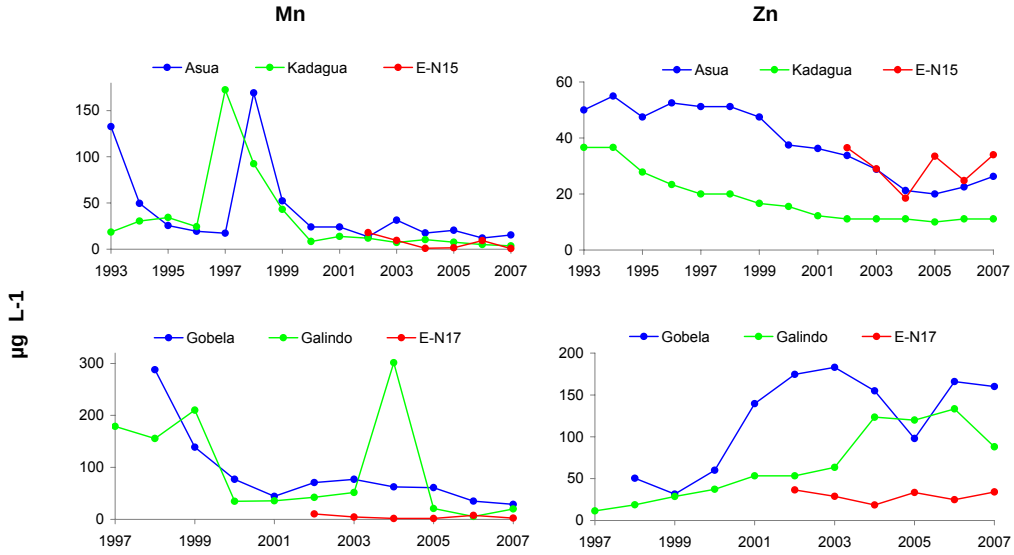


Figura 36 Comparación de la concentración media anual para Mn y Zn en aguas del estuario del Nerbioi interior y de los afluentes Asua, Kadagua, Gobela y Galindo. Los datos de los ríos han sido proporcionados por la Agencia Vasca del Agua.

Muestreos mensuales

Se ha estudiado la evolución de la concentración de mercurio, cadmio, níquel y plomo durante todos los meses del año 2008, en la estación E-N17 correspondiente a la masa de agua de la transición interior y exterior del Nerbioi.

En la Figura 37 se puede observar la evolución mensual del año 2008 en las estaciones descritas anteriormente. Se han observado concentraciones de mercurio por debajo del límite de detección (0,3 $\mu g \cdot l^{-1}$).

En el caso del cadmio el objetivo de calidad (0,2 $\mu g \cdot l^{-1}$) se sobrepasa en Enero, Mayo, Junio y Agosto con valores de 1.3, 0.3, 0.6 y 0.3 $\mu g \cdot l^{-1}$, respectivamente, obteniendo una media anual superior al objetivo de calidad. No se observa una tendencia definida, pero los valores significativamente más altos se encuentran en las campañas de invierno (Enero) y primavera-verano.

En el caso del plomo no se observa ninguna tendencia definida en el estudio mensual. Las medias anuales, al contrario que el cadmio, se encuentran por debajo del objetivo de calidad (7,2 $\mu g \cdot l^{-1}$).

Respecto al níquel, se observa una tendencia ascendente en primavera-verano y descendente en otoño-invierno sin superar el objetivo de calidad (20 $\mu g \cdot l^{-1}$).

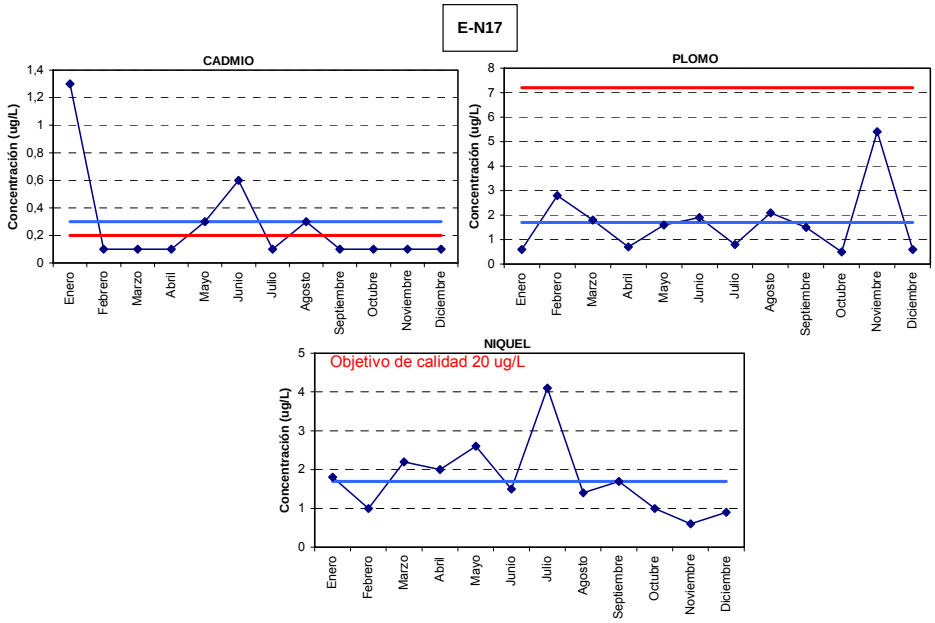


Figura 37 Evolución mensual del 2008 de la estación E-N17 para el cadmio, plomo y níquel. Donde la línea roja indica el objetivo de calidad para cada metal y la azul la media anual de los datos obtenidos.

CONTAMINANTES ORGÁNICOS Y OTROS CONTAMINANTES ESPECÍFICOS

Este año se observan concentraciones significativas (por encima de los respectivos límites de detección) para el grupo de contaminantes *PAHs*, en concreto para los derivados del naftaleno, fenantreno, fluoreno y pireno en todas las estaciones puntualemente. Sin embargo el sumatorio de PAH no alcanza los objetivos de calidad fijados.

El hexaclorociclohexano (aHCH) supera el límite de detección en todas las estaciones y también el objetivo de calidad establecido para este compuesto.

ESTADO EN FUNCIÓN DE LOS INDICADORES FÍSICO-QUÍMICOS

De acuerdo con la metodología expuesta en el Tomo 1, la calidad físico-química de la masa de agua se puede calificar como: **'Muy buena'** en E-N10, **'Buena'** en E-N15 y **'Aceptable'** en E-N17**.**

En cuanto a los objetivos de calidad físico-química, las medias de 2008 de la estación E-N10 cumplen para oxígeno, nutrientes y turbidez. Las medias anuales de las estaciones estación E-N15 y E-N17 no cumplen para turbidez, amonio, nitrato ni fosfato.

ESTADO QUÍMICO

Teniendo en cuenta las Directivas europeas y la normativa española, referida a aguas (ver Tomo 1), se puede decir que en este estuario **'No Cumplen'** las estaciones E-N15 y E-N17 por presencia de Cd. Además, en la estación E-N17 hay presencia de aHCH y **'Cumple'** la estación E-N10.

3.6.2 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS

PARÁMETROS SEDIMENTOLÓGICOS DE CARÁCTER GENERAL

A partir de los datos de composición granulométrica, contenido en materia orgánica y contenido en carbono y nitrógeno orgánico particulado, en las estaciones E-N10, E-N15 y E-N17, se ha estudiado la evolución temporal, para cada estación y para cada una de las variables.

En la Tabla 59 se muestran los parámetros sedimentológicos correspondientes a los muestreos de invierno de 2008. Los datos indican que la estación más interna (E-N10) es la más fangosa, con mayor contenido en materia orgánica, carbono y nitrógeno, y menor ratio C/N, por lo que destaca el hecho de que se registrase el valor máximo -dentro de esta masa- de potencial redox (-40 mV) en dicha estación. La estación intermedia (E-N15) es la que posee menores valores de porcentaje de finos, carbono y nitrógeno y mayor ratio C/N.

ESTACIÓN	INVIERNO - 2008							
	GRAVA (%)	ARENA (%)	FINO (%)	M.O. (%)	REDOX (mV)	C.O.P. (mol·Kg^{-1})	N.O.P. (mol·Kg^{-1})	C / N
E-N10	0,07	15,54	84,39	9,67	-40	4,40	0,28	15,7
E-N15	0,39	46,78	52,83	3,81	-90	3,54	0,15	23,3
E-N17	0,10	27,40	72,51	6,32	-160	3,72	0,21	17,6

Tabla 59 Parámetros sedimentológicos correspondientes a los muestreos de invierno de 2008. (GRAVA > 2 mm > ARENA > 63 µm > FINO). M.O.: materia orgánica; C.O.P.: carbono orgánico particulado; N.O.P.: nitrógeno orgánico particulado; C/N: relación carbono / nitrógeno.

En la Figura 38 se muestra la evolución temporal del contenido en finos, contenido en materia orgánica y relación C/N de los sedimentos.

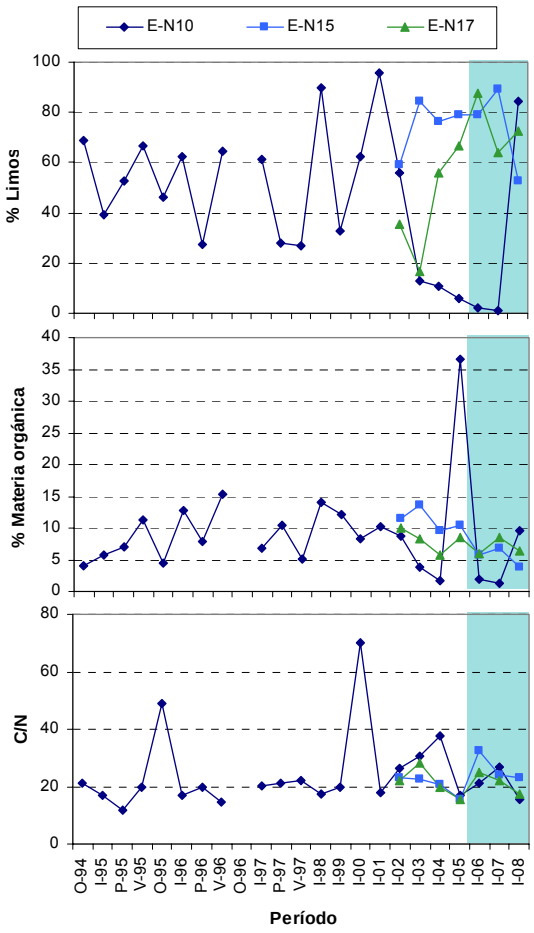


Figura 38 Gráficas de evolución temporal del contenido en finos, contenido en materia orgánica y relación C/N de los sedimentos de la masa de agua de transición del Nerbioi interior.

A pesar de la variabilidad temporal que se observa en la composición granulométrica de las muestras se observa que la mayoría de los sedimentos son limo-arenosos. Sin embargo, en el periodo 2002-2007 la estación más interna (E-N10) ha presentado un menor porcentaje de limos y arcillas.

En cuanto al contenido en materia orgánica se observa en todas las estaciones un descenso discontinuo desde 2002, excepto en la estación E-N10 que en la campaña de 2008 ha vuelto a aumentar.

La relación C/N presenta gran variabilidad espacial y temporal. En la última campaña, y con respecto a 2007, se observa una disminución en las tres estaciones estudiadas.

METALES PESADOS

Las concentraciones de metales pesados analizadas en la campaña de invierno de 2008 se resumen en la Tabla 60. Se indican también los valores medios para cada metal en la masa y la desviación estándar.

La estación E-N17, localizada en Lamiako, presenta las concentraciones más altas de todos los metales analizados en estas muestras, a excepción del Cd y Ni. De hecho, esta estación presenta los valores máximos en la concentración de Cu y Pb de todas estaciones muestreadas en la Red de Seguimiento del Estado Ecológico de las Aguas de Transición y Costeras de la CAPV en 2008.

ESTACIÓN	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn
	mg·Kg^{-1}								
E-N10	0,53	25,1	41,6	28056	0,10	276,0	48,3	56,8	230,2
E-N15	10,83	24,4	65,3	28282	0,71	191,8	38,9	115,1	309,7
E-N17	4,30	32,9	541,6	45858	3,04	369,5	42,5	526,5	537,3
MEDIA	5,22	27,5	216,2	34066	1,28	279,1	43,2	232,8	359,0
DESV. EST	5,21	4,7	282,1	10213	1,55	88,9	4,8	256,0	159,4

Tabla 60 Concentración de metales pesados en la fracción fina de los sedimentos en la campaña de invierno de 2008 (mg kg^{-1}).

En la Figura 39 se muestra la evolución temporal de los factores de contaminación, calculados para cada metal. En todos los casos se han utilizado los valores de fondo calculados recientemente por Rodríguez *et al.* (2006).

No se observa una tendencia clara creciente o decreciente en la concentración de metales en las dos estaciones más internas. Sin embargo, en el caso de la estación E-N17 destaca un notable incremento discontinuo en todos los metales desde 2003 y una disminución en 2008.

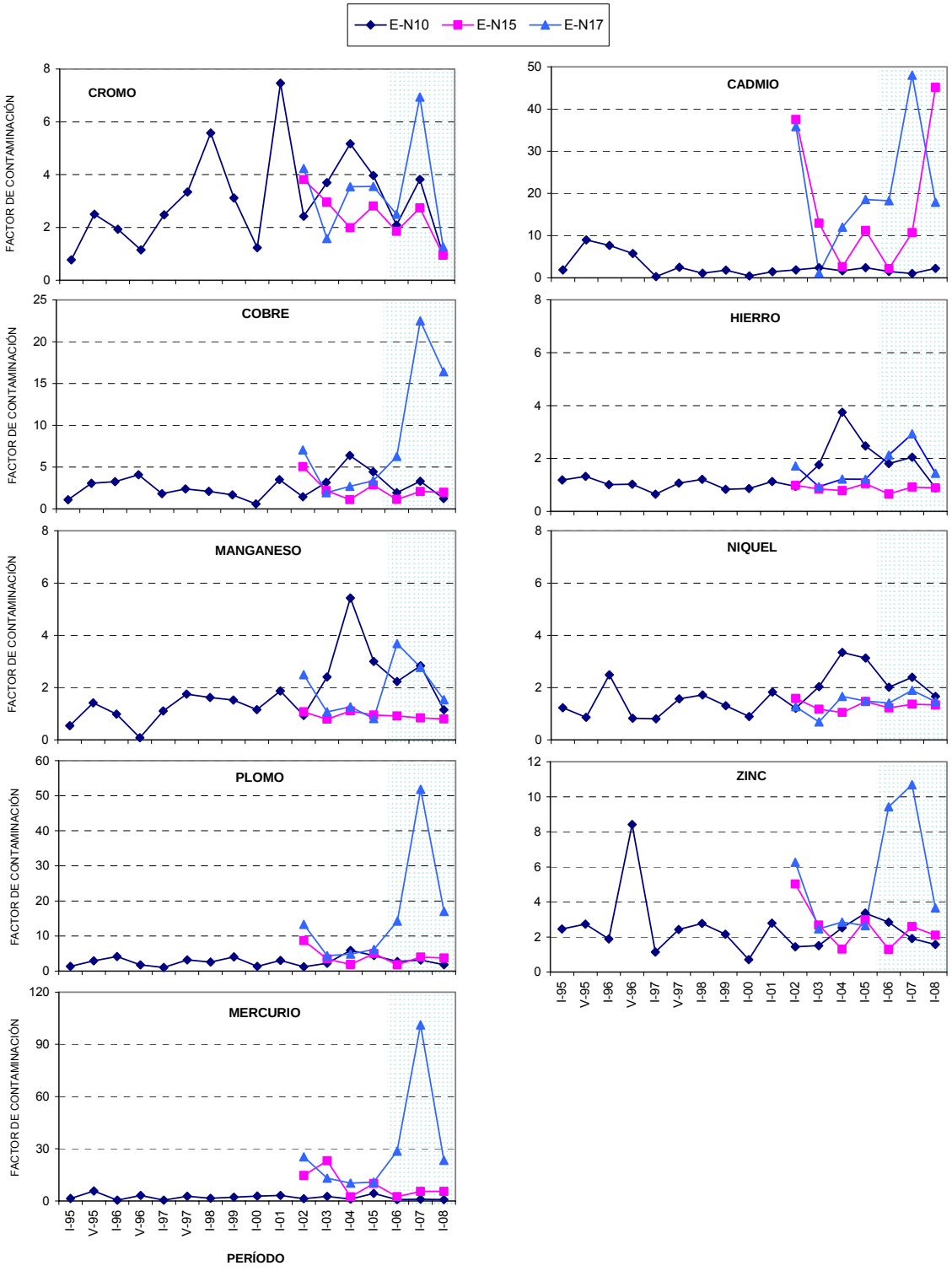


Figura 39 Evolución temporal de los factores de contaminación calculados para cada metal en la masa de agua de transición del Nerbioi interior.

COMPUESTOS ORGÁNICOS

Las gráficas de evolución temporal de la concentración de contaminantes orgánicos se recogen en la Figura 40. Las gráficas representadas agrupan los sumatorios de (7) congéneres de PCBs, de los isómeros de DDT, de los isómeros de HCH, de los compuestos drin, hexaclorobenceno y el sumatorio de PAHs.

No se observa una tendencia uniforme en la variación temporal del sumatorio de PCBs. En promedio, los valores durante el período 2006-2008 son superiores al período 2002. La diferencia entre estaciones del sumatorio de PCBs disminuye en 2008, con respecto a los dos años anteriores.

En cuanto a los DDT, la estación E-N10 presenta en los últimos años valores inferiores o próximos al límite de detección. En la estación E-N15 se observa una tendencia de descenso desde 2006. En la estación E-N17 se observa un descenso discontinuo desde 2004 (cuando la concentración del isómero DDT fue de de 602 µg kg^{-1}).

El sumatorio de isómeros del hexaclorociclohexano (HCH) ha descendido de forma discontinua desde 2004. El aparente incremento desde 2006 a 2007 es debido a un incremento en los límites de detección.

Al igual que ocurre con los DDTs y los HCHs, la concentración del sumatorio de los compuestos "drin" en las tres estaciones ha disminuido desde 2004. En 2008 la concentración del p-p.' DDD es superior al límite de detección en E-N15 y E-N17.

En cuanto al hexaclorobenceno, desde el 2001 se han detectado valores por encima del límite de determinación en alguna de las estaciones en 2006, 2007 y 2008.

Los PAHs presentan una gran variabilidad temporal y espacial, siendo el hecho más notable el descenso observado en la estación E-N17 desde 2006 a 2007, así como el ascenso desde 2006 a 2008 en las estaciones E-N10 y E-N15.

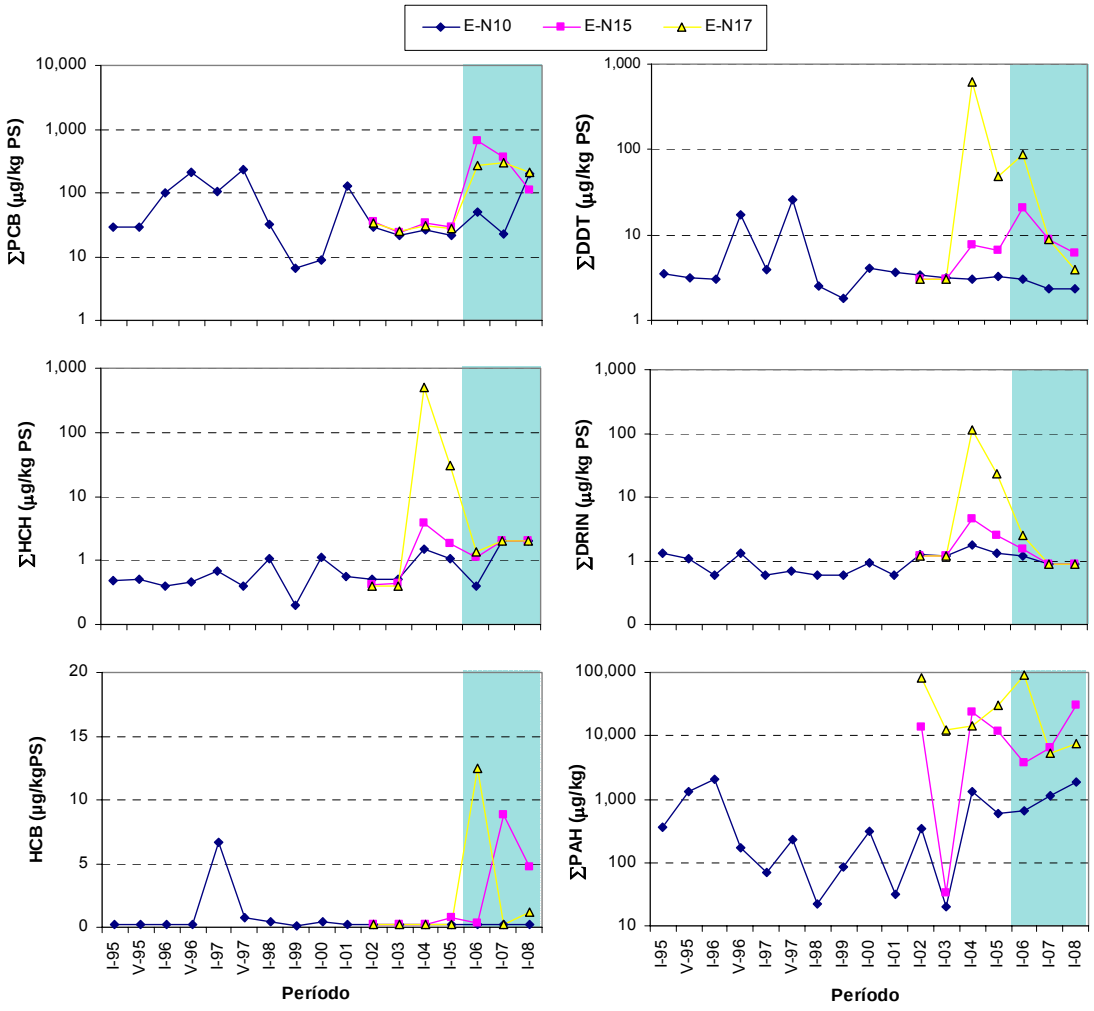


Figura 40 Evolución temporal de la concentración de compuestos orgánicos (µg kg^{-1}).

NORMATIVAS

Como se ha explicado en el capítulo de metodología, a nivel estatal no existe una legislación por la que se regule la gestión de sedimentos contaminados, sino que las actuaciones en este campo se hallan controladas por las correspondientes autorizaciones que, en su caso, concedan las administraciones correspondientes.

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

Siguiendo la metodología para establecer el grado de contaminación en los sedimentos, se ha calculado el índice de carga contaminante global (ICC) para cada estación y para todos los metales. En la Tabla 61 se muestra la clasificación de la contaminación en los sedimentos estuáricos del Nerbioi en función de la concentración de metales pesados en 2008 y los valores de fondo para la costa vasca (Rodríguez *et al.,* 2006), basada en los Factores de Contaminación e Índices de Carga Contaminante (ICC) (MÜLLER, 1979). Se presentan también los ICC globales por estación y por metal.

ESTACIÓN	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn	ICC GLOBAL
E-N10	CL	NC	CL	NC	NC	CL	CL	CL	CL	CL
E-N15	CF	NC	CL	NC	C	NC	CL	C	CL	CL
E-N17	CF	CL	CF	CL	CF	CL	CL	CF	C	C
TOTAL	CF	CL	C	CL	C	CL	CL	C	CL	CL

Tabla 61 Clasificación de la contaminación en los sedimentos estuáricos de la masa de agua de transición Nerbioi interior en función de los metales pesados en 2008, basada en los Factores de Contaminación e Índices de Carga Contaminante (ICC) (MÜLLER, 1979). CE: contaminación extrema; CF: contaminación fuerte; C: contaminación media; CL: contaminación ligera; NC: no contaminado.

Las estaciones E-N10 y E-N15 presentan una contaminación ligera por metales pesados. La estación E-N17 presenta contaminación global media y fuerte de Cd, Cu, Hg y Pb.

En la Figura 41 se muestra la evolución del índice de carga contaminante global de metales pesados. La línea negra indica el límite de contaminación. En esta figura se observa que un incremento continuo del índice global en E-N17 desde 2003 hasta 2007, seguido de un descenso en 2008.

Como primera aproximación para estimar la potencial de toxicidad de los sedimentos se utilizan como referencia los niveles de toxicidad calculados por Long *et al.* (1995). A la vista de estos valores y de las concentraciones de metales analizadas en la campaña de 2008, se infiere que en la estación E-N10 las concentraciones de Cu, Ni, Pb y Zn superan el nivel bajo de toxicidad. En la estación E-N15 las concentraciones de Cu, Hg, Ni, Pb, y Zn superan el nivel bajo de toxicidad y el Cd el nivel medio. En la estación E-N17 la concentración de Cd y Ni superan el nivel bajo de toxicidad, y Cu, Hg, Pb y Zn superan el nivel medio.

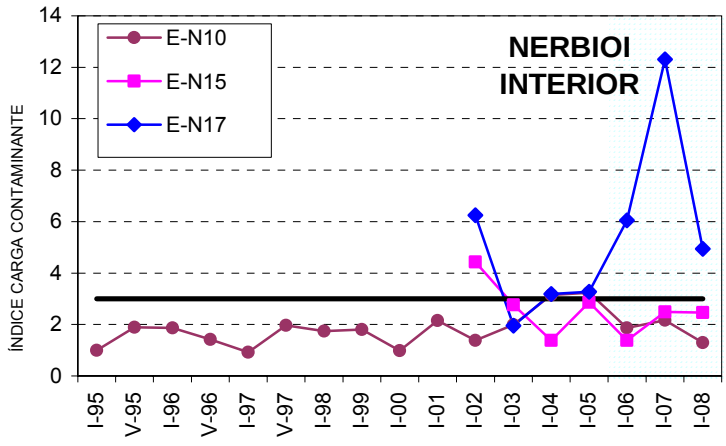


Figura 41 Evolución del índice de carga contaminante global de metales pesados. La línea negra indica el límite de contaminación.

Para los compuestos orgánicos, se siguen los criterios utilizados por Borja *et al* (2003) para la evaluación de la contaminación y para una aproximación de la toxicidad se utilizan los valores de Long *et al* (1995). Siguiendo estos criterios, en la campaña de 2008 se

observa contaminación ligera en E-N10 y media en E-N15 y E-N17.

Con respecto a la toxicidad, en la estación E-N10 se superan la concentración del nivel medio de toxicidad para PCBs. En las estación E-N15 se supera el nivel bajo de PCBs, DDT y PAHs. En la estación E-N17 se supera el nivel bajo de PAHs y el medio de PCBs. Estos resultados suponen un cierto riesgo de toxicidad en los sedimentos de esta masa de agua debido a compuestos orgánicos.

3.7. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

Este estuario es, junto al del Oiartzun, uno de los que su configuración morfológica ha cambiado drásticamente a lo largo de los dos últimos siglos. En muchos aspectos es más una 'masa de agua modificada', en el sentido de la Directiva de Aguas, que un estuario funcional, puesto que difícilmente podrán darse todos los procesos que tienen lugar en un estuario, al no disponer prácticamente de superficies intermareales, marismas, etc.

En este sentido, en los últimos años el Nerbioi interior se ha visto sometido a algunos dragados, por lo que respecto a los indicadores hidromorfológicos esta masa la calificamos como de **'Aceptable'.**

RED DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LAS AGUAS DE TRANSICIÓN Y COSTERAS DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO

4. MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL NERBIOI EXTERIOR

Pasaia, junio de 2009

ÍNDICE

TOMO 4.- MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL NERBIOI EXTERIOR 93

4.1. RESUMEN ESTADO ECOLÓGICO. NERBIOI EXTERIOR 95

4.2. ESTACIONES DE MUESTREO 97

4.3. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS 97

4.3.1 PARÁMETROS ESTRUCTURALES 97

4.3.2 CALIDAD BIOLÓGICA 98

4.4. FAUNA ICTIOLÓGICA 98

4.4.1 ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD 99

4.4.2 CALIDAD BIOLÓGICA 99

4.5. VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO 101

4.5.1 FITOPLANCTON 101

4.5.2 MACROALGAS 103

4.6. INDICADORES FISICOQUÍMICOS 104

4.6.1 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN AGUAS 104

4.6.2 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS 109

4.6.3 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN BIOTA (MOLUSCOS) 113

4.7. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS 119

4.1. RESUMEN ESTADO ECOLÓGICO. NERBIOI EXTERIOR

En 2004 se realizó el estudio de presiones e impactos en la masa de agua del Nerbioi exterior.

La presión directa ejercida por la población es destacable en el caso del estuario del Ibaizabal, ya que recibe la influencia directa de 833.395 habitantes que residen en los términos municipales por los que pasa, los cuales ocupan una superficie de 230 km^2. Esto supone el 73% de la población total vizcaína y el 39% de la población de la CAPV (que vive en un área que representa tan sólo el 10% del territorio). El 42% de la población adscrita a esta masa de agua (353.078 habitantes) se encuentra empadronada en Bilbao (41 km^2).

Respecto a la actividad industrial, la masa de agua del estuario del Ibaizabal es la que cuenta con mayor número de establecimientos (65.337; 38% de la CAPV y 75% de Bizkaia) y de empleos (288.198; 36% de la CAPV y 71% de Bizkaia). Más de la mitad de los establecimientos (33.579) y de los empleos (150.696) corresponden al municipio de Bilbao. Por sectores, se repite la tónica general: comercio, hostelería y transportes representan más del 45% de los establecimientos, mientras que industria y energía no llegan al 10%. Respecto a los establecimientos industriales, hay que destacar también el refino de petróleo, con establecimientos en Zierbana, así como la industria energética.

Respecto a actividad portuaria, debe destacarse que el puerto de Bilbao se encuentra situado en su mayor parte la masa de agua correspondiente al Nerbioi exterior. El impacto económico del transporte de mercancías a través de dicho puerto supone 419 millones de euros del PIB de la CAPV y cerca de 9.286 empleos. Presenta 286 Ha de superficie terrestres y 1.699 Ha de superficie de flotación, con 18 km de muelles y 236 Ha de superficie de almacenamiento. En cuanto a las estadísticas generales en 2003 pasaron por el puerto 3.485 buques (5% menos que en 2002), con 47.833 pasajeros embarcados (21% menos que en 2002) y 64.011 desembarcados (17% menos que en 2002). Se cargaron 7.833.816 t de mercancías (12% más que en 2002) y se descargaron 20.551.161 t (10% más que en 2002). Además, hay que mencionar los puertos deportivos existentes.

Los aliviaderos de tormentas suponen la presión más importante en número (118 aliviaderos; 24% de las presiones identificadas para la masa de agua). A los aliviaderos les siguen, en número, las estructuras de regulación del cauce (diques y escolleras, principalmente) con 85 tramos identificados (17%) y, por supuesto, los asentamientos portuarios (84 presiones; 17%). En este sentido, hay que recordar que prácticamente toda la masa de agua funciona como un gran puerto, con todas las presiones que conlleva tal asentamiento: amarres, fondeaderos, señalizaciones, canalizaciones, obras, dragados y vertidos del material dragado, etc. También son importantes en número, aunque su abundancia relativa no es tan alta, algunas infraestructuras (59), vertidos de aguas residuales urbanas (34), astilleros, rampas y varaderos (33), zonas de almacenamiento (28), vertidos de origen industrial (19) y algunas tomas de agua (14).

Globalmente la presión en la masa de agua es alta. Esta masa de agua es la que más presiones recibe de todo tipo en el País Vasco, aunque fundamentalmente provienen de:

- Elevado desarrollo industrial (de carácter diverso, con plantas químicas, siderúrgicas, energéticas, de alimentación, etc.), que produce vertidos ocasionales y permanentes en el estuario (un total de 19 identificados, con un volumen del 56,2% de los 225,6 10^6 m^3 a^{-1} que se vierten a la masa de agua). Esto produce zonas con sedimentos altamente contaminados. Hay que hacer notar que estos volúmenes se han ido reduciendo progresivamente.
- De la gran presión urbana, que se traduce en canalización del cauce y vertidos importantes de la depuradora de Galindo (así como otros 33 más). El volumen de vertido urbano representa el 43,7% del total, si bien se ha ido reduciendo progresivamente en los últimos años. Además, a partir de 2000 se cuenta con una depuración biológica, que se ha traducido en mejoras importantes en elementos biológicos (como el bentos) y en concentración de contaminantes, nutrientes, etc.; y
- De la presencia de 5 puertos (en realidad todos ellos contenidos en el puerto de Bilbao), que conlleva canalización, sedimentos dragados, introducción de especies alóctonas, etc.

En la Tabla 62 se observa el resumen y diagnóstico de Estado Ecológico en la masa de agua del Nerbioi exterior.

	ELEMENTOS BIOLOGICOS				ESTADO BIOLÓGICO	ELEMENTOS Físico-Químicos	QUÍMICA		ELEMENTOS Morfológicos	ESTADO ECOLÓGICO	Equivalencia	Tanto por Uno	Valor global	CALIFICACIÓN EST. ECOLÓGICO MASA DE AGUA
	Fitoplanc.	Algas	Bentos	Peces			>LD	>NC						
E-N20	D	A	MB	A	A	A	Sí	Sí	D	A	6	0.2	1.2	7.6
E-N30	A	MB	B	B	B	B	Sí	No	D	B	8	0.8	6.4	

Tabla 62 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado Ecológico en la masa de agua del Nerbioi exterior en 2008.

En el Abra interior (estación E-N20) sin duda la evolución inicial positiva tiene que ver con el cierre de Altos Hornos y la reducción de vertidos al estuario, junto con la mencionada depuración biológica. Ello no obsta para que ocasionalmente (1998, 1999 y 2001) puedan darse empeoramientos transitorios, asociados a otras fuentes de impacto: las obras del puerto deportivo (que pudieron modificar los fondos de los alrededores) o la progresiva concentración de vertidos de la depuradora de Galindo, que quizá pudieran llegar a esta área relativamente cercana.

En el Abra exterior la evolución puede ir ligada a eventos que están teniendo lugar en este estuario, como la progresiva entrada en funcionamiento de las fases de saneamiento y el cierre de vertidos muy contaminantes (p.ej. AHV). Por el contrario, el empeoramiento del Abra exterior a partir de 1997 puede deberse a los trabajos que se hicieron para la construcción del puerto y que ya en 1998 había adquirido su forma definitiva. Sin embargo, en 2001 tuvieron lugar los dragados para relleno del puerto, lo que ocasionó impactos perceptibles en el bentos y los peces.

En definitiva, en el interior del estuario la calidad del bentos es deficiente y hacia el exterior mejora claramente. El hecho de que el fitoplancton analizado en 2008 suponga un estado entre deficiente y aceptable no quiere decir que este sistema esté bien desde el punto de vista de la eutrofización o la presencia de elevadas concentraciones de fitoplancton tóxico o nocivo. De hecho, tales situaciones se suelen registrar en este estuario, si bien no es fácil que dos muestreos anuales coincidan con una situación como la señalada.

Los contaminantes presentes en aguas, sedimentos y biota tienen algunas concentraciones elevadas, que hace que no cumpla por cadmio y HCH en aguas la estación E-N20 o que haya problemas de superación de objetivos de calidad en sedimentos.

En general, en esta masa de agua, se observa una gradación en el Estado Ecológico desde aceptable en la parte interna del estuario, a Buena en la parte externa (Figura 42). Al igual que para el Nerbioi interior, hay que hacer notar que esta masa de agua está calificada de Muy Modificada, por lo que habría que evaluar el Potencial Ecológico (Borja y Elliott, 2007), basado en condiciones de referencia diferentes. Al contrario que en la otra masa de agua, en esta aún quedan escasos sustratos naturales donde pueden crecer las algas, por lo que quizá sirvan como elementos de control. Su gran profundidad y la renovación de la masa de agua, hace que, a pesar de sus modificaciones morfológicas, la calidad pueda llegar a ser buena permanentemente, exceptuando partes concretas de la zona portuaria.

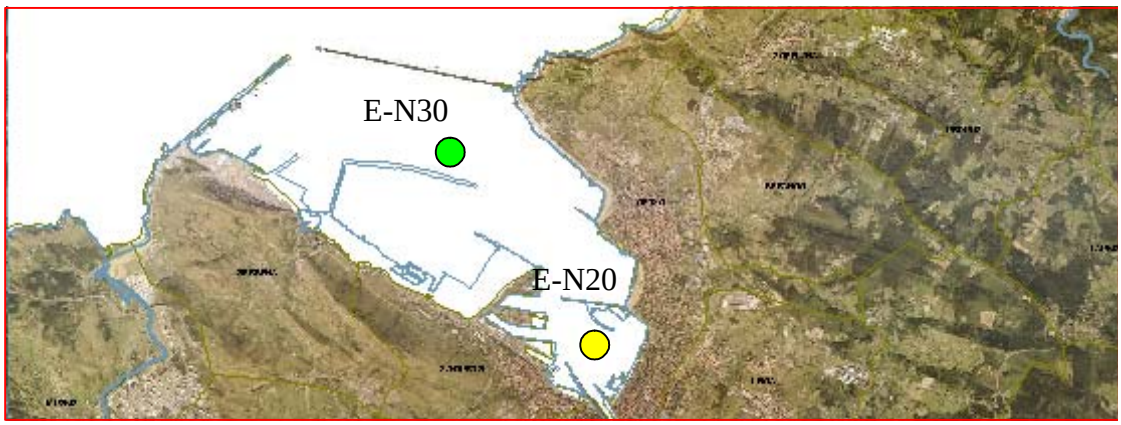


Figura 42 Calificación del Estado Ecológico y ubicación de estaciones en la Masa de agua Ibaizabal: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Aceptable; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

4.2. ESTACIONES DE MUESTREO

En la masa de agua del Nerbioi exterior se analiza anualmente un total de 2 estaciones estuáricas y 2 estaciones de moluscos. Por otro lado, en 2003, se analizaron una estación para vida piscícola y una para macroalgas estuáricas, que se han vuelto a muestrear en 2006. Sus posiciones y denominación pueden verse en la Tabla 63.

Cod_Estación	Estación	Cod_Tipo	UTMX	UTMY
E-N20	Abra Interior (Ibaizabal)	Estuarios	497919,41	4798585,74
E-N30	Abra Exterior (Ibaizabal)	Estuarios	496434,56	4801048,16
I-N10	Zierbena (Ibaizabal)	Estuarios (Moluscos)	493630,67	4800287,21
I-N20	Getxo (Ibaizabal)	Estuarios (Moluscos)	498242,23	4798838,30
ANE	Ibaizabal (Arrastre zona exterior estuario)	Estuarios (Vida piscícola)	498626,72	4797038,78
M-EN1	Ibaizabal Zona 01. Estuario Macroalgas	Estuarios (Macroalgas)	498049,11	4797785,63

Tabla 63 Estaciones de muestreo en la masa de agua de transición del Nerbioi Exterior.

4.3. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

4.3.1 PARÁMETROS ESTRUCTURALES

Los parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Nerbioi Exterior, en invierno de 2008 pueden verse en la Tabla 64.

PARÁMETRO	UNIDAD	ESTACIÓN	
		E-N20	E-N30
Densidad	$ind \cdot m^{-2}$	2.667	41
Biomasa	$g \cdot m^{-2}$	54,603	0,424
Riqueza	nº taxa	56	6
Diversidad número	$bit \cdot ind^{-1}$	4,24	2,50
Diversidad biomasa	$bit \cdot g^{-1}$	1,94	0,53
Equitabilidad número		0,73	0,97
Equitabilidad biomasa		0,33	0,20
Diversidad máxima	bits	5,81	2,58
AMBI		3,034	0,625
Clasificación AMBI		Alteración Ligera	Alteración Nula

Tabla 64 Parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Nerbioi Exterior.

La estación E-N20 muestra una comunidad cuya composición es característica de un ecosistema de transición entre una zona típicamente estuárica a otra con especies más características de los medios marinos. Destaca por su abundancia el poliqueto *Notomastus latericeus* (547 $ind \cdot m^{-2}$), que también fue la especie dominante en 2002, 2004 y 2005. Le sigue en dominancia el poliqueto *Mediomastus fragilis* (398 $ind \cdot m^{-2}$), especie también muy habitual en las muestras de esta estación y dominante en 1997, 1998, 2003, 2006 y 2007.

La densidad total de la estación es relativamente alta (2.667 $ind \cdot m^{-2}$). Del mismo modo, la riqueza específica (57 *taxa*) es muy alta tanto en relación con otras estaciones localizadas en otras masas de agua como con las registradas en años anteriores en esta misma estación (mínima, 18 *taxa* en 2001; máxima, 77 *taxa* en 2007) (Figura 43). La diversidad estimada a partir de los datos de densidad (4,24 $bit \cdot ind^{-1}$) es muy alta, cercana a la máxima de las encontradas en años anteriores en esta misma estación (2006 y 2007). La biomasa total es la segunda más alta de todo el periodo de seguimiento (54,6 $g \cdot m^{-2}$; mínima, 0,4 $g \cdot m^{-2}$ en 2001).

Estos parámetros estructurales son indicadores de la alta estructuración de la comunidad, hecho que también queda reflejado en la composición de los grupos tróficos, todos ellos representados. Domina el grupo de los detritívoros subsuperficiales (42%), seguido por el de los detritívoros superficiales (32%).

Según el índice AMBI (Tabla 64) la estación presenta alteración ligera (3,0), con dominancia de especies tolerantes al enriquecimiento orgánico y oportunistas de segundo orden (Figura 44). La estación no presenta tendencia temporal: mantiene valores de AMBI ligeramente superiores a 3 a lo largo de todo el seguimiento, con dominancia de los grupos ecológicos III y IV.

La estación E-N30, presenta sedimentos con alto contenido en arenas (99%) y bajo contenido en materia orgánica (1,7%). Es la estación más cercana al mar de las muestreadas en el estuario del Nerbioi y, habitualmente, se caracteriza por la presencia de una biocenosis más propia de los medios marinos que de los estuáricos. Como en otros muestreos, faltan algunas especies características o típicas de estos medios (*Scrobicularia plana*, *Hediste diversicolor*, *Cyathura carinata*, *Hydrobia ulvae*, *Streblospio shrubsolii*, *Corophium multisetosum*, etc.). En su lugar aparecen otras especies, típicamente marinas, muchas de las

cuales se encuentran en las estaciones litorales de este estudio.

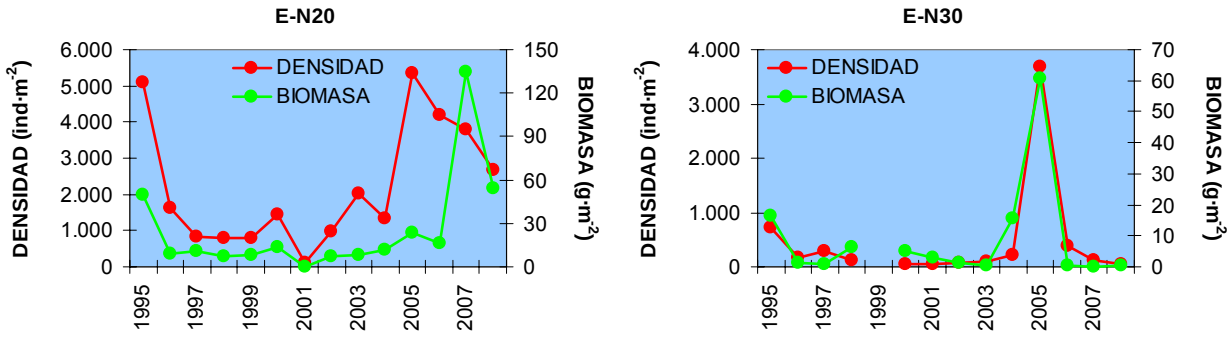


Figura 43 Evolución de la densidad y biomasa en las estaciones E-N20 y E-N30 (Nerbioi Exterior).

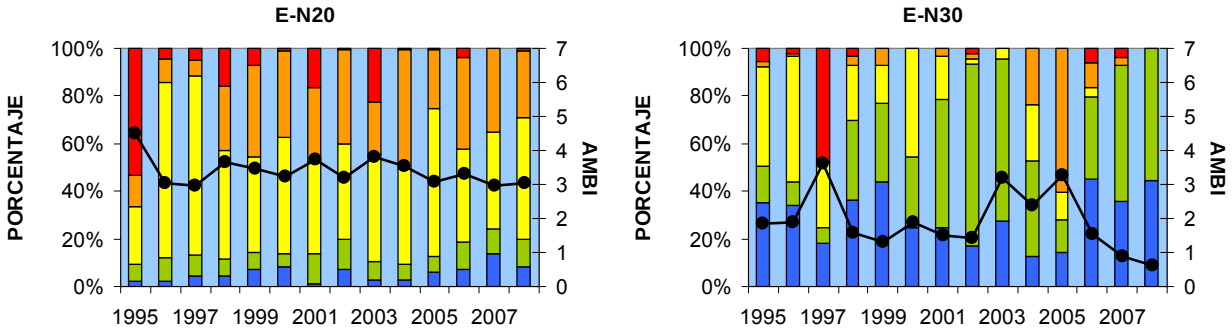


Figura 44 Evolución del porcentaje de cada grupo ecológico y de AMBI en las estaciones E-N20 y E-N30 del Nerbioi Exterior.

La densidad de la biocenosis de E-N30 (41 ind·m^{-2}) muestra valores bajos para esta estación (máxima en 2005: 3.693 ind·m^{-2}) (Figura 43) y no se puede hablar de especies dominantes ya que los escasos ejemplares que se han identificado presentaban densidades semejantes. La riqueza específica (6 *taxa*) es muy baja en relación a la de años anteriores (máxima, 68 *taxa* en 2005), y la diversidad estimada a partir de las densidades específicas (2,50 bit·ind^{-1}) es moderada. En este sentido, cabe recordar que ya en el informe correspondiente a la pasada campaña de 2007, se hacía referencia al descenso en estos parámetros, especialmente en lo referente a la diversidad específica. La biomasa (0,4 g·m^{-2}) es también baja.

La estación presenta, en función de AMBI, alteración nula (0,6) con dominancia de especies indiferentes y de especies sensibles a la alteración del medio (Figura 44). Como la anterior, se trata de una estación con valores relativamente estables de AMBI, próximos a 1,0-1,5, en la que casi siempre han dominado los grupos ecológicos I y II. Destacan los picos detectados en 1997 (debido a un incremento de la abundancia relativa de oportunistas de primer orden), en 2003 (una de las réplicas resultó azoica, probablemente debido a un error en el muestreo) y en 2004-2005 (por un incremento en la abundancia de oportunistas de segundo orden).

4.3.2 CALIDAD BIOLÓGICA

En lo referente a la evaluación del estado ecológico del compartimento de los macroinvertebrados bentónicos, la calificación obtenida por la estación **E-N20** a partir de M-AMBI es de **'Muy Buen Estado'** (Figura 45). En general, desde el inicio del seguimiento no se observa evolución del estado ecológico de la estación (se ha mantenido en Muy Buen Estado a lo largo de todo el seguimiento), aunque parece detectarse un cierto incremento de los valores de EQR al menos a partir de la campaña de 2001.

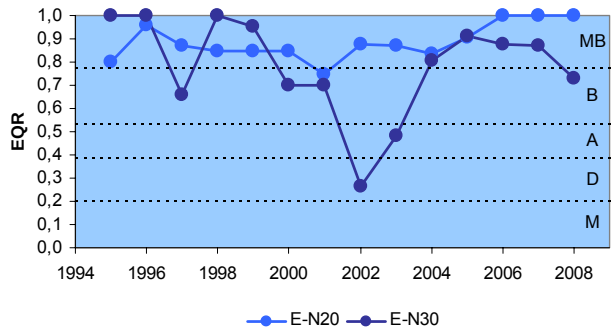


Figura 45 Evolución de M-AMBI (EQR) para las estaciones estuáricas de la masa de agua de transición del Nerbioi Exterior.

En el caso de la estación **E-N30**, la calificación obtenida para 2008 a partir de M-AMBI es de **'Buen Estado'** (Figura 45). En este caso, los valores de EQR

presentaron una clara tendencia negativa entre 1995 y 2002, periodo en que se pasó de Muy Buen Estado a Estado Deficiente (de EQR=1,0 a EQR=0,27). Esto se debió a los masivos dragados que se realizaron en la zona a partir de 2001, para el relleno del puerto exterior. Sin embargo, a partir de dicha campaña, la tendencia se invirtió y la estación ha pasado a presentar Muy Buen o Buen Estado a partir de 2004 (EQR=0,80-0,90 en el periodo 2004-2007).

4.4. FAUNA ICTIOLÓGICA

4.4.1 ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD

En la campaña de 2007, el informe de la red de vigilancia y control de las aguas del País Vasco introduce una novedad: el análisis y el estudio se hace por tipo de masa de agua y no por cuenca hidrográfica como se venía haciendo los años anteriores. Así, que el estuario del Nerbioi se analiza de manera separada en dos masas de agua de transición diferenciadas: por un lado, la masa de agua de transición del Nerbioi exterior donde se localiza la estación exterior (ANE) y, por otro lado, la masa de agua de transición del Nerbioi interior donde se localizan la estación media (ANM) y la estación interna (ANI).

Las muestras de fauna demersal fueron recogidas durante la campaña de campo de 2006, no en 2008. Por tanto, en este informe se reanalizan los datos obtenidos con anterioridad, teniendo en cuenta los cambios en la metodología. En dicho año 2006 en la estación exterior del Nerbioi (ANE) se encontraron un total de tres especies de peces. En este estuario también existen datos de 2003 (Borja et al., 2004) pertenecientes al estudio "Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la comunidad autónoma del País Vasco". El total de especies identificadas en dicho muestreo fue de uno.

A su vez, en el seguimiento que el Consorcio de Aguas Bilbao-Bizkaia viene realizando en este estuario anualmente desde el año 1989, se han encontrado entre dos y diez especies, en función de las estaciones y años. En los últimos años, parece que el número de individuos tiende a aumentar, por lo que las doce especies identificadas en 2006 vendrían a confirmar esta tendencia.

Las especies identificadas en la estación exterior (ANE) en el año 2006 fueron *Callionymus lyra*, *Gobius niger* y Pomatoschistus minutus. En el año 2003, la única especie identificada fue *Pomatoschistus minutus*. Tomando en cuenta el estuario como un todo, se aprecia que la única especie que presenta una distribución espacial por todo el estuario es Pomatoschistus minutus (al igual que en 2003).

El valor de los parámetros estructurales en la estación exterior (ANE) es mayor en 2006 que en 2003. A su vez, analizando el estuario como un todo, se aprecia que la estación exterior es la estación donde encontramos los valores más altos diversidad, que en el tramo medio (ANM) disminuye el valor de todos los parámetros y que en el tramo interior (ANI) el valor de la riqueza permanece constante, el número de individuos y la densidad aumentan y por el contrario, la riqueza de peces y la diversidad disminuyen.

4.4.2 CALIDAD BIOLÓGICA

En este apartado se hace referencia a la tendencia temporal y espacial de la calidad biológica. Aunque en 2003 fue el primer año en que se muestreaba este estuario dentro de la Red de Calidad, en años anteriores se han realizado estudios similares para otras administraciones, como el Consorcio de Aguas (Franco et al., 2008), lo que permite establecer una comparación.

La metodología aplicada para establecer la calidad biológica en peces en estuarios ha sido explicada en el Tomo 1. En la Tabla 65 se expresan los valores obtenidos para cada indicador considerado en el cálculo del estado para cada tramo de estuario objeto de estudio.

Al igual que en el resto de estuarios, los indicadores que hacen referencia a la ausencia de especies introducidas, especies indicadoras de la contaminación y salud piscícola son los que favorecen la calidad biológica, alcanzando los valores máximos. El resto de los indicadores presentan valores muy bajos, a excepción de las especies residentes. La composición trófica de peces demersales (relación entre omnívoros y piscívoros) alcanza valores bajos (valor porcentual 1:1).

El estado de la calidad biológica piscícola alcanzado el año 2006 presenta un valor más alto que el obtenido en 2003, pero aún así, es calificada como **'Aceptable'**

(Figura 46). El aumento de dos puntos respecto al 2003 se debe a que el número de especies residentes incrementa su valor.

Analizando el estuario como un todo (incluyendo la ANI y ANM situadas en la masa de transición Nerbioi interior), se aprecia que los parámetros de la ANEr obtienen valores más bajos que en ANM y ANI, pero obtienen la misma calificación: aceptable. En 2003 la calidad aumentaba hacia el interior del estuario, sin embargo, en 2006 este gradiente ya no se da, pues la estación media e interior obtienen la misma calificación (Figura 47).

ESTACIÓN	ANEr	
VARIABLES	2003	2006
Riqueza	1	1
Sp introducidas	5	5
Sp indic. contaminación	5	5
Salud piscícola	5	5
Peces planos	1	1
Omnívoros	1	1
Piscívoros	1	1
Sp residentes (nº)	1	3
Sp residentes (%)	1	1
PUNTUACIÓN	21	23
AFI	0.33	0.39
CALIDAD BIOLÓGICA	Deficiente	Aceptable

Tabla 65 Valores de los indicadores seleccionados para estimar la calidad biológica de peces demersales en cada una de las estaciones. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: ≥ 0.82; Bueno: 0.56 -0.82; Aceptable: 0.34 - 0.56; Deficiente: 0.17-0.34; Malo: ≤ 0.17. Tramo exterior (ANEr). AFI: AZTI's Fish Index.

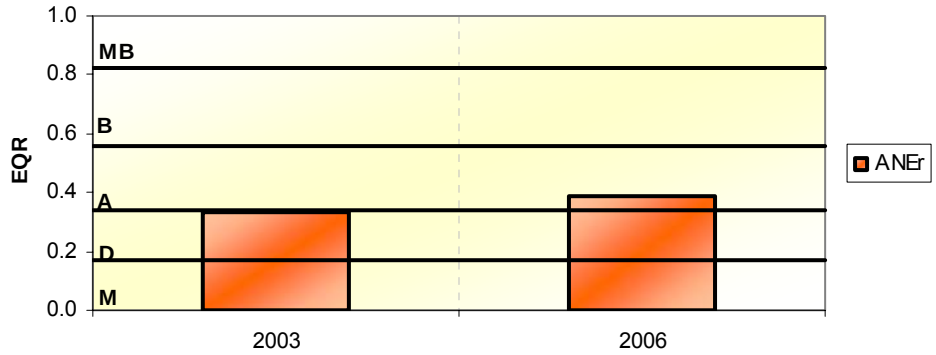


Figura 46 Valores de la calidad biológica obtenidos para cada estación entre los años 2003 y 2006. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: ≥ 0.82; Bueno: 0.56 -0.79; Aceptable: 0.56 - 0.34; Deficiente: 0.34- 0.17; Malo (M): ≤ 0.17. Tramo exterior (ANEr).

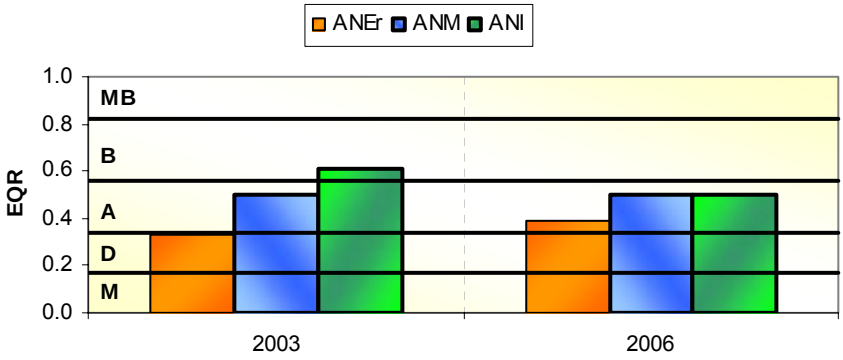


Figura 47 Valores de la calidad biológica obtenidos para cada estación entre los años 2003 y 2006. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: ≥ 0.82; Bueno: 0.56 -0.79; Aceptable: 0.56 - 0.34; Deficiente: 0.34- 0.17; Malo (M): ≤ 0.17. Tramo exterior (ANEr).

La Figura 48 muestra la evolución temporal de la calidad biológica en los estudios realizados para el Consorcio de Aguas de Bilbao-Bizkaia entre los años 1990 y 2007 (Franco et. al., 2008) y 2008 (datos aún sin publicar). En total, entre 1989 y 2007 se han realizado 20 muestreos que corresponden a estudios elaborados para el Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia, y dos (en 2003 y 2006) que corresponden con estudios de la red de seguimiento de aguas de transición. En dicho estudio se realizan pescas de arrastre en cinco estaciones: estaciones E (Abra exterior) y B (Abra interior) situadas la masa de transición del Nerbioi exterior y, estaciones A (Lamiako), F (Rontegi) y G (Olabeaga) situadas en la masa de transición del Nerbioi interior.

Como se aprecia en la Figura 48, en la Estación E (Abra exterior) la calidad se mantiene en 'bueno' la mayoría de los años (excepto 1993, 1995 y 2003 que fue catalogada como 'aceptable', manteniendo un valor constante los últimos años. En la Estación B (Abra interior) los valores de la calidad biológica oscilan continuamente, no obstante, estas oscilaciones son cada vez de menor amplitud y centradas entre el limite de

bueno y aceptable y valores más altos de bueno. Parece que el sistema seguirá oscilando hasta alcanzar el equilibrio.

En conclusión, se puede afirmar que el medio acuático ha mejorado, principalmente debido al incremento de la concentración de oxígeno disuelto (aumenta en todas las estaciones, incluso en las zonas media e interior donde durante muchos años presentaban situaciones de hipoxia y anoxia) y el descenso de las concentraciones de amoniaco.

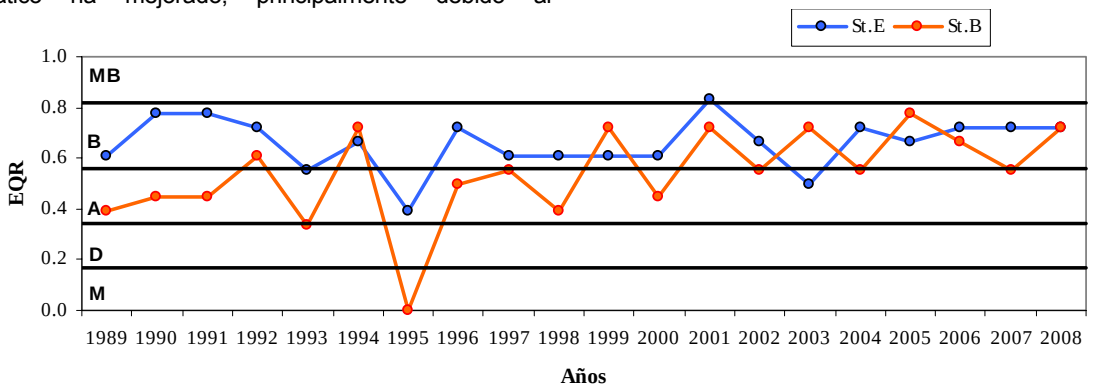


Figura 48 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenidos para cada estación en 1990 y 2006. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): 0.82; Bueno (B): 0.56 -0.82; Aceptable (A): 0.37 - 0.56; Deficiente (D): 0.17- 0.34; Malo (M): ≤ 0.17. Línea azul Abra exterior (estación E) y línea naranja Abra interior (estación B).

Para establecer la calidad biológica de toda la masa de agua de transición se aplica la metodología que ha sido explicada en el Tomo 1. En el caso del Nerbioi exterior la masa de transición solo engloba una estación (la estación externa del estuario, ANEr) por lo que la calificación total de la masa es la misma que la descrita en los párrafos anteriores: **'Aceptable'** en 2006 y **'Deficiente'** en 2003. En cambio, según los datos del Consorcio, la parte más externa está en **Buen** estado.

4.5. VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO

4.5.1 FITOPLANCTON

CLOROFILA

En el estuario del Nerbioi se midió la concentración de clorofila en cinco estaciones, en superficie y fondo. Los muestreos se realizaron en pleamar y en bajamar, con lo cual se obtuvo un total de 80 datos para el periodo de 2008. Las estaciones de muestreo corresponden a dos masas de agua de transición diferenciadas: la zona interior y la zona exterior del estuario. Este capítulo hará especial mención a la zona **exterior** del estuario (el Abra), en la cual se sitúan las estaciones E-N20 y E-N30.

En la Figura 49a se muestran los datos de clorofila y salinidad, recogidos en 2008 a lo largo de **todo el estuario** del Nerbioi (zona interior y exterior). En general, la variabilidad espacio-temporal de la clorofila fue muy pequeña en el estuario del Nerbioi y los valores se situaron entre los más bajos de los medidos en los estuarios de la costa vasca durante 2008. La zona exterior mostró los valores mínimos de clorofila, manteniéndose por debajo de 2 µg l^{-1} (Figura 49b).

En la zona exterior del estuario (estaciones E-N20 y E-N30) la salinidad varió en un rango desde 5,4 hasta 35,6 USP. En esta zona, las condiciones de salinidad fueron generalmente euhalinas, con la excepción de los muestreos de otoño en los que los bajos valores de salinidad en las aguas de superficie indicaron la influencia de lluvias fuertes y elevada descarga fluvial (Figura 49b). Además, teniendo en cuenta que en este análisis se contemplan tanto las aguas de superficie, como las de fondo, se puede deducir que la estratificación salina no fue de tanta magnitud en la zona exterior (el Abra) en comparación con la zona interior (el canal), salvo en la situación de otoño mencionada. La concentración de clorofila manifestó valores generalmente más altos en superficie que en fondo, aunque la diferencia generalmente no superó 1 µg l^{-1}.

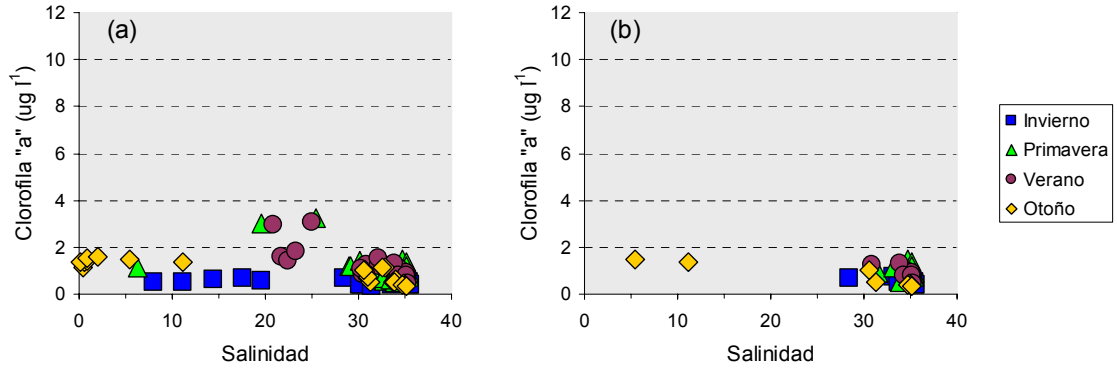


Figura 49 Variación de la concentración de clorofila con la salinidad en el estuario del Ibaizabal, en las cuatro épocas de estudio durante 2008 (a) Todo el estuario (b) Sólo el estuario exterior. Los datos son de superficie y fondo, en pleamar y bajamar.

COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DEL FITOPLANCTON

En la Tabla 66 se muestran las variables que describen la composición y abundancia del fitoplancton en la zona exterior del estuario del Nerbioi, en las cuatro épocas de muestreo (invierno, primavera, verano y otoño). La abundancia fitoplanctónica osciló entre valores del orden de 10^4 células l^{-1} y 10^6 células l^{-1}. El valor mínimo se encontró en otoño en la estación E-N20. Los valores máximos se encontraron en verano y fueron muy similares entre ambas estaciones del Abra. La riqueza y diversidad también aumentaron en verano, con 27-30 especies y 3,5 bit/cel.

Estación	E-N20	E-N30
Fecha	22/01/2008	22/01/2008
Abundancia (Células/ml)	191	170
Diversidad (bit/cel)	3,0	2,6
Riqueza (Nºespecies)	10	12
Estación	E-N20	E-N30
Fecha	14/05/2008	14/05/2008
Abundancia (Células/ml)	848	394
Diversidad (bit/cel)	3,0	3,2
Riqueza (Nºespecies)	19	27
Estación	E-N20	E-N30
Fecha	15/09/2008	15/09/2008
Abundancia (Células/ml)	1.735	1.707
Diversidad (bit/cel)	3,5	3,5
Riqueza (Nºespecies)	27	30
Estación	E-N20	E-N30
Fecha	03/11/2008	03/11/2008
Abundancia (Células/ml)	48	558
Diversidad (bit/cel)	2,2	2,9
Riqueza (Nºespecies)	6	23

Tabla 66 Índices relacionados con Fitoplancton. Zona exterior del estuario del Ibaizabal. Los datos son de superficie, en pleamar.

En invierno la comunidad estuvo compuesta mayoritariamente por criptofitas, clorofitas y pequeños flagelados. En la estación E-N20 también se observaron dinoflagelados de pequeño tamaño. Las diatomeas supusieron un porcentaje muy pequeño en las estaciones del Abra durante el muestreo de enero.

En primavera (mayo) aumentó la abundancia celular. La composición de la comunidad mostró diferencias entre las estaciones muestreadas. En el Abra interior (E-N20) se observó una comunidad mezclada, con clorofíceas, criptofitas, haptofitas, pequeños flagelados y diatomeas de pequeño tamaño (centrales y pennales). Los dinoflagelados sólo aportaron el 1% a la abundancia total. En el Abra exterior (E-N30) la comunidad presentó menor densidad y la contribución de los dinoflagelados (19%) y las diatomeas (43%) fue relativamente más importante que en el Abra interior.

En verano (septiembre) se incrementó aún más la abundancia celular, que alcanzó hasta $1{,}7 \cdot 10^6$ células l^{-1}. Las diatomeas aportaron aproximadamente el 30% en ambas estaciones del Abra. Los dinoflagelados no superaron el 10% de la abundancia total. Los taxones más numerosos fueron diatomeas centrales (4-5 µm), diatomeas del género *Skeletonema*, criptofitas (*Hemiselmis* sp., *Plagioselmis* sp., *Teleaulax* sp.), el dinoflagelado *Heterocapsa* sp., la haptofita *Chrysochromulina* spp. y las pequeñas formas flageladas. Estos taxones se caracterizan por un tamaño celular pequeño, lo cual explica que los cambios temporales observados en la densidad de fitoplancton no se vean reflejados en la concentración de clorofila.

En otoño (noviembre), coincidiendo con lluvias y aumento del caudal fluvial, la abundancia fitoplanctónica descendió considerablemente. Esto fue más evidente en la estación del Abra interior (E-N20). En ésta el número de especies fue muy bajo y tanto la estructura como la composición de la comunidad se asemejó a la que presentaba la estación E-N17 (situada en la masa de agua de transición del Nerbioi interior). Se observaron únicamente algunas clorofitas, pequeñas formas flageladas y pequeñas diatomeas. La estación del Abra exterior (E-N30) mostró mayor riqueza y diversidad. En esta zona se observaron, además de los taxones anteriores, cierto número de dinoflagelados y criptofitas.

Hay que señalar que en verano la concentración de nutrientes fue relativamente alta, para tratarse de aguas

euhalinas, en la estación E-N20. Así, se midieron concentraciones de 3,7 µM de fosfato, 19 µM de amonio y 35 µM de nitrato. Dichas condiciones tróficas podrían influir en la frecuencia, intensidad y composición de las floraciones fitoplanctónicas en la estación E-N20. Hay que tener en cuenta que las concentraciones de nutrientes se asemejan a las consideradas representativas de mal estado físico-químico en masas de agua euhalina estuárica (2,3 µM para el fosfato, 20 µM para el amonio y 32 µM para el nitrato). Además, en las estaciones del Nerbioi interior (E-N10, E-N15 y E-N17) la concentración de fosfato mostró un gradiente de aumento desde la cabecera (4,1 µM) hasta la estación más cercana al Abra (6,4 µM), lo cual indica que se producen aportes de este nutriente a la columna de agua en la zona media del estuario (estación E-N17), que también podrían fertilizar el Abra interior (estación E-N20).

En cuanto a las especies potencialmente perjudiciales, la haptofita *Chrysochromulina* spp., que puede resultar nociva para los ecosistemas, estuvo presente en las cuatro campañas de muestreo y su valor máximo fue de ~$2 \cdot 10^5$ células l^{-1}. En primavera y verano se observaron, además, algunos dinoflagelados del género *Prorocentrum* en bajas concentraciones, del orden de 10^3 células l^{-1}. La diatomea potencialmente tóxica *Pseudo-nitzschia* spp. sólo se detectó en verano y su concentración máxima fue ~10.000 células l^{-1}, inferior a los valores de años anteriores. Algunas diatomeas cuando producen floraciones de elevada concentración (~10^6 células l^{-1}), debido a la acumulación de exudados (exopolímeros) pueden dar lugar a fenómenos de anoxia, o bien, pueden producir daños en las agallas de los peces por sus estructuras de sílice. Así, se consideran potencialmente nocivas para los ecosistemas la especie *Chaetoceros socialis* y los géneros *Thalassiosira* y *Rhizosolenia*. En cuanto a estos taxones, aunque se detectaron en verano, no se produjo una situación de riesgo ya que la suma de sus abundancias fue del orden de 10^4-10^5 células l^{-1}. En años anteriores sí se habían encontrado concentraciones mucho más elevadas de estas microalgas.

CALIDAD BIOLÓGICA

A partir de 2007 se comienza a aplicar un nuevo criterio de evaluación para el fitoplancton en las aguas costeras, que ha sido acordado en las reuniones europeas de Intercalibración para la Directiva Marco del Agua. Este nuevo método no ha sido aún intercalibrado en aguas de transición, las cuales, por lo tanto, se evalúan en el presente informe con el mismo método que en años anteriores. Así, el fitoplancton en el estuario del Nerbioi se evalúa con los datos de los últimos cinco años (periodo 2004-2008). La evaluación se realiza en base a cuatro indicadores (clorofila, abundancia de fitoplancton tóxico, abundancia de fitoplancton nocivo para los ecosistemas y abundancia total de fitoplancton) y el estado global del fitoplancton en cada una de las estaciones corresponde al que presenta el indicador peor clasificado (Tabla 67).

En cuanto al indicador basado en la clorofila, en los últimos cinco años nunca superó el valor de 16 µg l^{-1}, límite establecido en la metodología utilizada hasta ahora como indicador de eutrofia en las aguas de transición. Por lo tanto, en base a los datos de clorofila el estado ecológico se considera "muy bueno" en todas las estaciones del Nerbioi exterior.

En base a los datos de abundancia de fitoplancton perjudicial para la salud humana el estado se clasifica también como "muy bueno" en el último periodo de evaluación, ya que la abundancia de dichas especies nunca supera el umbral de 10^6 células l^{-1}. Sin embargo, las especies nocivas para los ecosistemas superan en ocasiones dicho umbral, lo cual hace que el indicador se clasifique como "bueno". Las floraciones fitoplanctónicas, o "blooms", considerando el total de especies se producen con bastante frecuencia, lo cual hace que este indicador se clasifique como "deficiente" en la estación E-N20 y como "aceptable" en la estación E-N30.

Finalmente, como se indica en la Tabla 67, utilizando el criterio del peor indicador, las estaciones situadas en la masa de agua de transición del Nerbioi exterior presentan **r**especto al fitoplancton **un estado global "deficiente"** (estación del Abra interior, E-N20) y **"aceptable"** (estación del Abra exterior, E-N30).

ESTACIÓN	Clorofila	Salud Humana	Salud Ecosistemas	Blooms	GLOBAL
E-N20	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Deficiente	Deficiente
E-N30	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Aceptable	Aceptable

Tabla 67 Zona exterior del estuario del Ibaizabal. Calificación en función de clorofila y fitoplancton.

4.5.2 MACROALGAS

Para su estudio, se han tenido en cuenta los resultados obtenidos, tanto en 2003 como en 2006 (ya que en 2008 no hubo muestreo), en la zona M-EN1 (Tabla 68). La metodología utilizada se explica en el Tomo 1.

La calificación, al igual que en 2003, es de **'Estado Aceptable'** para esta zona (adscrita a la estación E-N20). No se han detectado cambios en ninguno de los indicadores que se tienen en cuenta para el cálculo de la calidad, ya que las especies identificadas en cada una de las zonas y sus coberturas son idénticas a los de 2003. Para la parte más externa la calificación es de Muy Buen Estado.

NERBIOI EXTERIOR	2003	2006
INDICADORES	**M-EN1**	**M-EN1**
1- Riqueza	5	5
3- Cobertura indicadores contaminación	3	3
4- Cobertura media algas sin indic contamin.	1	1
5- Ratio verdes/resto	1	1
SUMA=	10	10
CALIFICACIÓN AREA=	A	A
EQUIVALENCIA=	6	6
SUPERFICIE=	1,3	1,3
PORCENTAJE SOBRE EL TRAMO=	1,0	1,0
VALOR GLOBAL=	6,0	6,0
EQUIVALENCIA TRAMO=	6,0	6,0
ESTACIÓN RED ASIGNADA=	E-N20	E-N20
CALIFICACIÓN TRAMO=	**A**	**A**

Tabla 68 Calificación de cada indicador de macroalgas y las equivalencias para la calificación de la masa de agua de transición del Nerbioi Exterior, asignado a la estación de muestreo de la Red de Calidad, en 2003 y 2006.

4.6. INDICADORES FISICOQUÍMICOS

4.6.1 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN AGUAS

CONSIDERACIONES GENERALES

En la Tabla 69 se recogen los datos medios anuales para las diferentes variables básicas analizadas en la masa de agua del Nerbioi exterior, en la superficie y el fondo de la columna de agua. En el año 2008, la temperatura media del agua se sitúa entre 14,9° y 15,7° C. La diferencia entre superficie y fondo es mayor en la estación interior (E-N20) que en la exterior (E-N30) debido a la influencia de la profundidad en el grado de la estratificación térmica. Recíprocamente, la diferencia de la salinidad entre superficie y fondo se reduce hacia el exterior del estuario.

A partir de los datos de salinidad obtenidos en la serie de muestreos del año 2008 puede observarse que la proporción de agua de origen fluvial, en superficie, disminuye desde la estación E-N20 (25.14%) a la E-N30 (5.3%). En las aguas del fondo también se observa una disminución de la proporción de agua dulce de una estación a otra pero las diferencias son menores que en superficie. Con el incremento de la proporción de agua de mar disminuye la concentración de silicato, sustancia relacionada con los aportes terrestres, mientras que aumenta el porcentaje de saturación de oxígeno. En el resto de nutrientes disueltos también se observa el mismo gradiente entre la estación interior y exterior.

Variable	Unidad	E-N20-S	E-N20-F	E-N30-S	E-N30-F
Temperatura	°C	14,98	15,74	15,36	15,65
Salinidad	USP	26,65	35,14	33,69	35,33
Agua fluvial	%	25,14	1,29	5,36	0,76
Saturación O2	%	93,75	93,38	98,50	96,88
pH		8,11	8,15	8,17	8,16
Silicato	$\mu mol.dm^{-3}$	41,01		12,72	
Amonio	$\mu mol.dm^{-3}$	14,40		4,99	
Nitrito	$\mu mol.dm^{-3}$	1,56		0,67	
Nitrato	$\mu mol.dm^{-3}$	51,15		19,64	
Nitrógeno Total	$\mu mol.dm^{-3}$	105,63		41,50	
Fosfato	$\mu mol.dm^{-3}$	3,73		1,39	
Fósforo Total	$\mu mol.dm^{-3}$	5,29		2,08	
Carbono O. Total	$\mu mol.dm^{-3}$	171,49		134,36	

Tabla 69 Masa de agua del Nerbioi exterior. Valores medios de variables relacionadas con el estado trófico y presencia de agua de origen fluvial (F: fondo, S: superficie) en 2008.

En los datos generales se observa la influencia de la estacionalidad a través de la temperatura y de las fluctuaciones en el caudal. También se aprecia la influencia del estado de la marea. En general, los valores registrados en la situación de bajamar indican una mayor alteración de la calidad de las aguas coincidente con una mayor influencia de los aportes de aguas fluviales y residuales y una menor dilución por las aguas marinas.

Dependiendo de las condiciones de cada muestreo, las aguas de superficie aparecen mejor oxigenadas cuando se da una activación de la circulación estuárica por incremento de caudal de los afluentes, sobre todo en situaciones de fuertes avenidas. A diferencia de otros estuarios en los que el volumen de agua intercambiado en cada ciclo de marea es más importante respecto al volumen total del estuario,

En el caso del estuario del Nerbioi exterior la dualidad entre pleamar y bajamar y la influencia de las fluctuaciones del caudal son relativamente poco importantes. Por tanto, cobran más importancia los procesos biológicos relacionados con el tiempo de residencia de las aguas en el estuario (demanda de oxígeno, fotosíntesis, consumo de nutrientes, etc.). Estos procesos, así como la estratificación salina de la columna de agua, explican las diferencias en la calidad físico-química del agua entre superficie y fondo.

En las estaciones del Nerbioi exterior (E-N20 y E-N30) tanto las aguas de fondo como las de superficie presentan elevados porcentajes de saturación (entre 93 y 98%) indicando la ausencia de situaciones con déficit de oxígeno.

En cuanto a la proporción entre los nutrientes, el nitrato es la forma predominante frente al amonio en ambas estaciones. En general, se observa también un exceso relativo del nitrógeno inorgánico disuelto (NID o suma de amonio, nitrito y nitrato) respecto al fosfato. Este exceso de nitrógeno respecto a la relación de Redfield resulta también frecuente en otros estuarios de la costa vasca y en las aguas costeras (estaciones litorales).

En el año 2008 las concentraciones promedio de carbono orgánico total (135-172 µmol dm^{-3}) se encuentran en el rango de las registradas en la mayoría de los estuarios.

EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LAS VARIABLES HIDROGRÁFICAS GENERALES

En las series de datos disponibles, en general, predominan las situaciones alternantes, con una distribución de tipo “dientes de sierra” en la que se observa la incidencia de la estacionalidad y de las condiciones hidrológicas.

No obstante, pueden señalarse ciertas tendencias que denotan la mejoría de la calidad físico-química de las aguas del estuario a lo largo de los últimos 13 años, pareja a las acciones realizadas en el saneamiento en la cuenca, y que ya han sido detectadas también en los estudios que se hacen para el Consorcio de Aguas (Borja *et al.,* en prensa).

En cuanto a la evolución de nutrientes, en la estación más exterior (E-N30), se detecta una alta variabilidad en el NID y en la concentración de fosfato, asociada a la influencia de la descarga del estuario interior (Figura 50). Aunque persisten algunos valores altos (asociados a eventos de descarga y aguas de relativamente baja salinidad), se observa una tendencia a la reducción de carga de nutrientes. Esta tendencia aparece marcada por disminución de la frecuencia de casos en los que se dan valores muy altos.

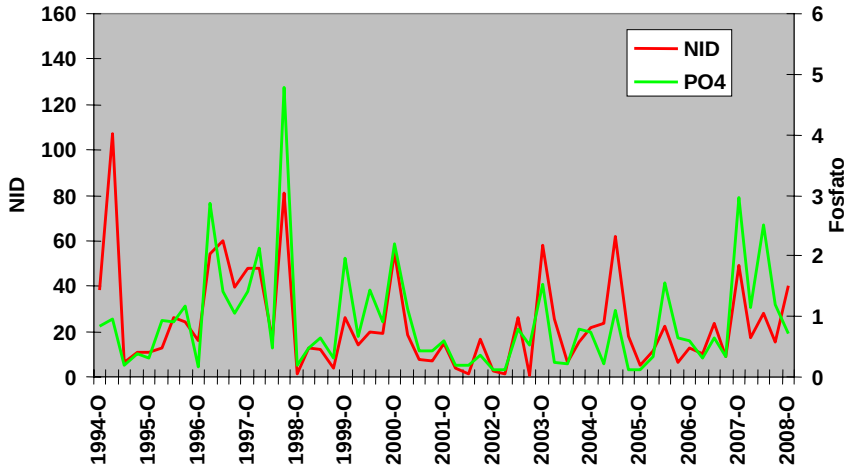


Figura 50 Evolución trimestral, entre otoño de 1994 y otoño de 2008, de la concentración de Nitrógeno Inorgánico Disuelto (NID) y fosfato, ambos en µmol L^{-1}, en aguas de superficie (media de pleamar y bajamar), en la estación E-N30.

Asimismo, también se aprecia la recuperación del oxígeno en la zona exterior del Nerbioi (Figura 51). Los valores de oxígeno disuelto aumentan en las dos estaciones, llegando a alcanzar el 100% de saturación (Figura 51). El incremento del grado de oxigenación de la columna de agua en el estuario del Ibaizabal ha sido claramente observado en los trabajos de seguimiento

ambiental realizados por AZTI para el Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia (Franco *et al.,* 2003) y, si bien se trata de una tendencia constatada desde mediados de los años 90, se ha hecho mucho más evidente a partir del año 2001, tras la entrada en funcionamiento del sistema biológico en la depuradora de Galindo (ver también Borja *et al.,* 2006).

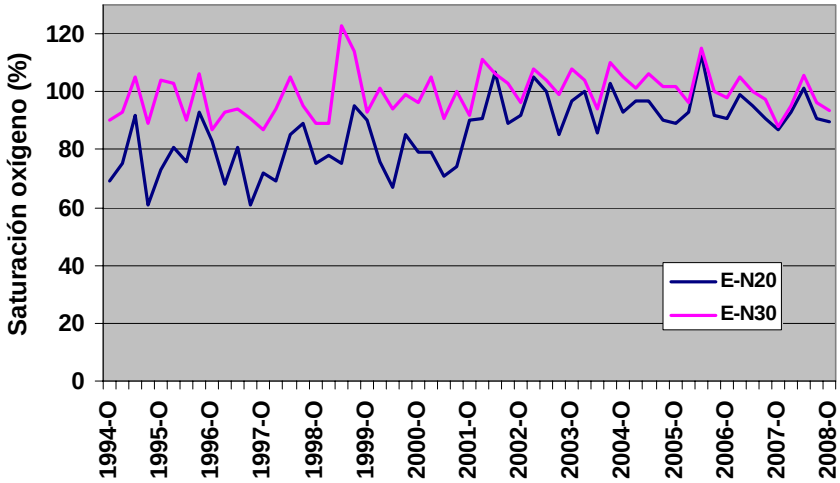


Figura 51 Porcentaje de saturación de oxígeno en la columna de agua en el Nerbioi exterior (estaciones E-N20 y E-N30). Se muestra el promedio para cada época del año (invierno, primavera, verano y otoño) desde 1994 hasta 2008. La media se ha realizado con los datos tomados en superficie y fondo, y en dos situaciones de marea (pleamar y bajamar).

METALES DISUELTOS

Las concentraciones de *cromo* (trivalente y hexavalente) y de mercurio en las aguas de superficie de las estaciones de la masa de transición exterior del estuario del Nerbioi se mantienen, como en la mayoría de los casos precedentes, por debajo de sus respectivos límites de detección (2, 3 y 0.3 $\mu g \cdot l^{-1}$).

En la Figura 52 se muestra la evolución de la concentración media del resto de los metales para el periodo comprendido entre otoño de 1994 y verano de 2008. Los valores empleados son medias correspondientes a los datos de pleamar y bajamar para las estaciones de muestreo del estuario de la transición del Nerbioi exterior (E-N20 y E-N30), hasta el año 2006, desde 2007 solamente se han muestreado las estaciones en bajamar.

Como se puede apreciar en la Figura 52, no hay una tendencia definida para ninguno de los metales y tampoco se observan diferencias significativas entre los puntos excepto en casos concretos como en el manganeso y níquel.

Este año 2008 se puede destacar el descenso de las concentraciones de cobre y cadmio respecto a los valores medios precedentes. Aunque en el caso de cadmio se ha advertido un pico en la transición exterior del Nerbioi (E-N20) donde se supera el objetivo de calidad establecido (0.2 $\mu g.l^{-1}$) con una concentración de 0.7 $\mu g.l^{-1}$. Se ha notado una bajada significativa de cobre respecto al año precedente. En el caso del plomo se ha observado una ligera subida en todas las estaciones sin llegar a sobrepasar el objetivo de calidad establecido y una subida destacable de zinc y hierro en la estación E-N20 de la transición exterior donde se ha superado el objetivo de calidad establecido para el zinc (60 $\mu g.l^{-1}$) con 68 $\mu g.l^{-1}$.

En los últimos años las concentraciones de zinc se podría decir que se mantienen en un rango de 10-30 $\mu g.l^{-1}$ en la transición del Nerbioi exterior.

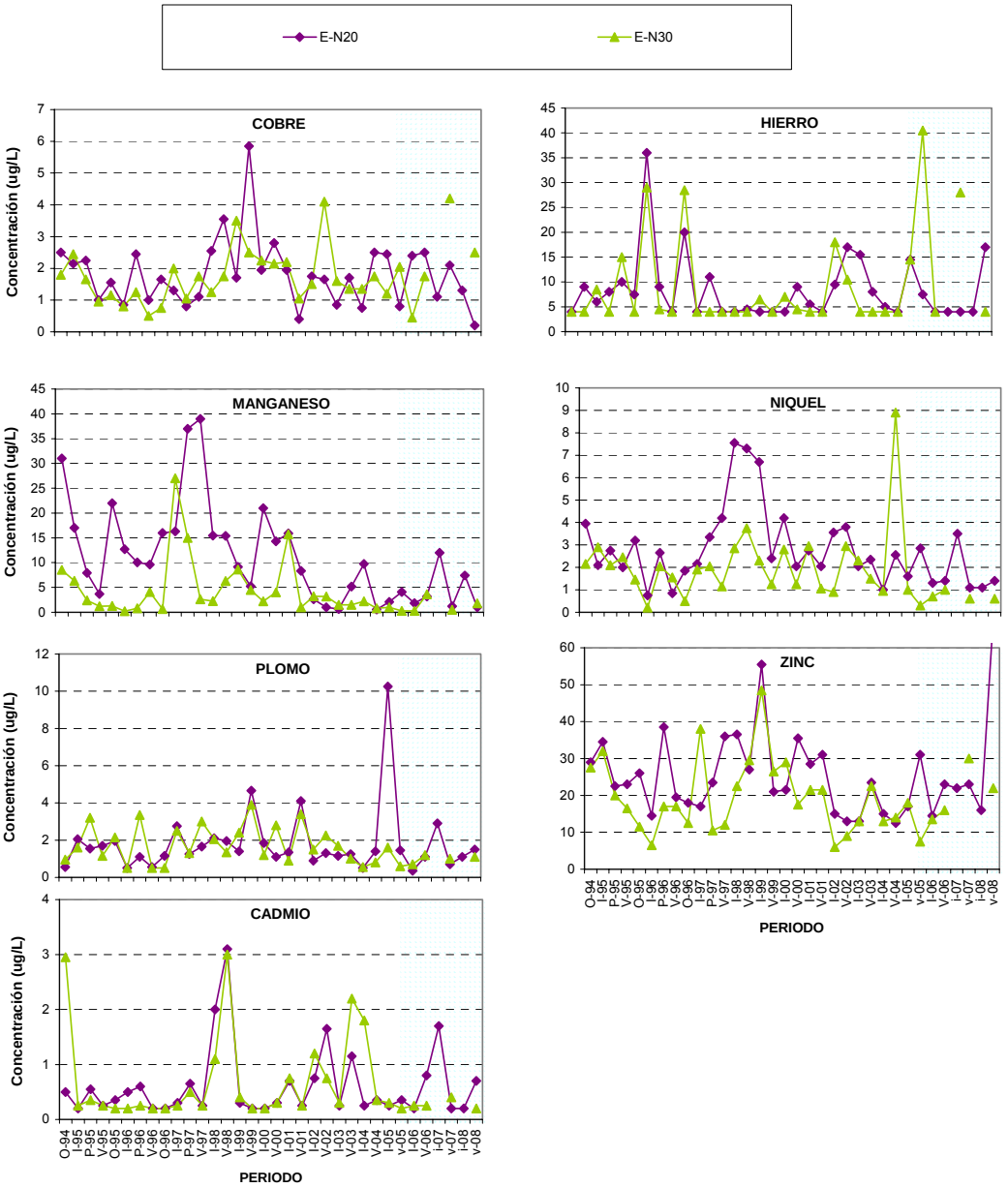


Figura 52 Evolución temporal de la concentración media (pleamar-bajamar) para cada metal en las estaciones de la masa de agua de transición del Nerbioi Exterior en el periodo que abarca desde otoño de 1994 a verano de 2006, desde el año 2007 solo se ha tenido en cuenta los datos de bajamar.

Muestreos mensuales

Se ha estudiado la evolución de la concentración de mercurio, cadmio, níquel y plomo durante todos los meses del año 2008 en las estaciones E-N20 correspondiente a la masa de agua de la transición exterior del Nerbioi.

En las Figuras 1 se puede observar la evolución mensual del año 2008 en la estación descritas anteriormente. Se han observado concentraciones de mercurio por debajo del límite de detección (0,3 $\mu g \cdot l^{-1}$).

En el caso del cadmio el objetivo de calidad (0,2 $\mu g \cdot l^{-1}$) se sobrepasa en Febrero, Abril, Mayo, Junio y Septiembre con valores de 0.3, 1.1, 0.4, 1.4 y 0.7 $\mu g \cdot l^{-1}$, respectivamente. No se observa en el cadmio una tendencia definida durante el año, pero los valores significativamente más altos se encuentran en las campañas de primavera y verano, que es cuando se supera el objetivo de calidad establecido.

En el caso del plomo no se observa ninguna tendencia definida en el estudio mensual. Las medias anuales, al contrario que el cadmio, se encuentran por debajo del objetivo de calidad (7,2 $\mu g \cdot l^{-1}$).

Respecto al níquel, se observa una tendencia ascendente en primavera-verano y descendente en otoño-invierno sin superar el objetivo de calidad (20 $\mu g \cdot l^{-1}$).

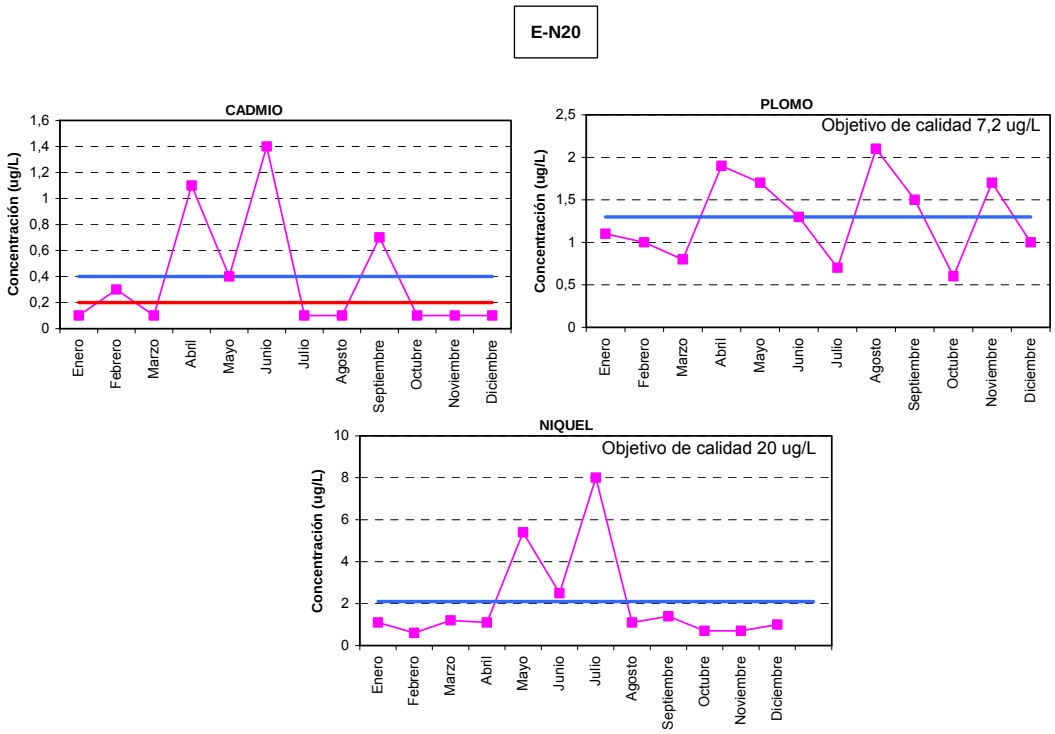


Figura 53 Evolución mensual del 2008 de la estación E-N20 para el cadmio, plomo y níquel. Donde la línea roja indica el objetivo de calidad para cada metal y la azul la media anual de los datos obtenidos.

CONTAMINANTES ORGÁNICOS Y OTROS CONTAMINANTES ESPECÍFICOS

Este año se observan concentraciones significativas (por encima de los respectivos límites de detección) para el grupo de contaminantes *PAHs*, en concreto para los derivados del naftaleno, fenantreno, fluoreno y pireno en todas las estaciones puntualemente. Sin embargo el sumatorio de PAH no supera los objetivos de calidad fijados.

El hexaclorociclohexano (aHCH) supera el límite de detección en todas las estaciones y también el objetivo de calidad establecido para este compuesto.

Muestreos mensuales

De los resultados obtenidos de los PAH analizados, se aprecia la presencia de algunos congéneres como los derivados del naftaleno y el fenantreno por encima de los respectivos límites de detección, pero sin sobrepasar los objetivos de calidad establecidos para compuesto. El compuesto clorado alfa- hexaclorociclohexano no cumple el objetivo de calidad establecido (0.002 $\mu g \cdot l^{-1}$) durante todo el año, donde las concentraciones más altas registradas son en las campañas de primavera-verano.

ESTADO EN FUNCIÓN DE LOS INDICADORES FÍSICO-QUÍMICOS

De acuerdo con la metodología expuesta en el Tomo 1, para 2008, la calidad físico-química de la masa de agua se puede calificar como: **'Muy Buena' en E-N30, y 'Aceptable' en E-N20.**

En cuanto a los objetivos de calidad físico-química, la estación E-N20 no cumplen para ningún nutriente ni turbidez. La estación E-N30 no cumple los objetivos de nitrato, fosfato ni turbidez.

ESTADO QUÍMICO

Teniendo en cuenta las Directivas europeas y la normativa española, referida a aguas (ver Tomo 1), se puede decir que en este estuario **'No Cumple'** la estación E-N20 por presencia de Cd y de aHCH, cumpliendo la E-N30.

4.6.2 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS

PARÁMETROS SEDIMENTOLÓGICOS DE CARÁCTER GENERAL

A partir de los datos de composición granulométrica, contenido en materia orgánica y contenido en carbono y nitrógeno orgánico particulado, en las estaciones E-N20 y E-N30, se ha estudiado la evolución temporal, para cada estación y para cada una de las variables.

En la Tabla 70 se muestran los parámetros sedimentológicos correspondientes a los muestreos de invierno de 2008. Los datos indican que la estación más externa (E-N20) es la más arenosa, con menor contenido en materia orgánica, carbono y nitrógeno, mayor potencial redox, y mayor ratio C/N.

ESTACIÓN	INVIERNO - 2008							
	GRAVA (%)	ARENA (%)	FINO (%)	M.O. (%)	REDOX (mV)	C.O.P. ($mol \cdot Kg^{-1}$)	N.O.P. ($mol \cdot Kg^{-1}$)	C / N
E-N20	0,12	23,47	76,41	6,83	-160	4,19	0,19	22,3
E-N30	0,00	85,83	14,17	1,85	115	2,18	0,02	113,0

Tabla 70 Parámetros sedimentológicos correspondientes a los muestreos de invierno de 2008. (GRAVA > 2 mm > ARENA > 63 µm > FINO). M.O.: materia orgánica; C.O.P.: carbono orgánico particulado; N.O.P.: nitrógeno orgánico particulado; C/N: relación carbono / nitrógeno.

En la Figura 54 se muestra la evolución temporal del contenido en finos, contenido en materia orgánica y relación C/N de los sedimentos.

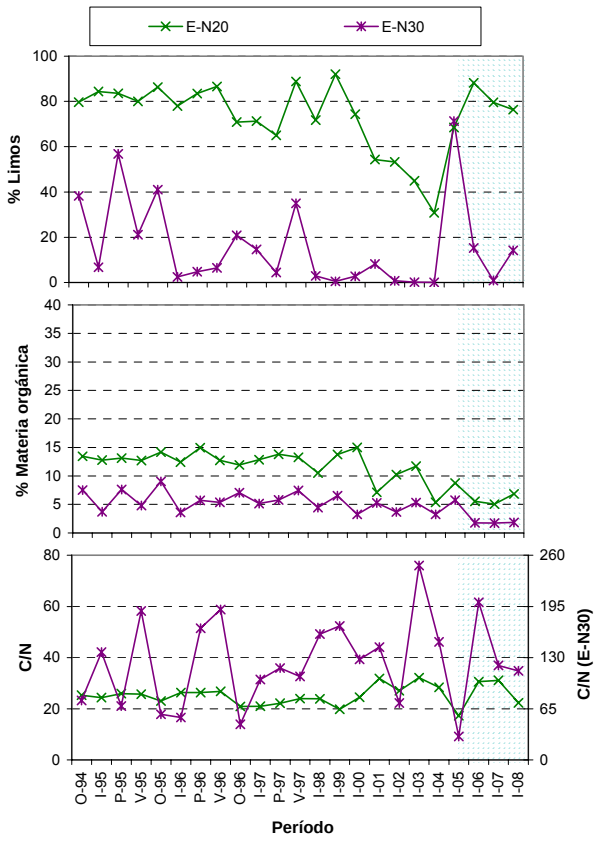


Figura 54 Evolución temporal del contenido en finos, contenido en materia orgánica y relación C/N de los sedimentos de la masa de agua de transición del Nerbioi exterior.

A pesar de la variabilidad temporal que se observa en la composición granulométrica de las muestras se ven claras diferencias entre las estaciones. Así, la muestra con menor porcentaje de limos y arcillas es la estación más externa (E-N30), excepto en 2005.

En cuanto al contenido en materia orgánica se observa en todas las estaciones un descenso discontinuo desde 1998.

La relación C/N presenta gran variabilidad espacial y temporal, pero en general se observa un aumento discontinuo desde 1997, aunque con un descenso en ambas estaciones de 2007 a 2008.

METALES PESADOS

Las concentraciones de metales pesados analizadas en la campaña de invierno de 2008 se resumen en la Tabla 71. Se indican también los valores medios para cada metal en la masa y la desviación estándar.

Ambas estaciones presentan concentraciones del mismo orden de magnitud para Cd, Cr, Fe, Hg, Mn, Ni y Zn. Sin embargo, el caso del Cu, Pb y Zn la estación más externa (E-N30) presenta mayores concentraciones.

En la Figura 55 se muestra la evolución temporal de los factores de contaminación, calculados para cada metal. En todos los casos se han utilizado los valores de fondo calculados recientemente por Rodríguez *et al.* (2006).

ESTACIÓN	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn
	mg·Kg^{-1}								
E-N20	0,94	40,9	54,3	28892	0,58	215,3	33,4	95,5	234,0
E-N30	1,56	55,6	117,5	26003	0,29	239,6	39,2	502,2	581,6
MEDIA	1,25	48,3	85,9	27447	0,44	227,4	36,3	298,8	407,8
DESV. EST	0,44	10,4	44,7	2043	0,21	17,2	4,1	287,5	245,8

Tabla 71 Concentración de metales pesados en la fracción fina de los sedimentos en la campaña de invierno de 2008 (µg g^{-1}).

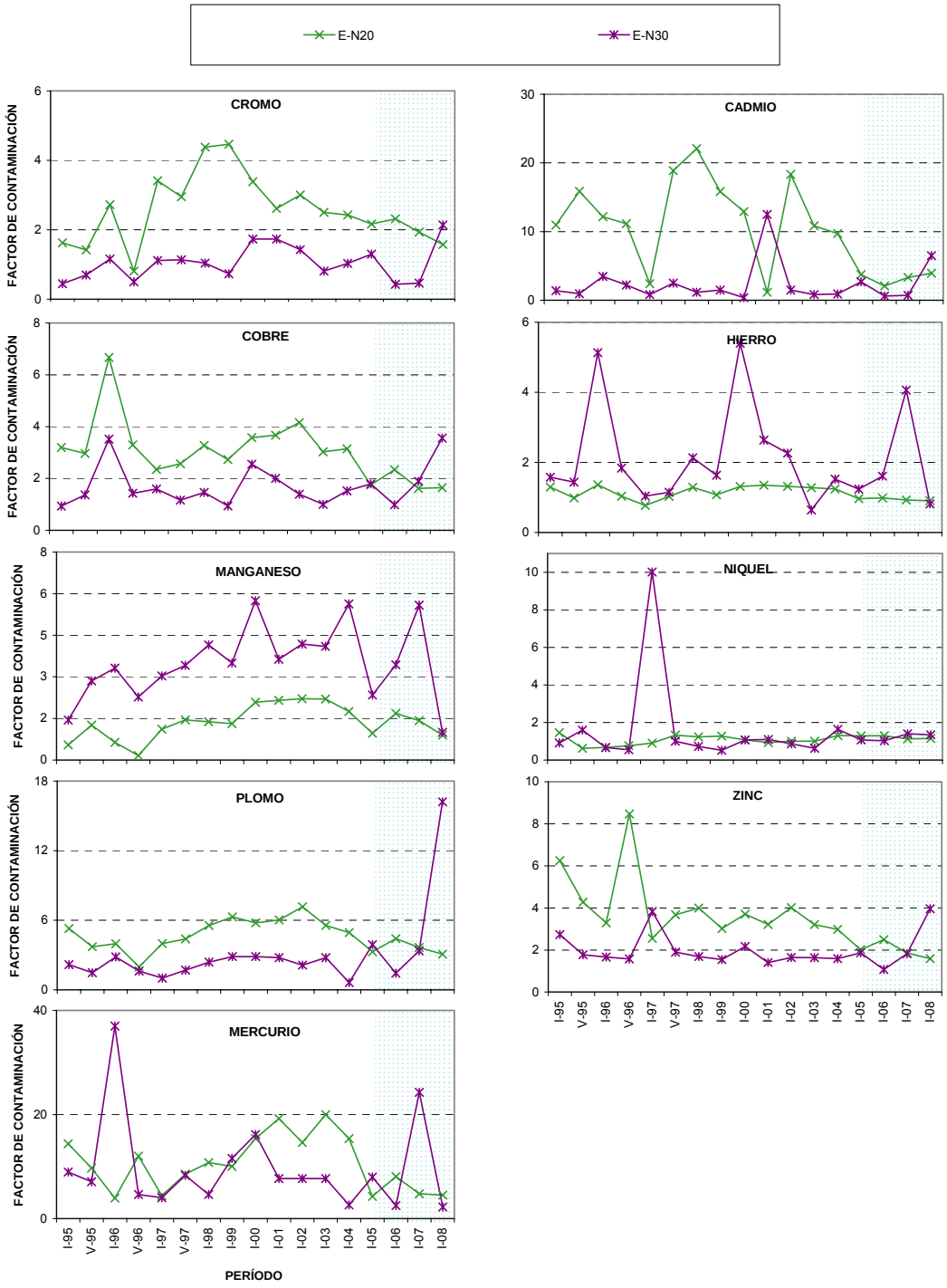


Figura 55 Evolución temporal de los factores de contaminación calculados para cada metal en la masa de agua de transición del Nerbioi exterior.

En el caso del Cr se observa un descenso discontinuo desde el 2000 en la estación más interna (E-N20), mientras que en la estación más externa (E-N30) se observa el máximo en 2008. En el caso del Cd se observa un descenso discontinuo desde el 2002 en la estación E-N20, y un ascenso continuo desde el 2007 a 2008 en la E-N30. En el caso del Cu se observa un

descenso discontinuo desde el 2002 en la estación E-N20, mientras que en la E-N30 se alcanzó en 2008 el máximo de la serie temporal. El Fe disminuye de forma discontinua desde 2001 en la estación E-N20, mientas que en la E-N30 aumenta desde 2002 hasta 2007, para alcanzar el segundo valor más bajo de la serie temporal en 2008. La concentración de Mn, Ni y Hg no muestra una tendencia temporal clara. La concentración de Pb disminuye de forma discontinua desde 2002 en la E-N20, careciendo tendencia temporal clara en la otra estación -en la que se registró el valor máximo en 2008-. En el caso del Zn se observa un descenso discontinuo en la E-N20 desde 1996, careciendo tendencia temporal clara en la otra estación.

COMPUESTOS ORGÁNICOS

Las gráficas de evolución temporal de la concentración de contaminantes orgánicos se recogen en la Figura 56. Las gráficas representadas agrupan los sumatorios de (7) congéneres de PCBs, de los isómeros de DDT, de los isómeros de HCH, de los compuestos drin, hexaclorobenceno y el sumatorio de PAHs.

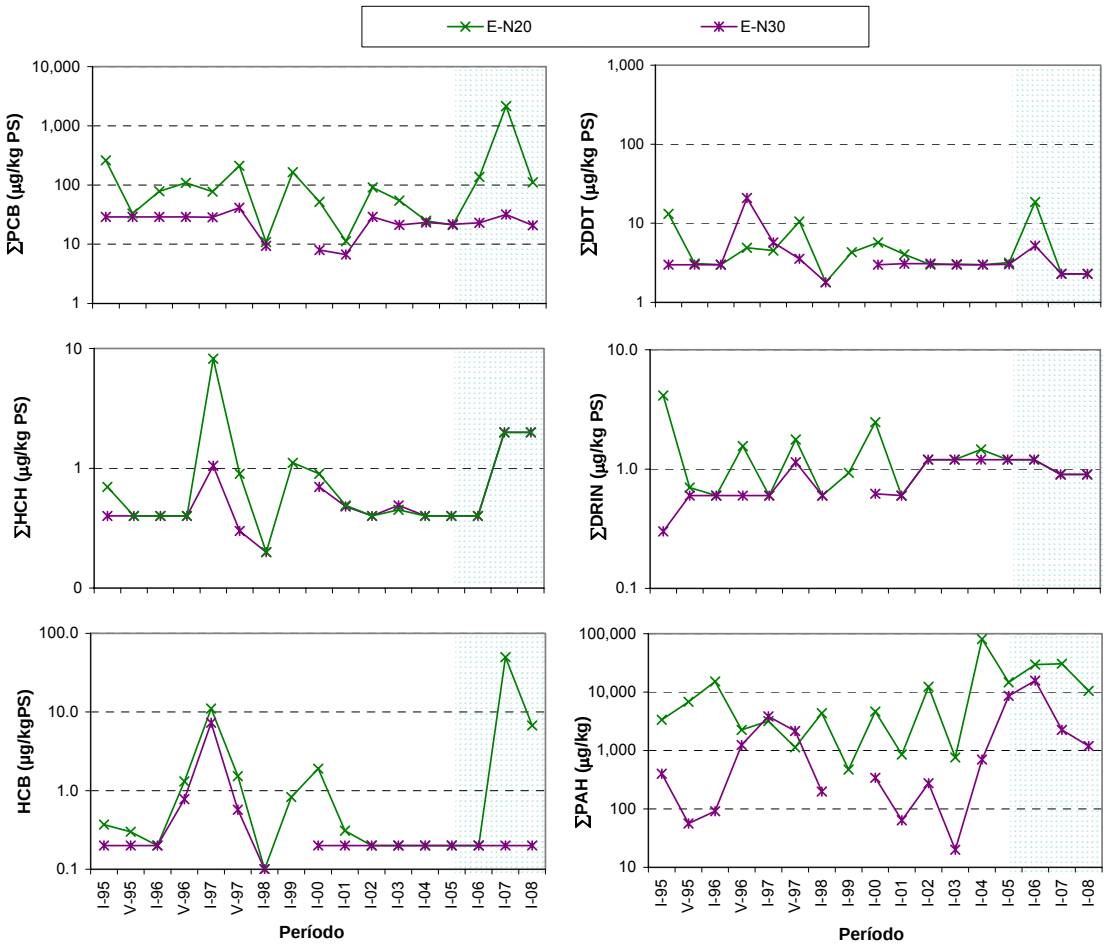


Figura 56 Evolución temporal de la concentración de compuestos orgánicos (µg kg^{-1}).

El sumatorio de PCBs muestra claras diferencias entre las concentraciones encontradas en la estación interna (E-N20) y la externa (E-N30). Así, la interna presenta generalmente mayores valores respecto a la estación N-30, alcanzando el máximo en 2007.

En cuanto a los DDT, ambas estaciones presentan en los últimos años valores inferiores o próximos al límite de determinación, excepto en 2005.

El sumatorio de isómeros del hexaclorociclohexano (HCH) presenta en los muestreos más recientes concentraciones inferiores o próximos al límite de determinación. El aparente incremento desde 2006 a 2007 es debido a un incremento en los límites de detección.

Al igual que ocurre con los DDTs y los HCHs, la concentración del sumatorio de los compuestos "drin" presentan en los últimos años valores inferiores o próximos al límite de determinación.

En cuanto al hexaclorobenceno, desde el 2002 se ha medido concentraciones por encima del límite de determinación en 2007 y 2008, en la estación E-N20.

Los PAHs presentan una gran variabilidad temporal y espacial, siendo el hecho más notable el descenso observado en la estación E-N30 desde 2006 a 2008, tras un ascenso continuo desde 2003.

NORMATIVAS

Como se ha explicado en el capítulo de metodología, a nivel estatal no existe una legislación por la que se regule la gestión de sedimentos contaminados, sino que las actuaciones en este campo se hallan controladas por las correspondientes autorizaciones que, en su caso, concedan las administraciones correspondientes.

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

Siguiendo la metodología para establecer el grado de contaminación en los sedimentos, se ha calculado el índice de carga contaminante global (ICC) para cada estación y para todos los metales. En la Tabla 72 se muestra la clasificación de la contaminación en los sedimentos estuáricos del Nerbioi en función de la concentración de metales pesados en 2008 y los valores de fondo para la costa vasca (Rodríguez *et al.,* 2006), basada en los Factores de Contaminación e Índices de Carga Contaminante (ICC) (MÜLLER, 1979). Se presentan también los ICC globales por estación y por metal. Ambas estaciones presentan una contaminación ligera por metales pesados.

ESTACIÓN	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn	ICC GLOBAL
E-N20	C	CL	CL	NC	C	NC	CL	C	CL	CL
E-N30	C	CL	C	NC	CL	NC	CL	CF	C	CL
TOTAL	C	CL	CL	NC	C	NC	CL	C	CL	CL

Tabla 72 Clasificación de la contaminación en los sedimentos de la masa de agua de transición Nerbioi exterior en función de los metales pesados en 2008, basada en los Factores de Contaminación e Índices de Carga Contaminante (ICC) (MÜLLER, 1979). CE: contaminación extrema; CF: contaminación fuerte; C: contaminación media; CL: contaminación ligera; NC: no contaminado.

En la Figura 57 se muestra la evolución del índice de carga contaminante global de metales pesados. La línea negra indica el límite de contaminación. En esta figura se observa que desde el 2005 el índice de carga contaminante es inferior a 3 en ambas estaciones.

Como primera aproximación para estimar la potencial toxicidad de los sedimentos se utilizan como referencia los niveles de toxicidad calculados por Long *et al.* (1995). A la vista de estos valores y de las concentraciones de metales analizadas en la campaña de 2008, se infiere que en ambas estaciones se supera el nivel bajo de toxicidad de Cu, Hg y Ni. La concentración de Pb y Zn (en la estación E-N20) y la de Cd (en la estación E-N30) supera el nivel bajo de toxicidad. En la estación E-N30, la concentración de Pb y Zn supera el nivel medio de toxicidad.

Para los compuestos orgánicos, se siguen los criterios utilizados por Borja *et al* (2003) para la evaluación de la contaminación y para una aproximación de la toxicidad se utilizan los valores de Long *et al* (1995). Siguiendo estos criterios, en la campaña de 2008 se observa contaminación ligera en E-N30, y media en E-N20.

Con respecto a la toxicidad, en la estación E-N20 se supera el nivel bajo de PCBs y PAHs. Estos resultados suponen un cierto riesgo de toxicidad en los sedimentos de esta masa de agua debido a compuestos orgánicos.

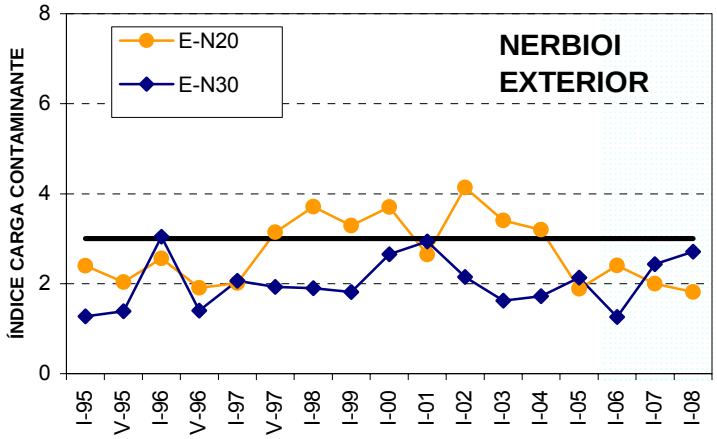


Figura 57 Evolución del índice de carga contaminante global de metales pesados. La línea negra indica el límite de contaminación.

4.6.3 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN BIOTA (MOLUSCOS)

En el estuario del Nerbioi se recolectaron mejillones en dos estaciones, una en Zierbena (I-N10) y la otra en Getxo (I-N20) el 3 de noviembre de 2008. Los datos correspondientes a bacteriología, metales pesados y compuestos orgánicos de la campaña de otoño de 2008 se pueden observar en la Base de Datos.

BACTERIOLOGÍA

La evolución de las concentraciones de bacterias en el estuario del Nerbioi en las estaciones I-N10 e I-N20 a lo largo del periodo de estudio (otoño de 1994-otoño de 2008) se muestra en la Figura 58.

En la estación I-N10 la concentración de **coliformes fecales,** y **estreptococos fecales** es la más elevada desde 2005. Utilizando el criterio del derogado Real Decreto 571/1999 para la clasificación de las zonas de producción de moluscos, al superar el límite de 6000 NMP 100 ml^{-1}, se clasificaría como Zona tipo C, es decir, no se podría marisquear bivalvos para su consumo.

En estación I-N20 de **coliformes fecales** aumenta con respecto al año 2007, pero permaneciendo en clasificación tipo A según el criterio del derogado Real Decreto 571/1999 para la clasificación de las zonas de producción de moluscos (i.e, se podría marisquear bivalvos para su consumo sin depuración, siempre y cuando cumplan el resto de requisitos sanitarios).

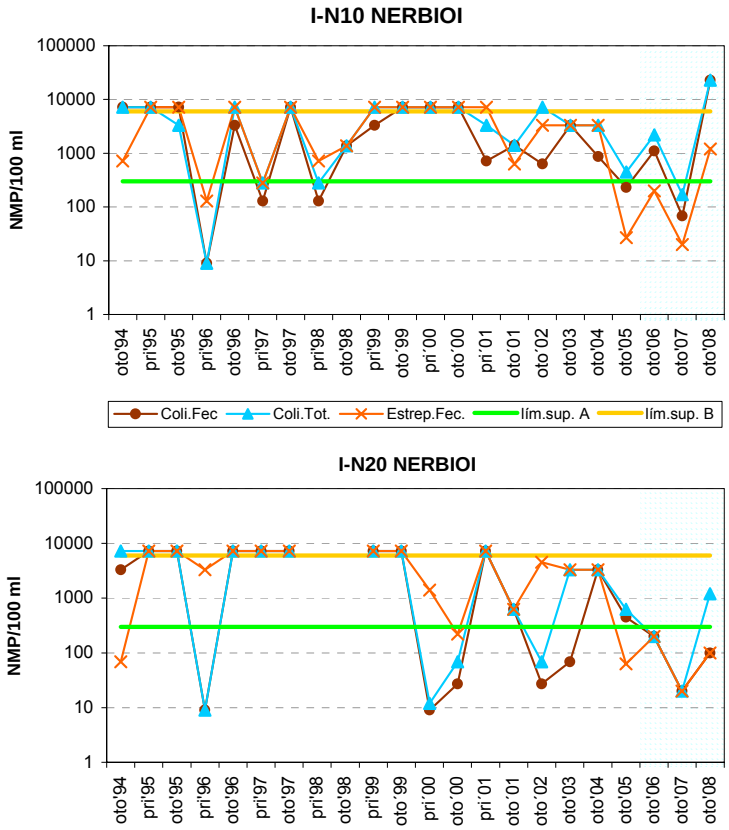


Figura 58 Evolución de la concentración de bacterias en las estaciones I-N10 e I-N20 a lo largo del periodo de estudio (otoño de 1994-otoño de 2008).

METALES PESADOS

En la Figura 59 y la Figura 60 se muestra la evolución de la concentración de metales en moluscos (mg kg^{-1} de Peso Fresco) desde 1994 en las estaciones I-N10 e I-N20.

Las concentraciones de **cadmio** en las estaciones I-N10 e I-N20 son inferiores a 0,9 mg kg^{-1} en los tres últimos muestreos. Considerando el valor de referencia del CIEM (0,4 mg kg^{-1}) y el límite legal (1 mg kg^{-1}) para el Cd, cabe destacar que las concentraciones en los moluscos de ambas estaciones en otoño de 2007 y 2008 no superan estos valores, aunque a lo largo del periodo de estudio se ha superado en varias ocasiones.

El **cromo** presenta concentraciones inferiores a 0,9 mg kg^{-1} desde 2006. En cuanto al cumplimiento de los objetivos de calidad, a lo largo del periodo de estudio en ningún caso se superan los 1,8 mg kg^{-1} contemplados para el cromo.

El **cobre** presenta concentraciones en torno a 2 mg kg^{-1}, desde 2001 en la estación I-N10. En la estación I-N20 existe mayor variabilidad temporal, con concentraciones inferiores a 5 desde otoño de 2001. El límite legal para el cobre en los mejillones, 20 mg kg^{-1}, sólo se supera en otoño de 1999 (78,0 mg kg^{-1}), en la estación I-N10, y en otoño de 1997, 1999 y 2000 (82,0, 43,5 y 168,0 mg kg^{-1}, respectivamente) y en primavera de 2000 y 2001 (56,7 y 23,3 mg kg^{-1}, respectivamente), en la estación I-N20. Durante todo el periodo de estudio sólo se recolectó ostra en la estación I-N10 en otoño de 2000 (1,60 mg kg^{-1}) y en la estación I-N20 en primavera de 2000 (56,7 mg kg^{-1}). En ninguno de los dos casos se supera el límite legal para el cobre en ostra, 60 mg kg^{-1}.

En cuanto al **mercurio**, desde otoño de 2007 la concentración en la estación I-N10 está próxima al nivel de detección (0,01 mg kg^{-1}). En la estación I-N20 presenta generalmente mayores concentraciones, así desde 2005 siempre se ha superado la concentración de 0,07 mg kg^{-1}. A pesar de que la concentración máxima (0,15 mg kg^{-1}) se alcanzó en otoño de 1998 en la estación I-N10, en ningún caso se han superado ni el límite legal, 0,5 mg kg^{-1}, ni el valor de referencia del CIEM, 0,2 mg kg^{-1}.

En el Nerbioi, el **níquel** presenta aumento discontinuo desde 2002 en ambas estaciones, con valores próximos a 0,4 mg kg^{-1} en 2008. Aunque para el níquel no hay establecido un límite legal, existe un valor de referencia dado por el CIEM, 1,5 mg kg^{-1}. Este valor sólo se ve superado por las concentraciones observadas en otoño de 1994 (1,98 mg kg^{-1}, en la estación I-N10, y 1,66 mg kg^{-1}, en la estación I-N20) y en primavera de 1998 en la estación I-N20 (1,58 mg kg^{-1}).

La concentración del **plomo**, presenta mayor variabilidad temporal en la estación I-N10, superando puntualmente la concentración de 1,6 mg kg^{-1} en un muestreo desde 1997. En la estación de I-N20 también se observa una elevada variabilidad temporal sin un patrón definido. Desde 1997 la concentración en esta estación no superó el valor de 1,1 mg kg^{-1}. El límite legal para el consumo (1 mg kg^{-1}) se ha superado en varios muestreos a lo largo del periodo de estudio.

La concentración de **zinc** presenta un incremento discontinuo en la estación I-N20 desde 2001. En la estación I-N10 no se observa un patrón definido, con concentraciones inferiores a 100 mg kg^{-1} en los últimos tres años. Dado que las máximas concentraciones de zinc se observaron en otoño de 1999 (777 mg kg^{-1}, en la estación I-N10, y 1036 mg kg^{-1}, en la estación I-N20), sólo en este caso se han superado el límite legal y el valor de referencia dado por el CIEM, 1000 y 600 mg kg^{-1}, respectivamente. La mayor acumulación de zinc en ostra se suele deber a que el mejillón puede regular la concentración de este metal, mientras que la ostra no (Rainbow, 1990). Sin embargo, en contra de lo que cabría esperar, estos máximos corresponden a concentraciones de zinc en mejillón, por lo que se consideran valores muy elevados.

La concentración de **plata**, se comenzó a medir en los moluscos en la campaña de 2007, descendiendo ligeramente en 2008 en ambas estaciones, tal como se ha observado en el resto de los estuarios localizados en Bizkaia.

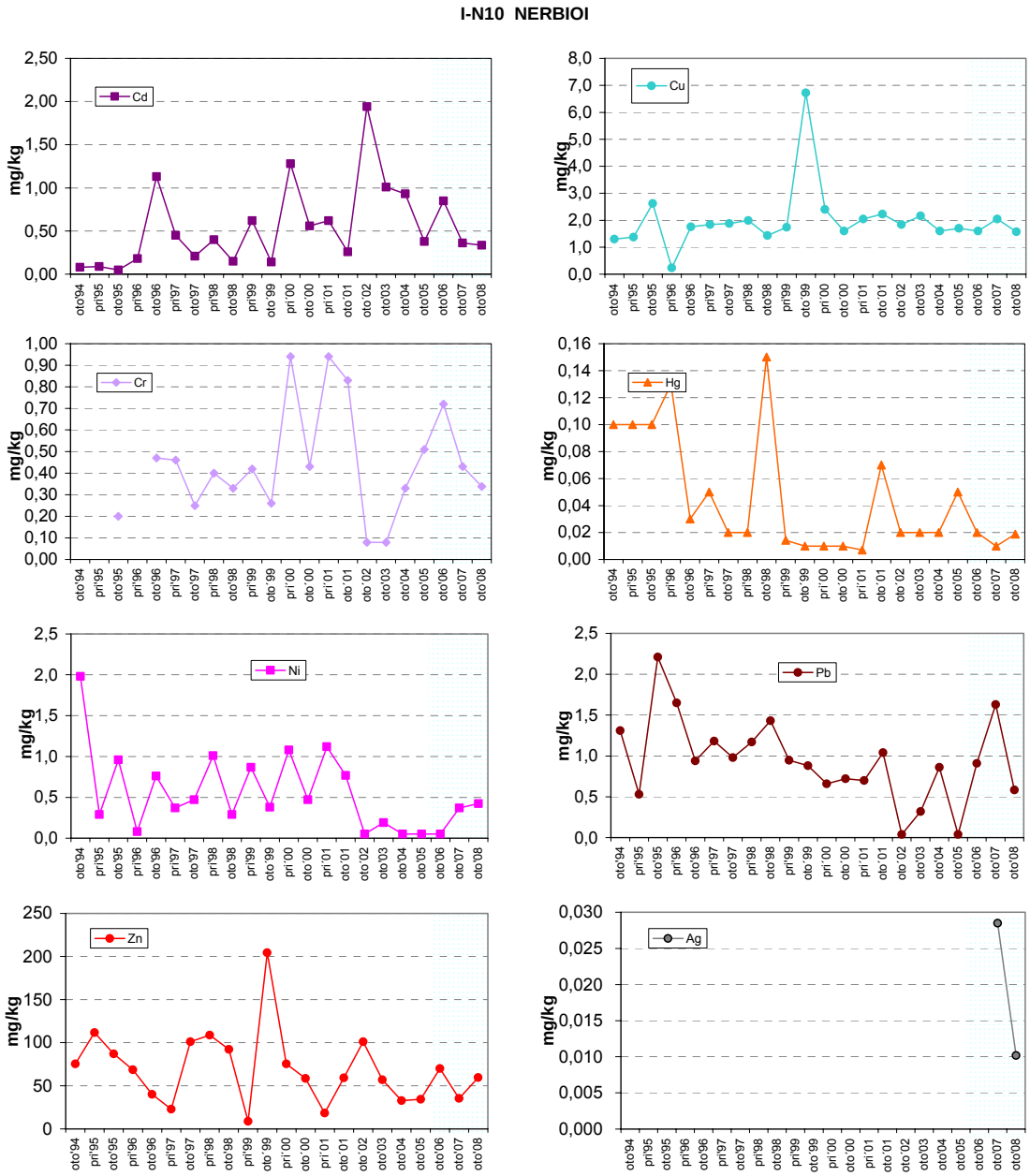


Figura 59 Evolución de la concentración de metales en moluscos (mg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-N10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2008).

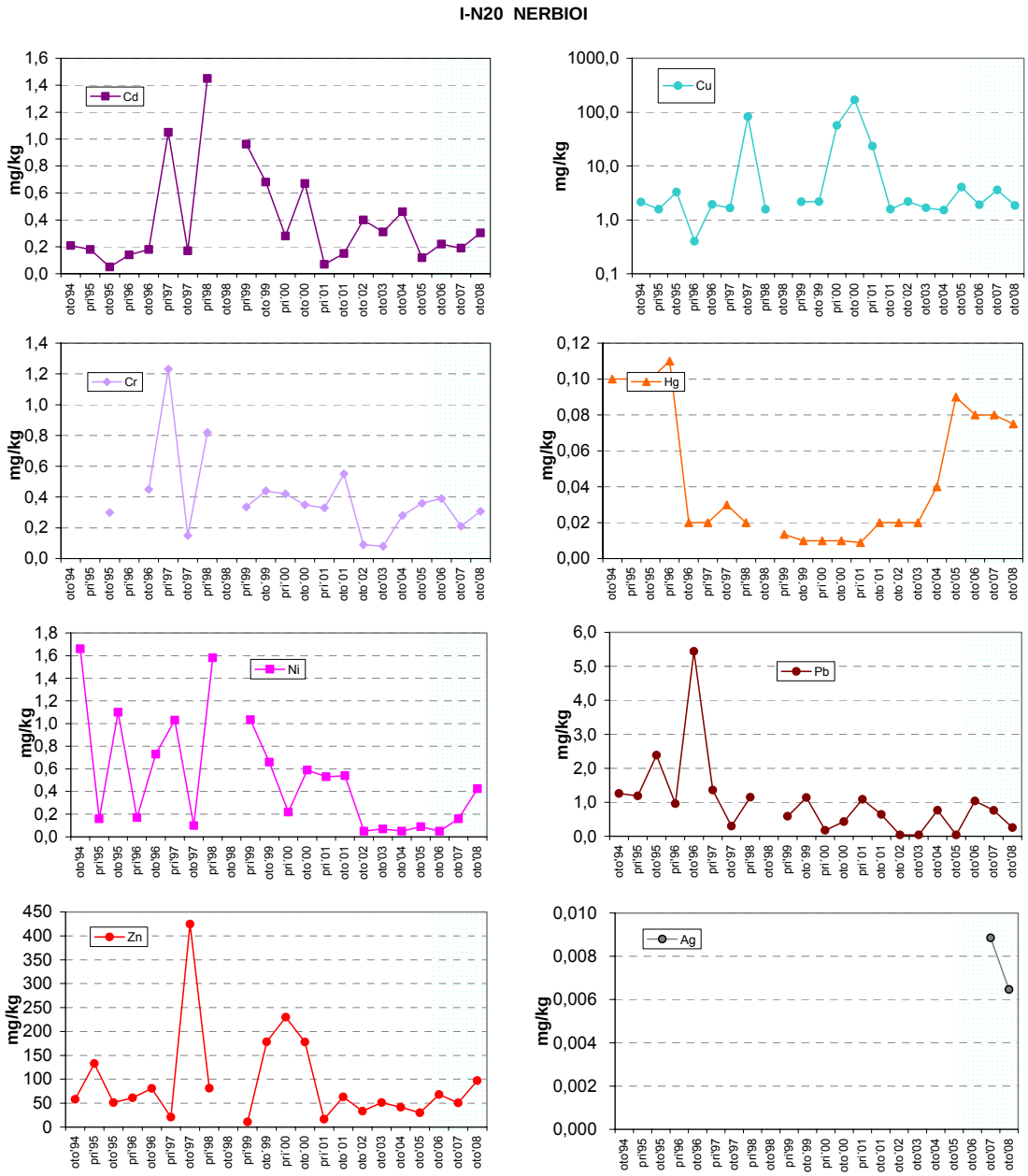


Figura 60 Evolución de la concentración de metales en moluscos (mg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-N20, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2008).

COMPUESTOS ORGÁNICOS

En este apartado se contemplan diversas sustancias de origen antrópico. En su mayoría, se caracterizan por ser utilizadas como biocidas o pesticidas, pero también son utilizados por la industria. Como no hay legislación española específica para la mayoría de estas sustancias, nos hemos basado en NAUEN (1983) para recopilar lo existente en otros países del entorno y obtener los valores límites.

En la Figura 61 se muestra la evolución de la concentración de compuestos orgánicos (mg kg^{-1} de Peso Fresco), en las estaciones I-N10 e I-N20, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2008).

En el caso de los policlorobifenilos **(PCBs)** se han sumado los 7 congéneres analizados (Borja *et al.*, 2003), con objeto de poder compararlos con otros lugares. Hay que tener en cuenta que el dato puede variar al ser menos o más los congéneres analizados en otras zonas.

Se observa que la concentración de PCBs en los moluscos descendió desde el periodo 1994-1998 hasta el 1999-2001. En los años más recientes, el promedio en ambas estaciones del sumatorio de PCBs es superior, especialmente en la estación I-N10 (dónde se han registrado valores más altos que en la I-N20).

Los valores de objetivo de calidad que se dan para la concentración de PCBs en moluscos (NAUEN, 1983) oscilan entre 1 a 5 ppm. Si se toma como valor límite 2 ppm (2.000 $\mu g\ kg^{-1}$), se observa que las concentraciones de PCBs en este estuario, a lo largo del periodo de estudio, están muy alejadas de este valor.

La concentración de **DDT** corresponde a la suma de los tres compuestos de DDT analizadas (p-p'DDE, p-p'DDD, p-p'DDT). Desde 2005 en la estación I-N20 los tres compuestos presentan concentraciones inferiores al nivel de detección o ligeramente superiores. Sin embargo, en la estación I-N10 los tres compuestos evaluados estuvieron por encima del límite de determinación, en varios de los muestreos recientes. A lo largo del periodo de estudio las concentraciones de DDT más elevadas se dieron en primavera de 1995 (se alcanzó el valor de 18 $\mu g\ kg^{-1}$, en la estación I-N10, y 28 $\mu g\ kg^{-1}$, en la estación I-N20) y en primavera y otoño de 1997 en la estación I-N20 (17 y 24 $\mu g\ kg^{-1}$, respectivamente). Sin embargo, incluso en estos casos el valor límite (2 ppm = 2.000 $\mu g\ kg^{-1}$) se encuentra muy alejado.

La concentración de **HCH** corresponde a la suma de α-HCH y γ-HCH (lindano). En los años más recientes ambos compuestos no superan el límite de detección. La concentración más elevada de HCH en el estuario del Nerbioi se dio en primavera de 1996, 2,4 $\mu g\ kg^{-1}$, en la estación I-N10. Teniendo en cuenta que el valor límite sólo para el lindano es 200 $\mu g\ kg^{-1}$, esta concentración se encuentra muy por debajo de dicho límite.

En cuanto a las concentraciones de **HCB,** ambas estaciones son las únicas de las 13 estudiadas que presentan concentraciones por encima del nivel de detección en 2008. Durante el período de estudio en ningún caso se supera el valor límite para este compuesto, 200 $\mu g\ kg^{-1}$.

En cuanto a las concentraciones de los **drines** (aldrín, dieldrín, e isodrín) en raras ocasiones se superan los límites de detección correspondientes.

Por último, desde otoño de 2002 se estudian los hidrocarburos aromáticos policíclicos (**PAH**) en moluscos (Borja *et al.,* 2003). Se observan notable diferencia en el sumatorio de (10) **PAHs** en ambas estaciones. En la estación I-N10 los valores se han centrado en torno a 250 $\mu g\ kg^{-1}$, en los muestreos más recientes. En la estación I-N20, tras el máximo registrado en 2006 (1505 $\mu g\ kg^{-1}$), se ha descendido a concentraciones en torno a 1000 $\mu g\ kg^{-1}$. La concentración de benzo(a)pireno medida en 2008 en ambas estaciones es superior a la permitida para el consumo según el Reglamento (CE) n° 208/2005.

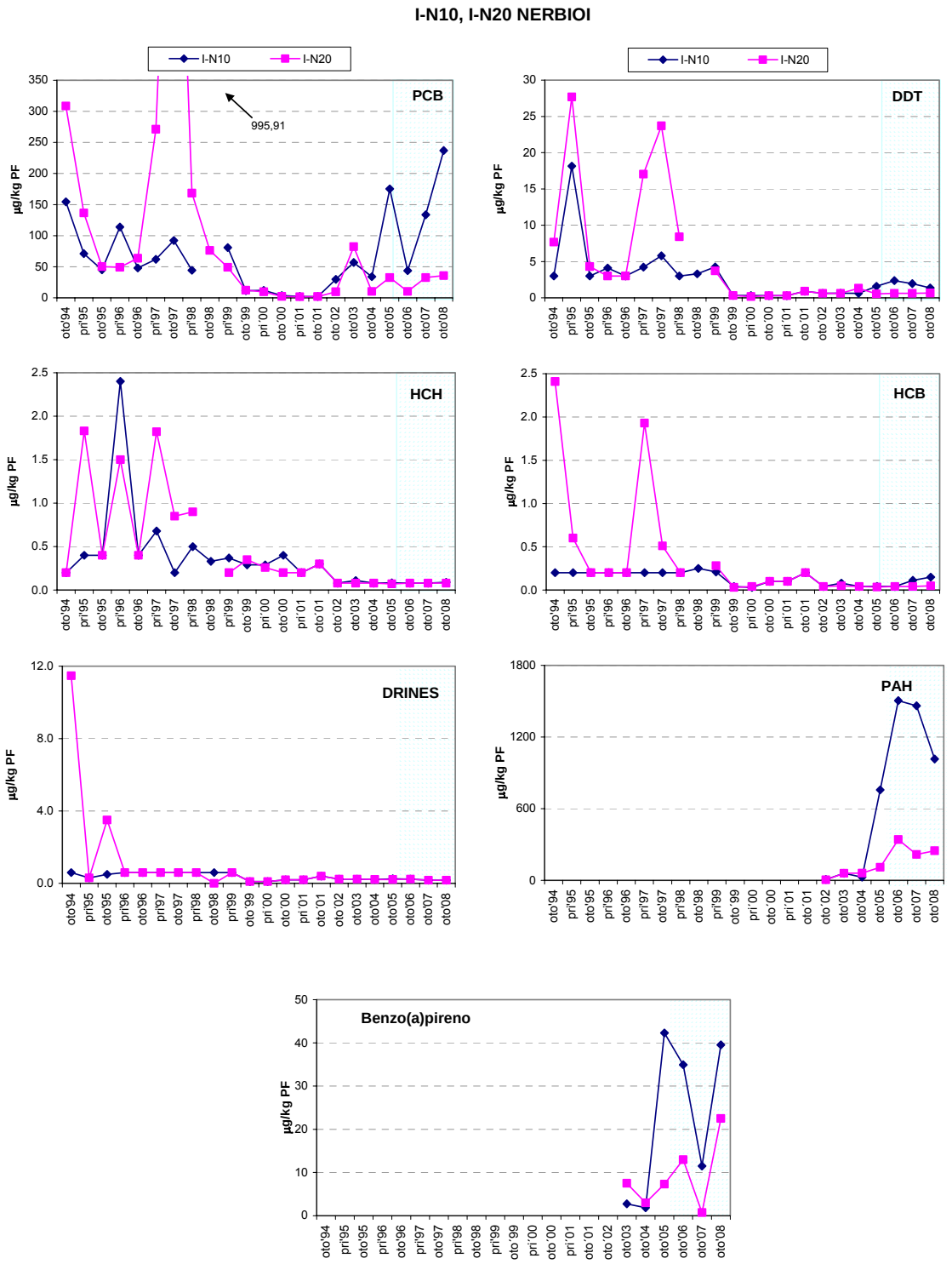


Figura 61 Evolución de la concentración de compuestos orgánicos (µg kg^{-1} de Peso Fresco), en las estaciones I-N10 e I-N20, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2008).

NORMATIVAS Y DIRECTIVAS

En este caso sería de aplicación la Directiva de comercialización de moluscos, en la que, a la vista de la concentración de bacterias existente en I-N10 e I-N20, se clasificarían como zona C y zona A, respectivamente. Sin embargo, teniendo en cuenta el histórico de valores de coliformes fecales, por precaución, la estación I-N10 debería considerarse Zona tipo C (cerrada al marisqueo), ya que la probabilidad de encontrar concentraciones por encima de 6.000 NMP $100ml^{-1}$ es relativamente elevada.

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

Para la clasificación de la contaminación de los metales pesados se han tenido en cuenta los niveles de fondo para el País Vasco (Borja *et al.*, 1996) y se ha utilizado la misma metodología que para el cálculo de los ICC para sedimentos (véase Borja *et al.*, 2003). A partir de las concentraciones de metales obtenidas en otoño de 2008 en los moluscos recolectados en el estuario del Nerbioi, la clasificación general sería de no contaminado, aunque con contaminación ligera de cadmio, cromo y níquel (en ambas estaciones) y de zinc en la I-N20.

En cuanto a los compuestos orgánicos, destaca el sumatorio de PAHs, que alcanza en varios muestreos recientes mayores concentraciones que los límites recomendados por la OMS (200 µg kg^{-1}, en peso seco, para la suma de 6 PAHs) y la EPA (500 µg kg^{-1}, en peso seco, para la suma de 16 PAHs) para el consumo.

4.7. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

Este estuario es, junto al del Oiartzun, uno de los que su configuración morfológica ha cambiado drásticamente a lo largo de los dos últimos siglos. En muchos aspectos es más una 'masa de agua modificada', en el sentido de la Directiva de Aguas, que un estuario funcional, puesto que difícilmente podrán darse todos los procesos que tienen lugar en un estuario, al no disponer prácticamente de superficies intermareales, marismas, etc.

En este sentido, en los últimos años el Abra exterior se ha visto profundamente modificada por la construcción del puerto exterior, así como por los dragados y el funcionamiento del proyecto generador de energía *Bahía de Bizkaia*. Todo esto hace que en el último lustro la circulación mareal y de corrientes en el Abra exterior se haya visto alterada. Sin embargo, actualmente ya ha adquirido su estructura morfológica definitiva, por lo que respecto a los indicadores hidromorfológicos este estuario lo calificamos este año como de **'Aceptable'.**

RED DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LAS AGUAS DE TRANSICIÓN Y COSTERAS DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO

5. MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL BUTROE

Pasaia, junio de 2009

ÍNDICE

TOMO 5.- MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL BUTROE 121

5.1. RESUMEN ESTADO ECOLÓGICO. BUTROE 123

5.2. ESTACIONES DE MUESTREO 124

5.3. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS 125
5.3.1 PARÁMETROS ESTRUCTURALES 125
5.3.2 CALIDAD BIOLÓGICA 127

5.4. FAUNA ICTIOLÓGICA 128
5.4.1 ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD 128
5.4.2 CALIDAD BIOLÓGICA 131

5.5. VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO 134
5.5.1 FITOPLANCTON 134
5.5.2 MACROALGAS 136

5.6. INDICADORES FISICOQUÍMICOS 144
5.6.1 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN AGUAS 144
5.6.2 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS 147
5.6.3 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN BIOTA (MOLUSCOS) 152

5.7. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS 155

5.1. RESUMEN ESTADO ECOLÓGICO. BUTROE

En 2004 se realizó el estudio de presiones e impactos en esta masa de agua.

Respecto a las fuerzas motrices, el estuario del Butroe sufre la presión directa de menos de 25.000 habitantes, que se corresponde con 207,5 habitantes km^{-2}; asociado a esto se debe indicar la existencia de vertidos aislados en la zona del Abanico. El número de establecimientos industriales asociados al estuario del Butroe es de 728, considerándose que la presencia industrial es escasa. En el interior del estuario se encuentra el puerto de Plentzia, conocido como La Gallarda. Al principio de su historia fue un puerto comercial, al que se le incorporó después la actividad pesquera. Hoy en día es, básicamente, un puerto deportivo. Respecto a la explotación agrícola-ganadera se le asocia al estuario del Butroe un total de 890 explotaciones en 3.457 Ha.

En esta masa de agua la presión más importante en número es la de la regulación del cauce, con 20 tramos identificados (26% de las presiones detectadas). Le siguen los 18 aliviaderos de tormentas (23%). Las 13 presiones relacionadas con asentamientos portuarios suponen el 17% del total y los 10 astilleros, rampas y varaderos, el 13%.

Esta masa de agua recibe presiones de algunos vertidos urbanos (zona del Abanico, aunque con caudales bajos: 21.000 $m^3.a^{-1}$) (además hay que añadir vertidos puntuales importantes, como el acaecido en verano de 2005, que posiblemente sean el origen del empeoramiento paulatino en la concentración de oxígeno disuelto), canalización de la parte final del cauce (el puerto representa sólo el 5% de la masa de agua), alteración de los sedimentos por dragado (tanto del canal como del puerto, como los dragados realizados en 2002-2003), presencia de un elevado número de amarres en el estuario, y excesiva presión marisquera. A esto hay que añadir que durante años ha funcionado una empresa de acuicultura que actualmente se encuentra cerrada. Globalmente la presión en la masa de agua es baja.

Al contrario que en otros lugares, en el caso de este **estuario** se observa un gradiente desde el interior al exterior (Tabla 73 y Figura 62) debido a la calidad aceptable de fitoplancton, algas y peces. Esto puede deberse a algunos problemas relacionados con contaminantes (por ejemplo, vertidos aislados, como el de verano de 2005 u otros similares) y condiciones generales e hidromorfológicas del estuario (los dragados periódicos de la desembocadura) que pueden influir, ya que de hecho se había observado una ligera degradación en las condiciones físico-químicas en los últimos años que parece mejorar en 2008. En todo caso, todo el estuario está en situación Buena.

En el estuario han ido mejorando los sistemas de recogida de aguas residuales especialmente a partir de 1997 y, de hecho, el coeficiente biótico del bentos va mejorando progresivamente entre 1997 y 2000 (en algunas estaciones hasta 2008). Lo mismo sucede en los peces, con una mejora progresiva. Sin embargo, los empeoramientos puntuales podrían deberse a un vertido puntual o a situaciones como los dragados que se han producido en los últimos años.

En la Tabla 73 y Figura 62 se presenta el Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado Ecológico en la masa de agua del Butroe.

	ELEMENTOS BIOLOGICOS				ESTADO BIOLÓGICO	ELEMENTOS Físico-Químicos	QUÍMICA		ELEMENTOS Morfológicos	ESTADO ECOLÓGICO	Equivalencia	Tanto por Uno	Valor global	CALIFICACIÓN EST. ECOLÓGICO MASA DE AGUA
	Fitoplanc.	Algas	Bentos	Peces			>LD	>NC						
E-B5	A	A	MB	A	A	B	Sí	No	MB	A	6	0.16	0.96	7.68
E-B7	B	B	B	B	B	B	Sí	No	MB	B	8	0.16	1.28	
E-B10	B	B	MB	B	B	MB	Sí	No	MB	B	8	0.68	5.44	

Tabla 73 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado Ecológico en masa de agua del Butroe en 2008.

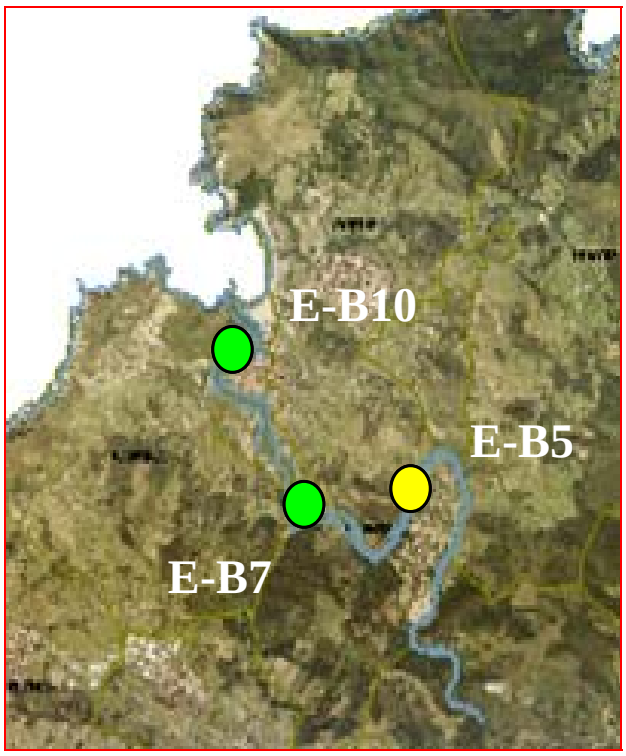


Figura 62 Calificación del Estado Ecológico y ubicación de estaciones en la Masa de agua Butroe: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Aceptable; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

5.2. ESTACIONES DE MUESTREO

En la masa de agua del Butroe se analiza anualmente un total de 3 estaciones estuáricas y una estación de moluscos. Por otro lado, en 2008, se volvieron a analizar las tres estaciones para vida piscícola y 13 estaciones para macroalgas en estuarios que se analizaron ya en 2002 y 2005. Las posiciones se pueden ver en la Tabla 74.

Estación	Estación	UTMX	UTMY	Tipo
E-B10	Plentzia (puerto)(Butroe)	504454,41	4806292,54	Estuarios
E-B5	Plentzia (Abanico)(Butroe)	506252,25	4805032,63	
E-B7	Plentzia (campo de fútbol)(Butroe)	504623,98	4805212,34	
M-EB1	Butroe Zona 01.Estuario Macroalgas	504166,55	4806204,58	Estuarios (Macroalgas)
M-EB10	Butroe Zona 10.Estuario Macroalgas	506592,28	4805236,33	
M-EB11	Butroe Zona 11.Estuario Macroalgas	506692,05	4804475,69	
M-EB12	Butroe Zona 12.Estuario Macroalgas	506325,24	4803671,40	
M-EB13	Butroe Zona 13.Estuario Macroalgas	506375,72	4803365,17	
M-EB2	Butroe Zona 02.Estuario Macroalgas	504011,63	4805762,60	
M-EB3	Butroe Zona 03.Estuario Macroalgas	504312,35	4805758,04	
M-EB4	Butroe Zona 04.Estuario Macroalgas	504613,08	4805612,24	
M-EB5	Butroe Zona 05.Estuario Macroalgas	504558,40	4805252,28	
M-EB6	Butroe Zona 06.Estuario Macroalgas	504845,46	4805083,69	
M-EB7	Butroe Zona 07.Estuario Macroalgas	504790,78	4804869,54	
M-EB8	Butroe Zona 08.Estuario Macroalgas	505538,04	4804409,34	
M-EB9	Butroe Zona 09.Estuario Macroalgas	506283,88	4805001,39	
I-B10	Plentzia (desembocadura) (Butroe)	504186,85	4806715,71	Estuarios (Moluscos)
ABE	Butroe (Arrastre zona exterior estuario)	504552,84	4805522,51	Estuarios (Vida piscícola)
ABI	Butroe (Arrastre zona interior estuario)	506005,63	4804488,86	
ABM	Butroe (Arrastre zona media estuario)	505090,76	4804687,68	

Tabla 74 Estaciones de muestreo en el estuario del Butroe.

5.3. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

5.3.1 PARÁMETROS ESTRUCTURALES

Los parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Butroe, en invierno de 2008 pueden verse en la Tabla 75.

PARÁMETRO	UNIDAD	ESTACIÓN		
		E-B5	E-B7	E-B10
Densidad	nº·m^{-2}	1.601	555	47
Biomasa	g·m^{-2}	13,356	0,254	2,292
Riqueza	nº	11	21	13
Diversidad número	bit·ind^{-1}	1,72	2,67	3,37
Diversidad biomasa	bit·g^{-1}	0,80	2,95	0,50
Equitabilidad número		0,50	0,61	0,91
Equitabilidad biomasa		0,23	0,67	0,13
Diversidad máxima	bits	3,46	4,39	3,70
AMBI		3,095	3,217	2,089
Clasificación AMBI		Alteración Ligera	Alteración Ligera	Alteración Ligera

Tabla 75 Parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Butroe.

La estación E-B5, la más interna de la masa de agua de transición del Butroe, presenta en 2008 un substrato que contiene mayores proporciones de limos (75%) que de arenas (25%) y un contenido en materia orgánica del 6,6%. Como viene siendo habitual en esta estación, estos sedimentos parecen propicios para el asentamiento de una comunidad compuesta por muchas de las especies características de ambientes estuáricos, pudiéndose destacar por su dominancia: el poliqueto *Hediste diversicolor* (1.080 ind·m^{-2}), el bivalvo *Scrobicularia plana* (171 ind·m^{-2}), el crustáceo isópodo *Cyathura carinata* (137 ind·m^{-2}), el gasterópodo *Hydrobia ulvae* (89 ind·m^{-2}) y el grupo de los oligoquetos (47 ind·m^{-2}), entre otros. Habitualmente, estas mismas especies han dominado la comunidad de la estación durante todo el seguimiento.

La densidad total de la estación (1.601 ind·m^{-2}), máxima del seguimiento, es intermedia en comparación con otras estaciones estuáricas, pero alta comparada con las registradas en las otras dos estaciones de esta misma masa de agua (Figura 63). En cuanto a los parámetros estructurales relacionados con la dominancia de las especies, a nivel general, se pueden apreciar valores intermedios, en relación a los de años anteriores. Así, la riqueza específica es de 11 *taxa* (mínimo, 6 *taxa* en 2003; máximo, 12 *taxa* en 2002), con 1,72 bit·ind^{-1} de diversidad y 0,50 de equitabilidad estimados a partir de los datos de densidad. La biomasa de la comunidad (13,4 g·m^{-2}) es la mayor de las registradas a lo largo del seguimiento de la estación (Figura 63). La mayor aportación a la biomasa viene dada por el bivalvo *S. plana* (11,2 g·m^{-2}).

En relación a la composición trófica, en la estación E-B5 se han identificado todos los grupos: omnívoros (76%), detritívoros superficiales (19%) y subsuperficiales (3%), filtradotes (2%) y carnívoros (1%).

Según la clasificación de AMBI, nos encontramos ante una estación ligeramente alterada (AMBI=3,1). La dominancia de especies tolerantes a la alteración del medio es clara (97% de la densidad total de la estación), como viene siendo habitual desde el inicio del seguimiento (Figura 64).

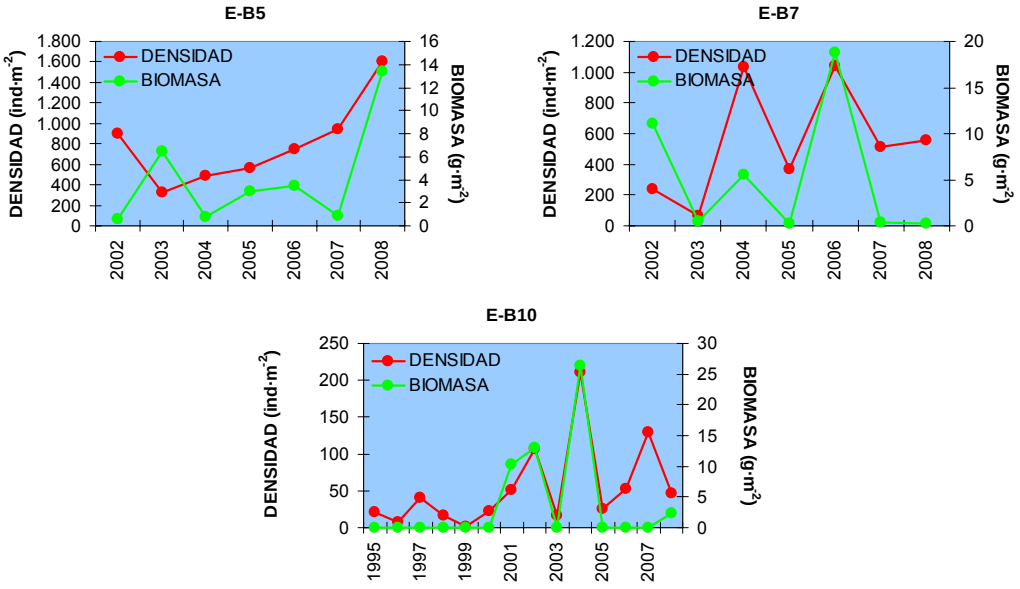


Figura 63 Evolución de la densidad y biomasa en las estaciones E-B5, E-B7 y E-B10 (Butroe).

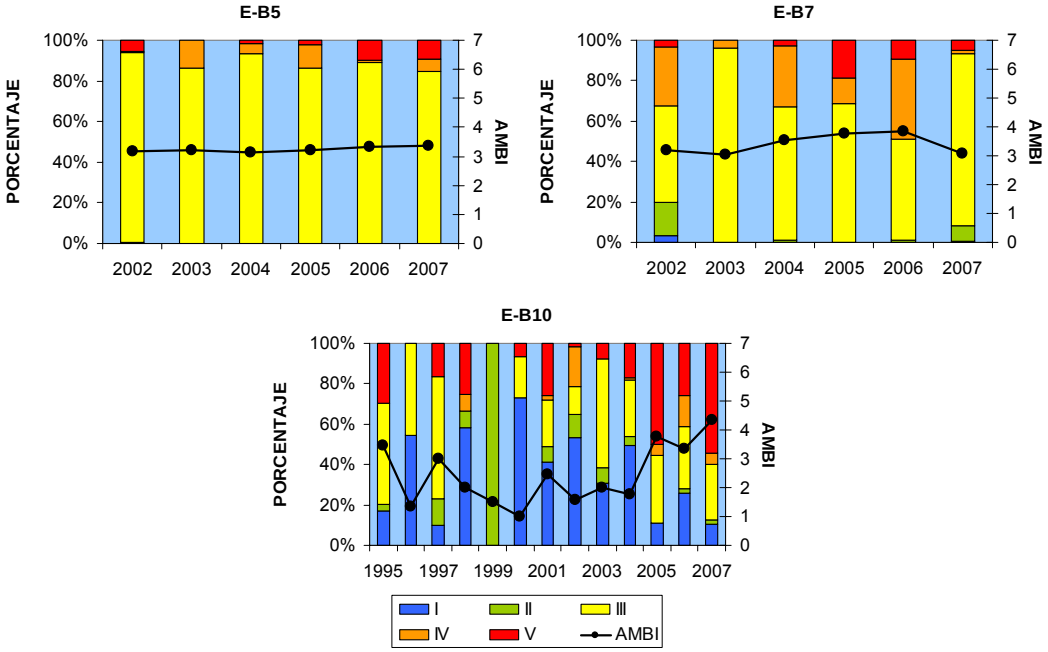


Figura 64 Evolución del porcentaje de cada grupo ecológico y de AMBI en las estaciones E-B5, E-B7 y E-B10 del Butroe.

La segunda estación muestreada en la masa de agua de transición de Butroe, E-B7, contiene sedimentos con elevados contenidos en arenas (74%) y menores contenidos en limos (26%). El contenido en materia orgánica (2,3%) es sensiblemente inferior al de la estación anterior.

A pesar de las diferencias en la composición granulométrica del sedimento, las características generales de la fauna dominante presente son similares a las de la comunidad de E-B5. Así, en 2008 domina el poliqueto *Alkmaria romijni* (233 ind·m^{-2}), al que siguen el bivalvo *S. plana* (123 ind·m^{-2}) y los poliquetos *S. shrubsolii* (65 ind·m^{-2}) y *Heteromastus filiformis* (43 ind·m^{-2}), entre otras especies.

La densidad total de la estación, 555 ind·m^{-2}, se mantiene en el rango de las estimadas en campañas previas (máximo, 1.037 ind·m^{-2} en 2004; mínimo, 65 ind·m^{-2} en 2003) (Figura 63). La biomasa (0,3 g·m^{-2}), en cambio, presenta el valor mínimo de los estimados desde que se iniciara el seguimiento de la estación en 2002 (Figura 63). El resto de parámetros se mantiene también en niveles intermedios a los de campañas anteriores (2,67 bit·ind^{-1}; de densidad estimada a partir de los datos de densidad; 0,61 de equitabilidad estimada a partir de los valores de densidad específica), aunque es destacable el alto valor de la riqueza específica (21 *taxa*).

Según la clasificación de AMBI, la estación presentaría alteración ligera (AMBI=3,2), con dominancia del grupo ecológico III (Figura 64). También en esta estación, al igual que en la anterior, los valores estimados para AMBI son muy estables a lo largo del seguimiento, próximos al límite entre la alteración ligera y la alteración moderada (AMBI=3,4 de promedio para el seguimiento). Pequeños cambios en las proporciones de los grupos ecológicos II, IV y V son los que determinan si la estación pasa a alteración moderada (p.e., en 2004-2006 por incremento en la abundancia de oportunistas) o a alteración ligera (p.e., en 2007, por incremento de especies indiferentes y tolerantes a costa de oportunistas).

El sedimento de la estación E-B10 está constituido mayoritariamente por arenas (95%) y presenta bajos contenidos en materia orgánica (0,7%).

La densidad de la biocenosis de esta estación, disminuye de los 129 ind·m^{-2} registrados en 2007 a 47 ind·m^{-2} registrados en 2008, aunque la estación siempre ha mostrado una comunidad con bajos valores de densidad (Figura 63). La riqueza específica disminuye de 17 *taxa* en 2007 a 13 en 2008 (mínima en 1999, con una sola especie; máxima en 2002, con 22 *taxa*).

Ya se señalaba en informes anteriores que, aunque no siempre, algunas de las especies habitualmente encontradas en esta estación son características de nuestros estuarios, aunque quizá faltan algunas de las más representativas. Esto mismo ocurre en el caso de la presente edición de 2008, en que faltan especies tan características como *S. plana* y *H. diversicolor*.

En la estación E-B10, también en 2008 están representados todos los grupos tróficos, lo que vuelve a determinar una buena estructura de la comunidad. El grupo trófico mejor representado es el de los detritívoros superficiales (43%), seguido por el de los filtradores (34%), los detritívoros subsuperficiales (9%), carnívoros (9%) y omnívoros (6%).

La calificación obtenida a partir del índice biótico AMBI para la estación E-B10 es de alteración ligera (Tabla 75), con dominancia de especies adscritas a los grupos ecológicos III (43%) y I (37%) (Figura 64). En este punto, es importante destacar que la tendencia negativa que se venía detectando a partir de la campaña de 2004, con un progresivo aumento de los valores de AMBI de 1,8 a 4,3 (explicado por un desplazamiento de las especies sensibles a la alteración del medio por parte de oportunistas de primer orden), se ha interrumpido como consecuencia de una recuperación de especies adscritas al grupo ecológico I a costa de especies oportunistas.

5.3.2 CALIDAD BIOLÓGICA

En lo referente a la evaluación del estado ecológico del compartimento de los macroinvertebrados bentónicos, la calificación obtenida por la estación **E-B5** a partir de M-AMBI es de **'Muy Buen Estado'** (Figura 65). En general, desde el inicio del seguimiento no se observa evolución del estado ecológico de la estación.

Para la estación **E-B7**, la calificación obtenida en 2007 a partir de M-AMBI es de **'Buen Estado'** (Figura 65). En este caso, los valores de EQR presentan una clara tendencia positiva (2002-2008), con un incremento de 0,46 a 0,70, que permite que la calificación de la estación pase de Estado Aceptable a Buen Estado.

Por último, la estación **E-B10** alcanza en 2008 un EQR de 0,82, correspondiente a **'Muy Buen Estado'** (Figura 65). La evolución de dicha estación es irregular. Así, entre 1995 y 2001 pasó de Buen Estado a Muy Buen Estado; en 2002, en cambio, se detectó una importante disminución de EQR (de 0,84 a 0,55) que se tradujo en un empeoramiento de la calificación a Buen Estado, coincidiendo con un dragado realizado en el área. En 2003 y 2004 se pasó otra vez a Muy Buen Estado; en las campañas 2005-2007 se detectó un nueva regresión que hizo que la estación pasase a encontrarse de nuevo en Buen Estado (EQR=0,59-0,69). Este decremento en la calidad de esta estación guardaba paralelismo con un empeoramiento progresivo en la saturación de oxígeno detectado en el área (ver más adelante). Sin embargo, en 2008 hay una nueva recuperación, coincidente con un ligero incremento de oxígeno desde 2007.

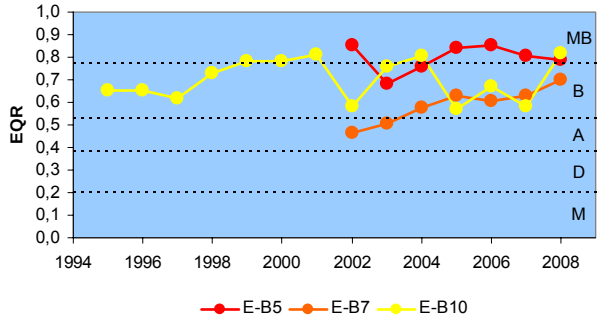


Figura 65 Evolución de EQR para las estaciones estuáricas de la masa de agua de transición del Butroe.

5.4. FAUNA ICTIOLÓGICA

5.4.1 ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD

Las muestras de fauna demersal recogidas durante la campaña del año 2008 han sido identificadas a nivel de especie. En la Figura 66 se pueden ver las estaciones o transectos muestreados.

En la campaña realizada en 2008 fueron recogidos catorce taxones (cinco crustáceos y nueve peces) en las distintas estaciones del estuario. Todas las especies son habituales de estos ecosistemas que soportan amplios rangos de salinidad, principal condicionante de la vida en estas zonas de transición.

En este estuario existen datos anteriores de estudios realizados para el Consorcio de Aguas de Bilbao Bizkaia pertenecientes a los años 1997 a 2003 (Franco et al., 1997 - 2004), y en ellas se encontraron cinco taxones (dos peces y tres crustáceos) en el año 1997, diez taxones (seis peces y cuatro crustáceos) en 1998, siete taxones (cuatro peces y tres crustáceos) en el año 1999, nueve taxones (cinco peces y cuatro crustáceos) en el año 2000, diez taxones (seis peces y cuatro crustáceos) en el año 2001, seis taxones (dos peces y cuatro crustáceos) en 2002, once taxones en 2003 (seis crustáceos y cinco peces) y quince taxones en 2005 (diez peces y cinco crustáceos).

El número de taxones de crustáceos registrados el año 2008 fue de cinco, mismo número que en 2005 pero de distinta composición. Mediante la identificación en laboratorio de las quisquillas de la familia Palaemonidae se ha logrado determinar la presencia de las especies *Palaemon longirostris, P. elegans* y *P. serratus* (hasta ahora todas eran consideradas *P. serratus*). De cara a estudios de evolución las quisquillas del género *Palaemon* identificadas serán condiseradadas como *Palaemon sp.*

En el muestreo realizado en otoño de 2008 no se identificó ninguna especies nueva, sin embargo, en el muestreo de primavera de 2008 realizado para el trabajo de caracterización de estuarios fue identificado por primera vez un individuo de Microchirus acevia en el tramo exterior del estuario.

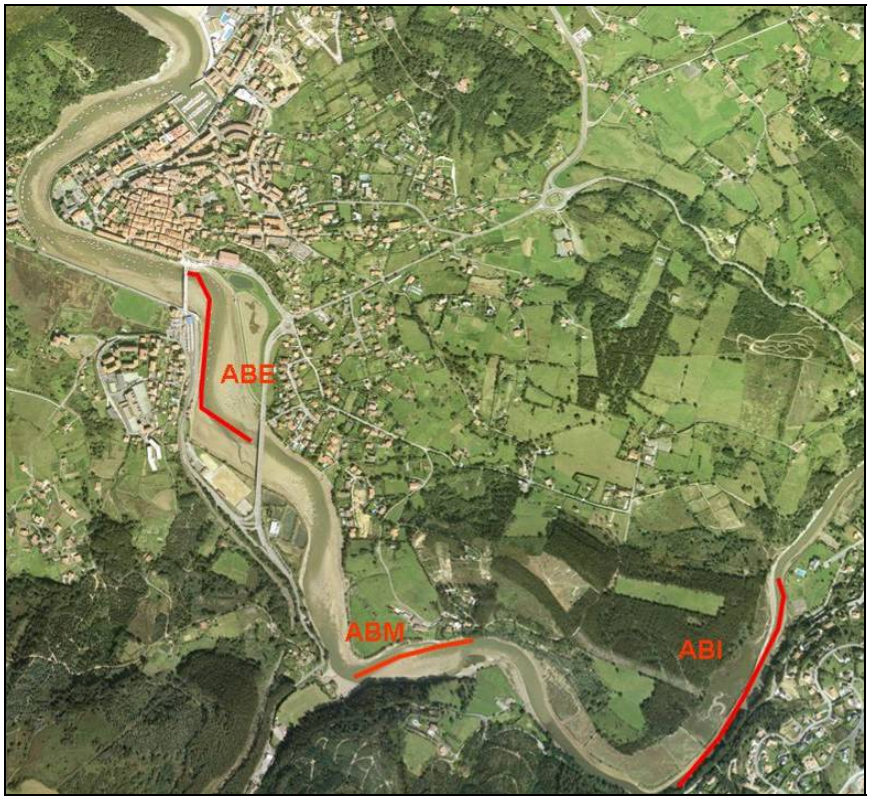


Figura 66 Tramos muestreos en el estuario del Butroe en el año 2008 (tramo exterior ABE, tramo medio ABM, tramo interior ABI).

En la Tabla 76 se muestran los taxones capturados en cada uno de los tramos muestreados (exterior (ABE), medio (ABM), interior (ABI)) en el año 2008 y, en la Tabla 77 se muestran las abundancias y densidades de cada una de las especies capturadas por estación.

TAXONES	ABIE	ABIM	ABII
Crustáceos			
Cangrejo verde – *Carcinus maenas*	X	X	X
Quisquilla gris – *Crangon crangon*		X	X
Quisquilla de poza – *Palaemon elegans*		X	X
Quisquilla delta – Palaemon longirostris		X	X
Quisquilla común – *Palaemon serratus*		X	X
Peces			
Lubina - Dicentrarchus labrax		X	
Raspallón - Diplodus annularis	X	X	X
Muxarra - Diplodus sargus	X	X	X
Anchoa - Engraulis encrasicolus	X	X	X
Mugiliidae		X	X
Chaparrudo – *Gobius niger*		X	X
Cabuxino – Pomatochistus minutus		X	X
Platija - Platichthys flesus		X	X
Lenguado – Solea solea		X	X

Tabla 76 Taxones encontrados por estación (exterior ABIE, medio ABIM, interior ABII).

TAXONES	ESTACION ABE		ESTACION ABM		ESTACION ABI	
	Nº ind. totales	Densidad (ind*Ha^{-1})	Nº ind. totales	Densidad (ind*Ha^{-1})	Nº ind. totales	Densidad (ind*Ha^{-1})
CRUSTÁCEOS						
Cangrejo verde – *Carcinus maenas*	2	11,75	11	42,14	43	80,27
Quisquilla gris – *Crangon crangon*			6	37,69	133	493,65
Quisquilla de poza – *Palaemon elegans*			2	8,84	82	540,50
Quisquilla delta – Palaemon longirostris			1	5,20	118	765,74
Quisquilla común – *Palaemon serratus*			1	5,20	7	32,41
PECES						
Lubina - Dicentrarchus labrax			1	5,20		
Raspallón - Diplodus annularis	2	11,75	2	8,84	20	67,94
Muxarra - Diplodus sargus	9	43,50	33	181,32	94	511,80
Anchoa - Engraulis encrasicolus	1	5,20	24	121,88	1	5,20
Mugiliidae			1	5,20	1	5,20
Chaparrudo – *Gobius niger*			1	5,20	3	11,75
Cabuxino – Pomatochistus minutus			2	11,75	6	25,79
Platija - Platichthys flesus			5	25,79	1	5,20
Lenguado – Solea solea			3	16,34	3	11,75

Tabla 77 Número de individuos y densidad de cada especie capturada en cada tramo de estudio (exterior ABE, medio ABM, interior ABI).

De los cinco taxones de crustáceos aparecidos solo el cangrejo verde presenta una distribución espacial por todo el estuario, siendo además el único taxon de crustáceo que aprece en el tramo exterior y la más abundante en el tramo medio. En el tramo interior la especie más abundante fue la quisquilla gris seguida de la quisquilla delta. Tanto en el tramo interior como en el medio también se identificaron las especies *Palaemon serratus* (quisquilla común) y *Palaemon elegans* (quisquilla de poza).

En cuanto a los taxones de peces destaca la presencia de muxarras (*Diplodus sargus*), raspallones (*Diplodus annularis*) y anchoas (*Engraulis encrasicolus*) en los tres tramos del estuario; siendo la muxarra además la especie más abundante en los tres tramos del estuario. Los lenguados, platijas, cabuxinos, chaparrudos y mugílidos identificados fueron capturados en los tramos medio e interior, tramos que presentan una riqueza de taxones de peces mayor que el tramo exterior. El único ejemplar de lubina registrado fue capturado en el tramo medio.

Como se explicó en el Tomo 1, con objeto de definir la estructura de la comunidad, se han calculado algunos parámetros relativos a la misma como densidad, riqueza y diversidad. Estos cálculos se han aplicado tanto para el conjunto de los organismos detectados como considerando por separado los principales grupos (peces, crustáceos). Además, y com ya se ha especificado anteriormente, de cara a estudios de evolución las quisquillas del género *Palaemon* identificadas serán condiseradadas todas como *Palaemon* sp. Los resultados se muestran en la Tabla 78.

Estación	ABE								
Par. estructurales	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2005	2008
Nº total de individuos	14	4	31	309	127	422	57	90	14
Riqueza	3	2	4	7	7	6	10	6	4
Riqueza crustáceos	2	2	1	4	4	4	6	1	1
Riqueza peces	1	0	3	3	3	2	4	5	3
Densidad	60.08	21.54	171.57	283.99	93.17	2752.32	36.22	531.81	72.19
Diversidad	0.95	0.81	0.88	1.65	1.67	1.03	2.16	1.04	1.48
Estación	ABM								
Par. estructurales	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2005	2008
	198	82	39	199	208	174	35	46	93
Riqueza	4	8	4	9	6	5	7	10	12
Riqueza crustáceos	2	3	3	4	4	4	3	4	3
Riqueza peces	2	5	1	5	2	1	4	6	9
Densidad	1015.44	736.25	361.92	172.23	188.32	54.77	22.18	305.96	480.60
Diversidad	1.03	1.63	1.34	2.17	1.67	1.62	2.49	2.60	2.75
Estación	ABI								
Par. estructurales	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2005	2008
	367	120	87	270	245	102	180	146	512
Riqueza	5	8	4	7	9	6	5	11	11
Riqueza crustáceos	3	4	1	4	4	4	3	5	3
Riqueza peces	2	4	3	3	5	2	2	6	8
Densidad	2338.41	716.74	533.49	144.08	225.74	488.83	92.98	761.25	2557.19
Diversidad	1.54	1.96	0.72	2.14	1.72	1.91	0.78	2.37	2.65

Tabla 78 Parámetros estructurales por estación y especies (se comparan los años 1997-2003, 2005 y 2008) (exterior ABIE, medio ABIM, interior ABII).

La abundancia y distribución de individuos entre las distintas especies aparecidas durante los muestreos realizados en 2008 varía de una estación a otra. La estación interior (ABI) es la estación que presenta los valores más altos de diversidad (2.65), la estación media (ABM) los valores más altos de riqueza y la estación exterior los valores más bajos de riqueza (4) y diversidad (1.48). La estación exterior es también el tramo de estuario que presenta el valor más bajo en número de individuos. Por su parte, en la estación interior (ABI) encontramos el valor más alto en número de individuos y densidad, parámetro este último que aumenta hacia el interior del estuario. En las figuras siguientes (Figura 67, Figura 68 y Figura 69) se muestra la evolución temporal de estos parámetros.

Comparando estos datos con los obtenidos los años anteriores, se ve claramente como en las estación exterior la riqueza de crustáceos mantiene el mismo valor que en 2003, valor igual al obtenido en 1999 (el menor de todos). El nº de individuos de crustáceos, aumenta en un efectivo respecto al año 2005, manteniendo valores similares a los obtenidos a finales de los años 90. En cuanto a los taxones de peces, tanto la riqueza como el nº de individuos han disminuido respecto al 2005, alcanzando en cuanto al número de efectivos valores similares a los obtenidos a finales de los años 90 y, valores intermedios en cuanto a la riqueza (Figura 67).

En la Figura 68 podemos ver los valores de riqueza y número de individuos de peces y crustáceos obtenidos para la estación media entre los años 1997 y 2008. La riqueza de peces ha aumentado respecto al año 2005, alcanzando además el valor más alto de toda la serie; la riqueza de crustáceos vuelve a disminuir alcanzado un valor medio en relación a años anteiriores e igual al obtenido en 2003. El número de individuos de peces y crustáceos aumenta ligeramente respecto a 2005, obteniendo valores intermedios en cuanto al número de peces y significativamente bajos en cuanto al número de crustáceos (Figura 68).

Por último, en la Figura 69 se observan los datos de riqueza y número de individuos de peces y crustáceos obtenidos en el tramo interior. En este caso, los datos de la riqueza de peces y el de número de individuos de peces y crustáceos muestran una clara mejoría respecto al año 2005; la riqueza de crustáceos disminuye y alcanza el mismo valor que en 2003 (y al igual que en el tramo medio). Los valores de la riqueza de peces y número de individuos de crustáceos son las más altas obtenidas hasta ahora; el número de individuos de peces obtiene el segundo valor más alto de toda la serie (el más alto fue el alcanzado en 2003).

En líneas generales el anáslis de los datos muestra que en la estación exterior (ABE) se aprecia un descenso en todos los párametros respecto al año 2005 si bien, el número total de crustáceos aumenta y la densidad de peces aumenta significativamente y, por ende, la densidad total. En la estación media (ABM) todos los parámetros aumentan respecto al año 2005 (presentando además las riquezas más altas obtenidas hasta ahora) y, por ultimo, en la estación interior (ABI) la riqueza y el número de individuos de peces muestran una clara mejoría respecto al año 2005, mostrando además los valores más altos obtenidas hasta la fecha.

En cuanto a la diversidad, en el la estación ABE este parámetro aumenta respecto al año 2005, aunque no supera los valores alcanzados los años entre los años 2001 y 2003. En la estación ABM y estación ABI la diversidad alcanzó el valor más alto obtenido hasta la fecha.

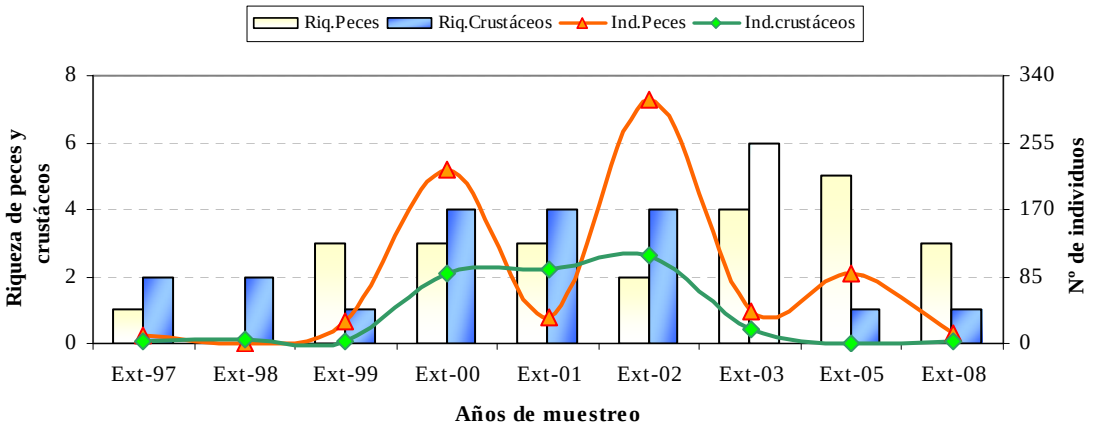


Figura 67 Riqueza y nº de individuos de peces y crustáceos en el tramo exterior entre 1997-2008).

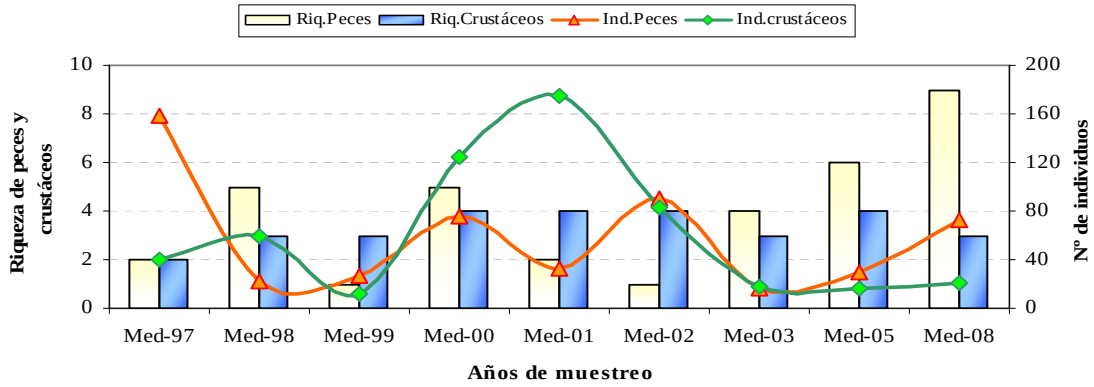


Figura 68 Riqueza y nº de individuos de peces y crustáceos en el tramo medio entre 1997-2008.

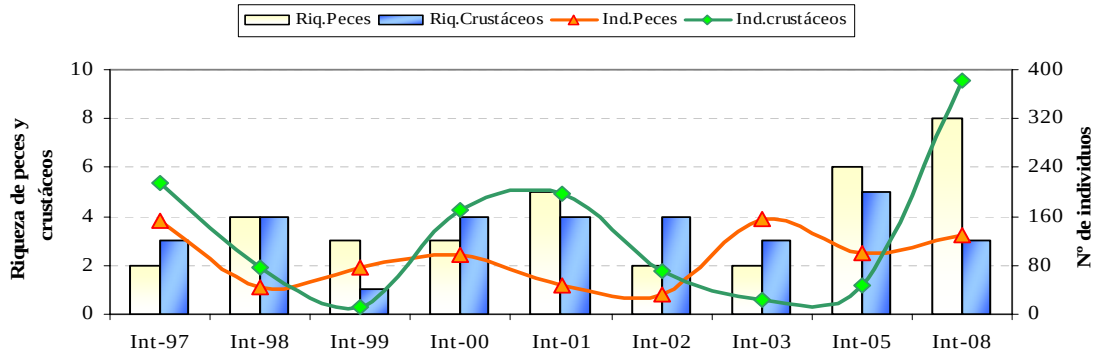


Figura 69 Riqueza y nº de individuos de peces y crustáceos en el tramo interior entre 1997-2008.

5.4.2 CALIDAD BIOLÓGICA

En este apartado se hace referencia a la tendencia temporal y espacial de la calidad biológica en función de los datos obtenidos en las campañas de campo realizadas entre los años 1997 y 2003 para el Consorcio de Aguas Bilbao-Bizkaia (Franco et al., 1997-2003) y los datos obtenidos en las campañas realizadas para la red de calidad (Borja et al., 2008). La metodología aplicada para establecer la calidad biológica en peces en estuarios ha sido explicada en el Tomo 1.

Como ya se especifica en el apartado inicial, el Butroe soporta presiones bastante fuertes: vertidos urbanos, canalización de la parte final del estuario, dragados continuos de la zona exterior, exceso de amarres y presión marisquera así como la presencia de

una empresa de acuicultura que actualmente se encuentra cerrada.

La metodología aplicada para establecer la calidad biológica en peces en estuarios ha sido explicada en el Tomo 1. En la Tabla 79 se expresan los valores obtenidos para cada indicador considerado en el cálculo del estado para cada tramo de estuario objeto de estudio.

Estación/año	ABE			ABM			ABI		
Parámetros	2003	2005	2008	2003	2005	2008	2003	2005	2008
Riqueza	5	3	3	3	5	5	3	5	5
Especies introducidas	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Esp. Ind. contaminación	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Salud piscícola	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Peces planos	1	3	1	3	5	3	1	3	1
Omnívoros	3	5	3	3	3	3	5	3	1
Piscívoros	1	1	5	1	1	1	1	1	1
Especies residentes (nº)	5	3	1	3	5	5	3	5	5
Especies residentes (%)	1	1	5	1	1	5	1	1	1
PUNTUACIÓN	31	31	33	29	35	37	29	33	29
EQR	0.611	0.611	0.667	0.556	0.722	0.778	0.556	0.667	0.556
CALIDAD BIOLÓGICA	B	B	B	A	B	B	A	B	A

Tabla 79 Valores de los indicadores seleccionados para estimar la calidad biológica en cada estación (ABE externa, ABM media, ABI interior) y rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): ≥ 0.82; Bueno (B): 0.56 -0.82; Aceptable (A): 0.56 - 0.34; Deficiente: (D) 0.34- 0.17; Malo (M): ≤ 0.17

Al igual que en el resto de estuarios, los indicadores que hacen referencia a la ausencia de especies introducidas, especies indicadoras de la contaminación y salud piscícola son los que favorecen la calidad biológica, alcanzando los valores máximos. El indicador de la riqueza alcanza un valor alto en las estaciones media e interior al igual que en 2005, mientras que en la parte exterior se mantiene a un nivel medio similar a 2003.

En cuanto a la composición trófica de peces demersales en las estaciones exterior y media existe una relación no equilibrada en la relación entre omnívoros y piscívoros (valor porcentual de 3:5 en la exterior y de 3:1 en la media). En la estación interior la relación es equilibrada pero de valor mínimo. La presencia de peces planos alcanza valores mínimos en el tramo exterior e interior del estuario y un valor medio en el tramo medio, todos ellos valores inferiores a los obtenidos en el 2005.

El estado de la calidad biológica piscícola alcanzado el año 2008 es de 'Bueno' en el tramo exterior y medio del estuario y de aceptable en el tramo interno (pero en límite con bueno). Esta calificación es muy parecida a la obtenida en 2005, sin embargo en 2008 la puntuación alcanzada es superior en los tramos exterior y medio. En la Figura 70 se muestra la evolución temporal de la calidad biológica entre los años 1997 y 2008.

La tendencia a lo largo de los años muestra que el estuario mejora progresivamente. Entre 1997 y 2001 la calidad de los tres tramos oscila entre valores de aceptable y bueno. En 2001 la estación interna y media alcanzan los valores más bajos y similares a los obtenidos en 1997 y la exterior también disminuye. A partir del año 2002, la situación empieza a mejorar progresivamente. La mejoría gradual que se aprecia en la gráfica se debe principalmente debida a la construcción y mejora de los sistemas de recogida de aguas residuales iniciado en 1997 (los empeoramientos puntuales podrían deberse a un vertido puntual o al efecto de los dragados realizados en 2002 y 2003 en ría, canal, bocana y dársena).

Para establecer la calidad biológica en peces de toda la masa de agua de transición se aplica la metodología que ha sido explicada en el Tomo 1. La Figura 71 muestra la evolución de la calidad biológica en la masa de transición del Butroe entre los años 1997 y 2008. Esta masa evoluciona favorablemente, alcanzando valores cada vez más altos año tras año. Posiblemente, esta mejora se deba a la mejora del sistema de saneamiento.

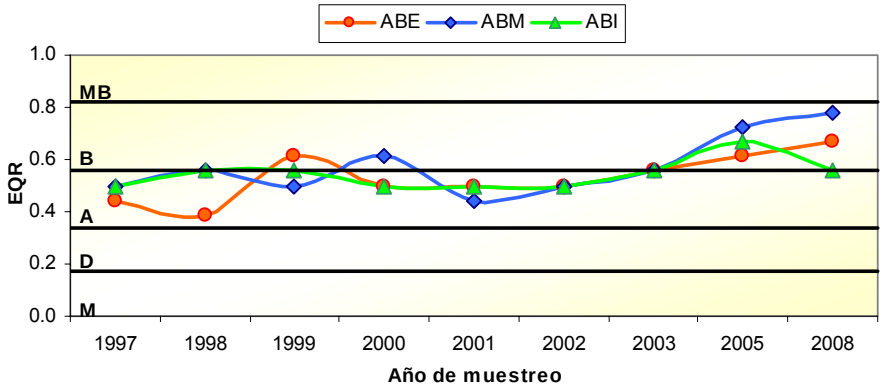


Figura 70 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenidos para cada estación (ABE, ABM, ABI) entre los años 1997 y 2008. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: ≥ 0.82; Bueno: 0.56 -0.82; Aceptable: 0.56 - 0.34; Deficiente: 0.34- 0.17; Malo: ≤ 0.17.

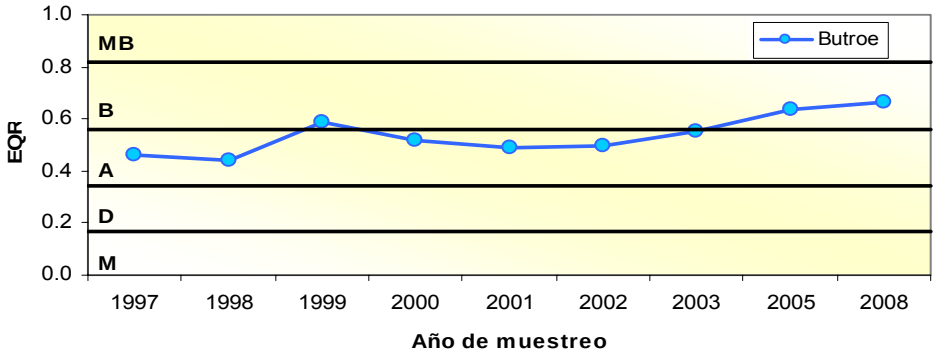


Figura 71 Valores de la calidad biológica obtenidos para la masa de transición del Butroe entre los años 1997 y 2008. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): ≥ 0.82; Bueno (B): 0.56 -0.82; Aceptable (A): 0.56 - 0.34; Deficiente (D): 0.34-0.17; Malo (D): ≤ 0.17.

5.5. VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO

5.5.1 FITOPLANCTON

CLOROFILA

En el estuario del Butroe se midió la concentración de clorofila en tres estaciones distribuidas desde la cabecera hasta la desembocadura (E-B5, E-B7, E-B10). Los muestreos se realizaron sólo en superficie, tanto en pleamar como en bajamar, con lo cual se obtuvo un conjunto de 24 datos que abarcaron todo el gradiente salino. Así, la salinidad varió entre 0,3 y 34,0 USP. La concentración de clorofila "a" estuvo comprendida entre 0,2 y 7,8 µg l^{-1}. En primavera y en verano, la concentración de clorofila mostró una clara tendencia de aumento hacia las aguas de menor salinidad (Figura 72).

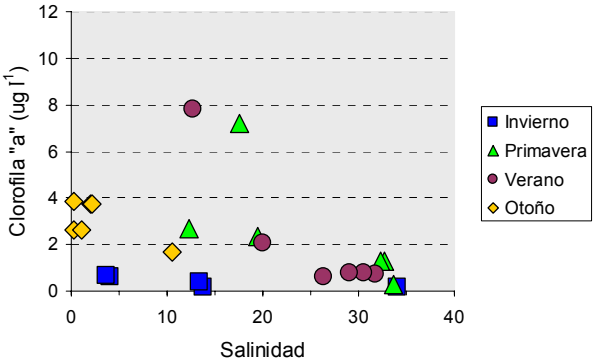


Figura 72 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino del estuario del Butroe en las cuatro épocas de estudio durante 2008. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

Los máximos de clorofila se observaron en la cabecera del estuario (estación E-B5) y en bajamar. Estos máximos se alcanzaron en aguas de carácter mesohalino (5-18 USP), durante la primavera y el verano. En dichas épocas del año la descarga fluvial pudo ser más restringida, tal y como muestra la distribución de la salinidad, lo cual se traduciría en un aumento del tiempo de residencia del agua en la cabecera del estuario, que favorecería la acumulación del fitoplancton en esta zona. No obstante, hay que señalar que los valores de clorofila fueron moderados y que se situaron en el rango de los medidos en 2008 en la mayoría de los estuarios de la costa vasca (<12 µg l^{-1}). En invierno la concentración de clorofila mostró valores mínimos (≤1 µg l^{-1}), de forma similar al resto de los estuarios del País Vasco. En otoño se observaron condiciones de baja salinidad en todas las estaciones, lo cual pone de manifiesto la situación lluviosa precedente a los muestreos y su consiguiente influencia en el caudal fluvial. Las situaciones de fuerte descarga fluvial son desfavorables para la acumulación de biomasa fitoplanctónica en los estuarios. Por lo tanto, es muy probable que las concentraciones de clorofila medidas en otoño en la zona interior del estuario, en masas de carácter limnético (<0,5 USP), reflejasen también los aportes terrestres y fluviales de materia vegetal y no sólo la clorofila del fitoplancton.

COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DEL FITOPLANCTON

En la Tabla 80 se presentan las variables que describen la estructura de la comunidad fitoplanctónica en el estuario.

Estación	E-B5	E-B7	E-B10
Fecha	-	14/01/2008	14/01/2008
Abundancia (Células/ml)	-	64	4
Diversidad (bit/cel)	-	1,6	0,0
Riqueza (Nº especies)	-	6	2
Estación	E-B5	E-B7	E-B10
Fecha	13/05/2008	13/05/2008	13/05/2008
Abundancia (Células/ml)	4029	520	374
Diversidad (bit/cel)	2,3	2,5	3,2
Riqueza (Nº especies)	9	22	27
Estación	E-B5	E-B7	E-B10
Fecha	09/09/2008	09/09/2008	09/09/2008
Abundancia (Células/ml)	3.283	510	377
Diversidad (bit/cel)	1,8	3,0	2,9
Riqueza (Nº especies)	10	16	17
Estación	E-B5	E-B7	E-B10
Fecha	-	22/10/2008	22/10/2008
Abundancia (Células/ml)	-	637	457
Diversidad (bit/cel)	-	1,3	2,8
Riqueza (Nº especies)	-	3	10

Tabla 80 Índices relacionados con Fitoplancton. Estuario del Butroe. Los datos son de superficie, en pleamar.

En primavera y en verano se dispone de datos de las tres estaciones de muestreo. En otoño y en invierno sólo se midieron dichas variables en las zonas media (estación E-B7) e inferior (estación E-B10), ya que estas estaciones presentan generalmente condiciones euhalinas que las hacen más similares a las estaciones costeras. Sin embargo, la estación de la cabecera (E-B5) se asume que está más influida por el arrastre producido por las descargas fluviales, que generalmente son más frecuentes en las épocas frías del año. Además, la turbiedad característica de las aguas de los estuarios puede limitar el crecimiento del fitoplancton durante las épocas del año de menor insolación (invierno y otoño).

La abundancia total del fitoplancton en el estuario presentó un rango de valores del orden de 10^3-10^6 células L^{-1}. En invierno se observaron los mínimos de abundancia y se contabilizó un bajo número de taxones: diatomeas pennales (posiblemente bentónicas), el

dinoflagelado *Heterocapsa* cf. *minima* y pequeñas formas flageladas y cocoides sin identificar.

En primavera y verano se observó un gradiente de aumento de la densidad celular hacia la cabecera del estuario, al igual que se veía con la concentración de clorofila. La riqueza y la diversidad de la comunidad de fitoplancton, sin embargo, fueron menores en la estación E-B5 que en las zonas con mayor influencia marina. En la cabecera se produjo en primavera una floración de dinoflagelados (*Kryptoperidinium foliaceum*, $1{,}6 \cdot 10^6$ células L^{-1}) y criptofitas ($1{,}6 \cdot 10^6$ células L^{-1}). En verano las criptofitas se mantuvieron en niveles de abundancia semejantes a los de primavera, pero se redujo la abundancia del dinoflagelado. Las concentraciones de nutrientes fueron relativamente bajas durante el "bloom" de primavera. Por otra parte, a lo largo del año las máximas concentraciones registradas fueron 5,3 µM (fosfato), 50 µM (amonio) y 135 µM (nitrato) en aguas de carácter oligo- y mesohalino. Estas concentraciones son inferiores a las consideradas como características de mal estado físico-químico.

En las zonas media (E-B7) e inferior (E-B10), la comunidad de primavera presentó una mayor dominancia de las diatomeas, que supusieron entre el 30 y 40% de la abundancia total. Aunque muchas de ellas fueron posiblemente de origen bentónico, también se observaron taxones pertenecientes a los géneros *Chaetoceros* y *Pseudo-nitzschia*. En verano las diatomeas fueron relativamente menos abundantes y la comunidad presentó una composición más similar a la de la zona de cabecera, con dominio de criptofitas, pequeños flagelados y clorofitas.

En otoño, los datos de abundancia de las estaciones E-B7 y E-B10 no muestran apenas variación respecto a los de primavera y verano. Aunque se ha señalado que estas estaciones muestran generalmente condiciones euhalinas, la campaña de octubre coincidió con una situación lluviosa, lo cual causó un descenso de la salinidad en el estuario y el arrastre fluvial de las comunidades fitoplanctónicas hacia el exterior. En esta situación, el número de especies descendió drásticamente y la comunidad estuvo compuesta por diatomeas pennales, junto con criptofitas, pequeños flagelados y clorofitas.

En cuanto a especies fitoplanctónicas consideradas perjudiciales, en las zonas de influencia marina (estaciones E-B10 y E-B7) hay que citar a la diatomea potencialmente tóxica *Pseudo-nitzschia* spp. con ~10.000 células l^{-1} en primavera, la haptofita potencialmente nociva para los ecosistemas *Chrysochromulina* spp. en densidades máximas del orden de 10^4 células l^{-1} y la presencia de dinoflagelados de los géneros *Ceratium*, *Dinophysis* y *Prorocentrum*. En la cabecera del estuario (E-B5) se ha de destacar la floración del dinoflagelado *Kryptoperidinium foliaceum* (potencialmente nocivo para las poblaciones de bivalvos) observada en primavera. Una especie dinoflagelada potencialmente tóxica (*Coolia monotis*), mostró una abundancia de ~50.000 células l^{-1} en esta zona del estuario en verano.

CALIDAD BIOLÓGICA

A partir de 2007 se comienza a aplicar un nuevo criterio de evaluación para el fitoplancton en las aguas costeras, que ha sido acordado en las reuniones europeas de Intercalibración para la Directiva Marco del Agua. Este nuevo método no ha sido aún intercalibrado en aguas de transición, las cuales, por lo tanto, se evalúan en el presente informe con el mismo método que en años anteriores. Así, el fitoplancton en el estuario del Butroe se evalúa con los datos de los últimos cinco años (periodo 2004-2008). La evaluación se realiza en base a cuatro indicadores (clorofila, abundancia de fitoplancton tóxico, abundancia de fitoplancton nocivo para los ecosistemas y abundancia total de fitoplancton) y el estado global del fitoplancton en cada una de las estaciones corresponde al que presenta el indicador peor clasificado (Tabla 81).

En cuanto al indicador basado en la biomasa fitoplanctónica, en los últimos cinco años la concentración de clorofila superó sólo una vez el límite establecido en la metodología como indicador de eutrofia en aguas de transición (16 µg l^{-1}). En dicha ocasión la concentración de clorofila supuso 16,8 µg l^{-1} y se encontró en la zona superior del estuario (E-B5), en primavera de 2006. Por lo tanto, en base a los datos de clorofila el estado ecológico se considera "muy bueno" en las tres estaciones de muestreo.

En base a los datos de abundancia de fitoplancton perjudicial para la salud humana el estado se clasifica también como "muy bueno" en el último periodo de evaluación, ya que la abundancia de dichas especies nunca supera el umbral de 10^6 células l^{-1}. Sin embargo, las especies nocivas para los ecosistemas superan, en ocasiones, dicho umbral en la cabecera del estuario, lo cual hace que el indicador se clasifique como "aceptable" en la estación E-B5, aunque sea "muy bueno" en el resto del estuario. Las floraciones fitoplanctónicas, o "blooms", considerando el total de especies se producen con cierta frecuencia, especialmente en la cabecera del estuario,

por lo que este indicador señala un estado "aceptable" en la estación E-B5 y "bueno" en el resto.

Finalmente, como se indica en la Tabla 81, utilizando el criterio del peor indicador, las estaciones situadas en la masa de agua de transición del Butroe presentan respecto al fitoplancton un **estado global "aceptable"** en la estación E-B5 (cabecera) y **"bueno"** en las estaciones E-B7 y E-B10 (zona media y desembocadura).

ESTACIÓN	Clorofila	Salud Humana	Salud Ecosistemas	Blooms	GLOBAL
E-B5	Muy bueno	Muy bueno	Aceptable	Aceptable	Aceptable
E-B7	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
E-B10	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno

Tabla 81 Estuario del Butroe. Calificación en función de clorofila y fitoplancton.

5.5.2 MACROALGAS

Para su estudio la masa de agua se dividió en 13 zonas (Figura 73), numeradas del 1 al 13 desde la desembocadura al interior. Las zonas se nombran del siguiente modo: M de "macroalgas", E de "estuario" y B de "Butroe", seguido del número (ej.: M-EB2). En la Tabla 82 se muestran los índices de cobertura de cada *taxa* de macroalga para cada una de las zonas.

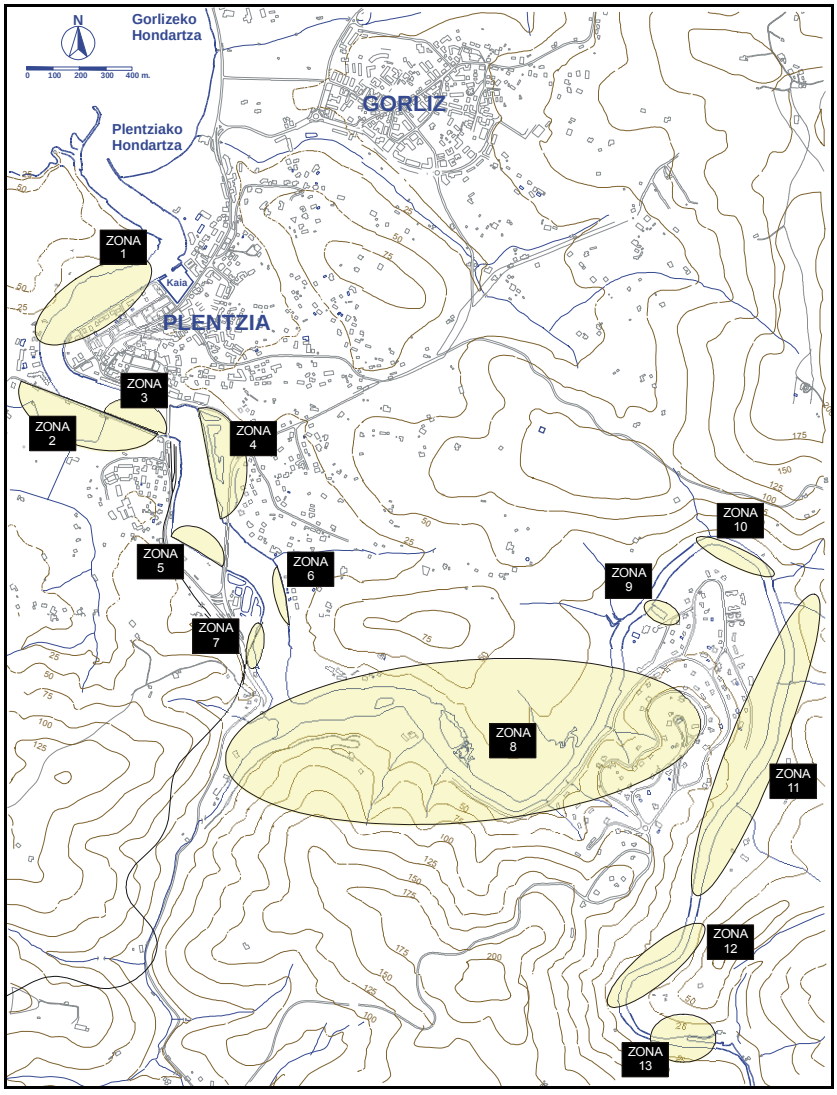


Figura 73 Zonas de estudio de macroalgas en la masa de agua de transición del Butroe.

ZONA M-EB1

Es una zona de influencia marítima que corresponde a la parte portuaria y de fondeo de embarcaciones. Se encuentra canalizada en la margen derecha, mientras que en la margen izquierda se encuentran playas de cantos (Foto 1). Dichas playas se encuentran tapizadas por un cinturón continuo de 3 m de ancho de algas verdes del género *Ulva* (de forma filamentosa: *Enteromorpha* sp.), con 90% de cobertura.

La principal diferencia detectada respecto a la campaña de 2002 estriba en la ausencia de matas de *Fucus spiralis* var. *spiralis*. Respecto a la campaña 2005, por otro lado, cabe destacar la aparición, en la margen derecha, de una isla de 100 m de largo y 8 m de ancho, de naturaleza arenosa, que se encuentra colonizada por *Vaucheria* sp. (60% de cobertura) (Foto 2). Esta especie también aparece en la margen izquierda, aunque forma manchas de menor entidad.

ZONAS	M-EB1		M-EB2		M-EB3		M-EB4		M-EB5		M-EB6		M-EB7		M-EB8		M-EB9		M-EB10		M-EB11		M-EB12		M-EB13	
Superficie (m^2)	1.500		30.000		7.200		13.600		6.500		200		1.000		110.000		1.500		600		7.000		2.400		750	
Área ocupada por macroalgas (m^2)	1.300		650		2.800		4.000		400		100		500		4.000		1.000		50		1.000		250		650	
Índice	IC	ID	IC	ID	IC	ID	IC	IC	ID	IC	ID	IC	ID	IC	ID	IC	ID	IC	ID	ID	IC	ID	IC	ID	IC	ID
XANTHOPHYCEAE																										
Vaucheria spp.	5	3			5	3																				
CLOROPHYCEAE																										
Ulva sp. (forma Enteromorpha)	6	5			6	5	4	3	6	3	4	4	6	5	3	4									5	4
Ulva sp. (forma laminar)			4	2			3	2							2	1	4	2	1	1						
PHAEOPHYCEAE																										
Fucus ceranoides															1	1			1	1	5	3	6	3	6	4
Fucus spiralis var. limitaneus					4	4																				
Fucus sp.			6	3																						
RHODOPHYCEAE																										
Gracilaria spp.			5	2	1	1	4	1	1	1					6	4	7	5	4	2						
Total Cobertura Algal (%)	87		2		39		29		6		50		50		4		67		8		14		10		87	

Tabla 82 Especie s de macroalgas identificadas en cada una de las zonas estudiadas en la masa de agua de transición del Butroe los días 6 y 18 de Junio de 2008. Se representan: el Índice de Cobertura (IC), el Índice de Distribución (ID) (ver escalas en el Tomo 1), la cobertura total de la estación y la superficie ocupada.





ZONA M-EB2

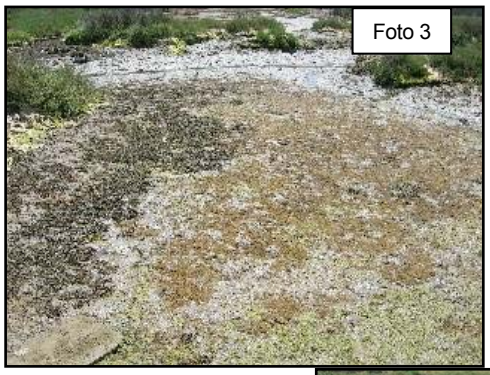
Se trata de una extensión de marismas de unas 3 Ha de superficie aproximada, denominada “Vega Txipio”. Recibe aportes de agua dulce de la regata Urgazo y desemboca en la ría de Plentzia a través de una serie de canales que discurren bajo la carretera.

En la zona de los canales, en la que se observa una clara influencia de la entrada de agua salada procedente de la ría, se desarrollan tres *taxa* de algas macrófitas:

Fucus sp.: en 2008 este género de algas pardas presenta mayor desarrollo que en campañas previas, distribuyéndose en grandes zonas conspicuas en las que alcanza coberturas de hasta el 90%.

Gracilaria compressa: su presencia en la marisma ha disminuido de manera notable respecto a campañas previas, como consecuencia del desarrollo de *Fucus* sp. ha condicionado su distribución. Así, en la campaña de 2005, *G. compressa* formaba grandes manchas con coberturas de hasta el 80%, siendo la especie más representativa de la zona de marismas (Foto 3); por el contrario, en la presente campaña de 2008, sólo se han identificado pequeñas manchas aisladas con coberturas máximas del 60% (Foto 4).

Ulva sp.: al contrario que en la campaña de 2002, y tal y como ocurría en la campaña de 2005, en los canales se han detectado algunas matas de la forma laminar (forma *Enteromorpha*) de este género de alga clorofita (Foto 5).


Foto 3

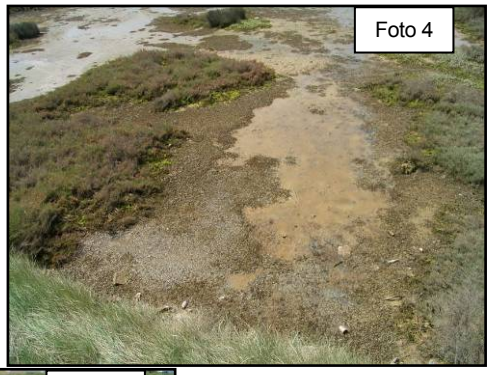

Foto 4


Foto 5

ZONA M-EB3

Marcando el límite de transición entre la zona marítima y la estuárica, se encuentra una acumulación de arena y piedras de tamaño medio, con una longitud aproximada de 300 m, que forma una pequeña plataforma intermareal en próxima a la pasarela peatonal.

La zona se encuentra tapizada por un cinturón continuo de 4 m de anchura media y 90% de cobertura de clorofíceas filamentosas. Además, se ha identificado *F. spiralis* var. *limitaneus*, que presenta una distribución variable a lo largo del seguimiento: así, en la campaña 2002, se identificaron matas dispersas (Foto 6), mientras que en la campaña de 2005 no se encontró ninguna mata (Foto 7); por último, en la presente campaña de 2008 llega a formar cinturón discontinuo de 200 m de largo y 1 m de ancho, con una cobertura del 10% (Foto 8).

Además, al igual que en la zona M-EB1, la sedimentación producida en la zona más próxima al cauce permite el asentamiento de un cinturón discontinuo de *Vaucheria* sp., con coberturas del 80% (Foto 9).

Por último, al igual que en campañas anteriores, también se han observado matas aisladas de *Gracilaria* sp.


Foto 6


Foto 7

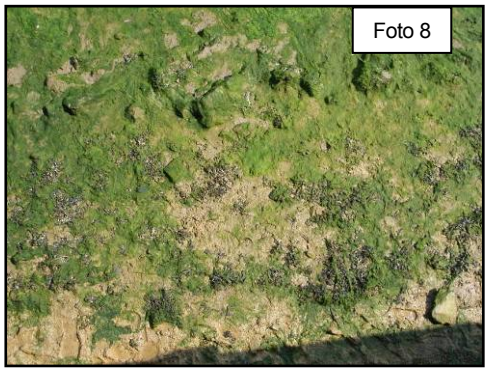

Foto 8


Foto 9

ZONA M-EB4

Las antiguas instalaciones de un molino mareal conforman una llanura de inundación segregada en dos cubetas a raíz de unas obras de restauración paisajística. La más pequeña, de unos 1.600 m^2, ha quedado reducida a un estanque sin superficie intermareal destacable, ya que las orillas fueron fijadas por una escollera.

La segunda cubeta, al sur de la anterior, presenta una amplia zona intermareal (unos 13.600 m^2), en la que se desarrollan comunidades típicas de marisma, claramente delimitadas en cinturones concéntricos. La zona presenta características similares a las observadas en 2005. Así, las clorofíceas filamentosas reducen su cobertura, del 90% estimado en 2002 (Foto 10) al 30% de 2005 y 2008 (Foto 11). Además, no se observan matas de algas pardas del género *Fucus*, que aparecieron únicamente en 2002. Por otro lado, en la presente campaña se ha vuelto a identificar la rodofícea *Gracilaria* sp.: en 2002 formaba manchas conspicuas con recubrimientos del 20-30% en la parte central de la cubeta, en la zona de menor altura sobre el nivel de marea (Foto 12); en 2005 no se encontró ninguna mata; y en 2008 presenta un desarrollo muy inferior al de 2002, ya que tan sólo forma una mancha circular de 9 m^2, con 30% de cobertura (Foto 13).

Por último, en el canal de desagüe de esta cubeta se aprecian agunas matas aisladas de clorofíceas laminares del género *Ulva*, que no alcanzan el elevado desarrollo de campañas anteriores.


Foto 10


Foto 11


Foto 12


Foto 13

ZONA M-EB5

Tras el gran cambio constatado en 2005, esta zona permanece estable, con ejemplares aislados de *Gracilaria* sp. en la plataforma de fango y un cinturón de clorofíceas filamentosas de 3 m de ancho y 100 m de longitud con 80% de cobertura en la parte superior del intermareal, donde se encuentra el embarcadero (Foto 14). El único cambio destacable respecto a 2005 es la ausencia de *Vaucheria* sp.

En 2002, se hacía referencia a una isla central de 5.000 m^2, con dos partes claramente diferenciadas: una consistente en una pradera de *Gracilaria* sp. de unos 2.200 m^2, con una cobertura del 70-80% (Foto 15); y, otra, ligeramente más alta que la anterior, y con sustrato ligeramente más arenoso, con un fino recubrimiento de clorofíceas género *Ulva* (forma *Enteromorpha*) y *Blidingia marginata*. En la presente campaña de 2008, al igual que en 2005, no hay isla, por lo que *Gracilaria* sp. únicamente aparece de manera testimonial.


Foto 14


Foto 15

ZONA M-EB6

En 2002, se observó una pequeña banda de unos 100 m de longitud, con un asentamiento de *Gracilaria* sp. con 70-80% de cobertura. Tanto en 2005 como en la presente campaña, en cambio, sólo se ha identificado la presencia de clorofíceas filamentosas con una cobertura del 30%.

ZONA M-EB7

Desde la isla de la zona 5 hasta la zona 8, debido a la fuerte pendiente de la ribera izquierda y a la práctica inexistencia de sustrato blando, únicamente se asientan clorofíceas filamentosas sobre las piedras que delimitan el curso de la ría. Su aspecto es muy similar al de 2002 y 2005, con coberturas que se sitúan en torno al 80%.

ZONA M-EB8

A lo largo de 1.600 m se distingue una zona homogénea, que corresponde a dos amplios meandros. La dinámica geomorfológica fluvial favorece el desarrollo de áreas de sedimentación en la margen interna de cada meandro, formando varios grupos de islas. Sobre este extenso depósito aluvial de aproximadamente 110.000 m^2 se asienta una comunidad característica formada por algas macrófitas y fanerógamas típicas de marisma.

El meandro más próximo a la desembocadura, situado en la ribera izquierda y con una superficie de sedimentación de unos 20.000 m^2 en marea baja, presentaba en 2002 manchas aisladas de *Gracilaria* sp., con recubrimientos de aproximadamente 50-60% (Foto 16), mientras que en 2005 dichas manchas eran prácticamente inapreciables (Foto 17). En la presente campaña continúa la tendencia observada en campañas anteriores y no se ha detectado *Gracilaria* sp.

El segundo meandro, presenta una superficie de sedimentación aluvial de unos 90.000 m^2 en la margen derecha. En dicha superficie, en 2002, *Gracilaria* sp. formaba un cinturón continuo de 5 m de anchura y 90% de cobertura (Foto 18). Tras su práctica desaparición en 2005 (Foto 19), en la presente campaña se constata la presencia de franjas discontinuas de 50-200 m de longitud y hasta 2 m de anchura, con una cobertura media del 60% (Foto 20).

Como ya se ha mencionado, la acción sedimentaria del río da lugar a islas de tamaño variable (desde pequeños islotes a islas de hasta 6.500 m^2) en ambos meandros. Todo el complejo insular está recorrido por una serie de canales muy ramificados, en los que destaca la presencia de grandes manchas conspicuas de *Gracilaria* sp., con coberturas de hasta el 80% (Foto 21). También se han identificado clorofíceas filamentosas (bordeando las islas), ejemplares aislados de clorofíceas laminares y algunas matas de la feofícea *Fucus ceranoides*.


Foto 16


Foto 17


Foto 18


Foto 19


Foto 20


Foto 21

ZONA M-EB9

Corresponde a un antiguo embarcadero de pequeño tamaño (1.500 m^2), situado en la ribera de la urbanización "Abanico de Plentzia", donde el bajo hidrodinamismo, la naturaleza fangosa del sedimento y la ausencia de pendientes permiten el desarrollo de una densa pradera de *Gracilaria* sp. (cobertura próxima al 100%). Aunque el aspecto general de la zona es similar al de 2002 y 2005 (Foto 22), aunque la superficie cubierta es ligeramente inferior (Foto 23). Destaca la aparición de clorofíceas del género *Ulva* (forma laminar), entremezcladas con *Gracilaria* sp., que alcanzan una cobertura del 10%.


Foto 22


Foto 23

ZONA M-EB10

Al igual que en zonas anteriormente descritas, también en ésta se constata la disminución de *Gracilaria* sp. El cinturón continuo de 100 m de largo y 2 m de ancho que se describía en campañas anteriores, se ha visto reducido a tres pequeñas manchas con coberturas que apenas llegan al 20%. Por otro lado, cabe destacar la aparición, por primera vez desde el inicio del estudio, de ejemplares aislados de *F. ceranoides* y clorofíceas laminares.

Las alteraciones antrópicas llevadas a cabo en épocas recientes en el área del "Abanico de Plentzia", tales como la construcción de la urbanización y el asentamiento de pequeñas superficies de cultivo hortícola en la ribera, han modificado las condiciones naturales del meandro. Pese al reducido tamaño de las zonas 9 y 10, sus características parecen indicar que las comunidades del "Abanico" fueron similares a las descritas para la zona 8.

ZONA M-EB11

Esta zona corresponde a un tramo de unos 1.000 m de longitud, en el que el cauce del río comienza a estrecharse y van desapareciendo las plataformas intermareales. En campañas previas, esta zona suponía el límite superior de distribución de *Gracilaria* sp. en el estuario, ya que presentaba un grado de desarrollo y una cobertura muy reducidos. Cabe destacar que, en la presente campaña de 2008, *Gracilaria* sp. ha desaparecido. Por otro lado, al igual que ocurría en años anteriores, se han identificado grandes zonas conspicuas de *F. ceranoides* (Foto 24).

ZONA M-EB12

El estrechamiento de la ría se hace más patente. En ambas riberas aparecen pequeñas bandas de fango, de unos 3 m de ancho, sobre las que se encuentran piedras dispersas de mediano tamaño. *F. ceranoides* es la única macrófita identificada, con recubrimientos muy variables, que dependen de la distribución de piedras sobre las que se asienta. No se observan variaciones respecto a campañas previas.


Foto 24

ZONA M-EB13

Las superficies fangosas disminuyen de forma considerable, siendo sustituidas por superficies de cantos sobre los que se asienta una clorofícea del género *Lola* (80-90% de cobertura) y por rocas de mayor tamaño que sirven de sustrato a ejemplares de gran tamaño de *F. ceranoides* (60-70% de cobertura).

Las condiciones del medio cambian sensiblemente a partir de esta zona: el cauce se estrecha, aparecen el bosque de ribera y densos carrizales, desaparecen las algas macrófitas..., lo que indica que en este punto se sitúa la frontera entre la zona fluvial y la estuárica.

En esta zona no se observan cambios respecto a la situación de campañas previas.

CALIDAD BIOLÓGICA

En la Tabla 83 se observan los datos obtenidos para la masa de agua de transición del Butroe en 2008 con objeto de calificar cada tramo. La metodología utilizada se explica en el Tomo 1.

En este punto, cabe destacar que, a la hora de estimar la calificación para cada tramo salino a partir de las calificaciones particulares de cada zona analizada, se ha cambiado la forma de ponderar el peso de cada zona: hasta la pasada campaña de 2007, la ponderación se realizaba sobre la longitud relativa que cada zona cubría en su correspondiente tramo salino; a partir de la presente campaña de 2008, la ponderación se realizará sobre el área relativa que ocupa cada zona analizada respecto a la suma de las superficies analizadas por cada tramo. Con este cambio, el estado de aquellas plataformas intermareales que ocupan grandes extensiones a los lados del cauce principal tendrá mayor peso sobre la calificación global (independientemente de que ocupen tramos longitudinales cortos), que aquellas plataformas que presenten superficies reducidas a pesar de ocupar tramos largos.

Este cambio en la metodología tiene como consecuencia pequeñas variaciones en las calificaciones correspondientes a las campañas de 2002 y 2005. Así, la calificación del tramo adscrito a la estación E-B10 pasa de 'Estado Aceptable' a 'Buen Estado' tanto en la campaña de 2002 como en la de 2005. El resto de tramos, en cambio, mantienen la calificación en ambas camapañas.

En cuanto a la presente campaña de 2008, la calificación es de 'Buen Estado' para los tramos exterior y medio de la masa de agua (adscritos a las estaciones E-B10 y E-B7, respectivamente) y 'Estado Aceptable' para el tramo interior (estación E-B5). Por tanto, el tramo medio recupera la calificación obtenida en la campaña de 2002 tras haber sufrido una ligera degradación, a 'Estado Aceptable', en 2005 que se debió a un aumento relativo de la cobertura de especies indicadoras y de clorofitas sobre el resto de especies. En 2008, la situación se ha revertido, al menos en las zonas más extensas (M-EB4 y M-EB8). Por otro lado, en el tramo interior, se observa cierta degradación, debido a la pérdida de riqueza en las zonas M-EB9 y M-EB11, y a un aumento de la cobertura relativa de especies oportunistas en la zona M-EB10.

La valoración global para la masa de agua, aplicando al conjunto de zonas delimitadas la misma media ponderada que se hace para el cálculo por tramo, ha pasado de 'Estado Aceptable' en la campaña de 2005 a **'Buen Estado'** en la presente campaña de 2008 (igual que en 2002).

INDICADORES	M-EB1	M-EB2	M-EB3	M-EB4	M-EB5	M-EB6	M-EB7	M-EB8
1- Riqueza	3	3	3	3	3	1	1	3
3- Cobertura indicadores contaminación	1	5	3	5	5	5	3	5
4- Cobertura media algas sin indic contamin.	1	1	3	3	1	1	1	1
5- Ratio verdes/resto	3	5	3	3	1	1	1	5
SUMA=	8	14	12	14	10	8	6	14
CALIFICACIÓN AREA=	D	B	A	B	A	D	M	B
EQUIVALENCIA=	4	8	6	8	6	4	2	8
SUPERFICIE DE LA ZONA=	1.500	30.000	7.200	13.600	6.500	200	1.000	110.000
PORCENTAJE SOBRE EL TRAMO=	0,04	0,78	0,19	0,10	0,05	0,00	0,01	0,84
VALOR GLOBAL=	0,2	6,2	1,1	0,8	0,3	0,0	0,0	6,7
EQUIVALENCIA TRAMO=	7,5			7,8				
CALIFICACIÓN TRAMO=	B			B				
ESTACIÓN RED ASIGNADA=	E-B10			E-B7				

INDICADORES	M-EB9	M-EB10	M-EB11	M-EB12	M-EB13
1- Riqueza	3	3	1	1	3
3- Cobertura indicadores contaminación	5	5	5	5	1
4- Cobertura media algas sin indic contamin.	5	1	1	1	1
5- Ratio verdes/resto	5	5	5	5	5
SUMA=	18	14	12	12	10
CALIFICACIÓN AREA=	MB	B	A	A	A
EQUIVALENCIA=	10	8	6	6	6
SUPERFICIE DE LA ZONA=	1.500	600	7.000	2.400	750
PORCENTAJE SOBRE EL TRAMO=	0,12	0,05	0,57	0,20	0,06
VALOR GLOBAL=	1,2	0,4	3,4	1,2	0,4
EQUIVALENCIA TRAMO=	6,6				
CALIFICACIÓN TRAMO=	A				
ESTACIÓN RED ASIGNADA=	E-B5				

Tabla 83 Calificación de cada indicador de macroalgas y las equivalencias para la calificación de cada tramo de la masa de agua, asignado a cada estación de muestreo de la Red de Calidad, en la presente campaña de 2008.

5.6. INDICADORES FISICOQUÍMICOS

5.6.1 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN AGUAS

CONSIDERACIONES GENERALES

La incorporación de las estaciones E-B5 y E-B7 al control de la calidad físico-química de las aguas del estuario del Butrón desde el año 2002 incrementa la resolución espacial de la vigilancia a lo largo del eje del estuario. La estación E-B5 (zona superior del estuario) denota un importante incremento de la presencia de agua de origen fluvial respecto a la estación E-B10 (zona inferior) mientras que la estación E-B7 (zona media) presenta un patrón de distribución de la salinidad más similar al de la estación E-B10.

En la Tabla 84 se muestran los datos medios anuales, correspondientes a las campañas de 2008, de las variables hidrográficas analizadas en superficie y fondo en el estuario del Butroe, y de las variables relacionadas con el estado trófico (únicamente en superficie).

Variable	Unidad	E-B5-S	E-B5-F	E-B7-S	E-B7-F	E-B10-S	E-B10-F
Temperatura	°C	15,67	15,73	15,94	15,91	15,97	16,14
Salinidad	USP	9,19	12,79	20,72	23,61	23,52	27,69
Agua fluvial	%	74,20	64,09	41,79	33,68	33,93	22,22
Saturación O2	%	86,84	78,71	84,01	78,30	87,24	77,16
pH		7,92	7,50	7,98	8,00	8,07	8,10
Silicato	$\mu mol.dm^{-3}$	86,88		57,33		44,59	
Amonio	$\mu mol.dm^{-3}$	19,28		14,18		8,97	
Nitrito	$\mu mol.dm^{-3}$	3,71		2,08		1,86	
Nitrato	$\mu mol.dm^{-3}$	78,88		47,34		38,68	
Nitrógeno Total	$\mu mol.dm^{-3}$	165,13		95,00		72,88	
Fosfato	$\mu mol.dm^{-3}$	3,16		1,96		1,51	
Fósforo Total	$\mu mol.dm^{-3}$	5,56		3,25		2,56	
Carbono O. Total	$\mu mol.dm^{-3}$	310,53		235,88		195,65	

Tabla 84 Estuario del Butroe. Valores medios de variables relacionadas con el estado trófico. F: fondo, S: superficie.

En el año 2008 la temperatura media del agua varía entre 15.6° C y 16.1° C. Como resulta frecuente, los valores medios más elevados de temperatura coinciden con los valores de salinidad más altos debido al menor rango de temperatura del agua de mar y a que los aportes más importantes de aguas fluviales y pluviales se registraron en las épocas en las que la temperatura de las aguas continentales es inferior a la del mar.

A partir de los datos de salinidad se ha calculado el porcentaje relativo de agua dulce y marina en cada punto de muestreo. La estación E-B5 se caracterizó por un alto porcentaje de agua de origen fluvial, tanto en superficie como en fondo (74%-64%) y puede considerarse más estratificada en salinidad que en temperatura. En las estaciones E-B7 y E-B10 el porcentaje de agua dulce se reduce a valores en torno a un 22-41%.

El oxígeno disuelto, en promedio anual, no alcanza la saturación en ninguno de los puntos del estuario y, se sitúa en torno al 77-87 %. Estas condiciones son muy similares a las de otros estuarios, como el Barbadún, e indican cierto predominio de los procesos heterótrofos sobre los autótrofos.

El patrón de dilución de las sustancias disueltas procedentes del río con el agua marina se observa para todos los nutrientes sin excepción. La dilución aparece asociada al incremento de la salinidad y se da en una proporción similar a la de disminución del porcentaje de agua fluvial entre la estación E-B5 y las estaciones E-B7 y E-B10, aproximadamente en una relación de 2. El factor de dilución es algo menor para el amonio, en la estación E-B7, lo que indicaría una fuente secundaria de amonio en el entorno de dicha estación. También es menor para el carbono orgánico, posiblemente debido a que, como en otros estuarios, la dinámica del COT resulta más compleja en fuentes de aporte y en procesos de dilución por la dependencia de la concentración y tipo del material particulado presente en suspensión.

En cuanto a las proporciones entre nutrientes, las situaciones registradas en las series de 2008 no indican desequilibrios importantes en las variables relacionadas con el estado trófico. Así, en general, el nitrato supera en concentración a las formas reducidas de nitrógeno y nitrato y fosfato se encuentran relativamente cercanos a la proporción de Redfield. Sin embargo, considerando el amonio en la fase disuelta o los valores de nitrógeno y fósforo total, se mantienen las situaciones en las que

predomina un exceso de nitrógeno. Por otra parte, aunque los valores de carbono orgánico total registrados en 2008 sean mayores que los de 2007, al menos en las condiciones representadas por los muestreos, se registran concentraciones más moderadas, lo que supone un exceso relativamente menor de carbono detrítico. Situaciones similares se dan en otros estuarios.

EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LAS VARIABLES HIDROGRÁFICAS GENERALES

En las series de datos disponibles tal como se señala en el estudio de presiones e impactos (Borja *et al.,* 2006a), el nivel de presión relacionado con la entrada de nutrientes es moderado en el estuario del Butroe. Dentro de la alta variabilidad característica de los estuarios, y de fluctuaciones asociadas a la estacionalidad y a las diferentes condiciones hidrológicas, no se observa una tendencia a la disminución en los últimos años. Incluso, en la estación E-B10, algunos de los máximos más importantes de NID y concentración de fosfato se han registrado en los últimos años (Figura 74).

En la Figura 75 se muestra la evolución temporal del porcentaje de saturación de oxígeno disuelto en el estuario del Butroe en diferentes situaciones de marea y a dos niveles de profundidad. Los valores han variado en un rango de 40 a 130% en los últimos trece años. Se experimentó un aumento de la saturación de oxígeno entre 1994 y 1996, para luego permanecer en una situación de sobresaturación hasta finales de 2001, en que se da un período de descenso en la saturación (alcanzando al final medias del 40-70%) hasta finales de 2006. Los datos más bajos de la serie registrados en verano de 2005 coinciden con un importante vertido de aguas fecales que tuvo lugar en la zona en dicha época, según confirma el Consorcio de Aguas. Posteriormente, tras una subida, los valores medios de saturación de las tres estaciones muestreadas han oscilado entre 60 y 100%.

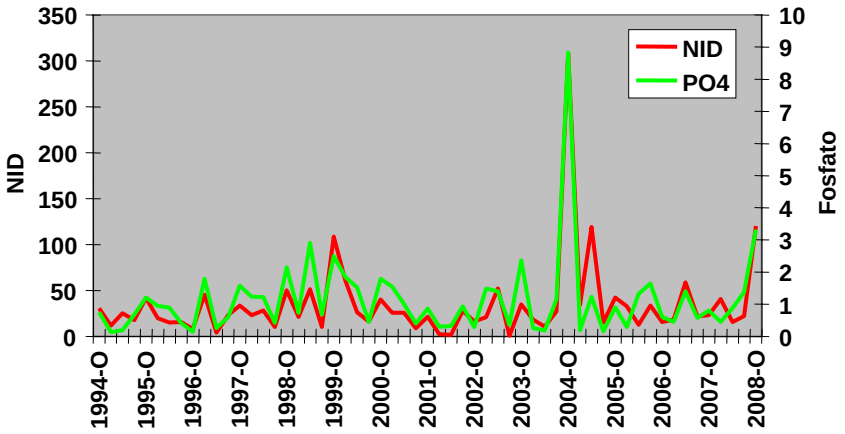


Figura 74 Evolución trimestral, entre otoño de 1994 y otoño de 2008, de la concentración de Nitrógeno Inorgánico Disuelto (NID) y fosfato, ambos en micromoles por litro, en aguas de superficie (media de pleamar y bajamar), en la estación E-B10.

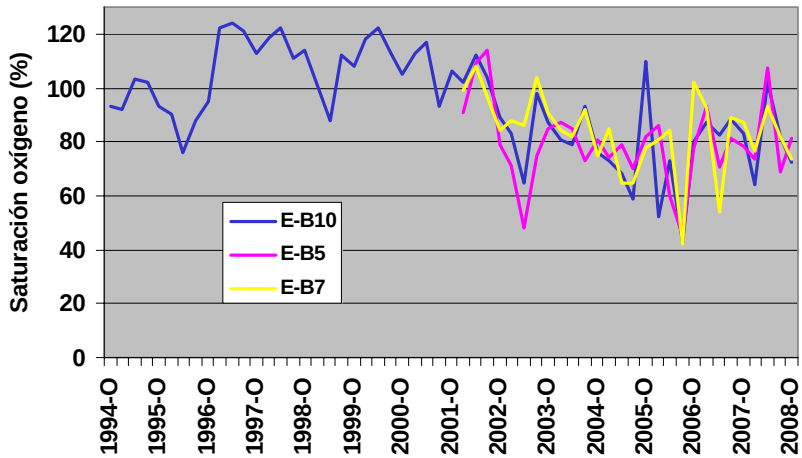


Figura 75 Evolución temporal del porcentaje de saturación de oxígeno disuelto en el estuario del Butroe (estaciones E-B5, E-B7 y E-B10), media de pleamar y bajamar, superficie y fondo.

METALES DISUELTOS

Las concentraciones de cromo (trivalente y hexavalente) y de mercurio en las aguas de superficie en las estaciones del estuario de Butroe, se mantienen, como en la mayoría de los casos precedentes, por debajo de sus respectivos límites de detección (3 y 0.3 $\mu g \cdot l^{-1}$).

En la Figura 76 se muestra la evolución de la concentración media del resto de los metales para el periodo comprendido entre otoño de 1994 y verano de 2008. Los valores empleados son medias correspondientes a los datos de pleamar y bajamar para las tres estaciones de muestreo del estuario (E-B5, E-B7 y E-B10) hasta el año 2006, desde el 2007 solamente se han muestreado las estaciones en bajamar.

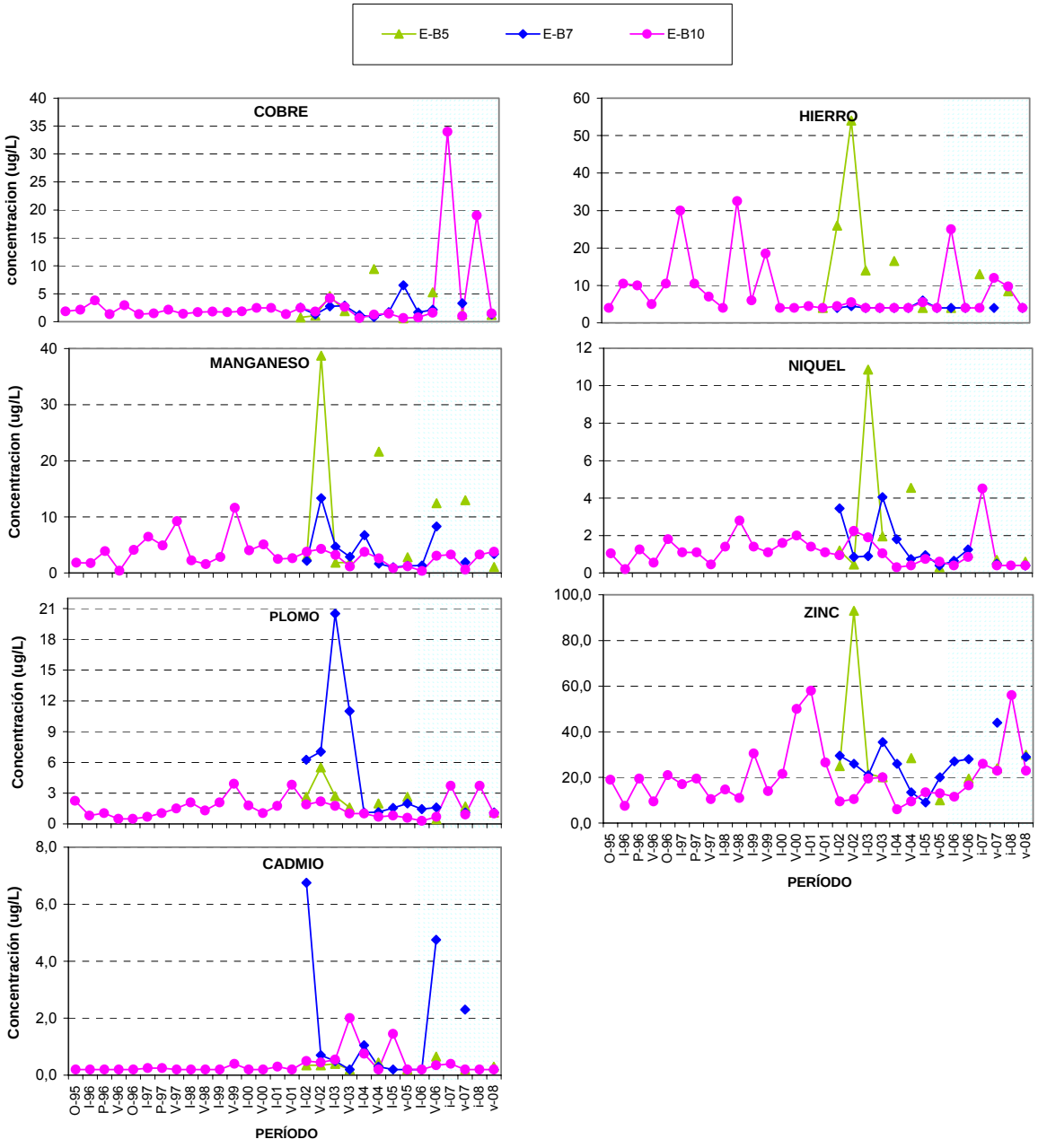


Figura 76 Evolución temporal de la concentración media (pleamar-bajamar) para cada metal en las estaciones del estuario del Butrón en el periodo que abarca desde otoño de 1994 a verano de 2006, desde el 2007 sólo se ha tenido en cuenta los datos de bajamar.

Como se puede apreciar en la Figura 76, en términos generales los metales estudiados presentan una tendencia bastante irregular a lo largo de los años. En general, para la estación E-B10 (puerto de Plentzia) la cual se viene muestreando desde otoño de 1995, se aprecia una tendencia bastante constante a lo largo de los años con concentraciones bajas comparadas con el objetivo de calidad fijado para cada metal, excepto para Cu y Cd que fueron superados en el 2007 el Cu con 34 $\mu g \cdot l^{-1}$ y en 2003 y 2005 el Cd con 2.00 $\mu g \cdot l^{-1}$ y 1.45 $\mu g \cdot l^{-1}$, respectivamente (25 y 0.2 $\mu g \cdot l^{-1}$, objetivos de calidad para Cu y Cd, respectivamente). Sin embargo para zinc y

hierro, la evolución es muy irregular, con máximos de concentración en los muestreos correspondientes a invierno de 1999 y verano de 2001, para hierro y zinc, sin superar los objetivos de calidad establecidos. En la estación E-B7 (campo de fútbol de plentzia) se detectaron máximos de concentración que superan el objetivo de calidad establecido en invierno de 2003 en plomo con 20.50 $\mu g \cdot l^{-1}$ (objetivo de calidad 7.2 $\mu g \cdot l^{-1}$) y en 2002 (6.75 $\mu g \cdot l^{-1}$), 2004 (1.05 $\mu g \cdot l^{-1}$), 2006 (4.75 $\mu g \cdot l^{-1}$) y 2007 (2.3 $\mu g \cdot l^{-1}$) para Cd (objetivo de calidad 0.2 $\mu g \cdot l^{-1}$).

En el caso del cadmio se observa un ligero descenso de las concentraciones respecto a 2007, siendo las más destacadas en la estación E-B7, llegando a estar por debajo del límite de detección por consecuencia por debajo del objetivo de calidad establecido, excepto en verano del 2008 en la estación E-B5 donde se supera el objetivo de calidad establecido con 0.3 $\mu g \cdot l^{-1}$ (0.2 $\mu g \cdot l^{-1}$ objetivo de calidad establecido para el Cd).

En la estación E-B5 (Abanico de Plentzia), claramente se distingue un máximo de concentración significativo para plomo, manganeso, hierro y zinc, en verano de 2002, sobrepasando el objetivo de calidad para el zinc (60 $\mu g \cdot l^{-1}$), registrando 93 $\mu g \cdot l^{-1}$. En 2008 las concentraciones de estos metales han descendido ligeramente (inferiores al los objetivos de calidad).

En general se observa una mejora paulatina a lo largo de los años.

CONTAMINANTES ORGÁNICOS Y OTROS CONTAMINANTES ESPECÍFICOS

En los resultados obtenidos en 2008 se mantiene la ausencia de concentraciones significativas (por encima de los respectivos límites de detección) de grupos de contaminantes como los PAHs, donde solamente los valores puntuales de fenantreno, naftaleno, antraceno y fluoreno superan los limites de detección pero sin superar en ningún caso los objetivos de calidad establecidos para estos compuestos en concreto.

ESTADO EN FUNCIÓN DE LOS INDICADORES FÍSICO-QUÍMICOS

En 2008, la calidad físico-química de la masa de agua se puede calificar como: **'Buena'** en E-B5 y E-B7, y **'Muy Buena'** en E-B10.

En cuanto a los objetivos de calidad físico-química, en la estación E-B5 no se cumple el de turbidez; en la estación E-B7 no se cumple el de oxígeno, los tres nutrientes ni el de turbidez; en la estación E-B10 no cumple para oxígeno, nitrato, fosfato ni turbidez. Esto puede estar indicando alguna disfuncionalidad en el saneamiento.

ESTADO QUÍMICO

Teniendo en cuenta las Directivas europeas y la normativa española, referida a aguas (ver Tomo 1), se puede decir que en este estuario **'No Cumplen'** la estación E-B5 y E-B10 por Cd, y la estación E-B7 **'Cumple'.**

5.6.2 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS

PARÁMETROS SEDIMENTOLÓGICOS DE CARÁCTER GENERAL

A partir de los datos de composición granulométrica, contenido en materia orgánica y contenido en carbono y nitrógeno orgánico particulado, se ha estudiado la evolución temporal, para cada estación y para cada una de las variables, en las estaciones E-B5, E-B7 y E-B10.

Los resultados de los análisis sedimentológicos obtenidos en esta última campaña se recogen en la Tabla 85.

ESTACIÓN	INVIERNO - 2008							
	GRAVA (%)	ARENA (%)	FINO (%)	M.O. (%)	REDOX (mV)	C.O.P. ($mol \cdot Kg^{-1}$)	N.O.P. ($mol \cdot Kg^{-1}$)	C / N
E-B5	0,03	24,80	75,18	6,56	-19	2,65	0,19	13,8
E-B7	0,26	74,22	25,52	2,28	-27	2,31	0,12	20,1
E-B10	5,1	94,6	0,3	0,7	-3	2,19	0,11	19,5

Tabla 85 Parámetros sedimentológicos correspondientes a los muestreos de invierno de 2008 en cada estación. (GRAVA > 2 mm > ARENA > 63 µm > FINO). M.O.: materia orgánica; C.O.P.: carbono orgánico particulado; N.O.P.: nitrógeno orgánico particulado; C / N: relación carbono / nitrógeno.

En la Figura 79 se muestra la evolución temporal de la composición granulométrica, contenido en materia orgánica y ratio carbono/nitrógeno. Mientras que para la estación E-B10, más externa, se tienen datos desde 1995, para las estaciones intermedia e interior, E-B7 y E-B5, se han empezado a obtener datos a partir de 2002.

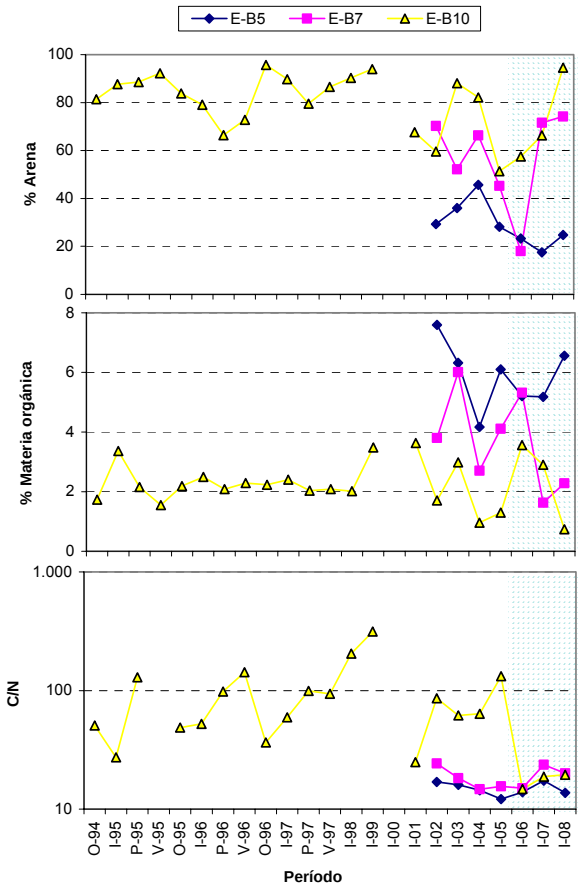


Figura 77 Gráficas de evolución temporal del contenido en arenas, contenido en materia orgánica y relación C/N de los sedimentos de la masa de agua de transición del Butroe en el periodo comprendido entre el otoño del 1994 e invierno de 2008.

De las representaciones gráficas y datos obtenidos se puede apreciar que los sedimentos estudiados en la estación externa, E-B10, son fundamentalmente arenosos con variaciones temporales significativas, sobre todo entre los periodos de verano de 1995 y otoño de 1996 y, posteriormente, entre los inviernos de 1999 y 2003. Sin embargo, la composición en arena disminuye, en la mayoría de los años hacia el interior.

En cuanto al contenido en materia orgánica, generalmente se encuentra un mayor valor en las estaciones internas, E-B5 y E-B7, acorde a su mayor contenido en finos, respecto a la estación más exterior, E-B10.

En general, los valores más bajos en la relación C/N aparecen en las estaciones más internas del estuario, E-B7 y E-B5, correspondiéndose éstos con niveles más altos de NOP característicos de estas zonas con menor oxigenación y menor actividad. Sin embargo los últimos tres años la estación más externa (E-B10) presenta valores intermedios a las otras dos estaciones. Esta estación presenta una elevada variación temporal en la relación C/N sin observarse una tendencia clara, tal como se puede ver en la Figura 79. Esto puede deberse a diferentes grados de oxigenación y degradación en esta zona.

METALES PESADOS

En la Tabla 86 se presentan las concentraciones de metales pesados en los sedimentos en la campaña de invierno de 2008 en el estuario del Butroe. Se indican también los valores medios de cada metal y desviación estándar.

Los datos que se refieren a estas estaciones evidencian las diferencias en la distribución de los metales en los sedimentos estuáricos. Así, Cd, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb y Zn presentan el máximo en la estación más interna (E-B5), y el Cr y Cu presentan el máximo de en la estación más externa (E-B10).

La variación temporal para cada uno de los metales analizados se estudia a partir del factor de contaminación, tal como se ilustra en la Figura 78.

La concentración de Cr muestra una tendencia decreciente en las dos estaciones más internas en los cuatro últimos años, y creciente discontinua en la estación más externa. La concentración de Cd mostró un máximo relativo en las tres estaciones en 2003. La concentración de Cu, Fe, Hg y Zn muestra una tendencia decreciente desde 2005 a 2007, aumentando en 2008. La concentración de Mn muestra una tendencia decreciente discontinua en las dos estaciones más externas desde 2002, pero no en la estación más interna. La concentración de Ni presenta una tendencia ascendente discontinua en las tres estaciones durante los años más recientes. La concentración de plomo aumentó en las tres estaciones desde 2006.

ESTACIÓN	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn
	mg·Kg^{-1}								
E-B5	0,29	26,7	33,8	30106	0,21	311,9	32,4	71,0	131,9
E-B7	0,12	16,7	31,4	25298	0,18	280,7	26,9	60,4	98,0
E-B10	0,11	33,0	36,7	25865	0,17	266,3	26,9	64,8	92,4
MEDIA	0,17	25,5	34,0	27090	0,19	286,3	28,7	65,4	107,4
DESV. EST	0,10	8,2	2,6	2627	0,02	23,3	3,2	5,3	21,4

Tabla 86 Concentración de metales pesados en la fracción fina de los sedimentos en la campaña de invierno de 2008 (µg g^{-1}).

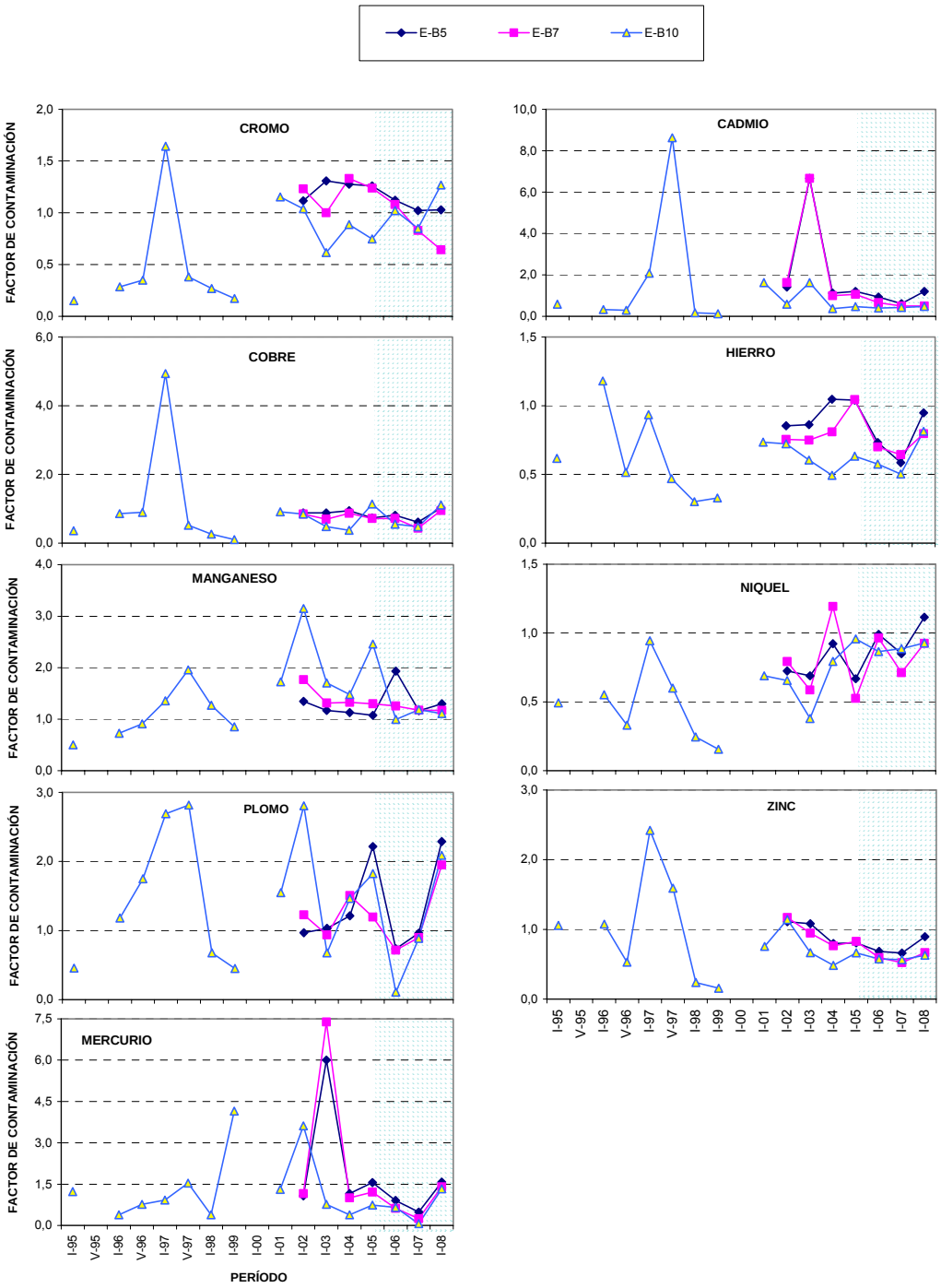


Figura 78 Evolución temporal de los factores de contaminación calculados para cada metal en la masa de transición del Butroe.

COMPUESTOS ORGÁNICOS

Las gráficas de evolución temporal de la concentración de los contaminantes orgánicos se recogen en la Figura 81. Los contaminantes orgánicos medidos se han agrupado en seis conjuntos en función de su afinidad, al igual que en el resto de estuarios.

En lo que respecta al cómputo de los PCBs, en general las concentraciones de los distintos congéneres analizados se han mantenido por debajo de los límites de detección o muy próximos a ellos; por ello, las variaciones que se detectan son debidas a que a lo largo del tiempo estos límites han ido variando. De las tres estaciones, la más interna (E-B5) es la que presenta mayor promedio en los años más recientes.

Por otro lado, la gráfica para el DDT y sus derivados muestra tres máximos: uno en la estación E-B10, en verano de 1997, en el que alcanza el valor de 6,09 μg kg^{-1}; otro en la estación interior E-B5, en invierno de 2004, con un valor de 4,5 μg kg^{-1}., y por último, en 2006, los máximos de las estaciones E-B5 y E-B7, en los que se alcanzas las concentraciones de 9,78 y 5,03 μg kg^{-1}, respectivamente. El resto de los valores están próximos o por debajo de los límites de detección y, al igual que en el resto de grupos, las variaciones que se muestran son debidas generalmente a los cambios en los límites de detección.

Al analizar los isómeros del HCH, se puede observar que el valor máximo se alcanzó en la estación E-B10, en invierno de 1995, llegando a 0,7 μg kg^{-1}. Posteriormente, las concentraciones se han mantenido en valores inferiores a los límites de detección, salvo en el invierno de 1997 y 1999, en los que se superaron estos valores ligeramente. Por otro lado, en las estaciones E-B5 y E-B7 las concentraciones se han mantenido por debajo de los límites de detección. El aparente incremento desde 2006 a 2007 es debido a un incremento en los límites de detección.

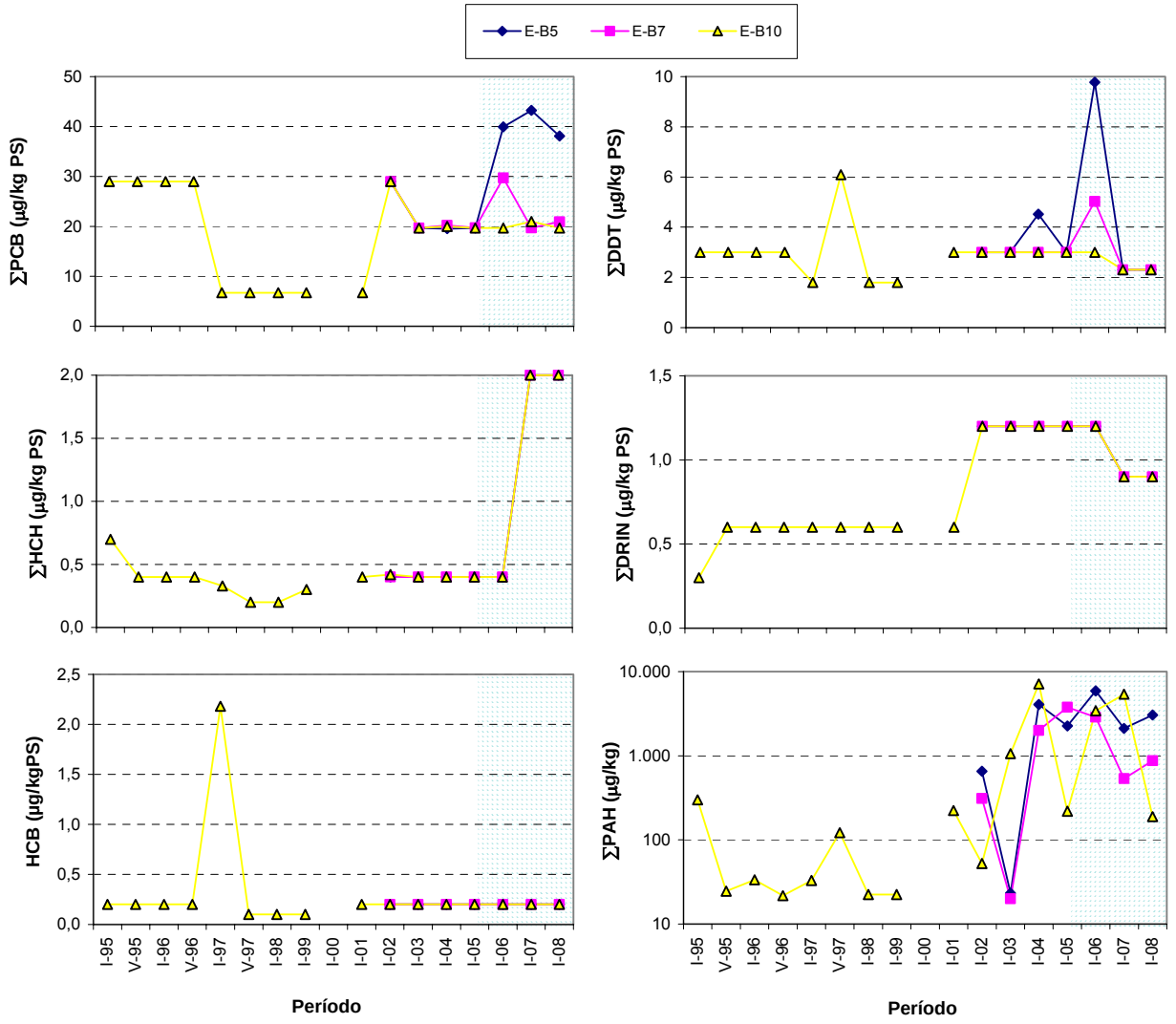


Figura 79 Evolución temporal de la concentración de compuestos orgánicos (μg kg^{-1}).

En lo que respecta a los compuestos 'drin', todos los casos se mantienen por debajo de los límites de detección; las variaciones que se observan en las gráficas son debidas a que el número de compuestos que se han analizado ha variado a lo largo del tiempo.

Para el hexaclorobenceno se puede observar un máximo en el invierno del año 1997, en la estación E-B10, causado por la concentración de HCB. Por lo demás, las variaciones observadas se deben a los cambios en los límites de detección.

Por último, se representa la evolución mostrada por los PAHs en el estuario. Se observa una tendencia discontinua al alza poco definida desde 2003.

NORMATIVAS

Como se ha explicado en el capítulo de metodología, a nivel estatal no existe una legislación por la que se regule la gestión de sedimentos contaminados.

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

Siguiendo la metodología para calcular el grado de contaminación en los sedimentos, se ha establecido la clasificación de la contaminación en los sedimentos estuáricos del Butroe en función de la concentración de metales pesados obtenida en 2008 (se han utilizado los valores de fondo calculados por Rodríguez *et al.*, 2006), basada en los Factores de Contaminación e Índices de Carga Contaminante (ICC) (MÜLLER, 1979). Se presentan también los ICC globales por estación y por metal (Tabla 87).

ESTACION	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn	ICC GLOBAL
E-B5	CL	CL	CL	NC	CL	CL	CL	CL	NC	CL
E-B7	NC	NC	NC	NC	CL	CL	NC	CL	NC	NC
E-B10	NC	CL	CL	NC	CL	CL	NC	CL	NC	NC
TOTAL	NC	NC	CL	NC	CL	CL	NC	CL	NC	CL

Tabla 87 Clasificación de la contaminación en los sedimentos estuáricos del Butroe en función de los metales pesados en 2008, basada en los Factores de Contaminación e Índices de Carga Contaminante (ICC) (MÜLLER, 1979). (CE: contaminación extrema; C: contaminación media; CL: contaminación ligera; NC: no contaminado).

El resultado de este estudio se ilustra en la Figura 80 como evolución del índice de carga contaminante global de metales pesados. La línea negra indica el límite de contaminación.

El índice global obtenido es de no contaminación en las estaciones externas (E-B7 y E-B10) y de contaminación ligera en la estación más interna (E-B5). De forma global, esta masa de agua puede clasificarse en 2008 con contaminación ligera. La gráfica indica que el ICC varía a lo largo del tiempo con valores inferiores a 3, *i.e.,* sin alcanzar el límite de contaminación marcado por la línea negra.

Como primera aproximación para estimar la potencial toxicidad de los sedimentos, se utilizan como referencia los niveles de toxicidad calculados por Long *et al.* (1995). A la vista de estos valores y de las concentraciones de metales analizadas en la campaña de 2008 se obtiene que, en las tres estaciones se supera el nivel bajo de toxicidad para el Hg, Ni y Pb. En la estación E-B10 también se supera el nivel bajo de toxicidad del Cu. Esto podría representar un cierto riesgo de efectos biológicos, aunque debe de tenerse en cuenta que la concentración de Ni está en el rango del nivel de fondo regional de la costa vasca (Rodríguez *et al.*, 2006).

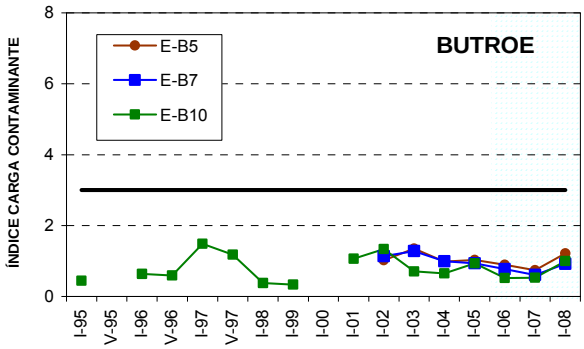


Figura 80 Evolución del índice de carga contaminante global de metales pesados.

Para los compuestos orgánicos se siguen los criterios utilizados para la evaluación de la contaminación expuestos en el Tomo 1. Así, las concentraciones de compuestos orgánicos obtenidas en la campaña de 2008 indican contaminación ligera en las estaciones más

internas (E-B5 y E-B7) debido a la concentración de PCBs. Al compararlos con los valores de Long *et al* (1995), para poder realizar una aproximación de su toxicidad, se observa que la estación E-B5 puede representar un cierto riesgo de efectos tóxicos debido a que las concentraciones de PCBs en ella encontradas pueden superar los niveles bajos toxicidad correspondiente.

5.6.3 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN BIOTA (MOLUSCOS)

En la campaña de 2008, en el estuario del Butroe se recolectaron mejillones el 22 de octubre en la desembocadura (I-B10). Los datos correspondientes a bacteriología, metales pesados y compuestos orgánicos se pueden observar en la Base de Datos.

BACTERIOLOGÍA

En la Figura 81 se muestra la evolución de la concentración de bacterias en la estación I-B10 a lo largo del periodo de estudio (otoño de 1994-otoño de 2008).

La concentración de **coliformes fecales** medida en 2008 (4700 NMP·100 ml^{-1}) es el valor más elevado de los últimos tres muestreo. Por lo tanto, como presenta menos de 600 NMP·100 ml^{-1} se clasifica como zona tipo B, es decir, apta para marisqueo destinado a depuración.

En cuanto a los **estreptococos fecales**, la concentración medida en 2008 (1200 NMP·100 ml^{-1}) es el registro más elevado de los tres últimos años.

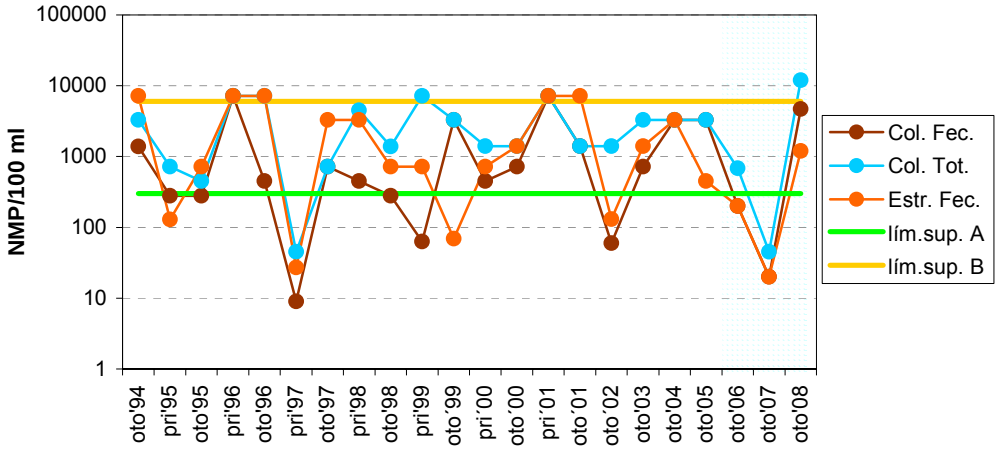


Figura 81 Evolución de la concentración de bacterias en la estación I-B10 a lo largo del periodo de estudio (otoño de 1994-otoño de 2008).

METALES PESADOS

En la Figura 82 se muestra la evolución de la concentración de metales en moluscos (mg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-B10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2008).

La concentración de **cadmio** en otoño de 2008 (0,4 mg kg^{-1}) es el más elevado de los últimos 3 años. Aunque todas las concentraciones observadas son inferiores al límite legal (1 mg kg^{-1}), en varios muestreos se supera el valor de referencia del CIEM (0,4 mg kg^{-1}).

El **cromo**, en la campaña de otoño de 2008 presenta una concentración (0,32 mg kg^{-1}) similar al promedio de los años más recientes. En cuanto al cumplimiento de la legislación, incluso la máxima concentración que se dio en otoño de 1997 (0,78 mg kg^{-1}) es inferior a los 1,8 mg kg^{-1} contemplados para el cromo.

El **cobre** presenta en 2008 una concentración de 1,4 mg kg^{-1}, similar al promedio de los años más recientes. De forma global se observa un descenso discontinuo desde 1999 . Para esta estación, en ningún caso se superan los 20 mg kg^{-1}, límite legal para el cobre en los mejillones.

En cuanto al **mercurio**, la concentración observada en otoño de 2008 (0,03 mg kg^{-1}) es próxima al límite de detección. Los límites de detección han ido variando a lo largo del periodo de estudio y, en general, las concentraciones observadas han sido inferiores a dichos límites. Además, en ningún caso se han superado ni el límite legal, 0,5 mg kg^{-1}, ni el valor de referencia del CIEM, 0,2 mg kg^{-1}.

El **níquel**, presenta en 2008 la concentración más elevada desde 2002: 0,32 mg kg^{-1}. Aunque para el níquel no hay establecido un límite legal, existe un valor de referencia dado por el CIEM, 1,5 mg kg^{-1}. Este valor no se ve superado por ninguna concentración de las observadas en el estuario del Butroe.

Para el **plomo**, en otoño de 2008 se observa una concentración de 0,2 mg kg^{-1}, la más baja de los tres

últimos muestreos. El límite legal para consumo (1 mg kg^{-1}) se ha superado en muestreos previos.

La concentración de **zinc** en otoño de 2008 (83 mg kg^{-1}) confirma la tendencia ascendente en esta estación, observada desde 2001. La máxima concentración de zinc (809 mg kg^{-1}) se observó en otoño de 1995, sin embargo, a lo largo del seguimiento en ningún caso se ha superado el límite legal, 1000 mg kg^{-1}, y sólo en este caso se supera el valor de referencia dado por el CIEM, 600 mg kg^{-1}.

La concentración de **plata**, se comenzó a medir en los moluscos en la campaña de 2007, descendiendo ligeramente en 2008, tal como se ha observado en el resto de los estuarios localizados en Bizkaia.

I-B10 BUTROI

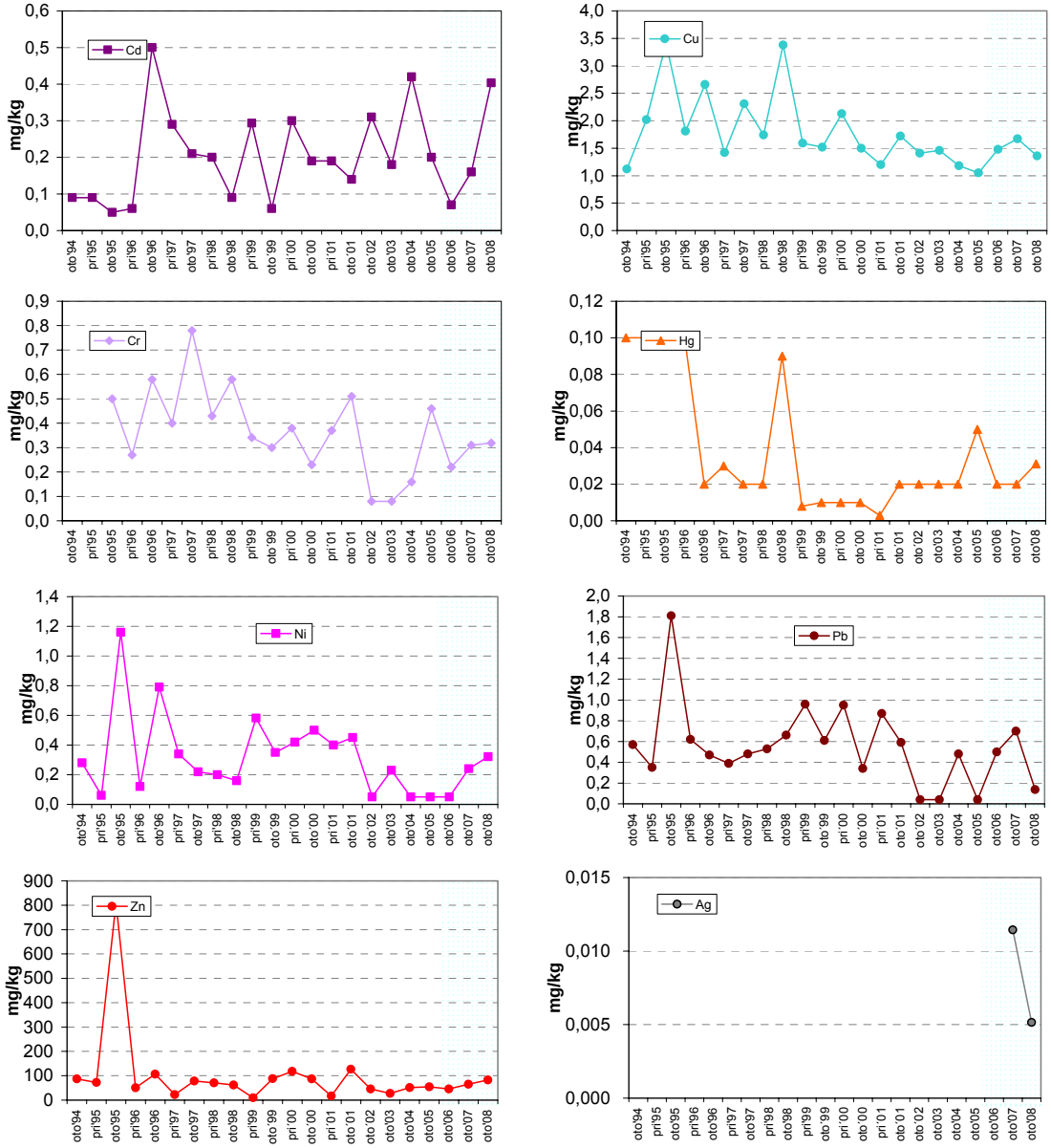


Figura 82 Evolución de la concentración de metales en moluscos (mg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-B10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2008).

COMPUESTOS ORGÁNICOS

En este apartado se contemplan diversas sustancias de origen antrópico. En su mayoría, se caracterizan por ser utilizadas como biocidas o pesticidas, pero también son utilizados por la industria. Como no hay legislación española específica para la mayoría de estas sustancias, nos hemos basado en NAUEN (1983) para recopilar lo existente en otros países del entorno y obtener los valores límites.

En el caso de los policlorobifenilos **(PCBs)** se han sumado los 7 congéneres analizados, con objeto de poder compararlos con otros lugares. Hay que tener en cuenta que el dato puede variar al ser variable el número de congéneres analizados en otras zonas.

En la Figura 85 se representa la evolución de la concentración de compuestos orgánicos en moluscos (µg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-B10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2008).

Se observa que la concentración de PCBs en los moluscos en otoño de 2008 (52 µg kg^{-1}) es el valor más bajo desde 2005. Los valores guías que se utilizan para la concentración de PCBs en moluscos (NAUEN, 1983) oscilan entre 1 a 5 ppm. Si se toma como valor límite 2 ppm (2.000 µg kg^{-1}), se observa que las concentraciones de PCBs encontradas a lo largo del periodo de estudio están muy alejadas de este valor.

La concentración de **DDT** corresponde a la suma de los tres compuestos de DDT analizadas (p-p'DDE, p-p'DDD, p-p'DDT). La suma de DDTs en los muestreos más recientes está en valores inferiores al límite de detección ó son ligeramente superiores. A lo largo del periodo de estudio la concentración de DDT más elevada se dio en primavera de 1995, cuando se alcanzó el valor de 41,81 µg kg^{-1}. Sin embargo, incluso en este caso el valor límite (2 ppm = 2.000 µg kg^{-1}) se encuentra muy alejado.

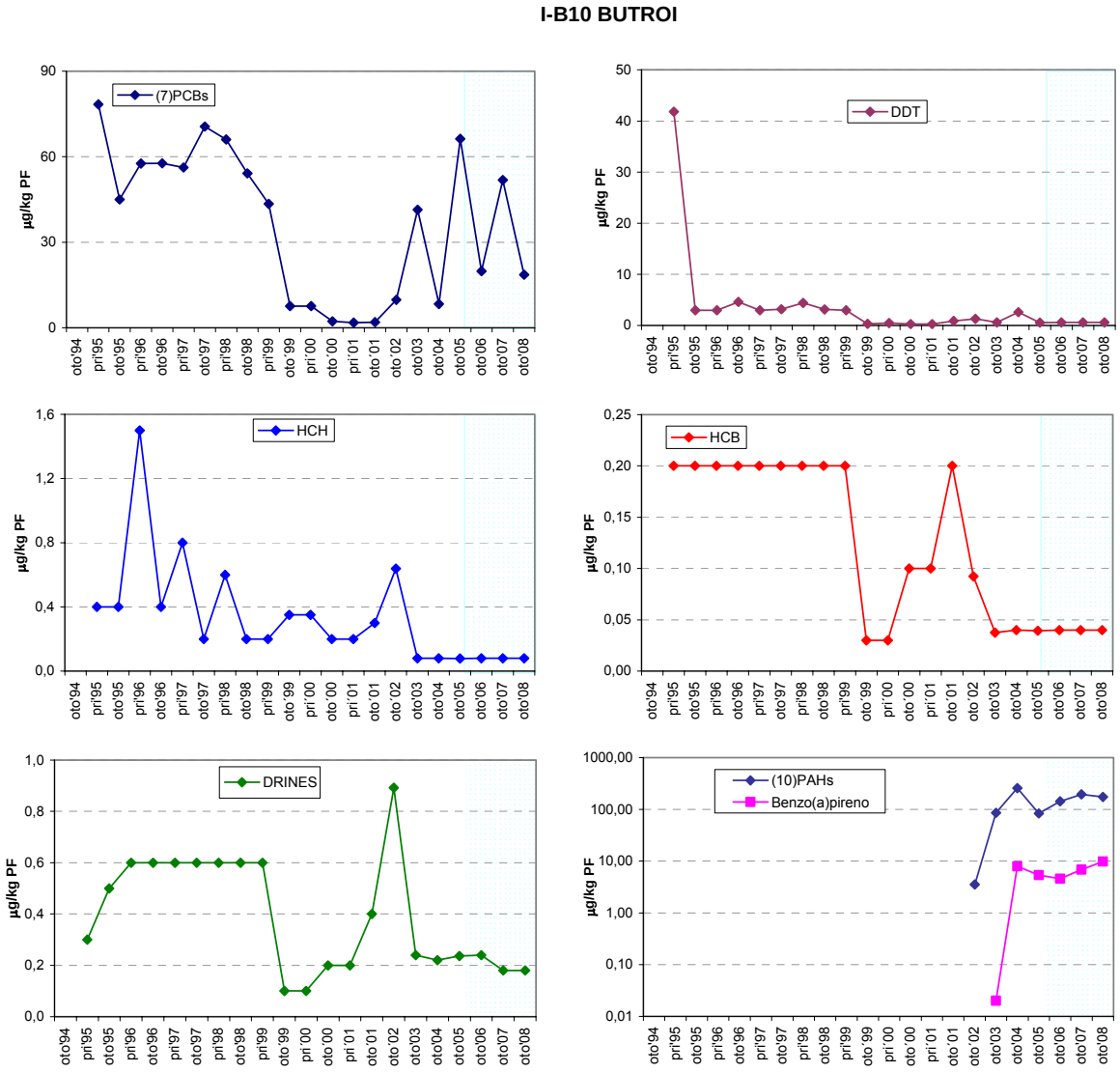


Figura 83 Evolución de la concentración de compuestos orgánicos en moluscos (µg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-B10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2008).

La concentración de **HCH** corresponde a la suma de α-HCH y γ-HCH (lindano). En los muestreos más recientes la concentración no alcanza el nivel de detección. La concentración más elevada de HCH en el estuario del Butroe se dio en primavera de 1995, 1,83 μg kg^{-1}. Teniendo en cuenta que el valor límite sólo para el lindano es 200 μg kg^{-1}, esta concentración se encuentra muy por debajo de dicho límite.

Las variaciones observadas en la concentración de **HCB** a lo largo del periodo de estudio se deben, en general, al cambio en el nivel de detección. Así, sólo en el otoño de 2002 (0,09 μg kg^{-1}) se superó el nivel de detección correspondiente (0,04 μg kg^{-1}), concentración muy alejada del valor límite para este compuesto, 200 μg kg^{-1}.

En cuanto a las concentraciones de los **drines** (aldrín, dieldrín, e isodrín) en infrecuentes ocasiones se superan los límites de detección correspondientes.

Por último, desde otoño de 2002 se estudian los hidrocarburos aromáticos policíclicos (**PAH**) en moluscos (Borja *et al.,* 2003). El sumatorio de (10) **PAHs** en moluscos ha aumentado desde otoño de 2004 registrándose en 2008 un valor de 174 µg kg^{-1}. La concentración en otoño de 2008 de benzo(a)pireno en I-B20 es de 9,8 µg kg^{-1} siendo ésta ligeramente inferior al permitido para el consumo según el Reglamento (CE) n° 208/2005 (10 µg kg^{-1}).

NORMATIVAS Y DIRECTIVAS

En este caso sería de aplicación la Directiva de comercialización de moluscos, en la que, a la vista de la concentración de bacterias existentes en las muestras de otoño de 2008 la calificación sería de Zona tipo B (apta para el marisqueo destinado a depuración). Esta clasificación es la actualmente vigente en la zona más externa de este estuario (ver, por ejemplo, Solaun *et al.*, 2008).

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

Para la clasificación de la contaminación de los metales pesados se han tenido en cuenta los niveles de fondo para el País Vasco (Borja *et al.,* 1996) y se ha utilizado la misma metodología que para el cálculo de los ICC para sedimentos (véase Borja *et al.,* 2003). A partir de las concentraciones de metales obtenidas en otoño de 2008 en los moluscos recolectados en el estuario del Butroe la clasificación general sería de no contaminado.

En cuanto a los compuestos orgánicos, rara vez alcanzan los límites de detección, por lo que se puede considerar que los moluscos de este estuario no están contaminados por compuestos orgánicos, con la excepción de PAHs que alcanzan valores relativamente elevados (no serían aptos para el consumo según las recomendaciones de la OMS y de la EPA, aunque sin superar el limite legal indicado por Reglamento (CE) n° 208/2005).

5.7. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

Respecto de años anteriores, la única variación en este apartado se debe a que los dragados del cauce realizados en 2002-2003, en su parte exterior, desde la desembocadura al puerto de Plentzia ya no presentan influencia. Esto ha alterado ligeramente la calificación para este elemento de la Directiva, volviéndolo a situar en **'Muy Bueno' en la parte exterior (E-B10) y 'Muy Bueno' en el interior (E-B5 y E-B7).**

RED DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LAS AGUAS DE TRANSICIÓN Y COSTERAS DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO

6. MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL OKA INTERIOR

Pasaia, junio de 2009

ÍNDICE

TOMO 6.- MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL OKA INTERIOR 157

6.1. RESUMEN ESTADO ECOLÓGICO. OKA INTERIOR 159

6.2. ESTACIONES DE MUESTREO 160

6.3. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS 160
6.3.1 PARÁMETROS ESTRUCTURALES 160
6.3.2 CALIDAD BIOLÓGICA 161

6.4. FAUNA ICTIOLÓGICA 161
6.4.1 ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD 161
6.4.2 CALIDAD BIOLÓGICA 164

6.5. VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO 165
6.5.1 FITOPLANCTON 165
6.5.2 MACROALGAS 167

6.6. INDICADORES FISICOQUÍMICOS 169
6.6.1 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN AGUAS 170
6.6.2 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS 173

6.7. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS 176

6.1. RESUMEN ESTADO ECOLÓGICO. OKA INTERIOR

En 2004 se realizó el estudio de presiones e impactos en esta masa de agua.

Sufre la presión directa de una población de menos de 25.000 habitantes, que se asocia a una densidad de 85,3 habitantes km^{-2}. Respecto a establecimientos industriales se alcanza el número de 421, considerándose que implica poca presión industrial, aunque se dan importantes vertidos industriales y la presencia de actividad de un astillero, en el límite entre el Oka interior y exterior.

La regulación del cauce es la presión más importante en número sobre la masa de agua correspondiente al estuario del Oka, con 36 tramos modificados que se han identificado. Estos tramos suponen el 26% de las presiones detectadas en el estuario. A la regulación del cauce por medio de lezones, escolleras, diques y presas, le siguen los aliviaderos de tormentas con 22 puntos de presión (16% del total del estuario) y las presiones asociadas a los asentamientos portuarios (también 22 presiones identificadas). En este estuario también son importantes en número los vertidos de origen urbanos, con 18 vertidos depurados y sin depurar que suponen el 13% de las presiones.

En esta masa de agua globalmente la presión es baja. Las presiones más importantes provienen de los numerosos vertidos, tanto accidentales como regulares, sin depurar que llegan al estuario (unos 18, que representan unos 600.000 $m^3.a^{-1}$); de la depuradora de Gernika (con mal funcionamiento); de algunos vertidos industriales (fundamentalmente procedentes de aceites, laminados, tenerías, tratamientos superficiales y maderas); de los dragados periódicos realizados en el canal para el acceso al astillero (y de la propia presencia de éste); y de la introducción de especies alóctonas. En este caso es importante la problemática generada por *Baccharis*.

En la Tabla 88 se presenta el Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado Ecológico en la masa de agua del Oka interior.

	ELEMENTOS BIOLOGICOS				ESTADO BIOLÓGICO	ELEMENTOS Físico-Químicos	QUÍMICA		ELEMENTOS Morfológicos	ESTADO ECOLÓGICO	Equivalencia	Tanto por Uno	Valor global	CALIFICACIÓN EST. ECOLÓGICO MASA DE AGUA
	Fitoplanc.	Algas	Bentos	Peces			>LD	>NC						
E-OK5	D	B	D	A	D	B	Sí	No	MB	D	4	1	4	4

Tabla 88 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado Ecológico en la masa de agua del Oka interior.

La zona de la estación E-OK5 presenta un deficiente estado ecológico, tal y como queda reflejado por el estado de las comunidades bentónicas, peces y fitoplancton. Estos tres elementos han empeorado en 2008 respecto de 2007, mientras que las macroalgas han mejorado. En general, esto indica que debe haber algún factor que mantiene esta zona con cierta degradación. Así, esta zona recibe de forma bastante intensa los vertidos de la estación depuradora situada en las cercanías de Gernika, junto con los vertidos del polígono industrial; se trata de una zona con elevadas concentraciones de nutrientes y un elevado grado de eutrofia, así como una contaminación media en los sedimentos. La situación en que se encuentra viene también determinada por la que se observa aguas arriba en el tributario. Esta situación sólo mejorará con el desarrollo del plan de saneamiento previsto para toda la comarca.

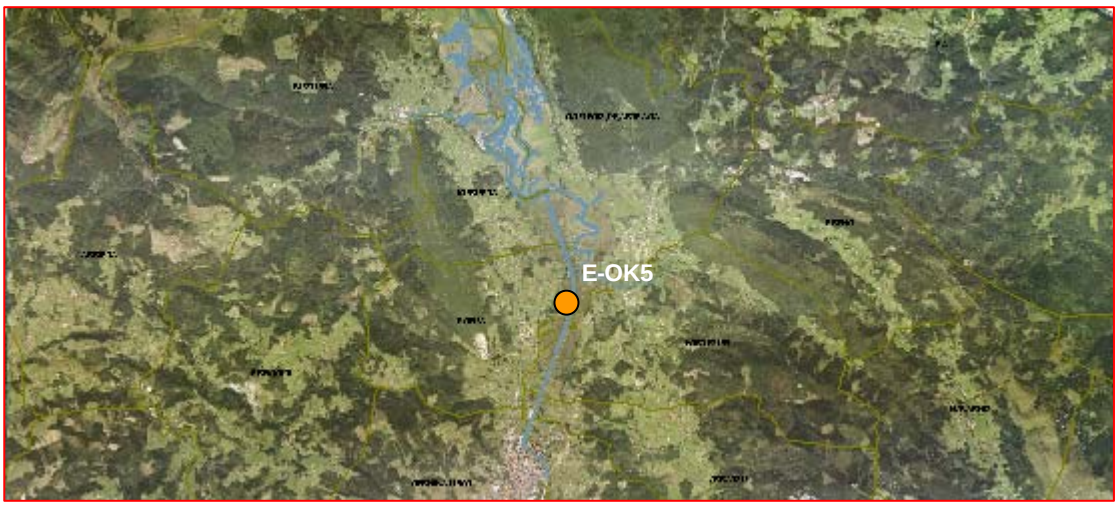


Figura 84 Calificación del Estado Ecológico y ubicación de estaciones en la Masa de agua del Oka interior: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Aceptable; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

6.2. ESTACIONES DE MUESTREO

En la masa de agua del Oka interior se analiza anualmente una estación estuáricas y su situación se observa en la Tabla 89. Por otro lado, en 2002 y 2005 se analizaron una estación para vida piscícola y tres estaciones para macroalgas en estuarios, que se han vuelto a analizar en 2008.

Cod_Estación	Estación	UTMX	UTMY	Tipo de Estación
E-OK5	Forua (salida de la depuradora)(Oka)	527164,58	4798891,49	Estuarios
M-EOK9	Oka Zona 09.Estuario Macroalgas	526109,28	4801119,51	Estuarios (Macroalgas)
M-EOK10	Oka Zona 10.Estuario Macroalgas	526437,87	4801292,77	Estuarios (Macroalgas)
M-EOK11	Oka Zona 11.Estuario Macroalgas	527065,18	4800593,76	Estuarios (Macroalgas)
AOKI	Oka (Arrastre zona interior estuario)	526820,19	4800286,74	Estuarios (Vida piscícola)

Tabla 89 Estaciones de muestreo en la masa de agua de transición del Oka Interior.

6.3. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

6.3.1 PARÁMETROS ESTRUCTURALES

Los parámetros estructurales medidos en la estación de la masa de agua de transición del Oka Interior, en invierno de 2008 pueden verse en laTabla 90.

PARÁMETRO	UNIDAD	ESTACIÓN
		E-OK5
Densidad	$nº \cdot m^{-2}$	55
Biomasa	$g \cdot m^{-2}$	0,039
Riqueza	nº	5
Diversidad número	$bit \cdot ind^{-1}$	0,77
Diversidad biomasa	$bit \cdot g^{-1}$	1,44
Equitabilidad número		0,33
Equitabilidad biomasa		0,62
Diversidad máxima	bits	2,32
AMBI		5,278
Clasificación AMBI		Alteración Fuerte

Tabla 90 Parámetros estructurales medidos en la estación de la masa de agua de transición del Oka Interior.

La estación E-OK5 muestreada en la masa de agua de transición del Oka Interior, presenta en 2008 sedimentos ricos en limos (78%), aunque con una proporción de arenas importante (22%). El contenido en materia orgánica es de 5,6%.

Como en las seis campañas precedentes, la estación presenta una fauna característica de una comunidad sometida a cierto estrés, posiblemente causado por la baja salinidad, o por los cambios bruscos de salinidad, a los que posiblemente la estación está sometida en algunas ocasiones. Además, también hay que tener en cuenta la importancia de los vertidos de la depuradora de Gernika. Dicho estrés restringe el desarrollo de las poblaciones de macroinvertebrados bentónicos, limitándolas a especies resistentes a las bajas salinidades y a los cambios de salinidad. Es el caso de los numerosos ejemplares del grupo de los oligoquetos, grupo dominante a lo largo de todo el seguimiento, aunque en 2008 presenta una densidad de tan sólo 48 $ind \cdot m^{-2}$. A pesar de ello, siguen siendo dominantes ya que la densidad total de la estación es de 55 $ind \cdot m^{-2}$, muy baja en comparación con las registradas en campañas anteriores (máximo, 15.125 $ind \cdot m^{-2}$ en 2005) (Figura 85).

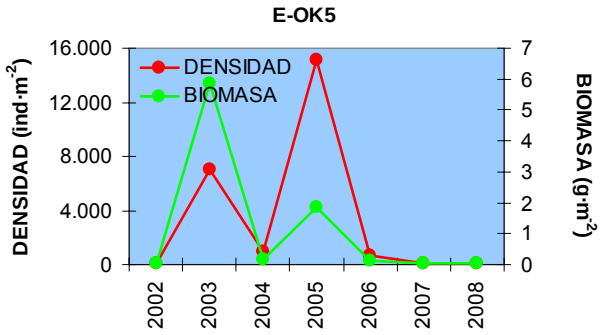


Figura 85 Evolución de la densidad y biomasa en la estación E-OK5 (Oka Interior).

Por otro lado, como viene siendo habitual en esta estación, la riqueza específica sigue siendo baja (5 *taxa* en 2008; mínimo, 2 *taxa* en 2003; máximo, 7 *taxa* en 2007). En relación a las densidades específicas, aparte del grupo de los oligoquetos, ninguna otra especie destaca por su dominancia.

La calificación de la estación en función de AMBI es de alteración fuerte (Tabla 90), con dominancia de especies oportunistas de primer orden (Figura 86). No se detecta una tendencia clara en los valores de AMBI desde el inicio del seguimiento, ya que el grupo de los oligoquetos (adscritos al grupo ecológico V) siempre ha presentado una clara dominancia. Tan sólo el desarrollo puntual de las poblaciones de algunas especies tolerantes en años concretos (2004 y 2007, por ejemplo) permite que el valor de AMBI sea ligeramente menor al de otras campañas.

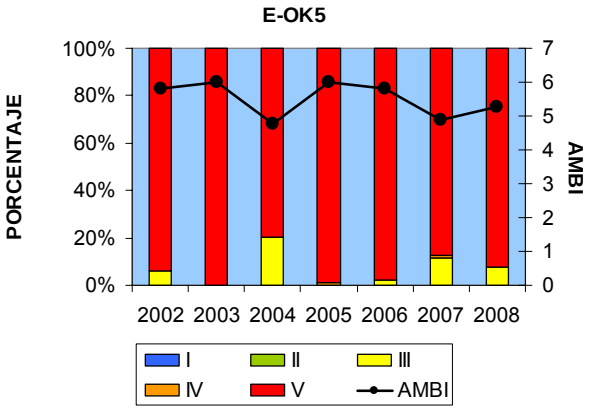


Figura 86 Evolución del porcentaje de cada grupo ecológico y de AMBI en la estación E-OK5 del Oka Interior.

6.3.2 CALIDAD BIOLÓGICA

En lo referente a la evaluación del estado ecológico del compartimento de los macroinvertebrados bentónicos, la calificación obtenida por la estación **E-OK5** a partir de M-AMBI es de **'Estado Deficiente'** (Figura 87). Aunque aún se observan altibajos relativamente importantes, parece detectarse un muy ligero incremento en el EQR de 0,32-0,12 en 2002-2003 a 0,45-0,35 en 2007-2008.

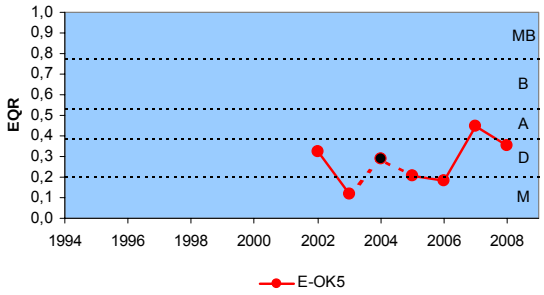


Figura 87 Evolución de EQR para la estación de la masa de agua de transición del Oka Interior.

6.4. FAUNA ICTIOLÓGICA

6.4.1 ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD

Desde el año 2007 el informe de la red de vigilancia y control de las aguas del País Vasco se hace por tipo de masa de agua y no por cuenca hidrográfica como se venía haciendo los años anteriores. Así, el estuario del Oka se analiza como dos masas de agua de transición diferenciadas: por un lado, la masa de agua de transición del Oka exterior donde se localizan la estación exterior (AOKE) y la estación media (AOKM) y, por otro lado, la masa de agua de transición del Oka interior, donde se localiza la estación interna (AOKI), descrita en el Tomo siguiente.

Las muestras de fauna demersal recogidas durante la campaña del año 2008 han sido identificadas a nivel de especie. En la figura siguiente (Figura 88), se pueden ver las estaciones o transectos muestreados en el stuario del Oka. La estación AOKI es la única estación de la masa de agua del Oka interior; AOKE y AOKM corresponden a la masa de agua del Oka exterior.



Figura 88 Tramos muestreos en el estuario del Oka en el año 2008 (tramo exterior AOKE y medio AOKM de la masa de transición Oka exterior; tramo interior AOKI de la masa de transición Oka interior).

Se han encontrado un total de 12 taxones (cuatro peces y ocho crustáceos), todas ellas especies habituales de estos ecosistemas que soportan amplios rangos de salinidad, principal condicionante de la vida en estas zonas de transición. En esta masa de agua existen datos anteriores pertenecientes a los años 2002 y 2005 (Borja et al., 2008) obtenidos para el estudio de la "Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la comunidad autónoma del País Vasco".

Hasta ahora, en el conjunto de los dos muestreos realizados el total de especies identificadas era de diez (cuatro crustáceos y seis peces): diez taxones en 2005 (cuatro crustáceos y seis peces) y cinco taxones en 2002 (dos crustáceos y tres peces). Este año 2008 la riqueza aumenta en dos unidades (dos taxones de peces) y han sido identificadas cuatro nuevas especies que hasta la fecha no habían sido registrados en este masa de agua: erla (*Lithognathus mormyrus*), raspallón (*Diplodus annularis*), lubina (*Dicentrarchus labrax*) y cinco individuos pertenecientes a la familia Mugiliidae. Por el contrario, este año 2008 no han aparecido ni agujas (*Syngnathus acus*) ni platijas (*Platichthys flesus*).

En la Tabla 91 se muestran los taxones capturados en el tramo muestreado (interior (AOKI) en el año 2008 y, en la Tabla 92 se muestran las abundancias y densidades de cada una de las especies capturadas en dicha estación.

TAXONES	AOKI
Crustáceos	
Quisquilla gris – Crangon crangon	X
Quisquilla - Palaemon sp.	X
Cangrejo verde – Carcinus maenas	X
Cangrejo cuadrado - Pachygrapsus marmoratus	X
Peces	
Raspallón - Diplodus annularis	X
Muxarra - Diplodus sargus	X
Erla - Lithognathus mormyrus	X
Lubina - Dicentrarchus labrax	X
Mugiliidae	X
Chaparrudo – *Gobius niger*	X
Cabuxino - Pomatoschistus minutus	X
Lenguado – *Solea solea*	X

Tabla 91 Taxones encontrados por estación (exterior AOKE, medio AOKM).

TAXONES	ESTACION AOKI	
	Nº ind. totales	Densidad (ind*Ha^{-1})
Crustáceos		
Quisquilla gris – *Crangon crangon*	92	575,97
Quisquilla - *Palaemon sp.*	11	47,33
Cangrejo verde – *Carcinus maenas*	28	165,66
Cangrejo cuadrado - Pachygrapsus marmoratus	6	25,79
Peces		
Raspallón - Diplodus annularis	3	20,00
Muxarra - Diplodus sargus	42	229,61
Lithognathus mormyrus	1	5,20
Mugilidae	5	23,09
Lubina - Dicentrarchus labrax	1	5,20
Chaparrudo – *Gobius niger*	1	5,20
Cabuxino – Pomatochistus minutus	9	37,69
Lenguado – Solea solea	2	11,75

Tabla 92 Abundacias y densidades de los distintos taxones.

En 2008, y al igual que en 2005 y 2002, la especie de crustáceos más abundante fue la quisquilla gris. Entre los peces, en 2008 la muxarra es la especie más abundante, no así en 2005 y 2002, años en que el cabuxino presentaba mayor número de efectivos. De entre todas las especies identificadas a lo largo de estos años, solamente la quisquilla gris, el cangrejo verde, el cabuxino y el lenguado han aparecido en los tres años en los que se han realizado los muestreos; a su vez, las quisquillas del género Palaemon, el cangrejo cuadrado, el chaparrudo y la muxarra solamente han aparecido en 2005 y 2008, y la aguja en la 2002 y 2005. La platija solamente fue identificada en el estudio del año 2005.

Como se explicó en el Tomo 1, con objeto de definir la estructura de la comunidad, se han calculado algunos parámetros relativos a la misma como densidad, riqueza y diversidad. Estos cálculos se han aplicado tanto para el conjunto de los organismos detectados como

considerando por separado los principales grupos (peces, crustáceos). Los resultados se muestran en la Tabla 93.

Estación	AOKI		
Par. estructurales	2002	2005	2008
Riqueza	5	10	12
Riqueza peces	2	4	4
Riqueza crustáceos	3	6	8
Nº de individuos	253	1293	201
Densidad	1534,48	5580,55	1152,49
Diversidad	1,32	1,56	2,37

Tabla 93 Parámetros estructurales en la estación interior (AOKI) los años 2002, 2005 y 2008.

El análisis realizado sobre los datos de número de individuos total, de peces y de crustáceos asi como de la densidad de los tres años de datos, muestra que en 2008 la estación interior presenta un descenso considerable del número de individuos tanto de crustáceos y peces respecto a 2005, asemejandose más al valor obtenido en 2002. En 2005, estos parámetros alcanzaban valores elevados debido a la presencia masiva de quisquillas grises y cabuxinos, especies que habitualmente suelen vivir en colonias.

La riqueza total en 2008 alcanza los valores más altos de toda la serie debido al aumento de la riqueza de peces, parámetro este que aumenta progresivamente año tras año; no así la riqueza de crustáceos, que en 2008 registra el mismo que el obtenido en 2005. La diversidad ha experimentado una mejoría desde el comienzo de los muestreos, mostrando en 2008 un valor significativamente más alto que el obtenido en 2005. Posiblemente, esta mejora se deba a la puesta en marcha del saneamiento en algunos de los municipios de alrededor. En la Figura 89 y Figura 90 se muestra la evolución temporal de los parámetros estructurales mostrados en la Tabla 93.

Analizando el estuario como un todo (Figura 91), se aprecia que con alguna salvedad, la densidad y el número de individuos aumentan hacia el interior del estuario y que la riqueza de peces y crustáceos no presenta ninguna tendencia clara en ese aspecto. A su vez, se aprecia también que en 2008 todos los parámetros alcanzan el valor más alto en la estación interna a excepción del número de individuos de peces (que alcanza el valor más alto en la estación media) y de la riqueza de crustáceos (valor similar al de la estación media). La menor diversidad se encuentra en la estación media y la másima en la interna.

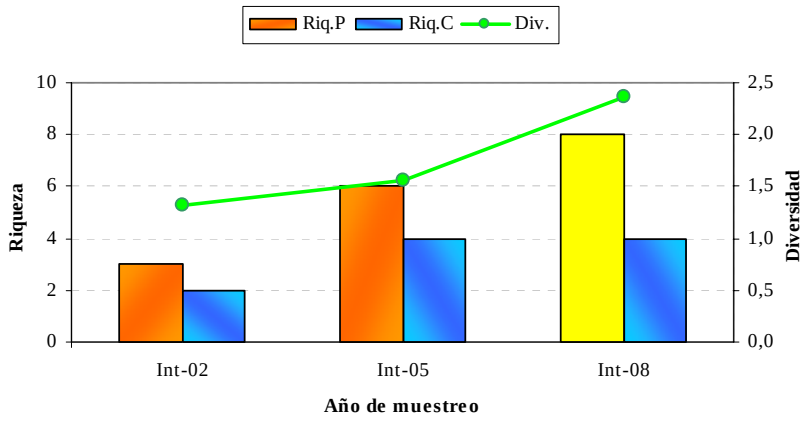


Figura 89 Riqueza de peces (Riq.P), riqueza de crustáceos (Riq.C) y diversidad (Div.)en la estación interna (Int.) de la masa de agua del Oka interior en los años 2002, 2005 y 2008.

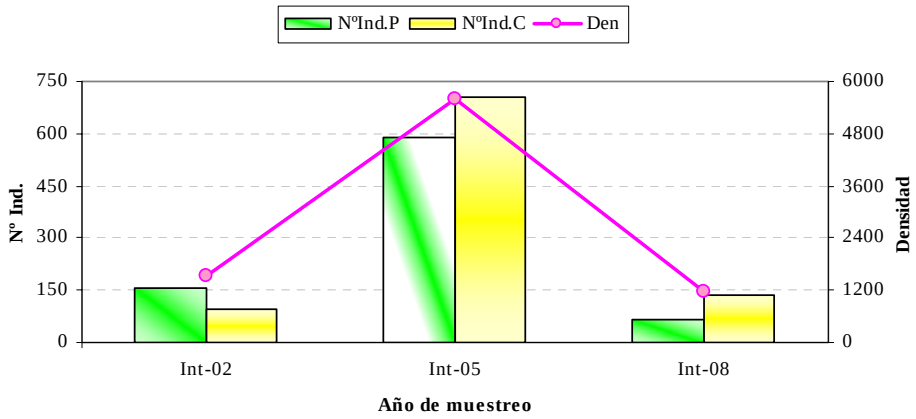


Figura 90 Densidad (Den.) y número de individuos de peces (NºInd.P) y de crustáceos (NºInd.C) en la estación (Int.) de la masa de agua del Oka interior los años 2002, 2005 y 2008. Estación interior (Int.).

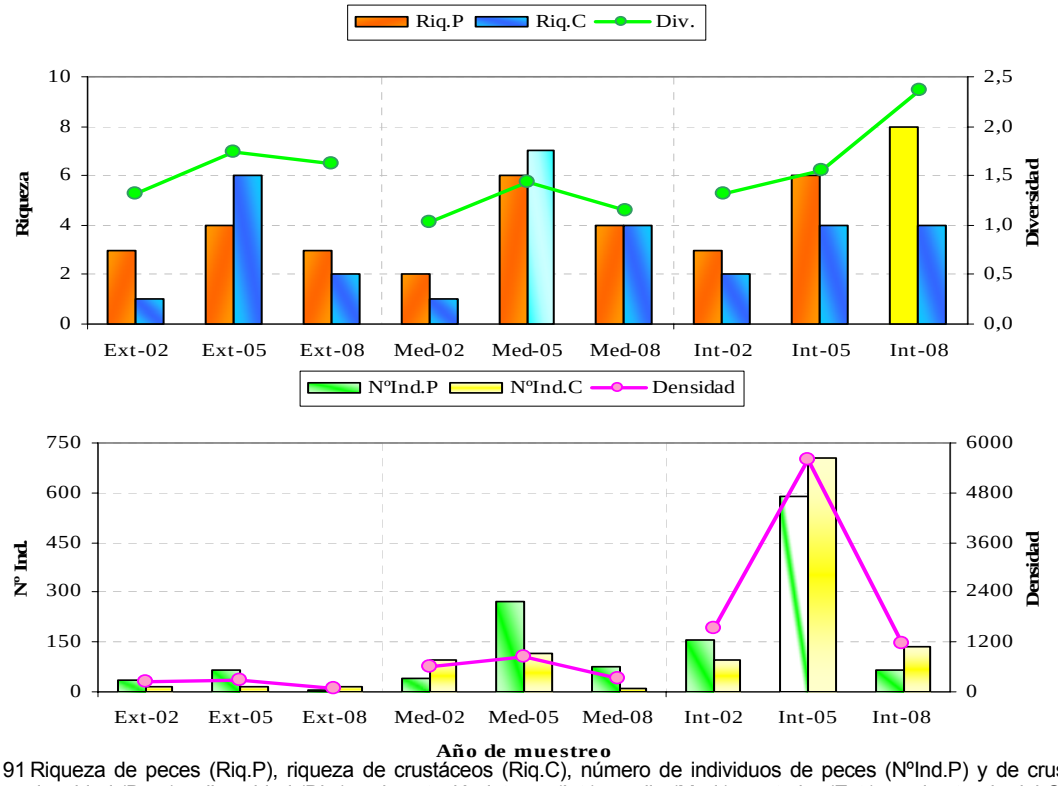


Figura 91 Riqueza de peces (Riq.P), riqueza de crustáceos (Riq.C), número de individuos de peces (NºInd.P) y de crustáceos (NºInd.P), densidad (Den.) y diversidad (Div.) en la estación interna (Int.), media (Med.) y exterior (Ext.) en el estuario del Oka los años 2002, 2005 y 2008.

6.4.2 CALIDAD BIOLÓGICA

En este apartado se hace referencia a la tendencia temporal y espacial de la calidad biológica. Para ello, se han utilizado los datos obtenidos en los muestreos realizados los años 2002, 2005 y 2008. La metodología aplicada para establecer la calidad biológica en peces en estuarios ha sido explicada en el Tomo 1.

Como ya se especifica en el apartado inicial, el Oka es un estuario que presenta un cauce muy regulado (lezones, escolleras, diques, presas), numerosos vertidos urbanos depurados y sin depurar (entre otras, la depuradora de Gernika no funciona correctamente), vertidos de aliviaderos de tormentas, un canal que se draga numerosas veces (1984, 1992, 1995, 1998, 1999 y 2003) así como numerosos asentamientos portuarios.

En la Tabla 96 se expresan los valores obtenidos para cada indicador considerado en el cálculo del estado para cada tramo de estuario objeto de estudio.

Al igual que en el resto de estuarios, los indicadores que hacen referencia a la ausencia de especies introducidas, indicadoras de la contaminación y salud piscícola son los que favorecen la calidad biológica, alcanzando los valores máximos. El indicador número de especies residentes y la riqueza alcanzan también el valor máximo, al contrario que la presencia de peces planos, que alcanza el valor mínimo. En cuanto a la composición trófica de peces demersales, existe una relación equilibrada en la relación entre omnívoros y piscívoros pero con un valor mínimo (valor porcentual de 1:1).

Estación/año	AOKI		
Parámetros	2002	2005	2008
Riqueza	3	5	5
Especies introducidas	5	5	5
Esp. Indicadoras contaminación	5	5	5
Salud piscícola	5	5	5
Peces planos	1	1	1
Omnívoros	3	3	1
Piscívoros	1	1	1
Especies residentes (nº)	3	5	5
Especies residentes (%)	1	1	1
PUNTUACIÓN	27	31	29
AFI	0.500	0.611	0.556
CALIDAD BIOLÓGICA	Aceptable	Bueno	Aceptable

Tabla 94 Valores de los indicadores seleccionados para estimar la calidad biológica de peces demersales en la estación interna (AOKI) del estuario del Oka. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: ≥ 0.82; Bueno: 0.56 -0.82; Aceptable: 0.56 - 0.34; Deficiente: 0.34- 0.17; Malo: ≤ 0.17. AFI: AZTI's Fish Index.

Según los rangos que establecidos para la clasificación de la calidad, el tramo interior (AOKI) del estuario está en un nivel **'Aceptable'**. Comparando los resultados de 2008 con los obtenidos los años anteriores, se observa como la presencia de omnívoros pierde valor y la presencia de peces planos y el porcentaje de especies residentes siguen manteniendo un valor

mínimo. Todo esto hace que el Oka interior no alcance el valor de bueno.

En la Figura 92 se muestra como ha variado la calidad biológica entre los años 2002, 2005 y 2008. El estado de la calidad biológica piscícola alcanzada el año 2008 presenta un valor menor al de 2005, situandose en el límite entre el estado de bueno y aceptable.

Analizando el estuario como un todo (incluyendo las estaciones AOKE y AOKM situadas en la masa de transición Oka exterior), se aprecia que los parámetros obtienen los mismos valores en los tramos externo e interno: aceptable en el límite con el bueno; en el tramo medio, la calificación es de buena (Figura 93).

Para establecer la calidad biológica de toda la masa de transición se aplica la metodología que ha sido explicada en el Tomo 1. En el caso del Oka interior la masa de transición solo engloba una estación (la estación interna del estuario, AOKI) por lo que la calificación total de la masa es la misma que la descrita en los párrafos anteriores: **'Aceptable'** en el límite con el bueno.

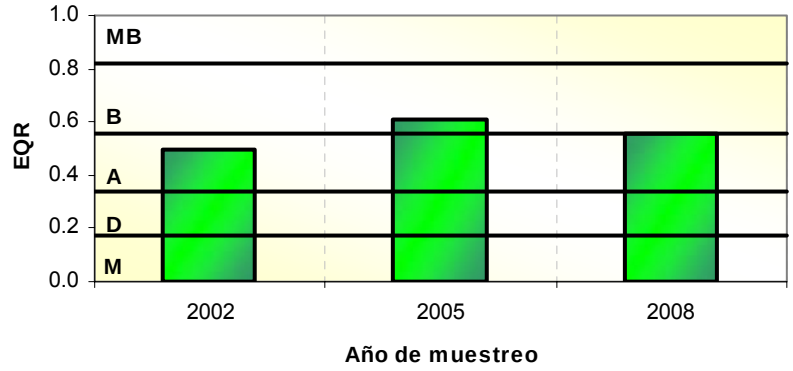


Figura 92 Valores de la calidad biológica obtenidos para la estación interna del estuario del Oka (AOKI) en los años 2002 y 2005. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): ≥ 0.82; Bueno (B): 0.56 -0.82; Aceptable (A): 0.56 - 0.34; Deficiente (D): 0.34- 0.17; Malo (M): ≤ 0.17.

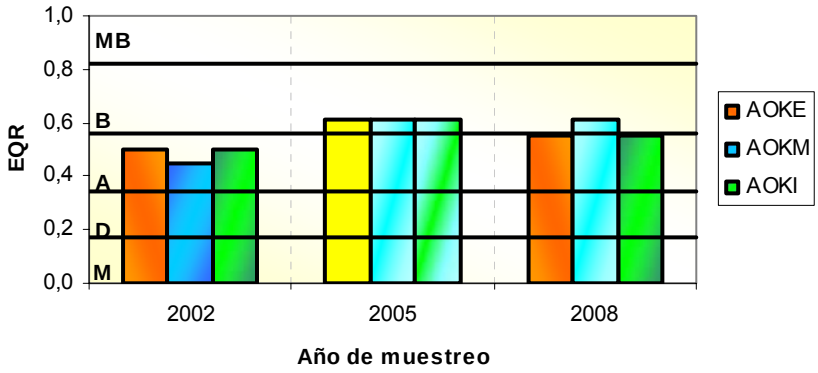


Figura 93 Valores de la calidad biológica obtenidos para la estación interna del estuario del Oka (AOKI) en los años 2002, 2005 y 2008. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): ≥ 0.82; Bueno (B): 0.56 - 0.82; Aceptable (A): 0.56 - 0.34; Deficiente (D): 0.34 - 0.17; Malo (M): ≤ 0.17.

6.5. VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO

6.5.1 FITOPLANCTON

CLOROFILA

En el estuario del Oka se midió la concentración de clorofila en tres estaciones que se situaron en cabecera (E-OK5), zona media-exterior (E-OK10) y desembocadura (E-OK20). Las muestras se tomaron sólo en superficie, tanto en pleamar, como en bajamar, con lo cual se obtuvo un conjunto de 24 datos para el periodo de 2008. Hay que señalar que las estaciones de muestreo corresponden a dos masas de agua de transición diferenciadas: el estuario interior (E-OK5) y el estuario exterior (E-OK10 y E-OK20). Este capítulo hará especial mención al estuario **interior**.

En la Figura 94 se muestran los datos de clorofila y salinidad a lo largo de todo el estuario del Oka (incluyendo la zona interior y la exterior). La salinidad cubrió un gradiente muy amplio, entre 0,1 y 35,2 USP. La concentración de clorofila estuvo comprendida entre 0,1 y 99,4 µg l^{-1}. Como viene siendo habitual, los valores de clorofila en el estuario del Oka se encontraron en el rango

de los más altos registrados en las aguas de transición del País Vasco.

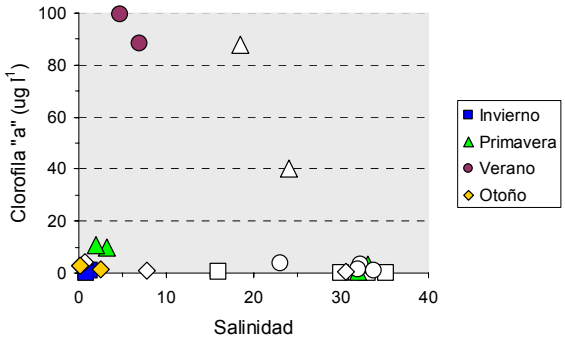


Figura 94 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino del estuario del Oka en las cuatro épocas de estudio durante 2008. Se indican en color los datos correspondientes al estuario interior. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

Se detectaron picos muy altos de clorofila (80-100 µg l^{-1}), en el estuario interior y en el exterior. En el estuario interior (E-OK5), los picos se observaron en la campaña de verano, tanto en pleamar como en bajamar, con salinidad en torno a 6 USP. Para situar estos valores de biomasa fitoplanctónica en un contexto general, hay que mencionar que la clorofila en la mayoría de los estuarios durante los muestreos de 2008 fue inferior a 12 µg l^{-1} (salvo en los estuarios del Urola y del Artibai, donde alcanzó concentraciones cercanas a 20-30 µg l^{-1}). En el estuario exterior se observó un pico de similar magnitud en primavera, con salinidad de 18,5 USP. Este pico de clorofila afectó únicamente a la estación E-OK10 en bajamar.

En primavera y verano las concentraciones de nutrientes en el estuario del Oka fueron indicadoras de vertidos de aguas residuales, que habrían producido un efecto de fertilización del estuario y la consiguiente producción de biomasa fitoplanctónica. Así, en primavera se midieron altas concentraciones de amonio (~160 µM) y fosfato (~6 µM) en la estación E-OK5. En verano, en la estación E-OK5 el fosfato alcanzó 11 µM en las muestras recogidas en pleamar y 24 µM en las muestras tomadas en bajamar. Además, se detectaron concentraciones muy elevadas de amonio (130 µM) en la estación E-OK10 en bajamar.

En los muestreos de invierno y otoño se encontraron valores muy bajos de clorofila en la zona interior del estuario del Oka. Esto coincidió con valores de salinidad <2 USP. La estación E-OK5 se encuentra muy influida por las descargas fluviales y por los aportes de la planta depuradora de aguas residuales urbanas, situada en la cabecera del estuario. Ambos agentes actúan enriqueciendo en nutrientes la zona interior del estuario, lo cual favorece el crecimiento del fitoplancton, generalmente pocos días después. Sin embargo, los procesos de advección provocados en el momento de las descargas de agua dulce (sean de origen fluvial o antrópico) limitan la acumulación de biomasa fitoplantónica en la cabecera. Por ello, los picos más elevados de clorofila se encuentran normalmente asociados a masas de agua meso- y polihalinas en el estuario del Oka. Estas masas de agua pueden encontrarse en la zona interior (estación E-OK5) o en la zona media-exterior (estación E-OK10), según el estado de la marea.

COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DEL FITOPLANCTON

La composición y abundancia fitoplanctónica se estimaron en la cabecera del estuario del Oka (E-OK5), en las campañas de primavera y verano (Tabla 95). En ambas épocas se encontró una alta densidad de fitoplancton en el agua, del orden de·10^6 células l^{-1}. Asimismo, la riqueza de especies y diversidad de la comunidad (índice de Shannon) fueron bajas.

En primavera las diatomeas constituyeron el 94% de la abundancia total, sumando aproximadamente $6·10^6$ células l^{-1} las diatomeas pennales (posiblemente bentónicas que procederían de la resuspensión del sedimento) y $3·10^6$ células l^{-1} la especie *Thalassiosira guillardii*. Además, se detectaron el dinoflagelado *Kryptoperidinium foliaceum*, euglenofíceas, clorofíceas y cianobacterias filamentosas.

En verano la abundancia fitoplanctónica fue muy alta ($75·10^6$ células l^{-1}). Esta densidad coincidió con un pico de clorofila de 99,4 µg l^{-1}. En este caso se debió a una floración de diatomeas de pequeño tamaño (*Cyclotella* sp., $67·10^6$ células l^{-1}) y criptofitas ($6·10^6$ células l^{-1}). También se observaron diatomeas pennales, *Kryptoperidinium foliaceum*, euglenofíceas y clorofíceas.

Estación	E-OK5
Fecha	22/05/2008
Abundancia (Células/ml)	9.632
Diversidad (bit/cel)	1,3
Riqueza (Nº especies)	7
Estación	E-OK5
Fecha	28/08/2008
Abundancia (Células/ml)	74.622
Diversidad (bit/cel)	0,7
Riqueza (Nº especies)	9

Tabla 95 Índices relacionados con Fitoplancton. Zona interior del estuario del Oka. Los datos son de superficie, en pleamar.

En cuanto a las especies tóxicas/nocivas, sólo pueden citarse el dinoflagelado *Kryptoperidinium foliaceum* y la diatomea *Thalassiosira guillardii*, por su potencial perjudicial sobre los ecosistemas. Sin embargo,

hay que mencionar que, aunque no presentaran un modo de acción tóxico, las floraciones con densidades tan elevadas de fitoplancton como las encontradas en el Oka interior pueden resultar perjudiciales para los ecosistemas debido al exceso de biomasa.

CALIDAD BIOLÓGICA

A partir de 2007 se comienza a aplicar un nuevo criterio de evaluación para el fitoplancton en las aguas costeras, que ha sido acordado en las reuniones europeas de Intercalibración para la Directiva Marco del Agua. Este nuevo método no ha sido aún intercalibrado en aguas de transición, las cuales, por lo tanto, se evalúan en el presente informe con el mismo método que en años anteriores. Así, el fitoplancton en la masa de agua de transición del Oka interior se evalúa con los datos de los últimos cinco años (periodo 2004-2008). La evaluación se realiza en base a cuatro indicadores (clorofila, abundancia de fitoplancton tóxico, abundancia de fitoplancton nocivo para los ecosistemas y abundancia total de fitoplancton) y el estado global del fitoplancton corresponde al que presenta el indicador peor clasificado (Tabla 96).

En cuanto al indicador basado en la biomasa fitoplanctónica, en los últimos cinco años la concentración de clorofila superó en varias ocasiones el límite establecido en la metodología como indicador de eutrofia en aguas de transición (16 µg l^{-1}). Las máximas concentraciones registradas en la estación E-OK5 durante este periodo de evaluación fueron cercanas a 100 µg l^{-1} y se observaron en los muestreos de verano de los años 2004 y 2008. Además, en el año 2006 se observaron también concentraciones de unos 50 µg l^{-1} en la época estival. En base a los datos de clorofila el estado ecológico se considera "bueno" ya que el umbral se ha superado en 8 de los 40 muestreos realizados (20%). Hay que tener en cuenta que este método de evaluación no tiene en cuenta la magnitud de los picos de clorofila, sino sólo su frecuencia. Por lo tanto, con la calificación obtenida en base al indicador de clorofila no queda reflejado bien del todo el elevado nivel de eutrofización que sufre esta masa de agua en la época estival.

En base a los datos de abundancia de fitoplancton perjudicial para la salud humana (potencialmente tóxico) el estado se clasifica como "muy bueno" para el último periodo de evaluación, ya que la abundancia de dichas especies nunca supera el umbral de 10^6 células l^{-1}. Sin embargo, las especies nocivas para los ecosistemas superan en ocasiones dicho umbral, lo cual hace que el indicador se clasifique como "aceptable" en la estación E-OK5. Las floraciones fitoplanctónicas, o "blooms", considerando el total de especies se producen con mucha frecuencia en la cabecera del estuario, lo cual hace que este indicador se clasifique como "deficiente".

Finalmente, como se indica en la Tabla 96, utilizando el criterio del peor indicador, el **estado global del fitoplancton** calculado para el periodo 2004-2008 en el estuario del Oka interior se clasifica como "**deficiente"**.

ESTACIÓN	Clorofila	Salud Humana	Salud Ecosistemas	Blooms	GLOBAL
E-OK5	Bueno	Muy bueno	Aceptable	Deficiente	Deficiente

Tabla 96 Zona interior del estuario del Oka. Calificación en función de clorofila y fitoplancton

6.5.2 MACROALGAS

Para su estudio la masa de agua se dividió en 2 zonas (Figura 95): M-EOK9 y M-EOK10. Las zonas nombran siguiendo una nomenclatura parecida al resto de estaciones: M de "macroalgas", E de "estuario" y OK de "Oka", seguido del número. En la Tabla 97 se muestra los índices de cobertura de cada especie de macroalga para cada una de las zonas.

ZONAS	M-EOK9		M-EOK10	
Superficie (m^2)	18.000		4.000	
Área ocupada por macroalgas (m^2)	7.200		2.600	
Índice	IC	ID	IC	ID
XANTHOPHYCEAE				
Vaucheria sp.	3	3	5	4
CLOROPHYCEAE				
Filamentosas	4	3	4	3
Laminares	4	2	4	2
PHAEOPHYCEAE				
Fucus ceranoides	4	2		
RHODOPHYCEAE				
Gracilaria sp.	4	2	4	3
Total Cobertura Algal (%)	40		65	

Tabla 97 Especies de macroalgas identificadas en cada una de las zonas estudiadas en la masa de agua de transición del Oka Interior los días 5 y 19 de Junio de 2008. Se representan: el Índice de Cobertura (IC), el Índice de Distribución (ID) (ver escalas en el Tomo 1), la cobertura total de la estación y la superficie ocupada.

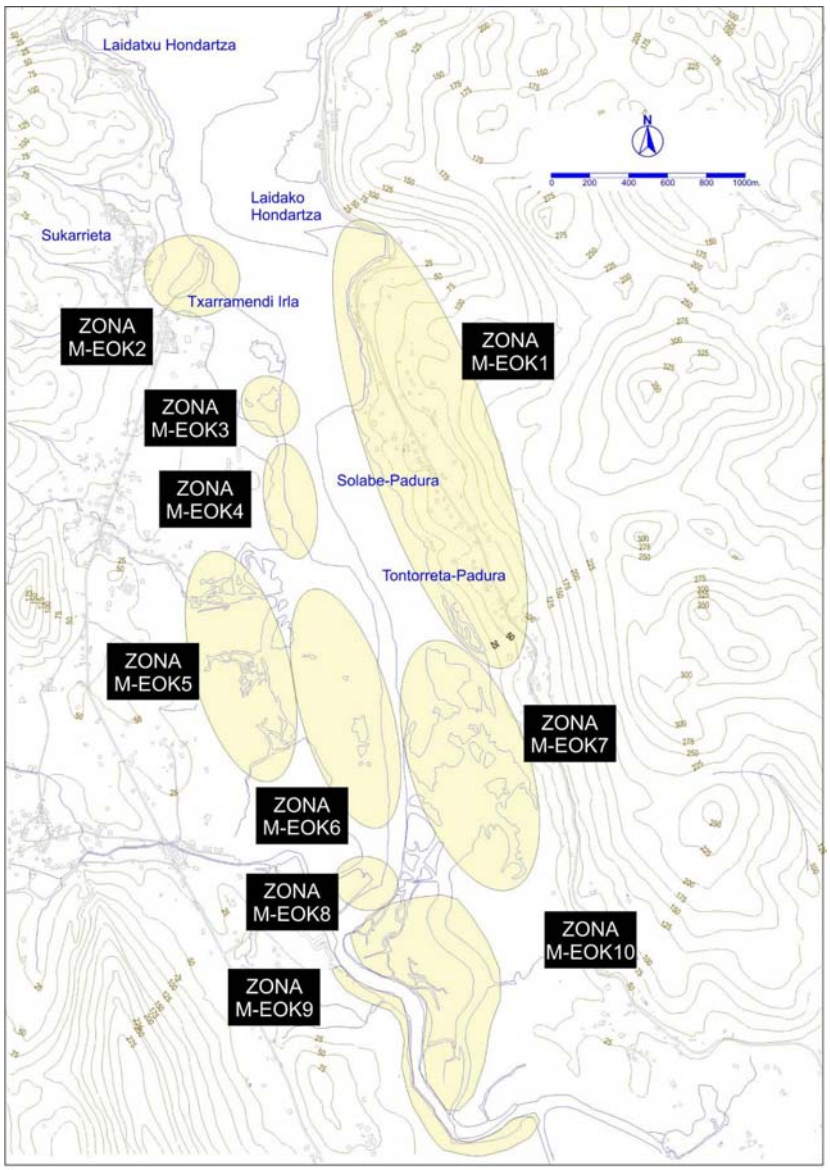


Figura 95 Zonas de estudio de macroalgas en la masa de agua de transición del Oka Interior (zonas M-EOK9 y M-EOK10).

ZONA M-EOK9

Aguas abajo del canal de Gernika se sitúa una plataforma fangosa, en cuya parte más alta hay una zona que, como ya se indicaba en el informe correspondiente a la campaña de 2002, parece evolucionar hacia un hábitat de marisma (Foto 1). Presenta características similares a las observadas en 2005, pero la zona cubierta por vegetación de marisma (*Salicornia* sp. y *Vaucheria* sp., principalmente) ha aumentado y supone ya el 50% de la superficie total. En el resto de la superficie, la cobertura algal es del 50%, con un 65% de *Vaucheria* sp. y un 35% de *Gracilaria* sp.

La zona más baja, antes de llegar a los astilleros Murueta, tiene forma de media luna, con unos 200 m de longitud y 40 m de anchura media. La cobertura algal es del 80-90%, semejante a la observada en 2005, aunque cambia la proporción entre las dos principales especies en favor de *Vaucheria* sp., que alcanza coberturas del 55%, con 45% de cobertura de *Gracilaria* sp. (Fotos 2 y 3). Esto indicaría un paso más en el proceso de sucesión hacia una comunidad más propia de marisma.

En el extremo norte de esta plataforma fangosa, se encuentra una zona cubierta por *Crassostrea* sp. Justo antes hay un acúmulo de restos de troncos de pinos, cuyas partes más bajas están colonizadas por matas grandes, bien desarrolladas, de *Fucus ceranoides*.

Poco antes de llegar al astillero, se desarrolla un intermareal fangoso con abundantes piedras. Tiene una longitud de 60 m, 25 m de anchura media y 15% de cobertura algal (sólo en la parte superior). Empezando desde la parte superior del intermareal se distingue un horizonte de *Vaucheria* sp. de unos 2 m de anchura, con 90% de cobertura; le sigue un zona de unos 4 m de anchura formado por pequeñas piedras sueltas y fango, colonizada por *F. ceranoides*, con una cobertura del 50%; debajo, se encuentra un intermareal fangoso con piedras,

la mayoría cubiertas por *Crassostrea* sp. Estas características son similares a las observadas en 2005, aunque cabe destacar la ausencia de *Gracilaria* sp.


Foto 1

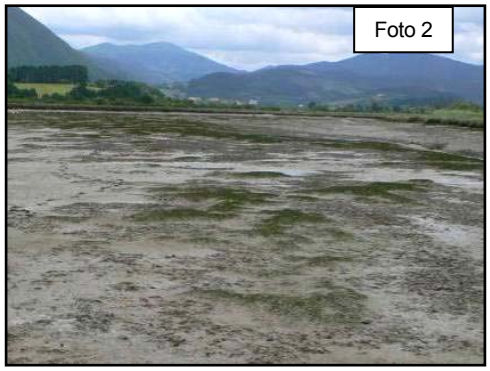

Foto 2


Foto 3

ZONA M-EOK10

Con una longitud de unos 200 m y 20 m de anchura media, ocupa el recodo que se extiende aguas abajo del canal de Gernika. Las características de la zona son muy semejantes a las descritas en 2005. La cobertura algal es del 70%, con 85% de *Gracilaria* sp., 15% de *Vaucheria* sp. (menor cobertura que en 2005).

En el extremo sur hay una zona un poco más alta donde *Gracilaria* sp. prácticamente desaparece, dando paso a *Vaucheria* sp.

Desde el final de este recodo hacia la desembocadura, en una longitud de unos 250 m, se desarrolla un intermareal de tan sólo 5 m de anchura, con una cobertura algal del 60%, donde la única especie identificada es *Vaucheria* sp.

En una longitud de unos 200 m, le sigue una gran plataforma en forma de media luna, de unos 20 m de anchura media, completamente llana en su parte superior. La cobertura algal se reduce a los primeros 6 m de anchura y, en este cinturón, los primeros 0,5 m corresponden a un horizonte continuo de *Vaucheria* sp. con 90% de cobertura; le sigue un segundo horizonte de *Gracilaria* sp. con 30% de cobertura. Por debajo el intermareal es fangoso y se encuentra totalmente desprovisto de algas.

CALIDAD BIOLÓGICA

En la Tabla 98 se observan los datos obtenidos para la masa de agua de transición del Oka Interior en 2008 con objeto de obtener la calificación para cada tramo. La metodología utilizada se explica en el Tomo 1.

INDICADORES	M-EOK9	M-EOK10
1- Riqueza	3	3
3- Cobertura indicadores contaminación	3	3
4- Cobertura media algas sin indic contamin.	3	3
5- Ratio verdes/resto	5	5
SUMA=	14	14
CALIFICACIÓN AREA=	B	B
EQUIVALENCIA=	8	8
SUPERFICIE DE LA ZONA=	18.000	4.000
PORCENTAJE SOBRE EL TRAMO=	0,82	0,18
VALOR GLOBAL=	6,5	1,5
EQUIVALENCIA TRAMO=	8,0	
CALIFICACIÓN TRAMO=	B	
ESTACIÓN RED ASIGNADA=	E-OK5	

Tabla 98 Calificación de cada indicador de macroalgas y las equivalencias para la calificación de cada tramo de la masa de agua de transición del Oka Interior, asignado a cada estación de muestreo de la Red de Calidad, en 2008.

Las dos zonas analizadas corresponden a un único tramo salino que, a su vez, ocupa toda la masa de agua, por lo que la calificación obtenida para el tramo equivale a la calificación global de la masa de agua. Así, la calificación es de 'Buen Estado'.

Debido al cambio en la ponderación de cada una de las zonas, la evaluación que se había hecho para la

campaña de 2002 ha variado de 'Estado Aceptable' a 'Buen Estado'. Por tanto, entre 2002 y 2005 la masa de agua pasó de 'Buen Estado' a 'Estado Aceptable' debido a un aumento de la cobertura relativa de las algas indicadoras de contaminación y de algas clofofíceas en la zona más extensa (M-EOK9). En 2008, por el contrario, se ha reducido la cobertura relativa de algas verdes, lo que ha permitido la recuperación de la zona a '**Buen Estado**'.

6.6. INDICADORES FISICOQUÍMICOS

6.6.1 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN AGUAS

CONSIDERACIONES GENERALES

En la Tabla 99 se muestran los datos medios anuales, correspondientes a las campañas de 2008, de las variables hidrográficas analizadas en superficie y fondo en la masa de agua del Oka interior, y de las variables relacionadas con el estado trófico (únicamente en superficie).

Variable	Unidad	E-OK5-S	E-OK5-F
Temperatura	°C	15,33	15,32
Salinidad	USP	3,85	7,02
Agua fluvial	%	89,19	80,27
Saturación O2	%	75,94	67,71
pH		7,88	7,81
Silicato	$\mu g.dm^{-3}$	129,50	
Amonio	$\mu mol.dm^{-3}$	76,59	
Nitrito	$\mu mol.dm^{-3}$	5,39	
Nitrato	$\mu mol.dm^{-3}$	63,69	
Nitrógeno Total	$\mu mol.dm^{-3}$	255,38	
Fosfato	$\mu mol.dm^{-3}$	7,36	
Fósforo Total	$\mu mol.dm^{-3}$	13,98	
Carbono O. Total	$\mu mol.dm^{-3}$	278,48	
	$\mu mol.dm^{-3}$		

Tabla 99 Masa de agua del Oka interior. Valores medios de variables relacionadas con el estado trófico. F: fondo, S: superficie.

En el año 2008 la temperatura media del agua es de 15.3º C. El oxígeno disuelto tanto en superficie como en fondo no alcanza el 80% lo que indica cierto déficit de oxígeno en el que predominan procesos heterótrofos sobre los autótrofos. En cuanto a la proporción de agua fluvial calculada a partir de los datos de salinidad, la estación E-OK5 situada en la cabecera del estuario presenta valores entre un 80-89% destacando el predominio de agua dulce sobre el agua de origen marino.

Respecto a los aportes de origen terrestre, en la estación E-OK5 el amonio se encuentra en una concentración mayor que la del nitrato por lo que se deduce la presencia de un vertido de aguas residuales en la zona de la cabecera del estuario.

En los datos generales se observa la influencia de la estacionalidad y de las fluctuaciones en el caudal en la composición de los aportes. En la estación E-OK5, se observan cambios relacionados con la evolución de las cargas y concentraciones aportadas por el río, en función de la evolución del caudal y duración de la avenida.

Por otra parte, como resulta habitual en la mayoría de los casos, el predominio de los materiales con un importante componente detrítico se traduce en un predominio del carbono frente al nitrógeno y, de forma algo menos marcada y generalizada, del nitrógeno frente al fósforo. En este sentido, son de destacar las concentraciones de COT registradas en la estación del Oka interior (E-OK5).

EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LAS VARIABLES HIDROGRÁFICAS GENERALES

En las series de datos disponibles no se observan tendencias que indiquen un incremento o descenso significativo y mantenido de los valores de las variables de tipo general y de las relacionadas con el estado trófico. Tal como se señala en el estudio de presiones e impactos (Borja et al., 2006a), el nivel de presión relacionado con la entrada de nutrientes es moderado en el estuario del Oka. Hay que señalar además que en la zona superior del estuario se vierten las aguas residuales procedentes del municipio de Gernika (unos 15.000 habitantes). Estas aguas reciben un tratamiento primario, con lo cual su contenido en nutrientes (amonio y fosfato, principalmente) y materia orgánica, así como su demanda química y biológica de oxígeno es muy alta.

En cuanto a nutrientes, dentro de la alta variabilidad característica de los estuarios, y de fluctuaciones asociadas a la estacionalidad y a las diferentes condiciones hidrológicas, no se observa una tendencia a la disminución en los últimos años. Es más, algunos de los máximos más importantes se han registrado en los últimos años (Figura 96). Asimismo, el patrón de distribución temporal del fosfato es muy similar al del NID excepto en el 2008, donde el fosfato presenta una subida mientras el NID disminuye (Figura 96).

A modo de ejemplo, la Figura 97 muestra la evolución temporal del porcentaje de saturación de oxígeno en la estación E-OK5. Los valores de oxígeno oscilan entre un 47% y el 100% de saturación siendo el

valor medio de oxígeno disuelto en los últimos 7 años de un 76%, lo que indica que se producen situaciones con déficit de oxígeno.

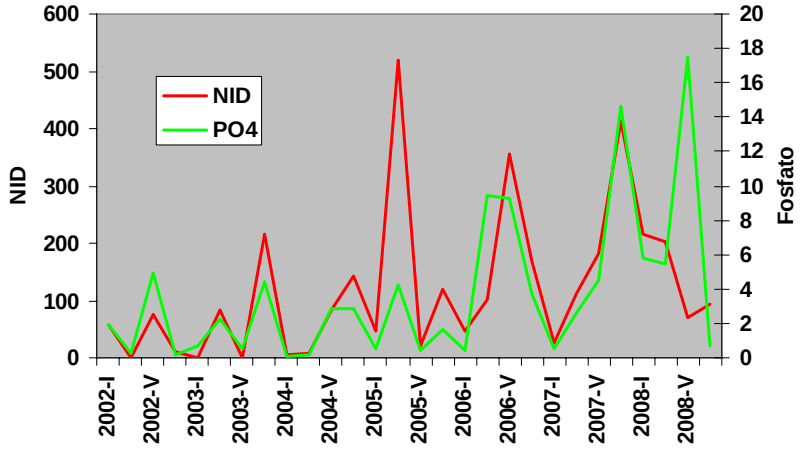


Figura 96 Evolución trimestral, entre invierno de 2002 e invierno de 2008, de la concentración de Nitrógeno Inorgánico Disuelto (NID) y fosfato, ambos en micromoles por litro, en aguas de superficie (media de pleamar y bajamar), en la estación E-OK5. (I: invierno, V: verano).

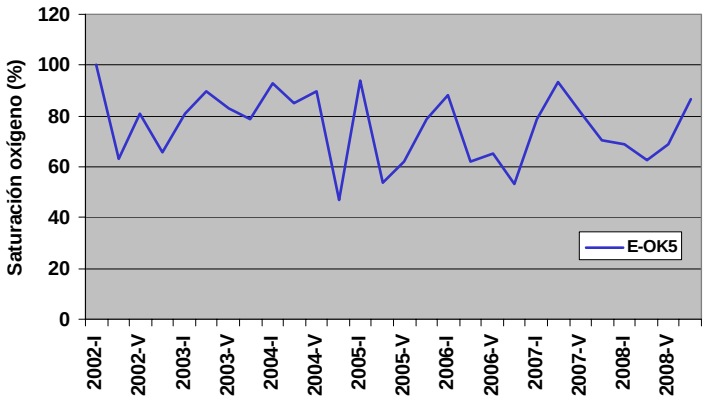


Figura 97 Evolución temporal del porcentaje de saturación de oxígeno disuelto en la estación del Oka interior, (E-OK5 situada en la cabecera), media de pleamar y bajamar, superficie y fondo.

METALES DISUELTOS

Las concentraciones de cromo (trivalente y hexavalente) y de mercurio en las aguas de superficie de las estación de la masa de transición interior del estuario del Oka se mantiene, como en la mayoría de los casos precedentes, por debajo de sus respectivos límites de detección (2, 3 y 0.3 $\mu g \cdot l^{-1}$ respectivamente).

En la Figura 98 se muestra la evolución de la concentración media del resto de los metales para el periodo comprendido entre invierno de 1998 y verano de 2008. Los valores empleados son medias correspondientes a los datos de pleamar y bajamar para la estación de muestreo de la masa de transición interior del estuario (E-OK5), hasta el año 2006, desde 2007 solamente se han muestreado las estaciones en bajamar..

En este punto de muestreo no se observan tendencias bien definidas en la evolución de las concentraciones de los distintos metales. Aunque se podría decir que la tendencia de los últimos años a sido a disminuir la concentración. Se podría destacar que la concentración de Cd en el 2008 a disminuido por debajo del limite de detección y por lo tanto por debajo del objetivo de calidad establecido (0,2 $\mu g \cdot l^{-1}$) que a sido varias veces superada en esta estación en los años posteriores. El resto de metales presentan tendencias bastante irregulares con concentraciones bajas solo superando los objetivos de calidad en casos esporádicos en años posteriores.

En verano del 2008 se aprecia un ligero aumento casi mantenido de la concentración para todos los metales excepto para plomo, cadmio y zinc que se han mantenido o bajado la concentración ligeramente.

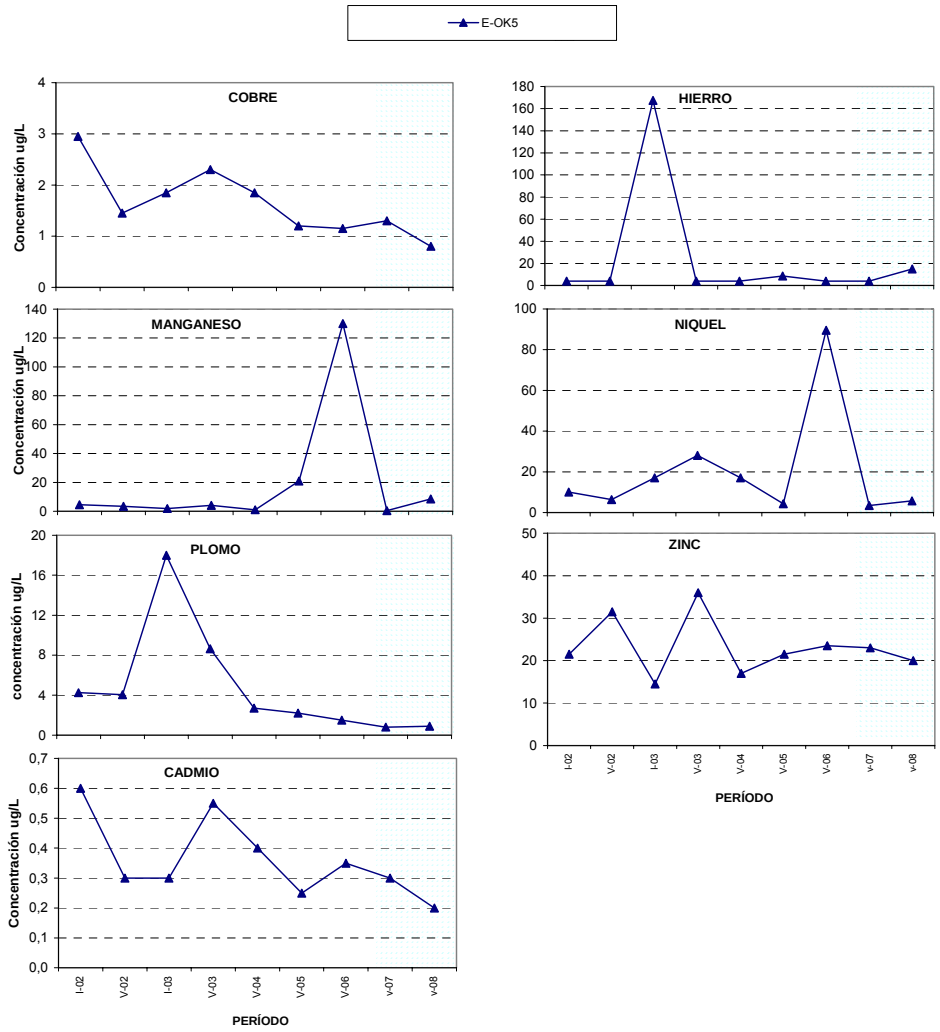


Figura 98 Evolución temporal de la concentración media (pleamar-bajamar) para cada metal en las estaciones del estuario del Oka en el periodo que abarca desde otoño de 1996 a verano de 2007. Desde el año 2007 solo se ha tenido en cuenta los datos de bajamar.

CONTAMINANTES ORGÁNICOS Y OTROS CONTAMINANTES ESPECÍFICOS

De modo aleatorio y sin una pauta en concreto se detecta la presencia de derivados de naftaleno, fenantreno, antraceno y fluoreno en las tres estaciones de muestreo, sin superar en ningún caso el objetivo de calidad establecido para cada uno de los compuestos del grupo.

ESTADO EN FUNCIÓN DE LOS INDICADORES FÍSICO-QUÍMICOS

En 2008, la estación E-OK5 se califica en **'Buen Estado'**.

En cuanto a los objetivos de calidad físico-química, la estación E-OK5 no cumple para amonio ni turbidez, en línea con la falta de saneamiento adecuado de esta masa de agua.

ESTADO QUÍMICO

Teniendo en cuenta las Directivas europeas y la normativa española, referida a aguas (ver Tomo 1), se puede decir que el punto de la masa de transición interior del estuario Oka **'Cumple'**.

6.6.2 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS

PARÁMETROS SEDIMENTOLÓGICOS DE CARÁCTER GENERAL

A partir de los datos de composición granulométrica, contenido en materia orgánica y contenido en carbono y nitrógeno orgánico particulado, se ha estudiado la evolución temporal, para cada estación y para cada una de las variables, en la estación E-OK5.

En la Tabla 100 se recogen los valores de los parámetros sedimentológicos correspondientes a los muestreos de invierno de 2008.

A partir de los datos registrados desde 2002 en la estación E-OK5 se observa que el porcentaje de contenido en finos es muy variable. Respecto al contenido en materia orgánica y el ratio carbono/nitrógeno, destaca el máximo relativo registrado en 2007 (Figura 99).

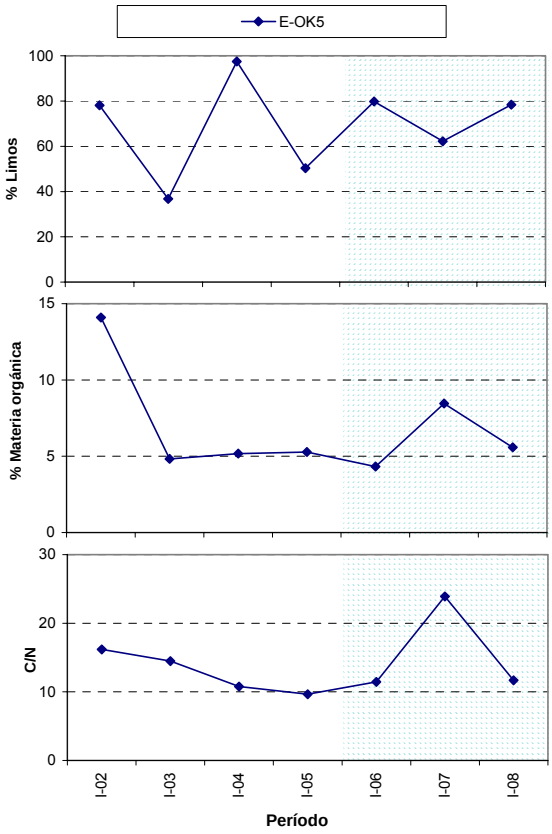


Figura 99 Gráficas de evolución temporal del contenido en arenas, contenido en materia orgánica y relación C/N de los sedimentos de la masa de agua de transición del Oka interior.

ESTACION	INVIERNO - 2008							
	GRAVA (%)	ARENA (%)	FINO (%)	M.O. (%)	REDOX (mV)	C.O.P. (mol·Kg^{-1})	N.O.P. (mol·Kg^{-1})	C / N
E-OK5	0,49	21,12	78,40	5,58	-128,00	2,58	0,22	11,69

Tabla 100 Parámetros sedimentológicos correspondientes a los muestreos de invierno de 2008. (GRAVA > 2 mm > ARENA > 63 µm > FINO). M.O.: materia orgánica; REDOX: potencial redox; C.O.P.: carbono orgánico particulado; N.O.P.: nitrógeno orgánico particulado; C / N: relación carbono / nitrógeno.

METALES PESADOS

La Tabla 101 recoge las concentraciones de metales pesados analizadas en la campaña de invierno de 2008 en la estación E-OK5. La evolución temporal estudiada estudia a partir del factor de contaminación se observa en la Figura 100.

La variación temporal en la concentración de Cr, Cu, Hg y Zn muestran un patrón relativamente similar: muestran un descenso discontinuo desde 2002 a 2006 o 2007, seguido de un leve ascenso. La concentración de Mn mostró un máximo en 2005, la de Cd en 2003, y la de Ni en 2002. En el caso del Fe y Pb no se observa tendencia clara.

ESTACIÓN	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn
	mg·Kg^{-1}								
E-OK5	0,17	50,6	27,8	38659	0,24	115,9	33,5	34,4	75,2

Tabla 101 Concentración de metales pesados en la fracción fina de los sedimentos en la campaña de invierno de 2008 (µg g^{-1}).

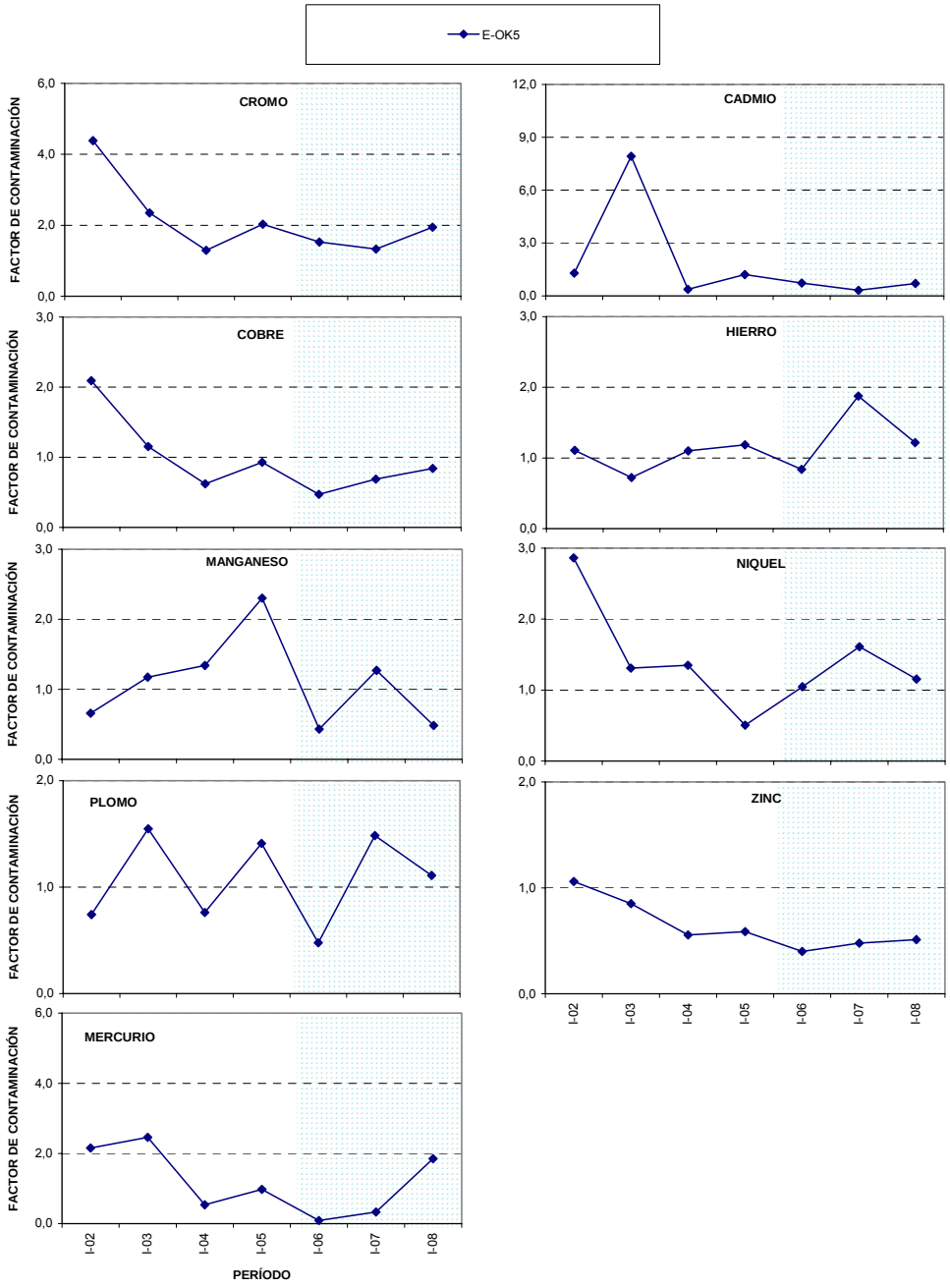


Figura 100 Evolución temporal de los factores de contaminación calculados para cada metal.

COMPUESTOS ORGÁNICOS

En la Figura 101 se muestra la evolución de los contaminantes orgánicos.

El sumatorio de PCBs muestra la mayoría de los muestreos concentraciones próximas al nivel de detección.

En relación al DDT, hexaclorociclohexano (HCH), drines y hexaclorobenceno (HCB), en los últimos años las concentraciones eran inferiores al límite de detección o próximas a él (excepto la concentración de endrín en 2004: 1,9 µg kg^{-1}). El aparente incremento en HCH desde 2006 a 2007 es debido a un incremento en los límites de detección.

Los PAHs presentan una gran variabilidad temporal, pero sin observarse una tendencia clara

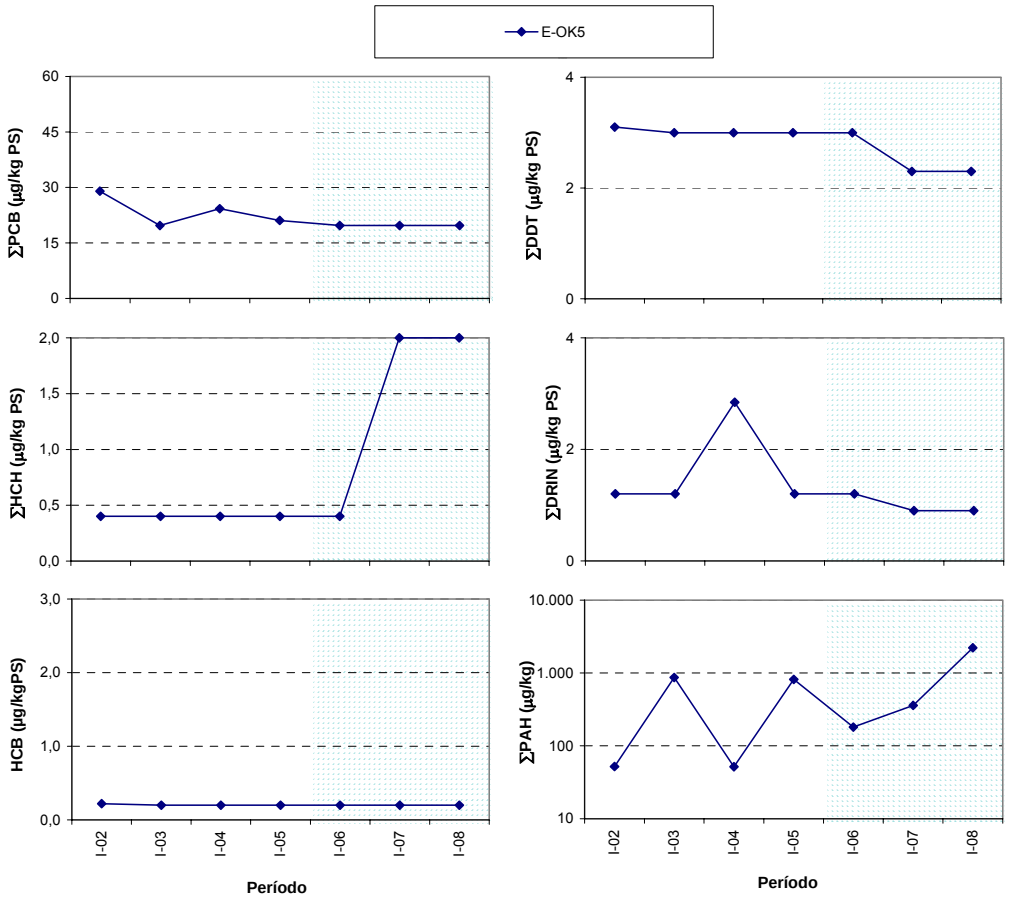


Figura 101 Evolución temporal de la concentración de compuestos orgánicos (µg kg^{-1}).

NORMATIVAS

Como se ha explicado en el capítulo de metodología, a nivel estatal no existe una legislación por la que se regule la gestión de sedimentos contaminados, sino que las actuaciones en este campo se hallan controladas por las correspondientes autorizaciones que, en su caso, concedan las administraciones correspondientes.

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

Siguiendo la metodología aplicada en los sedimentos estuáricos para establecer el grado de contaminación, se ha calculado el índice de carga contaminante global (ICC) en cada estación y para todos los metales. En la Tabla 102 se presenta la clasificación de la contaminación (se han tenido en cuenta los valores de fondo calculados por Rodríguez *et al.*, 2006), basada en los Factores de Contaminación e Índices de Carga Contaminante (ICC) (MÜLLER, 1979).

Los ICC de este año indican una contaminación ligera para Cr, Fe, Hg, Ni y Pb, siendo la clasificación global de no contaminado.

En la Figura 102 se muestra la evolución del índice de carga contaminante global de metales pesados. La línea negra indica el límite de contaminación. Todos los valores desde 2002 son inferiores a 2.

Comparando las concentraciones de metales analizadas en la campaña de 2008 con los niveles de toxicidad calculados por Long *et al*. (1995), se deduce que los sedimentos de la estación E-OK5 podrían implicar un cierto riesgo tóxico debido al Ni y el Hg, ya que sus concentraciones superan el nivel bajo de toxicidad. Esto podría representar un cierto riesgo de efectos biológicos, aunque debe de tenerse en cuenta que la concentración de Ni está en el rango del nivel de fondo regional de la costa vasca (Rodríguez *et al.*, 2006).

Para los compuestos orgánicos se siguen los criterios utilizados para la evaluación de la contaminación, y para una aproximación de la toxicidad se utilizan los valores de Long *et al* (1995). Siguiendo estos criterios, las concentraciones de compuestos orgánicos obtenidas en la campaña de 2008 en la estación E-OK5 dan lugar a una clasificación global de no contaminado (aunque con contaminación ligera de PAHs), y con ausencia de toxicidad.

ESTACIÓN	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn	ICC GLOBAL
E-OK5	NC	CL	NC	CL	CL	NC	CL	CL	NC	NC

Tabla 102 Clasificación de la contaminación en los sedimentos en función de los metales pesados en 2008, basada en los Factores de Contaminación e Índices de Carga Contaminante (ICC) (MÜLLER, 1979). CE: contaminación extrema; C: contaminación media; CL: contaminación ligera; NC: no contaminado. Se presentan también los ICC globales por estación y por metal.

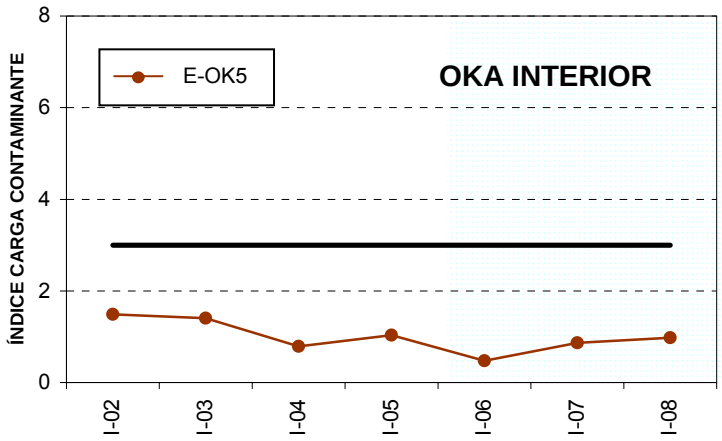


Figura 102 Evolución del índice de carga contaminante global de metales pesados. La línea negra indica el límite de contaminación.

6.7. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

En este estuario se dan, periódicamente, importantes modificaciones del perfil del cauce, de la profundidad de éste, modificaciones de la corriente, etc., debidas a los dragados que suelen hacerse. A pesar de ello, en 2007 no ha habido alteraciones, por lo que se ha calificado como **'Muy Bueno.'** Por otro lado, a partir del informe realizado en 2004, sobre presiones e impactos (Borja *et al.*, 2004e), se ha determinado que el estuario fue perdiendo superficie a lo largo del siglo XX, al irse ganando terreno al mar por la construcción de lezones para hacer huertas. Otra obra significativa fue la canalización del interior del estuario, lo que cambió la configuración. A pesar de ello el estuario mantiene un alto grado de naturalidad y, a través de las actuaciones recogidas en el mencionado informe, se podría aumentar aún más.

RED DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LAS AGUAS DE TRANSICIÓN Y COSTERAS DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO

7. MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL OKA EXTERIOR

Pasaia, junio de 2009

ÍNDICE

TOMO 7.- MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL OKA EXTERIOR 177

7.1. RESUMEN ESTADO ECOLÓGICO. OKA EXTERIOR 179

7.2. ESTACIONES DE MUESTREO 180

7.3. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS 181
7.3.1 PARÁMETROS ESTRUCTURALES 181
7.3.2 CALIDAD BIOLÓGICA 182

7.4. FAUNA ICTIOLÓGICA 183
7.4.1 ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD 183
7.4.2 CALIDAD BIOLÓGICA 185

7.5. VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO 187
7.5.1 FITOPLANCTON 187
7.5.2 MACROALGAS 189

7.6. INDICADORES FISICOQUÍMICOS 198
7.6.1 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN AGUAS 198
7.6.2 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS 202
7.6.3 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN BIOTA (MOLUSCOS) 206

7.7. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS 209

7.1. RESUMEN ESTADO ECOLÓGICO. OKA EXTERIOR

En 2004 se realizó el estudio de presiones e impactos en esta Masa de agua.

Sufre la presión directa de una población de menos de 25.000 habitantes, que se asocia a una densidad de 85,3 habitantes km^{-2}. Respecto a establecimientos industriales se alcanza el número de 421, considerándose que implica poca presión industrial, aunque se dan importantes vertidos industriales y la presencia de actividad de un astillero. El puerto de Mundaka se encuentra situado en la margen occidental de la desembocadura de la ría de Urdaibai. Es un puerto de recreo, aunque originalmente fue pesquero.

La regulación del cauce es la presión más importante en número sobre la masa de agua correspondiente al estuario del Oka, con 36 tramos modificados que se han identificado. Estos tramos suponen el 26% de las presiones detectadas en el estuario. A la regulación del cauce por medio de lezones, escolleras, diques y presas, le siguen los aliviaderos de tormentas con 22 puntos de presión (16% del total del estuario) y las presiones asociadas a los asentamientos portuarios (también 22 presiones identificadas). En este estuario también son importantes en número los vertidos de origen urbanos, con 18 vertidos depurados y sin depurar que suponen el 13% de las presiones.

En esta masa de agua globalmente la presión es baja. Las presiones más importantes provienen de los numerosos vertidos, tanto accidentales como regulares, sin depurar que llegan al estuario (unos 18, que representan unos 600.000 $m^3.a^{-1}$); de la depuradora de Gernika (con mal funcionamiento, aunque situada en la masa de agua del Oka interior); de algunos vertidos industriales (fundamentalmente procedentes de aceites, laminados, tenerías, tratamientos superficiales y maderas); de los dragados periódicos realizados en el canal para el acceso al astillero (y de la propia presencia de éste); y de la introducción de especies alóctonas. En este caso es importante la problemática generada por *Baccharis*. Por el contrario, el puerto de Mundaka no representa una presión significativa.

En la Tabla 103 se presenta el Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado Ecológico en la U.H. Oka.

	ELEMENTOS BIOLOGICOS				ESTADO BIOLÓGICO	ELEMENTOS Físico-Químicos	QUÍMICA		ELEMENTOS Morfológicos	ESTADO ECOLÓGICO	Equivalencia	Tanto por Uno	Valor global	CALIFICACIÓN EST. ECOLÓGICO MASA DE AGUA
	Fitoplanc.	Algas	Bentos	Peces			>LD	>NC						
E-OK10	A	B	A	B	A	MB	Sí	No	MB	A	6	0.45	2.7	7.1
E-OK20	B	MB	MB	A	B	MB	Sí	No	MB	B	8	0.55	4.4	

Tabla 103 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado Ecológico en la masa de agua del Oka exterior.

En el estuario del Oka hay un gradiente claro desde el interior al exterior en casi todos los elementso biológicos, siendo esto más evidente en bentos y fitoplancton. La estación E-OK10, situada en la zona media del estuario, presenta un estado ecológico aceptable. Esta zona se hallaba probablemente afectada por los dragados que se realizaban en los últimos años (una de las actividades más directamente impactantes sobre el bentos), pero también por las actividades industriales y los vertidos de ríos cercanos (y del propio Oka).

Finalmente, en la estación estuárica más exterior, E-OK20, el estado biológico es bueno (ya que las comunidades han mejorado respecto a años anteriores, especialmente bentos y macroalgas), al igual que el estado ecológico. En todo caso, este es un lugar que le correspondería estar en muy buen estado y esta ligera disturbancia puede deberse a la contaminación en aguas, cuyos límites están por debajo de los objetivos de calidad.

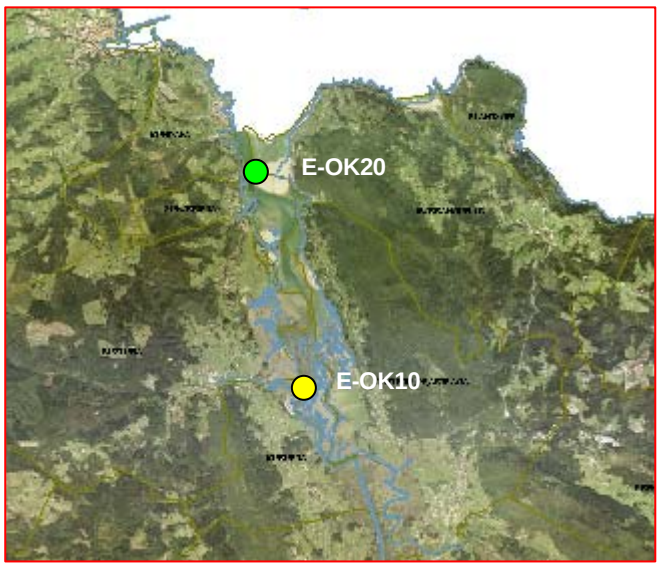


Figura 103 Calificación del Estado Ecológico y ubicación de estaciones en la Masa de agua Oka exterior: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Aceptable; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

7.2. ESTACIONES DE MUESTREO

En la masa de agua del Oka exterior se analiza anualmente un total de 2 estaciones estuáricas y una estación de moluscos. La situación de estas estaciones se observa en la Tabla 104. Por otro lado, en 2002 y 2005 se analizó un total de dos estaciones para vida piscícola y 8 estaciones para macroalgas en estuarios, que se han vuelto a analizar en 2008.

Cod_Estación	Estación	UTMX	UTMY	Tipo de Estación
E-OK10	Murueta (astillero) (Oka)	525703,69	4801567,34	Estuarios
E-OK20	Sukarrieta (Txatxarramendi) (Oka)	524863,49	4804781,41	Estuarios
I-OK10	Mundaka (puerto) (Oka)	524640,21	4806390,43	Estuarios (Moluscos)
M-EOK1	Oka Zona 01.Estuario Macroalgas	525780,68	4804256,08	Estuarios (Macroalgas)
M-EOK2	Oka Zona 02.Estuario Macroalgas	524836,72	4804757,93	Estuarios (Macroalgas)
M-EOK3	Oka Zona 03.Estuario Macroalgas	525332,60	4804118,67	Estuarios (Macroalgas)
M-EOK4	Oka Zona 04.Estuario Macroalgas	525422,22	4803778,13	Estuarios (Macroalgas)
M-EOK5	Oka Zona 05.Estuario Macroalgas	525350,52	4802917,81	Estuarios (Macroalgas)
M-EOK6	Oka Zona 06.Estuario Macroalgas	525655,22	4802684,81	Estuarios (Macroalgas)
M-EOK7	Oka Zona 07.Estuario Macroalgas	526348,25	4802171,01	Estuarios (Macroalgas)
M-EOK8	Oka Zona 08.Estuario Macroalgas	525900,17	4801854,36	Estuarios (Macroalgas)
AOKE	Oka (Arrastre zona exterior estuario)	525512,20	4803836,95	Estuarios (Vida piscícola)
AOKM	Oka (Arrastre zona media estuario)	525981,45	4802243,81	Estuarios (Vida piscícola)

Tabla 104 Estaciones de muestreo en la masa de agua de transición del Oka Exterior.

7.3. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

7.3.1 PARÁMETROS ESTRUCTURALES

Los parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Oka Exterior, en invierno de 2008 pueden verse en la Tabla 105.

PARÁMETRO	UNIDAD	ESTACIÓN	
		E-OK10	E-OK20
Densidad	nº·m^{-2}	904	111
Biomasa	g·m^{-2}	0,6855	17,5444
Riqueza	nº	11	26
Diversidad número	bit·ind^{-1}	1,92	3,98
Diversidad biomasa	bit·g^{-1}	1,60	1,14
Equitabilidad número		0,56	0,85
Equitabilidad biomasa		0,46	0,24
Diversidad máxima	bits	3,46	4,70
AMBI		3,745	1,100
Clasificación AMBI		Alteración Moderada	Alteración Nula

Tabla 105 Parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Oka Exterior.

La segunda estación más interna de la masa de agua de transición del Oka Exterior (E-OK10), presenta sedimentos compuestos por un 76% de limos, 23% de arenas y un porcentaje en materia orgánica de 6,8%.

Como en años anteriores, la comunidad presente en esta estación en 2008 ofrece una estructura típica de los medios estuáricos de nuestras latitudes, donde, generalmente, las especies encontradas conforman la Comunidad de *Scrobicularia-Cerastoderma*. La densidad de la comunidad (904 ind·m^{-2}) se encuentra en el rango de las estimadas en campañas previas (Figura 104).

En las campañas de 1997-2000 y 2002-2004, la comunidad estuvo dominada por el grupo de los oligoquetos. En la presenta campaña de 2008, al igual que en la precedente de 2007, las especies dominantes han sido el poliqueto *Streblospio shrubsolii* (277 ind·m^{-2}), el grupo de oligoquetos (192 ind·m^{-2}) y el bivalvo *Scrobicularia plana* (120 ind· m^{-2}). Otras especies relativamente bien representadas han sido *Hediste diversicolor* (37 ind·m^{-2}) e *Hydrobia ulvae* (9 ind·m^{-2}). Con pequeñas modificaciones, esta composición faunística se repite desde 1997 y constituye la anteriormente citada biocenosis de "Comunidad de *Scrobicularia-Cerastoderma*".

La riqueza específica (11 *taxa*) se encuentra en el rango de las registradas durante el periodo de estudio (máxima en 1998: 20 *taxa*; mínima en 1999: 7 *taxa*). La diversidad y equitabilidad estimados a partir de los datos de densidad son relativamente bajas (1,92 bit·ind^{-1} y 0,56, respectivamente), aunque habituales para esta estación. El grupo trófico dominante es el de los detritívoros superficiales (61%), debido especialmente a la dominancia de *S. shrubsolii*.

La estación E-OK10 presenta alteración moderada en términos de AMBI (3,7) (Figura 105), con dominancia del grupo ecológico III (67%) (Figura 105). Se trata de una estación que presentó cierta tendencia negativa entre 1995 y 2003, pasando de alteración ligera a alteración fuerte (de AMBI=3,0 a AMBI=5,0). Este cambio se produjo por un gradual desplazamiento de especies tolerantes por especies oportunistas de primer orden. Sin embargo, en 2003 la tendencia se invirtió hasta llegar a valores próximos a 3,5 las últimas cuatro campañas (2005-2008).

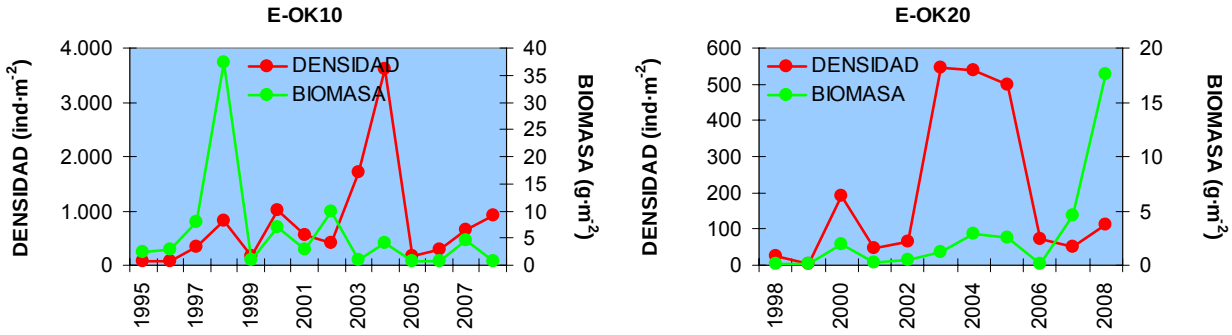


Figura 104 Evolución de la densidad y biomasa en las estaciones E-OK10 y E-OK20 (Oka Exterior).

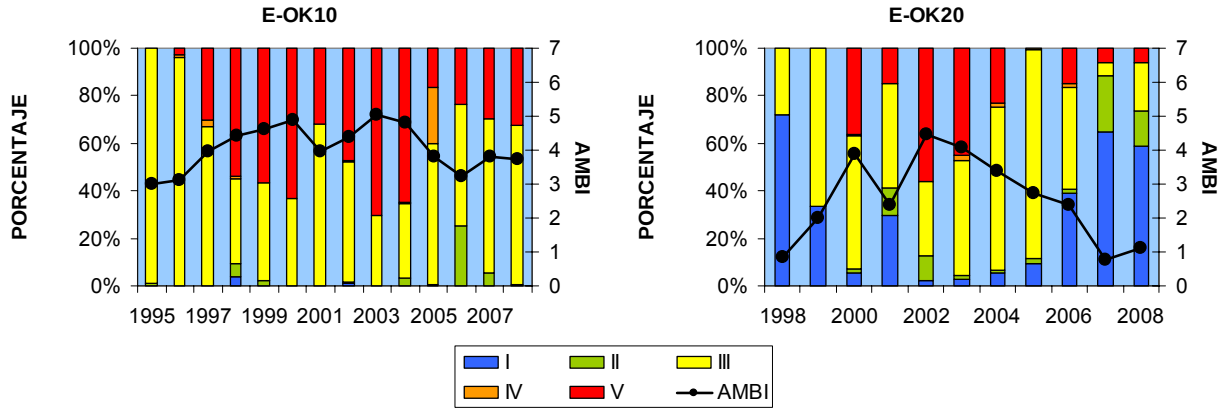


Figura 105 Evolución del porcentaje de cada grupo ecológico y de AMBI en las estaciones E-OK10 y E-OK20 del Oka Exterior.

La estación E-OK20 es la más próxima al mar de la masa de agua de transición del Oka Exterior y presenta un sedimento compuesto casi exclusivamente por arenas (100%) y con contenidos en materia orgánica bajos (0,9%) en comparación con la mayoría de las estaciones estuáricas.

En estos sedimentos habita una comunidad con una densidad baja (111 ind·m^{-2}), pero muy diversa. No obstante, la densidad es intermedia respecto a la de otros años (mínima en 1999: 4 ind·m^{-2}; 24 ind.m-2 en 1998; máxima en 2001 y 2003: 544 ind·m^{-2}) (Figura 104). La riqueza específica (26 *taxa*) es de las más altas de las registradas en los últimos años (máxima en 2003: 27 *taxa*).

Aunque no presentan densidades importantes, caben destacar como dominantes, los individuos juveniles de almejas del género *Tapes* (32 ind·m^{-2}), los poliquetos del género *Scolaricia* (11 ind·m^{-2}) y el molusco bivalvo *Tellina donacina* (11 ind·m^{-2}).

La diversidad y la equitabilidad estimadas a partir de los datos de abundancia y la equitabilidad son de las más altas de todo el periodo de estudio (3,98 bit·ind^{-1} y 0,85, respectivamente). La biomasa alcanza el valor máxima de todo el periodo de seguimiento (17,5 g·m^{-2}) (Figura 104).

El grupo trófico dominante ha sido el de los detritívoros superficiales (40%), seguido en importancia por el grupo de los filtradores (37%).

El valor de AMBI estimado para la estación (1,1) corresponde a alteración nula (Figura 105). Tras un aumento progresivo de los valores de AMBI entre 1998 y 2002 (de 0,8 a 4,5), por un incremento en la abundancia relativa de especies oportunistas, la tendencia se invirtió y AMBI se ha ido reduciendo hasta alcanzar el mínimo de la serie la pasada campaña de 2007 (Figura 105). Este cambio de tendencia se debió al desplazamiento de oportunistas por especies tolerantes en primer lugar y por sensibles (grupo ecológico I) a partir de 2004-2005.

7.3.2 CALIDAD BIOLÓGICA

En lo referente a la evaluación del estado ecológico del compartimento de los macroinvertebrados bentónicos, la calificación obtenida por la estación **E-OK10** a partir de M-AMBI es de **'Estado Aceptable'** (Figura 106). No se observa ninguna tendencia a largo plazo en el EQR, aunque hay máximos (1996-1998, 2001 y 2005) y mínimos (2003) que han permitido que el estado ecológico haya variado entre Deficiente y Bueno a lo largo del seguimiento.

Por otro lado, la estación **E-OK20** presenta **'Muy Buen Estado'** (Figura 106). Al contrario que en la estación anterior, en este caso sí se observa una tendencia positiva de los valores de EQR, que pasan de variar entre 0,42 y 0,84 en 1998-2002 a presentar un progresivo aumento hasta alcanzar el valor máximo de la serie (1,00) en la presente campaña de 2008.

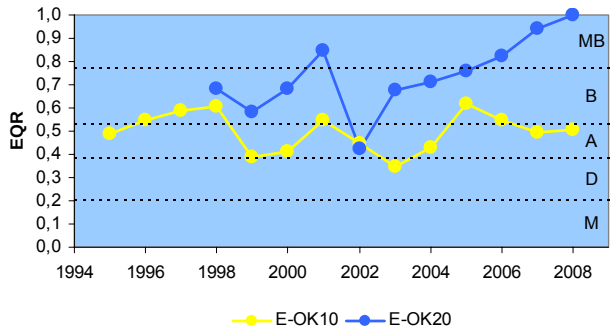


Figura 106 Evolución de EQR para las estaciones de la masa de agua de transición del Oka Exterior.

7.4. FAUNA ICTIOLÓGICA

7.4.1 ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD

Desde el año 2007, el informe de la red de vigilancia y control de las aguas del País Vasco se hace por tipo de masa de agua y no por cuenca hidrográfica como se venía haciendo los años anteriores. Así, el estuario del Oka se analiza como dos masas de agua de transición diferenciadas: por un lado, la masa de agua de transición del Oka exterior donde se localizan la estación exterior (AOKE) y la estación media (AOKM) y, por otro lado, la masa de agua de transición del Oka interior, donde se localiza la estación interna (AOKI) y que se ha visto en el Tomo anterior.

Las muestras de fauna demersal recogidas durante la campaña del año 2008 han sido identificadas a nivel de especie. En la Figura 107 se pueden ver las estaciones o transectos muestreados en el estuario del Oka. La estación AOKI es la única estación de la masa de agua del Oka interior; AOKE y AOKM corresponden a ala masa de agua del Oka exterior.



Figura 107 Tramos muestreos en el estuario del Oka en el año 2008 (tramo exterior AOKE y medio AOKM de la masa de transición Oka exterior; tramo interior AOKI de la masa de transición Oka interior).

Se han encontrado un total de 14 taxones (seis peces y cuatro crustáceos), todas ellas especies habituales de estos ecosistemas que soportan amplios rangos de salinidad, principal condicionante de la vida en estas zonas de transición. En esta masa de agua existen datos anteriores pertenecientes a los años 2002 y 2005 (Borja et al., 2006) obtenidos para el estudio de la "Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la comunidad autónoma del País Vasco".

En el conjunto de los tres muestreos realizados hasta la fecha, el total de especies identificadas es de veinte: diez taxones (cuatro crustáceos y seis peces) en 2008, 15 taxones (ocho crustáceos y siete peces) en 2005 y cinco taxones (un crustáceo y cuatro peces) en 2002. A pesar de que este año 2008 la riqueza desciende 5 unidades, han sido identificadas tres nuevas especies que hasta la fecha no habían sido registrados en este masa de agua: chaparrudo (*Gobius niger*), muxarra *(Diplodus sargus)* y tambor (*Buglossidium luteum*).

En la Tabla 106 se muestran los taxones capturados en cada uno de los tramos muestreados (exterior (AOKE) y medio (AOKM)) en el año 2008 y, en la Tabla 107 se muestran las abundancias y densidades de cada una de las especies capturadas por estación.

TAXONES	AOKE	AOKM
Crustáceos		
Quisquilla gris – *Crangon crangon*	X	X
Cangrejo verde – *Carcinus maenas*		X
Cangrejo araña - Macropodia rostrata	X	X
Cangrejo cuadrado - Pachygrapsus marmoratus		X
Peces		
Muxarra - Diplodus sargus		X
Sabirón - Echiichthys vipera	X	
Chaparrudo – *Gobius niger*		X
Cabuxino – Pomatochistus minutus	X	X
Tambor - Buglossidium luteum	X	
Lenguado – Solea solea		X

Tabla 106 Taxones encontrados por estación (exterior AOKE, medio AOKM).

TAXONES	ESTACION AOKE		ESTACION AOKM	
	Nº ind. totales	Densidad (ind*Ha^{-1})	Nº ind. totales	Densidad (ind*Ha^{-1})
Crustáceos				
Quisquilla gris – *Crangon crangon*	2	8.84	4	14.20
Cangrejo verde – *Carcinus maenas*			6	25.79
Cangrejo araña - Macropodia rostrata	12	58.30	1	5.20
Cangrejo cuadrado - Pachygrapsus marmoratus			1	5.20
Peces				
Muxarra - Diplodus sargus			2	8.84
Sabirón - Echiichthys vipera	1	5.20		
Chaparrudo – *Gobius niger*			1	5.20
Cabuxino – Pomatochistus minutus	3	16.34	70	250.53
Tambor - Buglossidium luteum	1	5.20		
Lenguado – Solea solea			1	5.20

Tabla 107 Número de individuos y densidad de cada especie capturada en cada tramo de estudio (exterior AOKE, medio AOKM, interior AOKI).

La distribución de individuos entre las distintas especies aparecidas durante los muestreos realizados en 2008 en las dos estaciones es parecida y ligeramente peor que las obtenidas en 2005, que presentaba abundancias y riquezas elevadas en las dos estaciones. En el 2008 el número de taxones de peces presentes en los dos tramos de la masa de agua fue de uno (Pomatoschistus minutus), dos taxones menos que en la campaña de 2005, año en el que además de Pomatoschistus minutus también estaban presentes en toda la masa de agua el caballito de mar (Hippocampus hippocampus) y el lenguado (Solea solea).

En cuanto a los crustáceos, en 2008 la quisquilla gris (Crangon crangon) y el cangrejo araña (Macropodia rostrata) son las especies que se distribuyen por toda la masa de agua. En 2005 los taxones que presentaban una distribución por toda la masa de agua fue de cinco (cangrejo verde (Carcinus maenas), cangrejo cuadrado (Patchygrapsus marmoratus), cangrejo ermitaño (Diogenes pugilator), Crangon crangon y Macropodia rostrata) y uno más que en 2002 (Crangon crangon).

El análisis realizado sobre los datos de número de individuos total, de peces y de crustáceos de los tres años de datos muestra un patrón similar: la estación media (AOKM) presenta en 2005 y 2008 cinco veces más individuos que la estación exterior (AOKE); y en 2002, casi tres veces más. Esto se debe a que en la mayoría de los casos, la estación media es la estación que alberga mayor número de peces y crustáceos (las excepciones se reducen al año 2002 donde las abundancias de peces en las dos estaciones eran similares y al año 2008, donde la abundancia de crustáceos era mayor en la estación exterior).

De forma similar, la estación media presenta también densidades (total, peces y de crustáceos) mayor en la estación media, a excepción del 2008 donde la densidad de crustáceos en la estación media es menor que en la estación externa y, a excepción del año 2002, donde la densidad de peces presentaba valores similares en las dos estaciones.

Como se explicó en el Tomo 1, con objeto de definir la estructura de la comunidad, se han calculado algunos parámetros relativos a la misma como densidad, riqueza y diversidad. Estos cálculos se han aplicado tanto para el conjunto de los organismos detectados como considerando por separado los principales grupos (peces, crustáceos). Los resultados se muestran en la Tabla 108.

Estación	AOKE			AOKM		
Par. estructurales	2002	2005	2008	2002	2005	2008
Riqueza	4	10	5	3	13	8
Riqueza peces	1	6	2	1	7	4
Riqueza crustáceos	3	4	3	2	6	4
Nº de individuos	47	77	19	135	388	86
Densidad	222.99	272.76	93.88	611.47	854.03	320.16
Diversidad	1.32	1.75	1.63	1.03	1.44	1.14

Tabla 108 Parámetros estructurales por estación y especies en la estación exterior (AOKE) y media (AOKM) los años 2002, 2005 y 2008.

La diversidad es mayor en la estación AOKE (1,63) aún presentado menor riqueza, número de individuos y densidad que en estación media. Al igual que en el 2005 y 2002, el tramo medio (AOKM) del estuario presentaba el valor más bajo de diversidad (1,44) y el exterior (AOKE) el más alto. En cuanto al número de individuos y la densidad, estos dos parámetros vuelven a aumentar hacia el interior del estuario. La evolución temporal muestra como la riqueza de peces y crustáceos es cada vez más proporcionada en las dos estaciones: no obstante, el número de individuos no sigue la misma pauta. La diversidad ha experimentado un leve empeoramiento respecto al 2005 tanto en el tramo

exterior como en el medio (zonas de muestreo situadas en el canal dragado en 2001). En la Figura 108 se muestra la evolución temporal de los parámetros estructurales mostrados en la Tabla 108

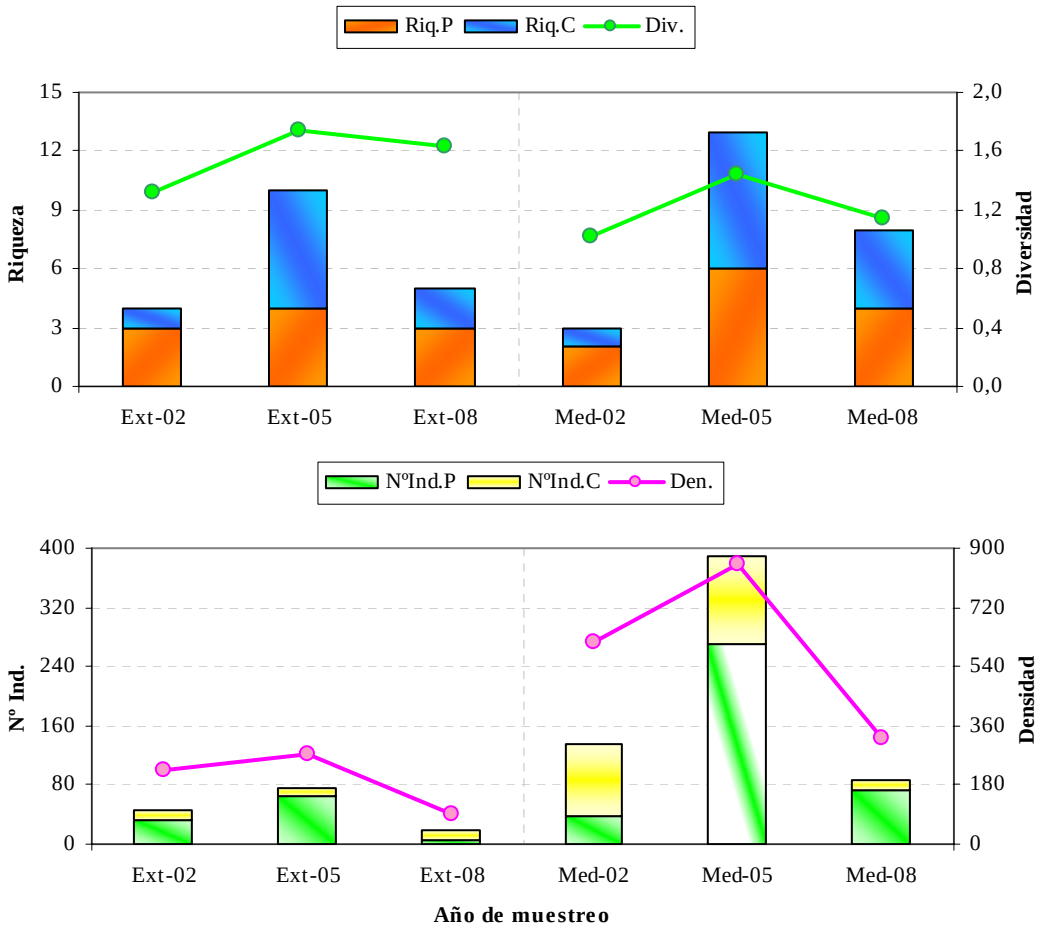


Figura 108 Riqueza, riqueza de peces (Riq.P), riqueza de crustáceos (Riq.C) y diversidad (Div.), densidad (Den.) y número de individuos de peces (NºInd.P) y de crustáceos (NºInd.C) en las estaciones de la masa de agua del Oka exterior los años 2002, 2005 y 2008. Estación media (Med.) y exterior (Ext.).

Analizando el estuario como un todo (ver Figura 91 incluída en el tomo del Oka interior), se aprecia que salvo alguna salvedad, la densidad y el número de individuos aumentan hacia el interior del estuario y que la riqueza de peces y crustáceos no presenta ninguna tendencia clara en ese aspecto. A su vez, se aprecia también que en 2008 todos los parámetros alcanzan el valor más alto en la estación interna a excepción del nº de individuos de peces (que alcanza el valor más alto en la estación media) y de la riqueza de crustáceos (valor similar al de la estación media). La menor diversidad se encuentra en la estación media y la máxima en la interna.

7.4.2 CALIDAD BIOLÓGICA

En este apartado se hace referencia a la tendencia temporal y espacial de la calidad biológica. Para ello, se han utilizado los datos obtenidos en los muestreos realizados los años 2002, 2005 y 2008. La metodología aplicada para establecer la calidad biológica en peces en estuarios ha sido explicada en el Tomo 1.

Como ya se especifica en el apartado inicial, el Oka es un estuario que presenta un cauce muy regulado (lezones, escolleras, diques, presas), numerosos vertidos urbanos depurados y sin depurar (entre otras, la depuradora de Gernika no funciona correctamente), vertidos de aliviaderos de tormentas, un canal que se draga numerosas veces (1984, 1992, 1995, 1998, 1999 y 2003) así como numerosos asentamientos portuarios.

En la Tabla 109 se expresan los valores obtenidos para cada indicador considerado en el cálculo del estado para cada tramo de estuario objeto de estudio.

Estación/año	AOKE			AOKM		
Parámetros	2002	2005	2008	2002	2005	2008
Riqueza	3	5	3	1	5	3
Especies introducidas	5	5	5	5	5	5
Esp. Indicadoras contaminación	5	5	5	5	5	5
Salud piscícola	5	5	5	5	5	5
Peces planos	1	1	3	1	1	1
Omnívoros	3	3	3	3	3	5
Piscívoros	1	1	1	1	1	1
Especies residentes (nº)	3	5	3	3	5	5
Especies residentes (%)	1	1	1	1	1	1
PUNTUACIÓN	27	31	29	25	31	31
EQR	0.500	0.611	0.556	0.444	0.611	0.611
CALIDAD BIOLÓGICA	A	B	A	A	B	B

Tabla 109 Valores de los indicadores seleccionados para estimar la calidad biológica de peces demersales en cada estación (AOKM media y AOKE externa) del estuario del Oka. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): 0.82; Bueno (B): 0.56 -0.82; Aceptable (A): 0.56 - 0.34; Deficiente (D): 0.34- 0.17; Malo (M): ≤ 0.17.

Al igual que en el resto de estuarios, los indicadores que hacen referencia a la ausencia de especies introducidas, indicadoras de la contaminación y salud piscícola son los que favorecen la calidad biológica, alcanzando los valores máximos. La riqueza alcanza el valor medio en las dos estaciones; la presencia de peces planos a su vez, alcanza un valor medio en la estación exterior y un valor mínimo en la media.

El indicador número de especies residentes adquiere un valor máximo en la estación media mientras que en la estación exterior su valor es intermedio. En cuanto a la composición trófica de peces demersales, esta es muy variable en los distintos tramos del estuario pues en las dos estaciones existe una relación no equilibrada en la relación entre omnívoros y piscívoros (valor porcentual de 3:1 en la exterior y de 5:1 en la media). Según los rangos que establecidos para la clasificación de la calidad, la estación media del estuario está en un nivel **'Bueno'**, mientras que la externa en **'Aceptable'**, justo en el límite con bueno.

En la Figura 109 se resume como ha variado la calidad biológica de estos dos tramos entre los años 2002, 2005 y 2008. El estado de la calidad biológica piscícola alcanzado el año 2005 presentaba valores más altos que en el año 2002 en los dos tramos del estuario (año en que los dos tramos del estuario fueron calificadas como 'aceptable'); en 2008, la parte media mantiene la calidad sin embargo, la externa pierde calidad. Este deterioro se debe al descenso del valor de la riqueza y del número de especies residentes, que el aumento del indicador de peces planos no lo compensa.

Analizando el estuario como un todo (ver Figuras 80 incluida en el Tomo del Oka interior), se aprecia que los parámetros obtienen los mismos valores en los tramos externo e interno: aceptable, justo en el límite con el bueno; en el tramo medio, la calificación es de buena.

Para establecer la calidad biológica en peces de toda la masa de agua de transición se aplica la metodología que ha sido explicada en el Tomo 1. La Figura 110 muestra como ha evolucionado la calidad biológica en la masa de transición del Oka exterior entre los años 2002, 2005 y 2008. En 2005 se aprecia una mejoría en la calidad biológica respecto a 2002 pasando de una calificación de 'aceptable' a una 'buena'. En 2008, la masa de agua sigue calificandose como buena, sin embargo, el valor final es inferior al obtenido en 2005.

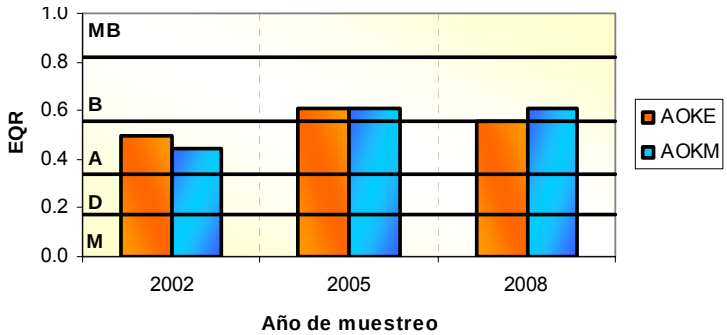


Figura 109 Valores de la calidad biológica obtenidos para las estaciones media (AOKM) e exterior (AOKM) del estuario del Oka en los años 2002, 2005 y 2008. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): 0.82; Bueno (B): 0.56 -0.82; Aceptable (A): 0.56 - 0.34; Deficiente (D): 0.34- 0.17; Malo (M): ≤ 0.17.

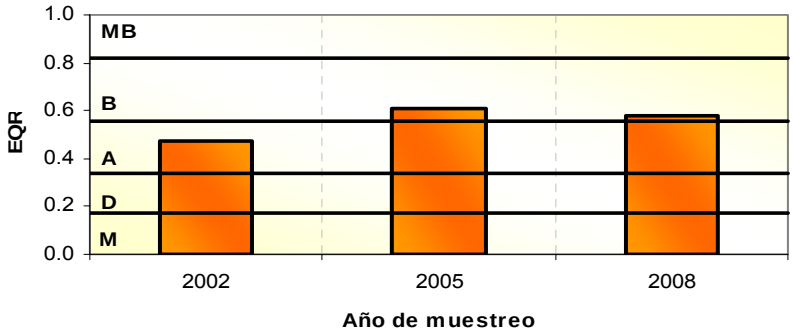


Figura 110 Valores de la calidad biológica obtenidos para la masa de transición del Oka exterior los años 2002, 2005 y 2008. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): 0.82; Bueno (B): 0.56 -0.82; Aceptable (A): 0.56 - 0.34; Deficiente (D): 0.34- 0.17; Malo (M): ≤ 0.17.

7.5. VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO

7.5.1 FITOPLANCTON

CLOROFILA

En el estuario del Oka se midió la concentración de clorofila en tres estaciones que se situaron en cabecera (E-OK5), zona media-exterior (E-OK10) y desembocadura (E-OK20). Las muestras se tomaron sólo en superficie, tanto en pleamar, como en bajamar, con lo cual se obtuvo un conjunto de 24 datos para el periodo de 2008. Las estaciones de muestreo corresponden a dos masas de agua de transición diferenciadas: el estuario interior (E-OK5) y el estuario exterior (E-OK10 y E-OK20). Este capítulo tratará especialmente del estuario **exterior**.

En la Figura 111 se muestran los datos de clorofila y salinidad recogidos en 2008 a lo largo de todo el estuario del Oka (interior y exterior). La salinidad cubrió un gradiente muy amplio, entre 0,1 y 35,2 USP. Como en años anteriores, los valores de clorofila en el estuario del Oka se encontraron en el rango de los más altos registrados en las aguas de transición del País Vasco y afectaron especialmente a la zona interior del estuario.

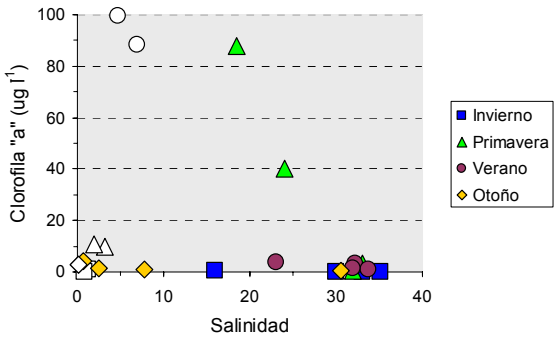


Figura 111 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino del estuario del Oka en las cuatro épocas de estudio durante 2008. Se indican en color los datos correspondientes al estuario exterior. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

En el estuario exterior la concentración de clorofila alcanzó los valores más altos en la estación E-OK10 en primavera (40,3 µg l^{-1} en pleamar y 88,0 µg l^{-1}en bajamar). Estos máximos se encontraron en aguas de carácter polihalino (entre 18 y 30 USP). En la estación E-OK20 la concentración máxima de clorofila alcanzó un valor de 3,2 µg l^{-1} en primavera. La desembocadura del estuario, sometida a una fuerte advección mareal, no suele presentar altas concentraciones de clorofila.

La estación E-OK10 presenta características intermedias entre la zona interior (eutrófica) y la zona exterior (oligotrófica) del estuario. Así, está sometida a la influencia de las condiciones de marea, el caudal fluvial y los vertidos de aguas residuales que se producen en la cabecera del estuario. En el año 2008, se puede deducir que hubo descargas de la depuradora durante los muestreos de primavera y verano, por las elevadas concentraciones de amonio (130-160 µM) y fosfato (6-24 µM) registradas en el estuario. La influencia de esos vertidos alcanzó también en la zona exterior (estación E-OK10), como lo manifiestan las elevadas concentraciones de clorofila encontradas en primavera.

En invierno la concentración de clorofila mostró valores mínimos (≤1 µg l^{-1}), de forma similar al resto de los estuarios del País Vasco. En otoño se observaron condiciones de baja salinidad en la zona exterior del estuario del Oka, lo cual pone de manifiesto la situación lluviosa precedente a los muestreos y su consiguiente influencia en el caudal fluvial. Las situaciones de fuerte descarga fluvial son desfavorables para la acumulación de biomasa fitoplanctónica en los estuarios y ello suele traducirse en bajas concentraciones de clorofila.

COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DEL FITOPLANCTON

En la Tabla 110 se indican para el Oka exterior la abundancia, riqueza y diversidad del fitoplancton durante 2008. Estas variables se midieron en las aguas de superficie y en pleamar. La estación situada en la desembocadura (E-OK20) se estudió en las cuatro épocas del año, mientras que la estación situada en la zona media (E-OK10) se estudió únicamente en primavera y en verano.

La abundancia varió en un amplio rango, con valores del orden de 10^4–10^7 células l^{-1}. Los máximos se detectaron en la zona media del estuario (E-OK10) en primavera. Esta distribución coincidió con la de la biomasa fitoplanctónica (clorofila), como se indica en el anterior apartado.

En invierno, en la desembocadura del estuario la comunidad estuvo compuesta por diatomeas bentónicas, pequeños flagelados, criptofitas, clorofitas y haptofitas, todos ellos en muy baja densidad. En primavera, en la misma zona, el fitoplancton experimentó un incremento en riqueza de especies y abundancia celular. Esto se debió a la aparición de varias especies de diatomeas. Entre ellas destacó en abundancia *Leptocylindrus danicus*, con $1 \cdot 10^6$ células l^{-1}.

En la estación E-OK10, en primavera se observó una floración de diatomeas, con *Thalassiosira guillardii* (~$9 \cdot 10^6$ células l^{-1}) y *Leptocylindrus danicus* (~$1 \cdot 10^6$ células l^{-1}), junto con criptofitas (*Hemiselmis* sp. ~$1 \cdot 10^6$ células l^{-1}).

En verano, las diatomeas siguieron dominando la comunidad. Aunque su abundancia celular descendió respecto a la de primavera, aún se mantuvieron en densidad elevada en la estación E-OK10. En este caso, las diatomeas constituyeron el 93%, destacando el género *Chaetoceros* spp. (~$4 \cdot 10^6$ células l^{-1}).

En otoño, en la desembocadura del estuario la abundancia del fitoplancton fue del orden de 10^5 células l^{-1}. La comunidad estuvo principalmente compuesta por diatomeas pennales y centrales (no identificadas), clorofitas, criptofitas, haptofitas y pequeños flagelados.

En cuanto a las especies potencialmente tóxicas, cabe destacar la aparición en primavera y en verano de las diatomeas del género *Pseudo-nitzschia* spp., cuya abundancia máxima (~40.000 células l^{-1}) se registró en la desembocadura del estuario. También se detectó la haptofita *Chrysochromulina* spp. en ambas estaciones, pero siendo más abundante en la desembocadura, con una concentración máxima de ~40.000 células l^{-1}. Por otra parte, la diatomea *Thalassiosira guillardii* es potencialmente nociva para los peces cuando forma floraciones de gran intensidad. Esta situación habría afectado a la estación E-OK10 en primavera.

Estación	E-OK10	E-OK20
Fecha	-	15/01/2008
Abundancia (Células/ml)	-	96
Diversidad (bit/cel)	-	2,0
Riqueza (Nº especies)	-	7
Estación	E-OK10	E-OK20
Fecha	22/05/2008	22/05/2008
Abundancia (Células/ml)	11.937	1.266
Diversidad (bit/cel)	1,2	1,3
Riqueza (Nº especies)	12	14
Estación	E-OK10	E-OK20
Fecha	28/08/2008	28/08/2008
Abundancia (Células/ml)	5.063	781
Diversidad (bit/cel)	1,5	2,7
Riqueza (Nº especies)	18	15
Estación	E-OK10	E-OK20
Fecha	-	29/10/2008
Abundancia (Células/ml)	-	223
Diversidad (bit/cel)	-	3,0
Riqueza (Nº especies)	-	10

Tabla 110 Índices relacionados con Fitoplancton. Zona exterior del estuario del Oka. Los datos son de superficie, en pleamar.

CALIDAD BIOLÓGICA

A partir de 2007 se comienza a aplicar un nuevo criterio de evaluación para el fitoplancton en las aguas costeras, que ha sido acordado en las reuniones europeas de Intercalibración para la Directiva Marco del Agua. Este nuevo método no ha sido aún intercalibrado en aguas de transición, las cuales, por lo tanto, se evalúan en el presente informe con el mismo método que en años anteriores. Así, el fitoplancton en la masa de agua de transición del Oka exterior se evalúa con los datos de los últimos cinco años (periodo 2004-2008). La evaluación se realiza en base a cuatro indicadores (clorofila, abundancia de fitoplancton tóxico, abundancia de fitoplancton nocivo para los ecosistemas y abundancia total de fitoplancton) y el estado global del fitoplancton corresponde al que presenta el indicador peor clasificado (Tabla 111).

En cuanto al indicador basado en la biomasa fitoplanctónica, en los últimos cinco años la concentración de clorofila superó el límite establecido en la metodología como indicador de eutrofia en aguas de transición (16 µg l^{-1}), en varias ocasiones. Aunque esto sólo se observó en la estación E-OK10 (zona media). En la estación E-OK20 (desembocadura) nunca se detectaron concentraciones por encima de este límite en los últimos cinco años, siendo la concentración máxima durante este periodo de evaluación cercana a 3 µg l^{-1}. Las máximas concentraciones de clorofila registradas en la estación E-OK10 se observaron en la primavera del año 2008 (hasta

88,0 µg l^{-1}). Anteriormente los máximos se habían situado entre 20 y 30 µg l^{-1}.

En base a los datos de clorofila el estado ecológico se considera "bueno" en la estación E-OK10, ya que el umbral se ha superado en 5 de los 40 muestreos realizados (12,5%), y "muy bueno" en la estación E-OK20 donde nunca se ha superado el umbral (Tabla 111).

En base a los datos de abundancia de fitoplancton perjudicial para la salud humana (potencialmente tóxico) el estado se clasifica como "muy bueno" en ambas estaciones, ya que la abundancia de dichas especies nunca supera el umbral de 10^6 células l^{-1}. Sin embargo, las especies nocivas para los ecosistemas superan en alguna ocasión dicho umbral en la zona media del estuario del Oka, lo cual hace que el indicador se clasifique como "bueno" en la estación E-OK10. Las floraciones fitoplanctónicas, o "blooms", considerando el total de especies se producen con cierta frecuencia en la zona media y en la desembocadura del estuario, lo cual hace que este indicador se clasifique como "aceptable" en la estación E-OK10 y como "bueno" en la estación E-OK20.

Finalmente, como se indica en la Tabla 111 utilizando el criterio del peor indicador, el **estado global del fitoplancton** calculado para el periodo 2004-2008 en el estuario del Oka exterior se clasifica como "**aceptable"** en la estación E-OK10 y como "**bueno**" en la estación E-OK20.

ESTACIÓN	Clorofila	Salud Humana	Salud Ecosistemas	Blooms	GLOBAL
E-OK10	Bueno	Muy bueno	Bueno	Aceptable	Aceptable
E-OK20	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno

Tabla 111 Zona exterior del estuario del Oka. Calificación en función de clorofila y fitoplancton.

7.5.2 MACROALGAS

ParaPara su estudio la masa de agua se dividió en 8 zonas (Figura 112): M-EOK1 a M-EOK8. Las zonas nombran siguiendo una nomenclatura parecida al resto de estaciones: M de "macroalgas", E de "estuario" y OK de "Oka", seguido del número. En la Tabla 112 se muestra los índices de cobertura de cada especie de macroalga para cada una de las zonas.

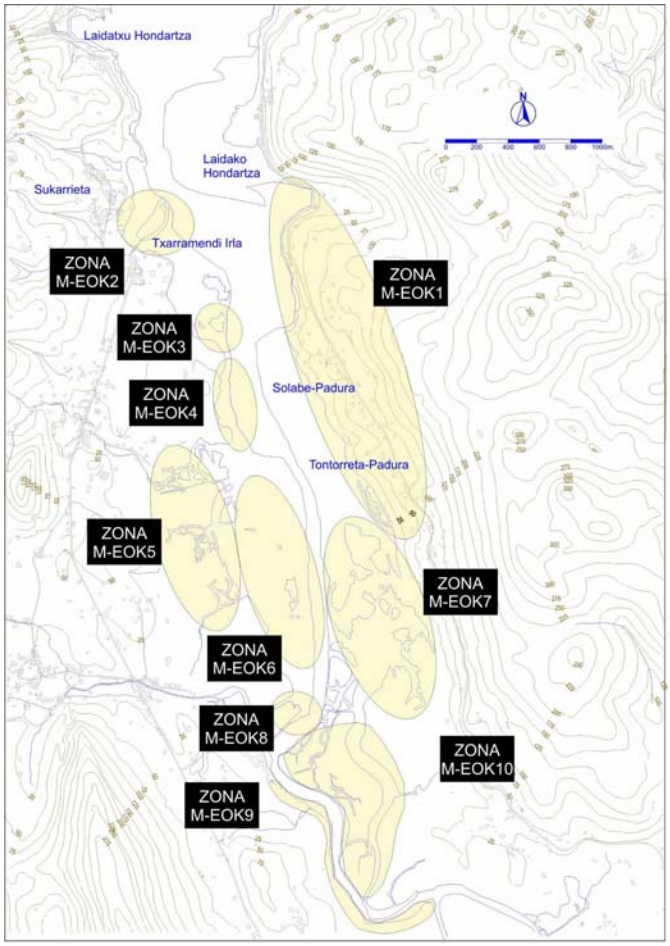


Figura 112 Zonas de estudio de macroalgas en la masa de agua de transición del Oka Exterior (zonas M-EOK1 a M-EOK8).

ZONAS	M-EOK1		M-EOK2		M-EOK3		M-EOK4		M-EOK5		M-EOK6		M-EOK7		M-EOK8	
Superficie (m^2)	22.000		6.250		2.450		3.500		100.000		47.000		525.000		8.000	
Área ocupada por macroalgas (m^2)	15.400		1.250		1.000		2.450		50.000		30.550		400.000		4.000	
Índice	IC	ID	IC	ID	IC	ID	IC	ID	IC	ID	IC	ID	IC	ID	IC	ID
XANTHOPHYCEAE																
Vaucheria sp.	3	2			3	2	3	2	4	3	4	3	4	3	4	3
CLOROPHYCEAE																
Filamentosas	5	3	6	4	6	4	6	4	5	3	5	3	5	3	5	3
Laminares	3	2	5	3	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	3	3
PHAEOPHYCEAE																
Ascophylum nodosum			2	2			3	3								
Fucus ceranoides											2	2	3	2	4	3
Fucus spiralis	2	1	4	3	2	2										
Fucus vesiculosus	2	1	4	3	2	2	3	2								
Pelvetia canaliculata			3	2												
RHODOPHYCEAE																
Bostrychia scorpioides	4	2	4	2	4	2	3	2					4	2		
Catenella caespitosa			4	2	4	2	3	2								
Caulacanthus ustulatus	4	2													3	2
Gelidium pusillum	4	1														
Gracilaria sp.	3	2							5	3	4	4	4	3	6	4
Polysiphonia lanosa							2	2								
ANGIOSPERMAE																
Spartina sp.											5	3	5	4	4	2
Zostera noltii	5	3									5	4	5	3		
Total Cobertura Algal (%)	70		20		40		70		50		65		75		50	

Tabla 112 Especies de macroalgas identificadas en cada una de las zonas estudiadas en la masa de agua de transición del Oka Exterior los días 20 de mayo, 5 y 19 de junio y 1 de julio de 2008. Se representan: el Índice de Cobertura (IC), el Índice de Distribución (ID) (ver escalas en el Tomo 1), la cobertura total de la estación y la superficie ocupada.

ZONA M-EOK1

La primera parte de esta zona la forma la ensenada de Arketas. La pared/dique del embarcadero se encuentra totalmente desprovista de cobertura algal (desaparece el cinturón de clorofíceas identificado en 2005). Le sigue un intermareal rocoso tendido, de 4-5 m de anchura media y 300 m de longitud, con una cobertura algal irregular en la parte más alta (mayor en los extremos del dique) de, aproximadamente, el 10% en promedio (inferior al observado en 2005), y formado exclusivamente por matas bien desarrolladas de clorofíceas filamentosas.

Le sigue un recodo bajo la curva de la carretera, frente al camping de Arketas, formado en su parte superior por un intermareal rocoso de unos 5 m de anchura, donde se observa un cinturón de clorofíceas con 50% de cobertura.

A continuación, sobre los restos de un antiguo embarcadero, se desarrolla un intermareal fangoso con piedras sueltas colonizadas por *Crassostrea* sp. y, sobre ellas, *Caulacanthus ustulatus* y clorofíceas laminares. La cobertura algal de esta zona es del 15% y se reparte por igual entre ambos cinturones. En la parte baja de este intermareal se desarrolla una gran plataforma (2.500 m^2) colonizada en gran parte por *Zostera noltii*. En el extremo norte se aprecian hasta 6 manchas de diferente tamaño de *Z. noltii*, con una superficie total de 150 m^2 y 60% de cobertura. En el extremo sur se observan dos grandes zonas (600 m^2) con *Z. noltii* (60% de cobertura), separadas por un cinturón de *Crassostrea* sp. Entre ambas, se desarrolla una gran zona arenosa intermareal, separada de las riberas por el canal que sirve de zona de amarre y que se descubre hasta la playa de Laida en mareas vivas (Fotos 1 y 2). En esta zona se aprecian dos grandes zonas con *Z. noltii*: la mayor, de 200 m de longitud, 60 m de anchura media y 60-70% de cobertura, se discurre paralela al canal; la menor, de 80×60 m y 60% de cobertura, se encuentra en la parte sur de la plataforma. La cubierta de *Z. noltii* continúa en la zona sumergida del canal.

En la zona rocosa después de la casa que se encuentra en la ensenada de Arketas, hasta el primer recodo, se desarrolla un cinturón cespitoso irregular de algas rojas (*Gelidium pusillum-C. ustulatus*) sobre piedras y ostras. La superficie total es de 20 m^2 y la cobertura media del 60%, siendo más abundante en zonas sombrías.

Aguas arriba, entre dos pequeños diques/embarcaderos, el intermareal tiene una anchura media de 2,5 m y se encuentra desprovisto de cobertura algal (en la campaña de 2005 se habían identificado algunas clorofíceas).

Detrás del dique se extiende una zona que ha sufrido un cambio importante respecto a la campaña de 2005. En 2005 se describió como una zona de sedimentación en forma de pequeña playa; sin embargo, en la presente

campaña de 2008 se aprecia una importante pérdida de parte del material sedimentado, quedando cantos rodados con apenas cobertura algal. Únicamente, en la parte superior del intermareal queda un pequeño cinturón de clorofíceas.

A continuación, también detrás del dique, se desarrolla otra pequeña playa morfológicamente similar a la anterior (Foto 3). Con una longitud de 120 m y anchura media de 20 m, se encuentra cubierta en un 15% de su superficie por clorofíceas filamentosas (100% de cobertura). La cobertura total se ha reducido respecto a la campaña de 2005 (Foto 4) debido a un mayor enfangamiento.


Foto 3


Foto 4

Desde el dique del extremo sur de la segunda playa hacia el exterior del estuario se desarrolla un intermareal rocoso en vías de enfangamiento, con una anchura de 5 m y cobertura algal del 60% (clorofíceas). Al contrario que en la campaña de 2005, no se observan matas de *Fucus spiralis*.

Desde el dique del extremo sur de la segunda playa hasta el arenal de Kanala, se extiende un intermareal también rocoso y enfangado, pero con un cinturón arenoso en su parte anterior. Con una longitud de unos 300 m y 5 m de anchura media, presenta una cobertura algal global del 60%, repartida entre clorofíceas (95%) y *C. ustulatus* (5%) por encima de las clorofíceas, en las zonas sombrías. En una zona muy concreta se distribuyen algunas matas dispersas de *Fucus vesiculosus*, *F. spiralis* y *Gracilaria* sp. En una poza formada bajo unas grandes rocas se observan también grandes matas laminares de clorofíceas. A esta franja rocosa-enfangada le sigue un intermareal arenoso muy extenso, cuya superficie se ha incrementado desde la campaña de 2005.

Frente al pequeño astillero de Kanala, se extiende un intermareal fangoso de 100 m de longitud y 150 m de anchura media, con una cobertura algal del 75%. Las clorofíceas representan el 30% del total de macroalgas y *Vaucheria*, spp., el 50%. En esta zona parece que ha aumentado la sedimentación y las zonas más altas están siendo colonizadas por *Vaucheria* spp. En una zona más baja, rodeadas por *Vaucheria* spp., se aprecian dos manchas de *Z. noltii* (2 m^2 y 12 m^2), mientras que en la parte superior se extiende una zona fangosa con un 20% de cobertura de *Gracilaria* sp. Respecto a campañas previas, destaca la ausencia de *Fucus ceranoides*.

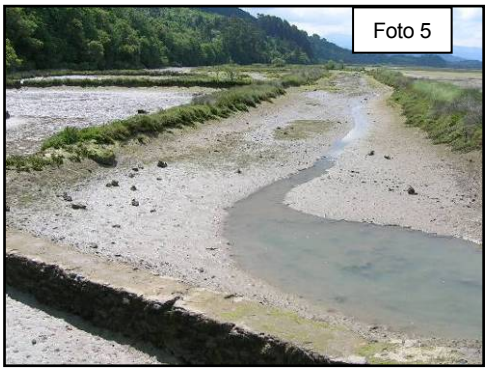
Entre el astillero de Kanala y las ruinas del molino mareal-ostrera se extiende un intermareal pedregoso, tendido, de 200 m de longitud, 10 m de anchura media y 80% de cobertura algal (clorofíceas laminares). En su parte final, a lo largo de unos 20 m, en la parte superior del intermareal se desarrolla una franja de 1 m de anchura de *Bostrichia scorpioides*, con 50% de cobertura y una mancha de unos 20 m^2 de *Gracilaria* sp.

A esta franja intermareal pedregosa le sigue una zona intermareal fangosa de unos 80 m de ancho que llega hasta el canal. Esta zona se encuentra cubierta en su parte superior por *Crassostrea* sp., que parece crecer directamente sobre el fango. Es una zona de alta tasa de sedimentación y *Vaucheria* sp. le aporta una coloración verde oscura, sobre todo en su parte anterior. En la zona posterior son más abundantes las clorofíceas filamentosas. La cobertura algal total es del 70%, repartida entre *Vaucheria* sp. (60%) y clorofíceas (40%). En las zonas más bajas y húmedas se observan varias manchas de *Z. noltii*: de 15×2 m y 95% de cobertura; de 7×2 m y 95% de cobertura; de 30 m^2 y 80% de cobertura; de 20 m^2 y 50% de cobertura, con algunas matas de *Gracilaria* sp.; de 50×10 m de anchura media y 30% de cobertura, también con *Gracilaria* sp. y algunas matas sueltas de clorofíceas laminares; y una mancha triangular de 15 m de longitud, 4 m de anchura media y 70% de cobertura.

En la parte exterior de la ostrera, pegado a la pared, se desarrolla un intermareal formado por la parte baja de

la pared, de 1m de ancho, al que sigue un intermareal pedregoso de 2 m de ancho, formado por piedras caídas del lezón. La cobertura algal es del 90%, algo mayor que en 2005, repartida entre clorofíceas laminares (90%) y *B. scorpioides* (10%).

Dentro de las ruinas de la ostrera se extiende una zona intermareal fangosa, atravesada por canales, de 300 m de longitud y unos 50 m de anchura media, con 50% de cobertura algal (Foto 5): *Vaucheria* sp. (50%), *Gracilaria* sp. (40%) y clorofíceas (10%), con coberturas semejantes a las de 2005. Los tabiques que separan los canales están cubiertos por vegetación de marisma del tipo *Halimione portulacoides*, *Juncus* sp., etc.


Foto 5

ZONA M-EOK2

En el lado norte de la isla de Txatxarramendi, se desarrolla un intermareal rocoso de 4 m de ancho sobre una gran plataforma arenosa totalmente desprovista de algas. La cobertura algal del intermareal rocoso que llega hasta la escalera es del 50%, repartida a partes iguales entre un cinturón de algas rojas (*B. scorpioides-Catenella caespitosa*), *F. spiralis* y *F. vesiculosus*. Los horizontes de *Fucus* spp. están bien desarrollados aunque se interrumpen en la parte final, continuando una vez pasada la escalera. En este primer tercio del intermareal hay muy poca cobertura de clorofíceas laminares, que quedan restringidas a la parte inferior y a las cercanías de la escalera. En la parte más inferior del intermareal las rocas están cubiertas por *Crassostrea* sp.

Pasada la escalera, la cobertura algal del intermareal alcanza el 60%, del que 50% son clorofíceas (más abundantes que en la primera parte). El alga *Pelvetia canaliculata* forma un cinturón de 2 m de longitud total y 0,5 m de anchura rodeando dos rocas, en las que alcanza coberturas del 60-70% (Fotos 6 y 7).

En el lado sur de la isla se extiende un intermareal rocoso tapizado por *Crassostrea* sp., en el que se intercalan algunas zonas arenosas. Su anchura media es de 8 m y la cobertura algal es escasa. En la zona central, se distingue una franja de unos 50 m de longitud, con 10% de cobertura algal: 40% de clorofíceas laminares, 15% de *Ascophyllum nodosum*, 40% de *F. vesiculosus* y 5% de *B. scorpioides-C. caespitosa*. En la zona más oriental *A. nodosum* es más abundante, aunque, como ya se comentó en campañas previas, gran parte de las matas se encuentran cortadas.

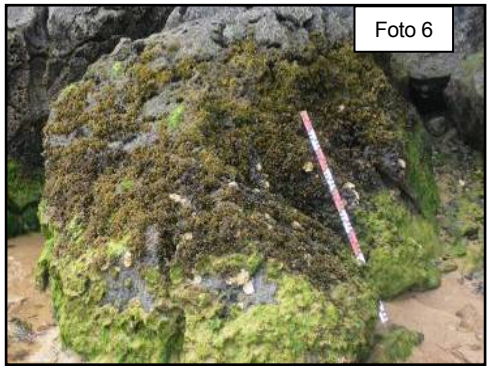

Foto 6


Foto 7

ZONA M-EOK3

En la primera mitad del lado norte de la isla Sandindere, se ha dado un gran cambio respecto a la campaña de 2005, que ha sido cubierto por arena todo el intermareal rocoso, provocando la desaparición de la cubierta algal. Por el contrario, el resto del intermareal del lado norte de la isla mantiene características similares a las de 2005: 80% de cobertura algal, de la que las clorofíceas suponen el 90%, *F. vesiculosus* supone el 5% y las rodofíceas *B. scorpioides* y *C. caespitosa* se reparten el 5% restante. En la parte baja del intermareal crece también *Crassostrea* sp.

En este punto, es importante destacar que, al contrario que en 2005, en la zona norte no se han identificado las algas pardas *A. nodosum* y *P. canaliculata*.

En el lado sur de la isla, la zona intermareal es más fangosa en su parte occidental y más rocosa en su parte oriental. La anchura media es de 10 m y cobertura algal (85%) se reparte entre clorofíceas (95%) y algunas matas

sueltas de *F. spiralis* y *F. vesiculosus*. En la parte más alta del intermareal hay una banda de unos 2 m de anchura cubierta por clorofíceas laminares (60% de cobertura), con *Vaucheria* sp. en la parte inferior. La parte anterior de la zona oriental, al igual que en la primera parte de la zona norte, está cubierta por sedimento; en su parte final el intermareal es rocoso, aunque se encuentra en vías de enfangamiento, y se encuentra tapizada por *Crassostrea* sp. en la parte baja y por una cobertura algal del 50%, repartida entre clorofíceas (95%) y *B. scorpioides* y *C. caespitosa* (5%).

Respecto a 2005, hay que destacar la desaparición de la pequeña zona en la que crecía *P. canaliculata* y de las matas de *A. nodosum*.

ZONA M-EOK4

Los cambios más importantes, respecto a la campaña de 2005, se han producido en la zona más baja. Así, la zona intermareal arenoso-fangosa que sigue al canal, presenta un mayor enfangamiento que en dicha campaña.

El intermareal es rocoso en los primeros 100 m y fangoso en los siguientes 50 m, y prácticamente se enuentra desprovisto de vegetación. Únicamente en la parte superior se distingue una franja de 2 m, con 30% de cobertura de *B. scorpioides*, *C. caespitosa* y clorofíceas. En la parte baja se encuentra una zona pedregosa, a la que sigue una zona fangosa con piedras colonizadas por *Crassostrea* sp.. El único alga que se ha identificado en toda esta zona es *C. ustulatus*, que crece sobre algunas ostras.

En los siguientes 150 m, el intermareal discurre sobre una curva en cuya parte central se forma una pequeña “playa” con piedras. En la parte central de esta “playa”, sobre las piedras, se ha identificado una cantidad apreciable de matas “cortadas” de *A. nodosum* (Foto 8), siendo la zona con mayor abundancia de esta especie en todo Urdaibai. Algunas de las matas están epifitadas por *Polysiphonia lanosa*. También se han identificado *F. vesiculosus* y, en la zona más alta del intermareal, *B. scorpioides* y *C. caespitosa* (Foto 9).

En la parte final del intermareal se encuentra una zona enfangada con pequeñas piedras sueltas, aproximadamente de unos 15 m de longitud y 5m de anchura, cubierta por clorofíceas laminares (20%).

Poco antes del final de la zona, en la parte superior del intermareal, se encuentra un área cubierta por *F. vesiculosus* y, por debajo, un zona arenofangosa donde se distingue una mancha de *Vaucheria* sp. de unos 50 m de longitud y 7 m de anchura, con 80 % de cobertura.


Foto 8


Foto 9

ZONA M-EOK5

Corresponde a una gran zona intermareal compuesta por islotes con vegetación de marisma (principalmente *Halimione portulacoides*, *Salicornia* spp., *Inula crithmoides* y *Juncus* sp.), separados por numerosos canales fangosos.

Respecto a 2005, se aprecia un aumento en la distribución de *Salicornia* spp., especialmente en los bordes más altos. En los canales se distinguen *Vaucheria* sp. (en las zonas más altas) y *Gracilaria* sp. (en las zonas más bajas), siendo esta especie más abundante en los canales más cercanos al canal principal. Por debajo del cinturón de *Vaucheria* sp. se desarrollan las clorofíceas filamentosas y, en algunas zonas de los canales que quedan sumergidas en la bajamar, se observan matas de clorofíceas laminares.

ZONA M-EOK6

Se trata de una extensa plataforma intermareal de sedimento predominantemente arenoso en su parte norte (más cercana al mar) y más fangoso en la mitad sur. La atraviesan varios canales que se comunican con el principal y la dividen en subzonas más pequeñas. El aspecto general de esta zona los años 2008 y 2005 se muestra en las Fotos 10 y 11.


Foto 10


Foto 11

Esta plataforma está colonizada por diferentes especies de macrófitos que forman bandas o áreas características que se distribuyen en diagonal a lo largo de la plataforma. Un análisis global de esta distribución muestra que desde el canal principal hasta la zona terrestre se pueden encontrar:

- Una zona intermareal fangosa en pendiente ascendente, desprovista de cobertura vegetal.
- Un borde más escarpado, que corona la zona anterior, colonizado por *Vaucheria* sp.
- Una zona más húmeda, detrás del borde, cubierta por *Z. noltii* y algunas clorofíceas.
- Una zona más seca, arenoso-fangosa, cubierta por clorofíceas y *Vaucheria* sp.
- Otra zona más húmeda, fangosa, cubierta por *Gracilaria* sp., *Z. noltii* y clorofíceas. En la parte central de esta zona se distinguen algunos islotes de *Spartina* sp., que alcanzan su máximo desarrollo en la mitad norte de la plataforma.
- Una gran banda de *Gracilaria* sp., cuyo máximo desarrollo se produce en la mitad sur de la plataforma y que, en gran parte, está acompañada por matas laminares de clorofíceas.
- Un cinturón estrecho pero bien desarrollado de *Z. noltii* por encima de la banda de *Gracilaria* sp., en la zona central de la plataforma.

La parte más alta de la plataforma queda ocupada por vegetación de marisma, con algunas manchas de *Spartina* sp., *Salicornia* sp., *H. portulacoides*, etc.

Debido a la distribución en diagonal de las bandas de macrófitas, unos transectos transversales sobre la plataforma variarían mucho desde la zona norte a la sur: en la zona norte, partiendo del canal el transecto terminaría en la banda que contiene los islotes de *Spartina* sp.; en la zona sur, partiendo desde el canal, después del borde de *Vaucheria* sp., se encontraría directamente la banda de *Gracilaria* sp., *Z. noltii* y clorofíceas, sin que aparezca *Spartina* sp. hasta llegar a la mitad de la plataforma.

La distribución de la cobertura algal, sin embargo, muestra un patrón distinto. Desde el canal de separación entre las zonas 6 y 8 hasta el primer canal transversal de la plataforma, en una longitud media de unos 80 m y 140

m anchura, se encuentra una zona de *Spartina* sp. en la zona superior (40 m de longitud, 10 m de anchura y 70% de cobertura) a la que sigue una zona con tamarindos.

Partiendo del canal, se desarrolla un intermareal fangoso sin vegetación, seguido de una zonación del tipo *Vaucheria* sp. – *Gracilaria* sp. – *Vaucheria* sp. – *Z. noltii* y *Gracilaria* sp. – *Gracilaria* sp. y matas de clorofíceas laminares.

A continuación, se encuentran 3-4 manchas de 1 m de diámetro de *Z. noltii-Gracilaria* sp. y otra mancha de unos 30 m de longitud y 15 m de anchura, con una cobertura del 80%, de la que 60% corresponde a *Z. noltii*. y 40% a *Gracilaria* sp.; por encima de estas manchas, junto a los tamarindos, discurre un islote de *Spartina* sp. de unos 15 m de longitu y 5 m de anchura, con una cobertura del 90%.

Atravesado otro pequeño canal, en la parte media-baja del intermareal, discurre una banda de *Vaucheria* sp. y clorofíceas filamentosas, con *Gracilaria* sp. en las zonas más húmedas. Dicha banda presenta una anchura de 80 m y 85% de cobertura vegetal, de la que 50% corresponde a las clorofíceas, 30% a *Vaucheria* sp. y 10% a *Gracilaria* sp. Por encima, se distinguen 4 pequeños islotes de *Spartina* sp. (situados en la zona media del transecto), que no se encontraron en 2005. A continuación se desarrolla una zona de *Z. noltii*, formando manchas en mosaico a lo largo de 20 m, con 15 m de anchura y 80% de cobertura vegetal, de la que 45% corresponde a *Z. noltii*, 45% a clorofíceas y 10% a *Gracilaria* sp.

Desde el canal horizontal que divide la plataforma en su parte sur (hasta el observatorio) hasta el canal principal, discurre una zona fangosa de unos 100 m de longitud colonizada por *Vaucheria* sp. y clorofíceas, que ocupan el 60% de la zona (35% *Vaucheria* sp. y 65% las clorofíceas). El 40% restante está ocupado por *Gracilaria* sp. (65%) y *Z. noltii* (35%). Se observa cierta tendencia negativa en la cobertura de *Gracilaria* sp., que va siendo sustituida por *Z. noltii*. También se observan algunos islotes de *Spartina* sp., algunos en la franja de los tamarindos.

Desde el canal horizontal hacia la franja de los tamarindos, antes de llegar al observatorio, se extiende una plataforma fangosa colonizada por *Gracilaria* sp. y clorofíceas, con 80% de cobertura (90% *Gracilaria* sp. y 10% clorofíceas), aunque en la parte final (150 m antes del observatorio), por encima del cinturón de *Gracilaria* sp. se desarrolla uno de *Z. noltii* de 7 m de longitud y 55% de cobertura. Llegando a la caseta observatorio, este cinturón se ensancha y, 15 m antes del observatorio, comienza a reducir su densidad hasta desaparecer. Frente al observatorio, en la parte media de la plataforma, se encuentran un gran número de islotes de *Spartina* sp.

Hacia el norte, una vez pasados los islotes de *Spartina* sp., *Z. noltii* presenta un gran desarrollo y la estructura del intermareal es similar a la anteriormente descrita. Tras el canal principal, se encuentra un citurón de *Vaucheria* sp., seguido de una plataforma arenoso-fangosa. Los primeros 20 m de la plataforma presentan una cobertura vegetal del 60%, con *Z. noltii* (85%) y *Vaucheria* sp. (15%). En los siguientes 50 m la cobertura vegetal vegetal se incrementa al 80%, con *Vaucheria* (5%) y clorofíceas (95%). A continuación se distingue otra zona de 50 m de anchura y 95% de cobertura vegetal, de la que *Z. noltii* (muy desarrollada) representa el 30%, *Gracilaria* sp. y *Ulva* sp. (forma *Enteromorpha*) representan el 30% y las clorofíceas laminares el 10%. Le siguen un canal horizontal y un horizonte de *Gracilaria* sp. de 40 m de anchura media y 90% de cobertura vegetal con un 5% de clorofíceas (*Ulva* sp.). Por encima, en algunas zonas, se desarrolla un cinturón de *Z. noltii*.

En la parte superior de un gran canal 100 m al norte del observatorio, desaparece el cinturón de *Z. noltii* y vuelve a aparecer más adelante formando una mancha de unos 5 m de diámetro, con una cobertura del 50%.

Desde el comienzo del lezón hacia el norte, el horizonte de *Gracilaria* sp. llega hasta el borde superior del intermareal, formado por piedras caídas del lezón sobre las que crece *Crassostrea* sp. Por delante, unos 200 m al norte del observatorio, se observan 4 islotes de *Spartina* sp.

Frente a la mitad del lezón, en la parte baja del intermareal, se encuentra un canal profundo con un intermareal que presenta una estructura semejante a la observada en el canal principal.

Desde la mitad del lezón hasta poco antes de llegar a los grandes islotes de *Spartina* sp. de la zona norte, el intermareal presenta una estructura semejante a la descrita anteriormente, aunque los cinturones de *Z. noltii* y *Gracilaria* sp. tienen un desarrollo menor a favor de *Vaucheria* sp. y de las clorofíceas, que presentan mayor desarrollo.

En los alrededores de los grandes islotes de *Spartina* sp., desde el canal principal, se encuentra una banda de *Vaucheria* sp., seguida de una amplia zona arenoso-fangosa de unos 70 m de anchura, tapizada por *Vaucheria* sp. (5%) y clorofíceas (95%). Por encima de esta zona, en unos 100 m de anchura, se observan

importantes manchas de *Z. noltii* (densas y con cobertura importante) en las zonas más bajas y húmedas, de características similares a las descritas más al sur, junto con zonas de clorofíceas. Frente a los islotes se aprecia una mancha de *Z. noltii* de unos 50 m de diámetro, con 80% de cobertura. Los islotes de *Spartina* sp. forman un continuo que comienza frente a la torre Madariaga y se extiende hasta el final de la plataforma. En conjunto ocupan una zona de unos 35 m de anchura y con 30% de cobertura, aunque por debajo de esta zona también se están formando pequeños islotes de *Spartina* sp. Por encima de dichos islotes también se observa un pequeño horizonte discontinuo de *Z. noltii* que, en conjunto, alcanza una anchura de unos 5 m, con 10% de cobertura media. Le siguen una zona fangosa sin cobertura vegetal y un cinturón de *Gracilaria* sp. que prácticamente llega hasta el borde del intermareal.

Por debajo de los islotes de *Spartina* sp., hacia el canal, se observan importantes manchas de *Z. noltii*, de hasta 40 m de longitud, 10 m de anchura y 50% de cobertura, sobre todo en los alrededores de los pequeños canales, donde el intermareal se hace más húmedo.

Hacia el final de la plataforma (zona norte), el cinturón de *Z. noltii*, que se sitúa por encima del horizonte de *Spartina* sp., se va ensanchado y llega a alcanzar una longitud de unos 50 m y una anchura de unos 20 m, con 30% de cobertura. Por delante, *Z. noltii* aparece mezclada con *Gracilaria* sp., formando una banda de 100 m de longitud aproximada, 30 m de anchura y 90% de cobertura (45% de *Gracilaria* sp.; 35% de *Z. noltii*; 20% de clorofíceas laminares).

En la parte final de la plataforma, en la parte alta del intermareal, se desarrolla vegetación de marisma: *H. portulacoides* y *Spartina* sp. Por debajo, se encuentra una zona arenoso-fangosa, de unos 60 m de anchura, en la que se desarrollan algas clorofíceas (principalmente) y *Vaucheria* sp., con 95% de cobertura, aunque también se observa alguna pequeña mancha de *Z. noltii* en las zonas más bajas y de *Vaucheria* sp. en las más altas.

Por debajo de los islotes de *Spartina* sp. de la zona norte, rodeados por *Z. noltii*, se distingue una zona arenosa y húmeda, sin cobertura vegetal, de unos 20 m de anchura media, con una importante densidad de deyecciones de *Arenicola marina*. Por debajo de esta zona, discurre un tupido horizonte de *Z. noltii* muy desarrollada, de una anchura media de 30 m y 250 m longitud, con 75% de cobertura (Foto 12). Por debajo de esta zona el intermareal es arenoso y se extiende hasta el canal principal.

En toda esta zona, sobre sustrato duro, se distinguen algunas matas aisladas de *F. ceranoides*.


Foto 12

ZONA M-EOK7

En la margen derecha, desde el final de la ostrera hasta el comienzo de la zona de marisma que se encuentra en el interior, el borde está formado por un pequeño intermareal pedregoso con troncos caídos, con una anchura media de unos 3 m y 70% de cobertura algal, de la que 90% corresponde a clorofíceas y a rodofíceas (principalmente, *B. scorpioides*) que crecen por encima del nivel de las clorofíceas. También se observan algunas manchas, muy pequeñas, de plantas de marisma como *H. portulacoides* o *Juncus* sp.

A este intermareal le sigue una gran plataforma arenoso-fangosa cubierta por las macrófitas *Spartina maritima*, *Gracilaria* spp., *Vaucheria* spp., *Z. noltii* y *Ulva* sp. (formas laminares y filamentosas). *S. maritima* forma islotes extensos desde el comienzo de esta zona. La distribución y coberturas son similares a las de 2005, con 20% de *S. maritima*, 10% de *Gracilaria* sp., 50% de clorofíceas filamentosas, 10% de *Vaucheria* sp., 5% de *Z. noltii* y 5% de clorofíceas laminares. Sobre sustrato duro, crecen matas dispersas de *F. ceranoides*.

En su parte anterior, en las zonas más bajas, se forman canales de poca pendiente que mantienen la humedad, en los que se distinguen manchas de *Z. noltii*, algunas de ellas relativamente extensas (de hasta 25 m de longitud, 10 m de anchura media y 60% de cobertura).

A partir de la zona central (Foto 13), hacia el interior, las partes altas están cubiertas por *Gracilaria* spp., en algunas zonas acompañada por *Z. noltii*. Una de esas zonas, rodeada por praderas de *S. maritima*, alcanza los 50 m de longitud y 15 m de anchura media y se encuentra cubierta por *Gracilaria* spp. (35%) y *Z. noltii* (65%). En estas zonas, a medida que aumenta el enfangamiento, *Gracilaria* spp. va reemplazando a *Z. noltii*.

Por detrás, antes de llegar a los primeros juncales, se encuentra otra zona con manchas de *Z. noltii*, de 25 m de diámetro y 30% de cobertura, y *Gracilaria* sp. (al igual que antes, reemplaza a *Z. noltii* al aumentar el enfangamiento), y de 15 m de diámetro con 35% de cobertura de *Z. noltii* y 45% de *Gracilaria* sp.

En la zona interna (Foto 14), en los alrededores de las praderas de *S. maritima*, se observan puntos con matas laminares de clorofíceas, que podrían provenir de arribazones. En la base de las plantas de *S. maritima* se deposita gran cantidad de matas de *F. ceranoides* de arribazón retenidas por los tallos.


Foto 13


Foto 14

ZONA M-EOK8

En su primera parte, hasta llegar a la banda de *Gracilaria* sp., presenta características similares a las de la campaña de 2005: en la parte alta, en las piedras sueltas que hay sobre el fango, crecen matas bien desarrolladas de *F. ceranoides*; por debajo, hacia el canal, las piedras están cubiertas por *Crassostrea* sp. Las conchas de las ostras, y las piedras, se encuentran tapizadas por *C. ustulatus*. Hacia el final de esta zona se encuentra una pared derruida, cubierta por *Crassostrea* sp. y, en algunas zonas, por fango. En la parte superior se desarrolla la marisma con *H. portulacoides* y, por debajo, algunos islotes de *S. maritima* y *Salicornia* spp.

Hacia el canal hay una zona llana fangosa de unos 20 m de anchura y 50 m de longitud. En 2005 estaba desprovista de vegetación, pero en 2008 presenta una cobertura vegetal del 70%, de la que el 60% corresponde a *Vaucheria* sp. y el 40% a *Gracilaria* sp. (en la parte más baja y húmeda) (Foto 15).

En el meandro, donde se desarrolla una banda de *Gracilaria* sp., entre la zona de marisma y la banda de *Gracilaria* sp., hay una zona con clorofíceas (70%) y *Vaucheria* sp. (30%), de unos 10 m de anchura y 40 m de longitud, con 90% de cobertura algal. A partir del recodo, y por debajo de esta última zona descrita, se desarrolla una importante banda de *Gracilaria* sp. de unos 30 m de longitud y 12 m de anchura media (mayor que la observada en 2005), con 85% de cobertura. Los bordes que dan al canal principal y al que divide esta zona de la zona 6 están cubiertos por *Vaucheria* sp.

Finalmente, cabe destacar que en el conjunto de la masa de agua de transición del Oka Exterior se han producido importantes cambios hidro-sedimentarios que han favorecido la expansión y desarrollo de *Z. noltii*.


Foto 15

CALIDAD BIOLÓGICA

En la Tabla 113 se observan los datos obtenidos para la masa de agua de transición del Oka Exterior en 2008 con objeto de obtener la calificación para cada cada tramo. La metodología utilizada se explica en el Tomo 1.

Las ocho zonas analizadas corresponden a dos tramos salinos: las primeras cuatro zonas quedan enclavadas en el tramo euhalino; las cuatro últimas zonas ocupan el tramo polihalino. Así, la calificación global obtenida por el tramo euhalino, al que se asigna la estación E-OK20, es de 'Muy Buen Estado'. Por otro lado, el tramo polihalino, al que se asigna la estación E-OK10, presentaría 'Buen Estado'.

La evaluación llevada a cabo en las campañas de 2002 y de 2005 no presenta variaciones debidas al cambio en la ponderación de las zonas, por lo que ambos tramos mantienen la calificación de 'Buen Estado' en las dos campañas. Por tanto, se detecta cierta mejoría en el tramo euhalino, que principalmente se debe a un aumento en la cobertura de algas que no son indicadoras de contaminación y a una disminución de la cobertura relativa de algas verdes respecto al resto de algas en la zona M-EOK1 (la más extensa de las cuatro). Por otro lado, el tramo polihalino, no presenta diferencias respecto a las campañas previas en la calificación global.

En la presente campaña de 2008, a pesar de la mejoría detectada en el tramo euhalino, la valoración global para la masa de agua, aplicando al conjunto de zonas delimitadas la misma media ponderada que se hace para el cálculo por tramo, no ha variado respecto 2002 y 2005, y se mantiene en '**Buen Estado**'.

INDICADORES	M-EOK1	M-EOK2	M-EOK3	M-EOK4	M-EOK5	M-EOK6	M-EOK7	M-EOK8
1- Riqueza	5	5	5	5	3	5	5	5
3- Cobertura indicadores contaminación	3	3	3	1	3	3	1	3
4- Cobertura media algas sin indic contamin.	5	3	1	3	3	5	5	5
5- Ratio verdes/resto	5	3	3	1	3	5	5	5
SUMA=	18	14	12	10	12	18	16	18
CALIFICACIÓN AREA=	MB	B	A	A	A	MB	B	MB
EQUIVALENCIA=	10	8	6	6	6	10	8	10
SUPERFICIE DE LA ZONA=	22.000	6.250	2.450	3.500	100.000	47.000	525.000	8.000
PORCENTAJE SOBRE EL TRAMO=	0,64	0,18	0,07	0,10	0,15	0,07	0,77	0,01
VALOR GLOBAL=	6,4	1,5	0,4	0,6	0,9	0,7	6,2	0,1
EQUIVALENCIA TRAMO=	8,9				7,9			
CALIFICACIÓN TRAMO=	MB				B			
ESTACIÓN RED ASIGNADA=	E-OK20				E-OK10			

Tabla 113 Calificación de cada indicador de macroalgas y las equivalencias para la calificación de cada tramo de la masa de agua de transición del Oka Exterior, asignado a cada estación de muestreo de la Red de Calidad, en 2008.

7.6. INDICADORES FISICOQUÍMICOS

7.6.1 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN AGUAS

CONSIDERACIONES GENERALES

En la Tabla 114 se muestran los datos medios anuales, correspondientes a las campañas de 2008, de las variables hidrográficas analizadas en superficie y fondo en la masa de agua del Oka exterior, y de las variables relacionadas con el estado trófico (únicamente en superficie).

En el año 2008 la temperatura media del agua varía entre 15.4º C y 16.1º C, siendo las temperaturas más elevadas las registradas en la zona exterior del estuario. De la misma manera, tanto el porcentaje de saturación de oxígeno como la salinidad aumentan desde la zona interior hasta la desembocadura. El oxígeno disuelto tanto en superficie como en fondo no alcanza el 80% en la estación más interna lo que indica cierto déficit de oxígeno en el que predominan procesos heterótrofos sobre los autótrofos. A partir de los datos de salinidad se ha calculado la proporción de agua fluvial. Aunque tanto la zona interna como la zona externa de la masa de agua se caracterizan por un predominio de agua marina, la estación más interna (E-OK10) muestra un porcentaje de agua fluvial superior al de la estación exterior (E-OK20).

El gradiente de dilución de los aportes de origen terrestre, desde la estación E-OK10 hasta la estación E-OK20, se pone de manifiesto en los valores medios de concentración de todos los nutrientes recogidos en la Tabla 114.

En los datos generales se observa la influencia de la estacionalidad y de las fluctuaciones en el caudal en la composición de los aportes. La influencia del estado de la marea es un factor de variabilidad importante y, también se observan, cambios relacionados con la evolución de las cargas y concentraciones aportadas por el río, en

función de la evolución del caudal y duración de la avenida.

Variable	Unidad	E-OK10-S	E-OK10-F
Temperatura	°C	15,63	15,41
Salinidad	USP	20,03	21,83
Agua fluvial	%	43,73	38,69
Saturación O2	%	77,83	73,65
pH		7,92	7,98
Silicato	$\mu g.dm^{-3}$	48,53	
Amonio	$\mu mol.dm^{-3}$	31,33	
Nitrito	$\mu mol.dm^{-3}$	2,45	
Nitrato	$\mu mol.dm^{-3}$	34,99	
Nitrógeno Total	$\mu mol.dm^{-3}$	102,38	
Fosfato	$\mu mol.dm^{-3}$	1,12	
Fósforo Total	$\mu mol.dm^{-3}$	2,44	
Carbono O. Total	$\mu mol.dm^{-3}$	231,17	
	$\mu mol.dm^{-3}$		

Variable	Unidad	E-OK20-S	E-OK20-F
Temperatura	°C	16,07	16,17
Salinidad	USP	29,29	29,91
Agua fluvial	%	17,73	15,98
Saturación O2	%	92,26	85,01
pH		8,07	8,08
Silicato	$\mu g.dm^{-3}$	16,83	
Amonio	$\mu mol.dm^{-3}$	3,98	
Nitrito	$\mu mol.dm^{-3}$	0,48	
Nitrato	$\mu mol.dm^{-3}$	16,53	
Nitrógeno Total	$\mu mol.dm^{-3}$	34,31	
Fosfato	$\mu mol.dm^{-3}$	0,41	
Fósforo Total	$\mu mol.dm^{-3}$	0,84	
Carbono O. Total	$\mu mol.dm^{-3}$	117,58	
	$\mu mol.dm^{-3}$		

Tabla 114 Masa de agua del Oka exterior. Valores medios de variables relacionadas con el estado trófico. F: fondo, S: superficie.

EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LAS VARIABLES HIDROGRÁFICAS GENERALES

En las series de datos disponibles no se observan tendencias que indiquen un incremento o descenso significativo y mantenido de los valores de las variables de tipo general y de las relacionadas con el estado trófico. Tal como se señala en el estudio de presiones e impactos (Borja et al., 2006a), el nivel de presión relacionado con la entrada de nutrientes es moderado en el estuario del Oka.

En cuanto a nutrientes, dentro de la alta variabilidad característica de los estuarios, y de fluctuaciones asociadas a la estacionalidad y a las diferentes condiciones hidrológicas, no se observa una tendencia a la disminución en los últimos años. Incluso, algunos de los máximos más importantes se han registrado en los últimos años, siendo más significativo este aspecto en la estación E-OK20 (Figura 113). Asimismo, el patrón de distribución temporal del fosfato en esta estación es muy similar, con una destacable covarianza, tanto con el NID como con la fracción del NID constituida por el amonio, que contribuye de forma importante a los máximos citados (Figura 113).

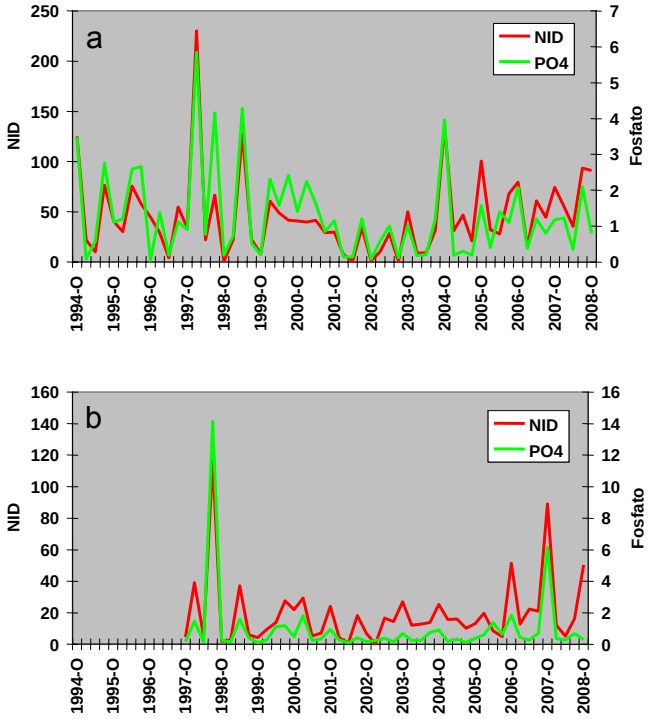


Figura 113 Evolución trimestral, entre otoño de 1994 y otoño de 2008, de la concentración de Nitrógeno Inorgánico Disuelto (NID) y fosfato, ambos en micromoles por litro, en las estaciones de la masa de agua de transición del Oka exterior (E-OK10 (a) y E-OK20 (b)), en aguas de superficie (media de pleamar y bajamar).

A modo de ejemplo, la Figura 114 muestra la evolución temporal del porcentaje de saturación de oxígeno en las estaciones del Oka exterior. Se experimentó una situación de casi saturación en ambas estaciones hasta el 2001. Posteriormente se da un período de descenso en la saturación hasta finales de 2005, y a partir de entonces la situación se estabiliza mostrando valores alrededor del 60-100%.

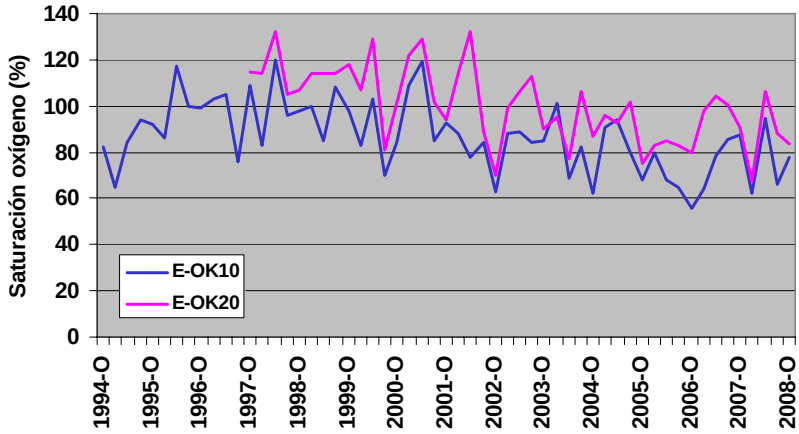


Figura 114 Evolución temporal del porcentaje de saturación de oxígeno disuelto en las dos estaciones de la masa de agua de transición del Oka exterior (E-OK10 situada en la zona interior y E-OK20 en la desembocadura), media de pleamar y bajamar, superficie y fondo.

METALES DISUELTOS

Las concentraciones de cromo (trivalente y hexavalente) y de mercurio en las aguas de superficie de las estaciones de la masa de transición exterior del estuario del Oka se mantienen, como en la mayoría de los casos precedentes, por debajo de sus respectivos límites de detección (2, 3 y 0.3 $\mu g \cdot l^{-1}$ respectivamente).

En la Figura 115 se muestra la evolución de la concentración media del resto de los metales para el periodo comprendido entre invierno de 1998 y verano de 2008. Los valores empleados son medias correspondientes a los datos de pleamar y bajamar para las dos estaciones de muestreo de la masa exterior del estuario (E-OK10 y E-OK20), hasta el año 2006, desde 2007 solamente se han muestreado las estaciones en bajamar.

En este estuario no se observan tendencias bien definidas en la evolución de las concentraciones de los distintos metales. Aunque se podría decir que la tendencia de los últimos años a sido a disminuir la concentración. Se podría destacar que la concentración de Cd en el 2008 a disminuido por debajo del limite de detección y por lo tanto por debajo del objetivo de calidad establecido (0,2 $\mu g \cdot l^{-1}$) que a sido varias veces superada en las dos estación en los años posteriores; siendo la estación E-Ok20 la estación en la que se registraron los valores más altos de Cd en invierno del 2002 y 2003 con 3,8 y 7,9 $\mu g \cdot l^{-1}$, respectivamente. El resto de metales presentan tendencias bastante irregulares con concentraciones bajas solo superando los objetivos de calidad en casos esporádicos, en concreto, en la estación E-OK10 (astillero de Murueta), con el zinc en verano de 2002 con 93 $\mu g \cdot l^{-1}$, siendo el objetivo de calidad 60 $\mu g \cdot l^{-1}$.

En verano del 2008 se aprecia un ligero aumento casi mantenido de la concentración para todos los metales excepto el Ni que se puede apreciar un aumento de concentración en todas las estaciones, aun así, no superan los objetivos de calidad establecidos en ninguno de los casos.

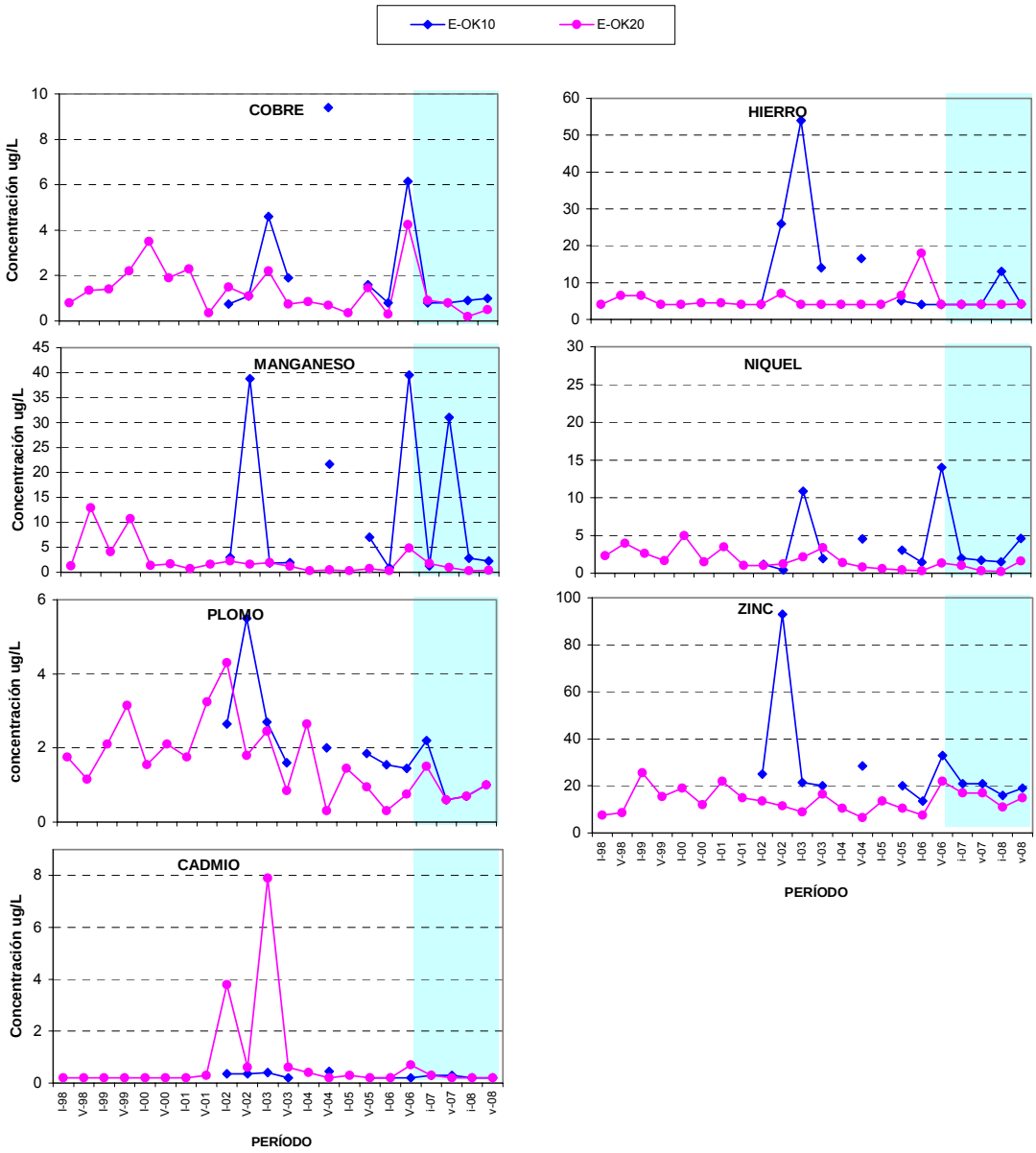


Figura 115 Evolución temporal de la concentración media (pleamar-bajamar) para cada metal en las estaciones del estuario del Oka en el periodo que abarca desde otoño de 1996 a verano de 2007, desde el año 2007 sólo se ha tenido en cuenta los datos de bajamar.

CONTAMINANTES ORGÁNICOS Y OTROS CONTAMINANTES ESPECÍFICOS

De modo aleatorio y sin una pauta en concreto se detecta la presencia de derivados de naftaleno, fenantreno, antraceno y fluoreno en las dos estaciones de muestreo, sin superar en ningún caso el objetivo de calidad establecido para cada uno de los compuestos del grupo.

ESTADO EN FUNCIÓN DE LOS INDICADORES FÍSICO-QUÍMICOS

En 2007 la calidad físico-química de la masa de agua se puede calificar como: **'Muy buena' en E-OK10 y en E-OK20.**

En cuanto a los objetivos de calidad físico-química, la estación E-OK10 no cumple para amonio y turbidez, mientras que la estación E-OK20 no cumple para amonio y fosfato, debido a la falta de saneamiento.

ESTADO QUÍMICO

Teniendo en cuenta las Directivas europeas y la normativa española, referida a aguas (ver Tomo 1), se puede decir que en este estuario **'No Cumplen'** la estación E-OK10 y E-OK20 por presencia de Cd.

7.6.2 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS

PARÁMETROS SEDIMENTOLÓGICOS DE CARÁCTER GENERAL

En la Tabla 115 se recogen los datos correspondientes los parámetros sedimentológicos correspondientes a los muestreos de invierno de 2008.

En la Figura 116 se muestran las gráficas con la evolución temporal de los distintos parámetros. En esta figura se muestra que la estación más interna de esta masa de agua (E-OK10, situada en las proximidades del Astillero de Murueta), presenta generalmente mayor contenido en finos y materia orgánica y menor ratio carbono/nitrógeno. En general, la evolución temporal de la composición granulométrica no sigue un patrón definido y es muy variable. La evolución temporal de la materia orgánica muestra un descenso en la estación E-OK10 desde 2005. En el caso de la estación E-OK20 se observa un descenso discontinuo desde 1998. La relación C/N es relativamente constante en la estación E-OK10 en comparación con la más externa, con valores entre 1,7 y 20. En la estación E-OK20, el ratio varía entre 35 y 302, alcanzado el máximo en 2007.

ESTACION	INVIERNO - 2008							
	GRAVA (%)	ARENA (%)	FINO (%)	M.O. (%)	REDOX (mV)	C.O.P. (mol·Kg^{-1})	N.O.P. (mol·Kg^{-1})	C / N
E-OK10	0,71	23,29	76,00	6,81	-105	2,92	0,23	12,5
E-OK20	0,26	99,49	0,25	0,91	51	3,48	0,05	67,7

Tabla 115 Parámetros sedimentológicos correspondientes a los muestreos de invierno de 2008 en cada estación. (GRAVA > 2 mm > ARENA > 63 µm > FINO). M.O.: materia orgánica; C.O.P.: carbono orgánico particulado; N.O.P.: nitrógeno orgánico particulado; C / N: relación carbono / nitrógeno.

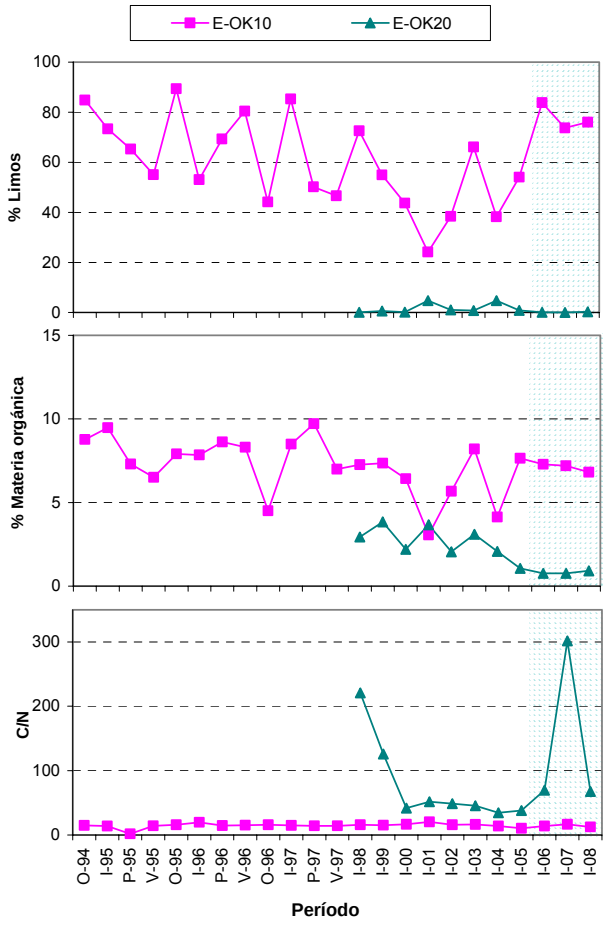


Figura 116 Gráficas de evolución temporal del contenido en limos, contenido en materia orgánica y relación C/N.

METALES PESADOS

Las concentraciones de metales pesados analizadas en la campaña de invierno de 2008 se resumen en la Tabla 116. La estación E-OK10 presenta mayores concentraciones de Cd, Cr, Cu, Fe, Pb y Zn. En la estación más exterior (E-OK20), situada en el embarcadero de Sukarrieta, se registra el máximo de Mn y Hg.

La evolución temporal de los factores de contaminación en la masa de agua de transición del Oka exterior para los metales pesados se presenta en la Figura 117. En general, la concentración de los metales presenta valores próximos al nivel de fondo regional. Sin embargo, destacan máximos puntuales, como los registrados en Cd (1996, en la estación E-OK10) y Hg (en 2008 en la estación E-OK20).

ESTACIÓN	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn
	mg·Kg^{-1}								
E-OK10	0,24	64,8	36,5	33967	0,20	169,2	37,7	40,1	118,2
E-OK20	0,07	27,2	12,7	27187	1,37	225,2	28,4	37,7	70,2
MEDIA	0,16	46,0	24,6	30577	0,78	197,2	33,0	38,9	94,2
DESV. EST	0,13	26,6	16,8	4794	0,82	39,6	6,6	1,7	34,0

Tabla 116 Concentración de metales pesados en los sedimentos en la campaña de invierno de 2008.

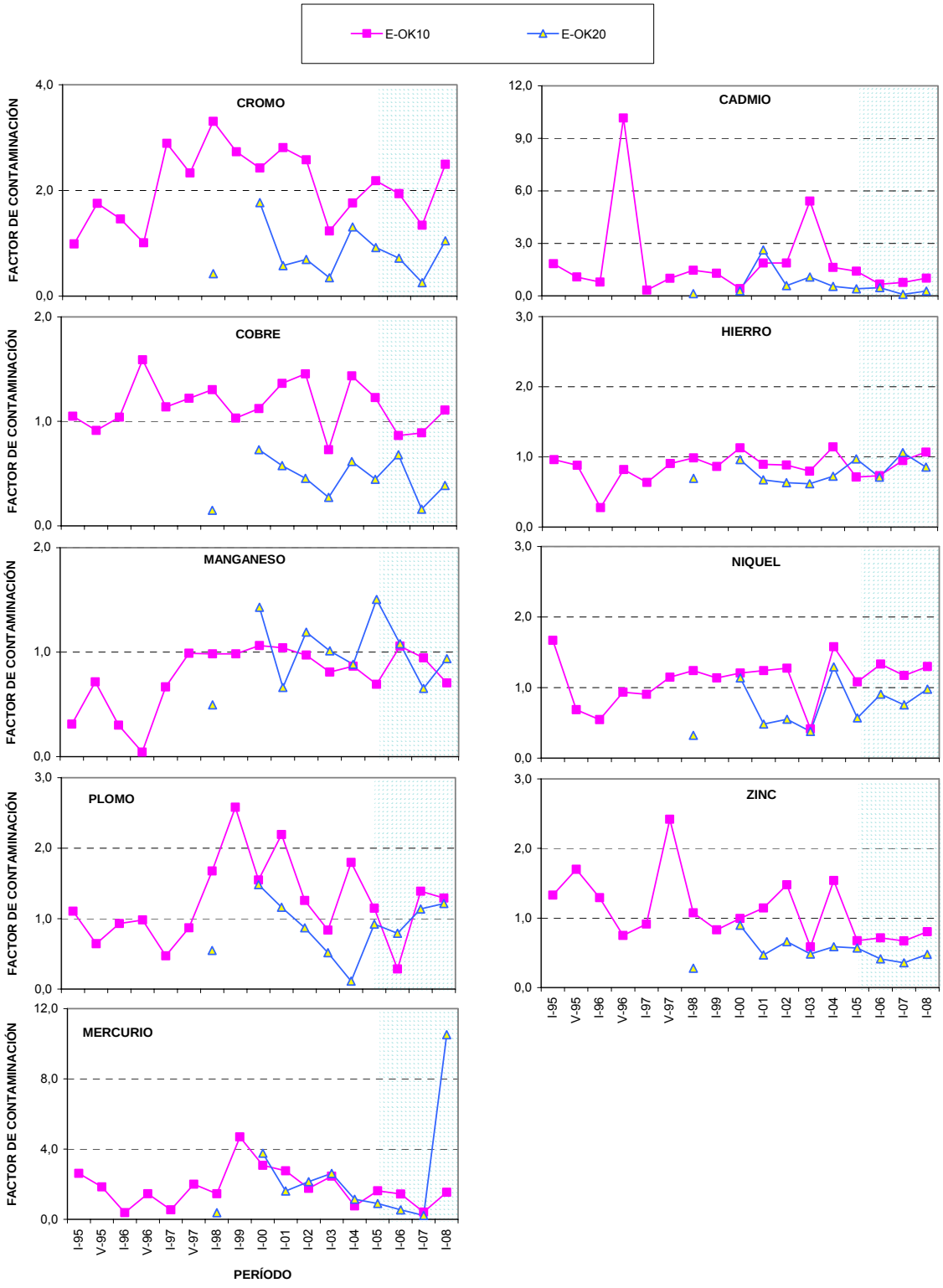


Figura 117 Evolución temporal de los factores de contaminación calculados para cada metal.

COMPUESTOS ORGÁNICOS

En la Figura 118 se muestra la evolución temporal de los contaminantes orgánicos.

El sumatorio de PCBs muestra que en la mayoría de las estaciones se alcanzan concentraciones próximas al nivel de detección. En relación al DDT, hexaclorociclohexano (HCH), drines y hexaclorobenceno (HCB), en los últimos años las concentraciones eran inferiores al límite de detección o próximas a él, con la excepción de los años 2002 y 2003 en E-OK20 para aldrín y dieldrín. El aparente incremento en HCH desde 2006 a 2007 es debido a un incremento en los límites de detección.

Los PAHs presentan una gran variabilidad temporal y espacial, siendo el hecho más notable el incremento observado desde 2003 a 2005.

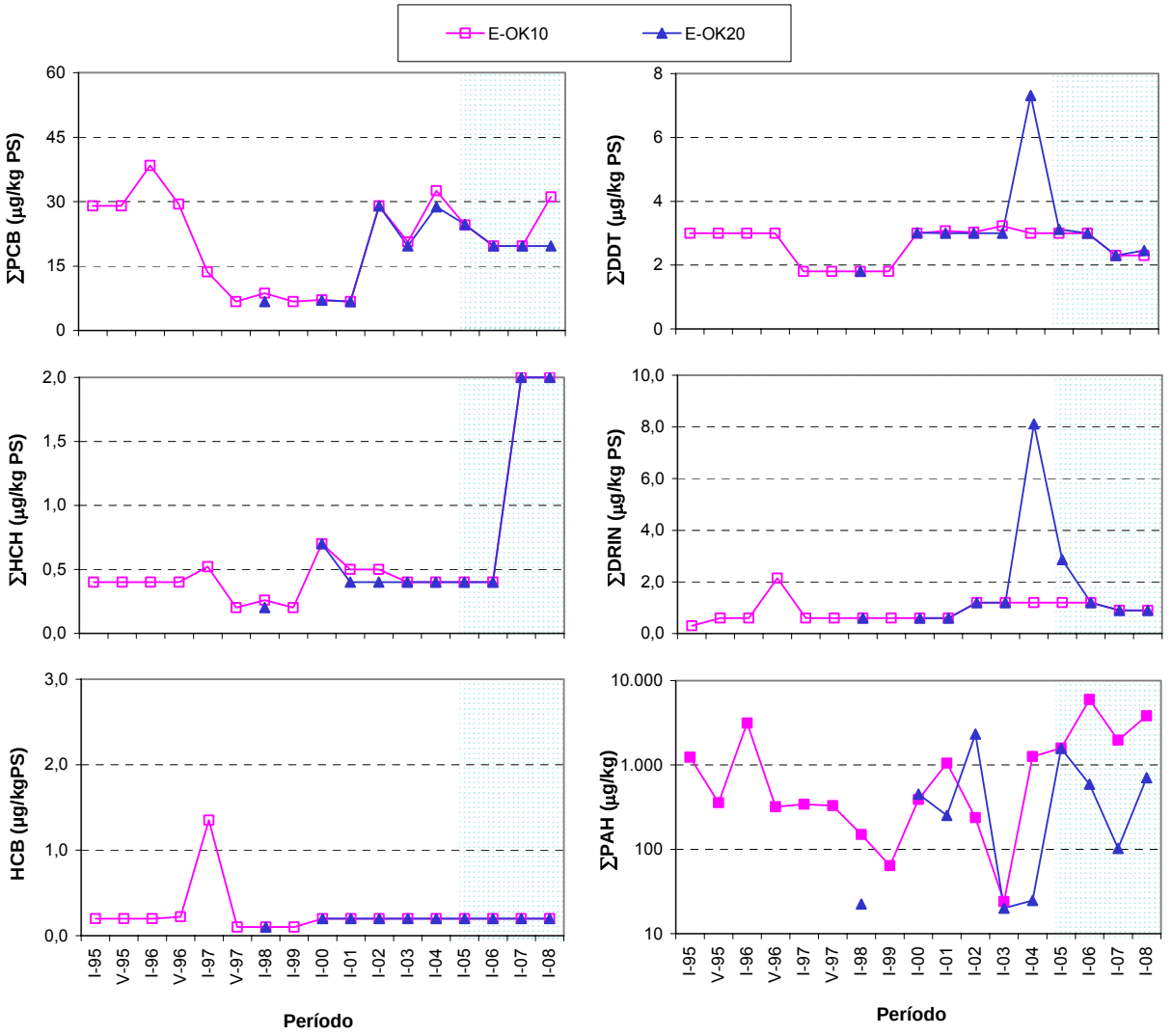


Figura 118 Evolución temporal de la concentración de compuestos orgánicos (µg kg^{-1}).

NORMATIVAS

Como se ha explicado en el capítulo de metodología, a nivel estatal no existe una legislación por la que se regule la gestión de sedimentos contaminados, sino que las actuaciones en este campo se hallan controladas por las correspondientes autorizaciones que, en su caso, concedan las administraciones correspondientes.

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

Siguiendo la metodología para establecer el grado de contaminación en los sedimentos, se ha calculado el índice de carga contaminante global (ICC) para cada estación y para todos los metales. En la Tabla 117 se presentan la clasificación de la contaminación en los sedimentos de la masa de agua de transición del Oka exterior en función de la concentración de los metales pesados en 2008 (se han utilizado los valores de fondo calculados por Rodríguez *et al.*, 2006), basada en los Factores de Contaminación e Índices de Carga Contaminante (ICC) (MÜLLER, 1979).

Se presentan también los ICC globales por estación y por metal y se ha estudiado su evolución temporal.

ESTACIÓN	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn	ICC GLOBAL
E-OK10	CL	CL	CL	CL	CL	NC	CL	CL	NC	CL
E-OK20	NC	CL	NC	NC	C	NC	NC	CL	NC	NC
TOTAL	NC	CL	NC	NC	C	NC	CL	CL	NC	CL

Tabla 117 Clasificación de la contaminación en los sedimentos de la masa de transición del Oka exterior en función de los metales pesados, basada en los Factores de Contaminación e Índices de Carga Contaminante (ICC) (MÜLLER, 1979). CE: contaminación extrema; C: contaminación media; CL: contaminación ligera; NC: no contaminado. Se presentan también los ICC globales por estación y por metal.

De los datos de la Tabla 117 se deduce que, desde un punto de vista geoquímico, la estación E-OK10 presenta una contaminación global ligera (debido al Cd, Cr, Cu, Fe, Ni y Pb). La estación E-OK20 presenta una clasificación global de no contaminado (aunque la concentración de Hg corresponde a contaminación media).

El la evolución temporal del índice se ilustra en la Figura 119. Esta gráfica indica que el ICC varía a lo largo del tiempo en un rango comprendido entre 0,4 y 1,5, sin alcanzar el límite de contaminación marcado por la línea negra.

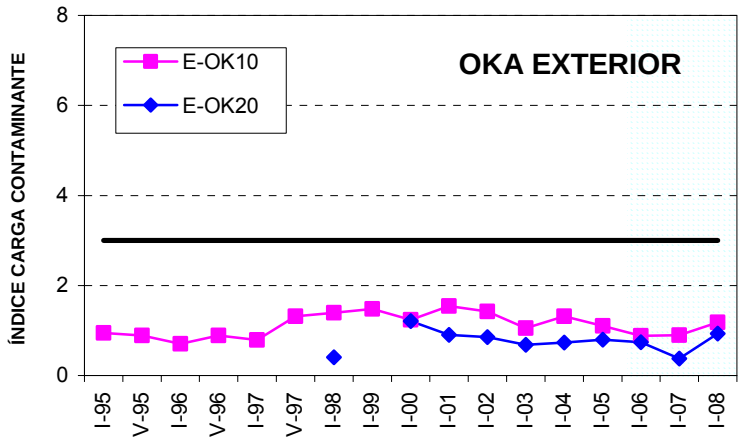


Figura 119 Evolución del índice de carga contaminante global de metales pesados. La línea negra indica el límite de contaminación.

Como primera aproximación para estimar la potencial toxicidad de los sedimentos se utilizan como referencia los niveles de toxicidad calculados por Long *et al.* (1995). A la vista de estos valores y de las concentraciones de metales analizadas en la campaña de 2008 se infiere que en la estación E-OK20 la concentración de Hg supera el nivel medio de toxicidad, y la concentración de Ni el nivel bajo de toxicidad. En la estación E-OK10 se superan los niveles bajos de toxicidad de Cu, Hg y Ni. Esto podría representar un cierto riesgo de efectos biológicos, aunque debe de tenerse en cuenta que la concentración de Ni está en el rango del nivel de fondo regional de la costa vasca (Rodríguez *et al.*, 2006).

Para los compuestos orgánicos, se siguen los criterios utilizados por Borja *et al* (2003) para la evaluación de la contaminación y para una aproximación de la toxicidad se utilizan los valores de Long *et al* (1995). Así, las concentraciones de compuestos orgánicos obtenidas en la campaña de 2008 indican contaminación global ligera en ambas estaciones. En ambas se registran concentraciones de contaminación ligera de PAHs. E-OK10 se clasifica con contaminación media de PCBs y E-OK20 con contaminación ligera de DDT.

Al compararlos con los valores de Long *et al.* (1995), se observa que las concentraciones de PAHs y DDT no superan el nivel bajo de toxicidad. La concentración de PCBs supera el nivel bajo de toxicidad en E-OK10.

7.6.3 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN BIOTA (MOLUSCOS)

En la campaña de 2008, en el estuario del Oka se recolectaron mejillones el pasado 29 de octubre en el puerto de Mundaka (I-OK10). Los datos correspondientes a bacteriología, metales pesados y compuestos orgánicos se pueden observar en la Base de Datos.

BACTERIOLOGÍA

En la Figura 120 se muestra la evolución de la concentración de bacterias en la estación I-OK10 a lo largo del periodo de estudio (otoño de 1994-otoño de 2008).

La concentración de **coliformes fecales** (12000 NMP·100 ml^{-1}) es el valor más elevado dese el inicio del seguimiento en 1994. Como presenta más de 6000 NMP $100ml^{-1}$ se clasifica como zona tipo C, es decir, no apta para el marisqueo.

En cuanto a los **estreptococos fecales**, la concentración en otoño de 2008 (4700 NMP $100ml^{-1}$) es valor más elevado registrado desde 2003.

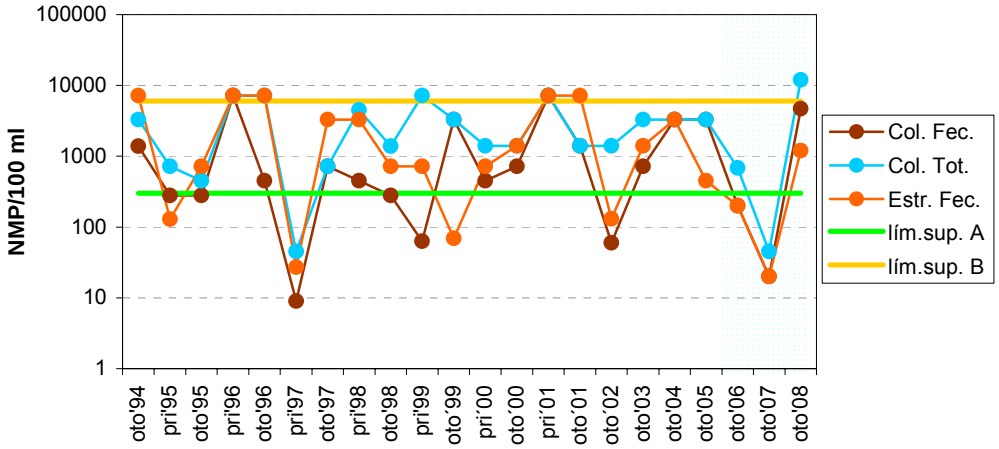


Figura 120 Evolución de la concentración de bacterias en la estación I-OK10 a lo largo del periodo de estudio (otoño de 1994-otoño de 2008).

METALES PESADOS

En la Figura 121 se muestra la evolución de la concentración de los distintos metales estudiados desde 1994.

La concentración de **cadmio** (0,11 mg kg^{-1}) se encuentra dentro del rango de valores determinados en los años más recientes. A lo largo del seguimiento sólo la concentración máxima (1,22 mg kg^{-1}), que se registró en otoño de 1997, supera el límite legal (1,0 mg kg^{-1}) y el valor de referencia del CIEM (0,4 mg kg^{-1}).

En otoño de 2008, el **cromo** presenta una concentración de 0,39 mg kg^{-1}, encontrándose dentro del rango de valores determinados en los años más recientes. En cuanto al cumplimiento de la legislación, incluso la máxima concentración que se dio en otoño de 2007 es inferior a los 1,8 mg kg^{-1} contemplados para el cromo.

A la hora de interpretar la evolución de la concentración de **cobre** a lo largo del periodo de estudio, hay que tener en cuenta que este metal forma parte de la hemocianina, componente principal del sistema circulatorio de la ostra (Borja y Valencia, 1993). Por lo tanto, es conveniente diferenciar los años en los que se recolectaron mejillones (desde otoño de 1994 hasta otoño de 1998, en primavera de 2000 y en otoño de 2005 y 2006) de aquellos en los que se ha recolectado ostra. En otoño de 2007, en el que la analítica se hizo en ostra, el cobre presenta una concentración de 172 mg kg^{-1}, siendo inferior al promedio de otoño de 2000 – otoño 2004: 235 mg kg^{-1}). En otoño de 2008 el cobre se midió en mejillón, con una concentración de 6,6 mg kg^{-1}. En cuanto a las concentraciones de mejillón, sólo en otoño de 1997 (84 mg kg^{-1}) y en otoño de 1998 (74 mg kg^{-1}) se supera el límite legal para el cobre en mejillón, 20 mg kg^{-1}. Sin embargo en relación a los valores observados en ostra, tanto el límite legal como el valor de referencia del CIEM para el cobre en las ostras (60 mg kg^{-1}, en ambos casos) se han superado en varios muestreos.

En cuanto al **mercurio**, la concentración observada en otoño de 2009 (0,09 mg kg^{-1}) es la más elevada desde 1996. En ningún caso se han superado ni el límite legal, 0,5 mg kg^{-1}, ni el valor de referencia del CIEM, 0,2 mg kg^{-1}.

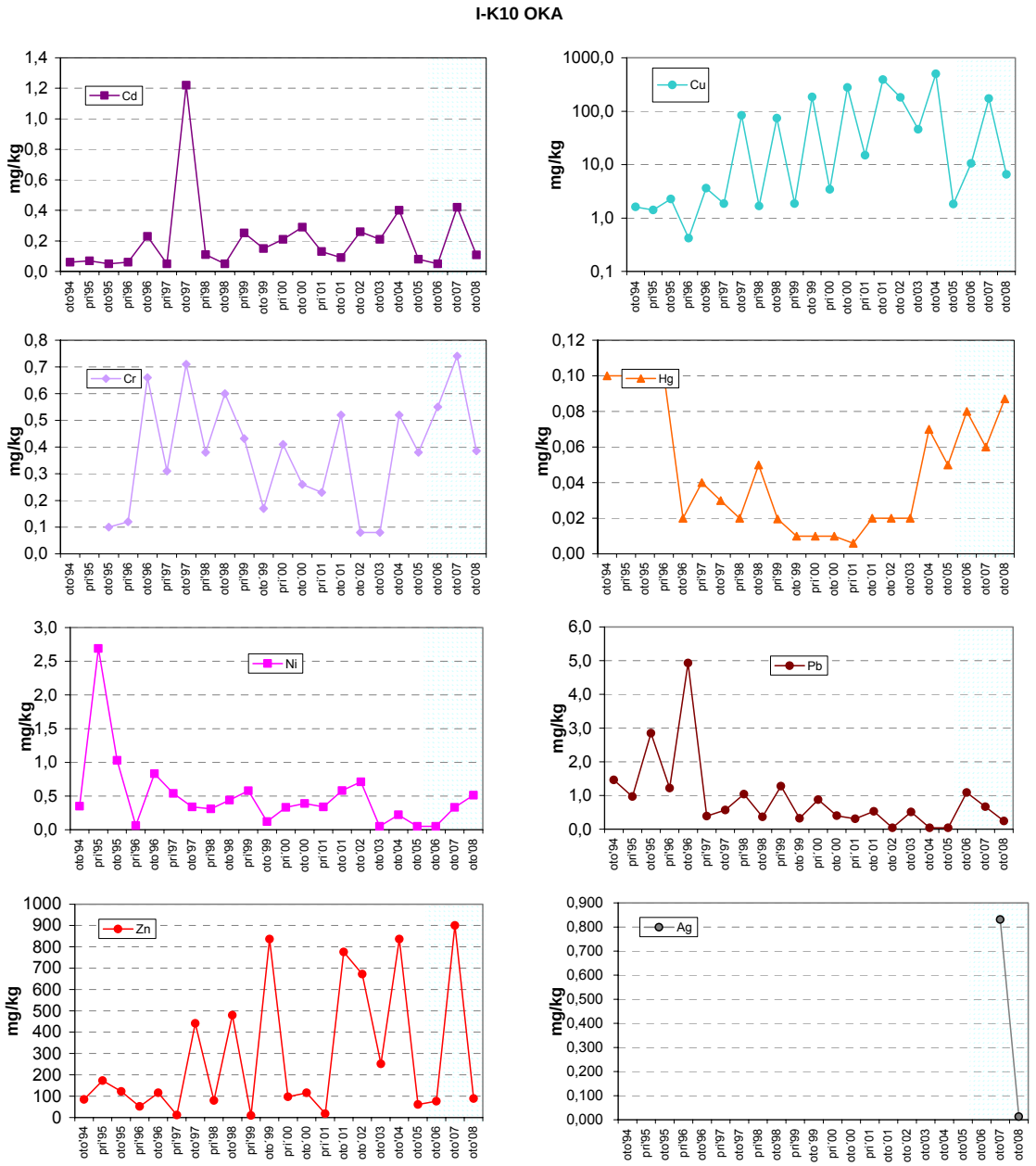


Figura 121 Evolución de la concentración de metales en moluscos (mg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-OK10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2008).

El **níquel** en otoño de 2008 presenta la concentración más elevada en esta estación desde 2003 (0,51 mg kg^{-1}). Aunque para este metal no hay establecido un límite legal, existe un valor de referencia dado por el CIEM, 1,5 mg kg^{-1}. En el estuario del Oka, este valor sólo se ha visto superado en la primavera de 1995, cuando se alcanzó una concentración de 2,69 mg kg^{-1}.

La concentración de **plomo** en otoño de 2008 (0,24 mg kg^{-1}) es inferior a la determinada en los dos muestreos anteriores. El límite legal para su consumo (1 mg kg^{-1}) se ha superado en muestreos previos.

Por último, en cuanto al **zinc**, la concentración medida en mejillón (89 mg kg^{-1}) en otoño de 2008 es ligeramente superior a los determinados en 2005-2006 (dos últimos muestreos donde se muestreó mejillón). En general, se observan concentraciones de zinc más elevadas aquellos años en los que se recolectaron ostras, debido a que no tienen la capacidad de los mejillones para regular la concentración de este metal (Rainbow, 1990). Por otro lado, en otoño de 1997 y 1998 las concentraciones son elevadas para tratarse de mejillones. Sin embargo, a lo largo del seguimiento en ningún caso se ha superado el límite legal, 1.000 mg kg^{-1}, y sólo se supera el valor de referencia dado por el CIEM, 600 mg kg^{-1}, en otoño de 1999 (937 mg kg^{-1}), 2001 (776 mg kg^{-1}), 2002 (672 mg kg^{-1}), 2004 (837 mg kg^{-1}) y 2007 (900 mg kg^{-1}), cuando las concentraciones se refieren a ostras.

La concentración de **plata**, se comenzó a medir en los moluscos en la campaña de 2007 con un valor de 0,83 mg kg^{-1}, con un descenso en 2008 (0,01mg kg^{-1}). En esta estación, el descenso puede estar relacionado con el cambio de especie analizada, ya que, en promedio, el contenido en plata en tejido de ostra es superior al de mejillón, según los resultados de este estudio.

COMPUESTOS ORGÁNICOS

En este apartado se contemplan diversas sustancias de origen antrópico. En su mayoría, se caracterizan por ser utilizadas como biocidas o pesticidas, pero también son utilizados por la industria. Como no hay legislación española específica para la mayoría de estas sustancias, nos hemos basado en Nauen (1983) para recopilar lo existente en otros países del entorno y obtener los valores límites.

En la Figura 122 se muestra la evolución de la concentración de compuestos orgánicos en moluscos (μg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-OK10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2008).

En el caso de los policlorobifenilos **(PCBs)** se han sumado las concentraciones de los congéneres analizados, con objeto de poder compararlos con otros lugares. Hay que tener en cuenta que el dato puede variar al ser menos o más los congéneres estudiados en otras zonas. La concentración de PCBs en la estación I-OK10 en otoño de 2008 (16 μg kg^{-1}) es intermedia a las concentraciones observadas en esta estación en los muestreos más recientes. Los valores guía que se dan para la concentración de PCBs en moluscos (Nauen, 1983) oscilan entre 1 a 5 ppm. Si se toma como valor límite 2 ppm (2.000 μg kg^{-1}), se observa que las concentraciones de PCBs encontradas a lo largo del periodo de estudio están muy alejadas de este valor.

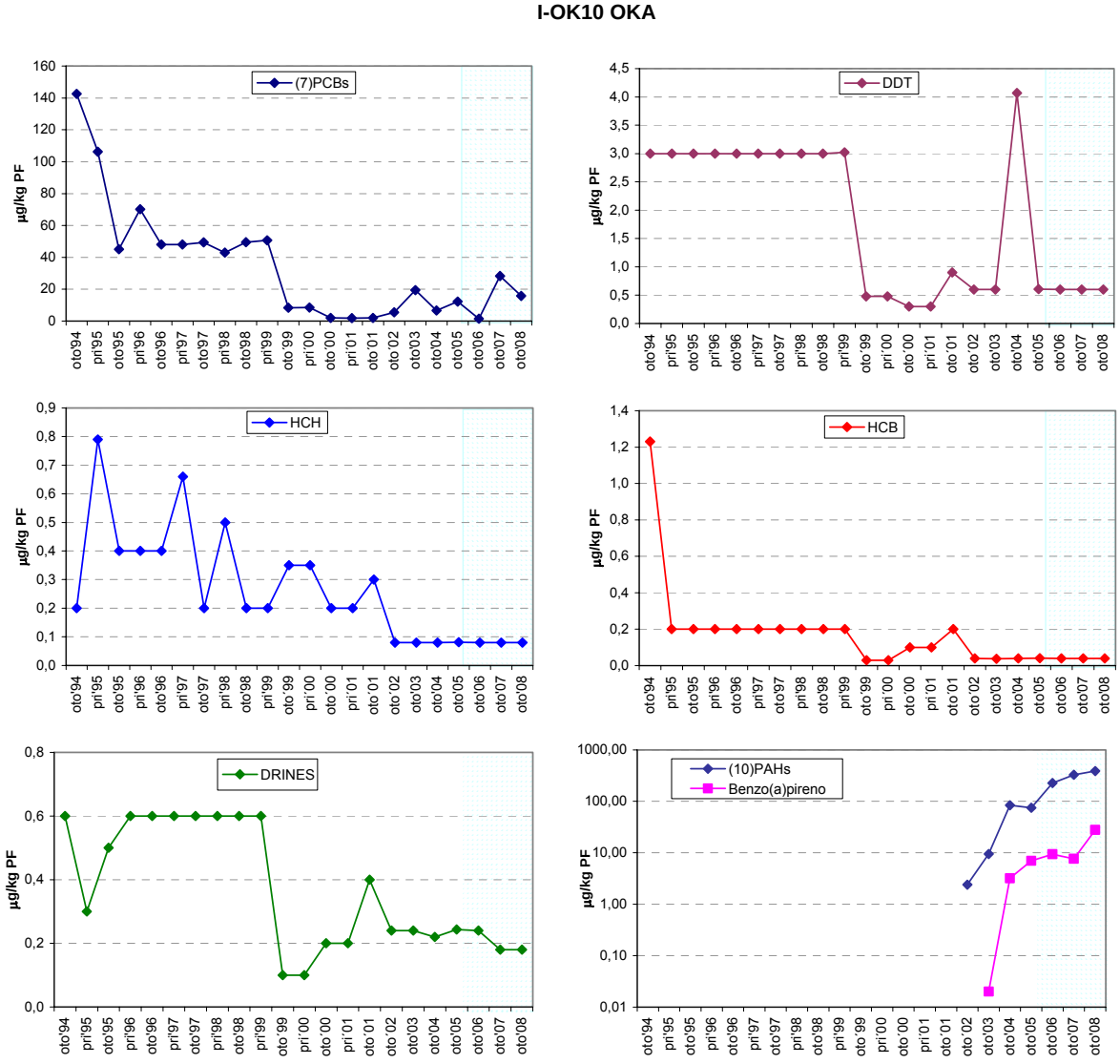


Figura 122 Evolución de la concentración de compuestos orgánicos en moluscos (μg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-OK10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2008).

La concentración de **DDT** corresponde a la suma de los tres compuestos de DDT analizadas (p-p'DDE, p-p'DDD, p-p'DDT). La concentración en los años más recientes es inferior al límite de detección (0,60 $\mu g\ kg^{-1}$). A lo largo del periodo de estudio, rara vez se supera dicho límite, que ha ido variando a lo largo del tiempo. Por lo tanto, el valor límite (2 ppm = 2.000 $\mu g\ kg^{-1}$) se encuentra muy alejado.

La concentración de **HCH** corresponde a la suma de α-HCH y γ-HCH (lindano). En los años más recientes la concentración no ha alcanzado el límite de detección (0,08 $\mu g\ kg^{-1}$). La concentración más elevada de HCH en el estuario del Oka se dio en primavera de 1995, 0,79 $\mu g\ kg^{-1}$. Teniendo en cuenta que el valor límite sólo para el lindano es 200 $\mu g\ kg^{-1}$, esta concentración se encuentra muy por debajo de dicho límite.

Las variaciones observadas en la concentración de **HCB** a lo largo del periodo de estudio se deben, en general, al cambio en el límite de detección. Así, sólo en el otoño de 1994 se superó el límite de detección correspondiente (0,20 $\mu g\ kg^{-1}$) y se alcanzó una concentración de 1,23 $\mu g\ kg^{-1}$, valor muy alejado del valor límite para este compuesto, 200 $\mu g\ kg^{-1}$.

En cuanto a las concentraciones de los **drines** (aldrín, dieldrín, e isodrín) en raras ocasiones se superan los límites de detección correspondientes.

Por último, desde otoño de 2002 se estudian los **PAH** en moluscos (Borja *et al.,* 2003). Se observa un aumento discontinuo desde dicho año. La concentración de benzo(a)pireno en 2008 (28 $\mu g\ kg^{-1}$) es muy superior a la permitida para el consumo según el Reglamento (CE) n° 208/2005 (10 $\mu g\ kg^{-1}$).

NORMATIVAS Y DIRECTIVAS

En base a la concentración coliformes fecales en la muestra tomada en otoño de 2008, la calificación sería de Zona tipo C (prohibido el marisqueo para consumo), según el derogado Real Decreto 571/1999.

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

Para la clasificación de la contaminación de los metales pesados se han tenido en cuenta los niveles de fondo para el País Vasco (Borja *et al.,* 1996) y se ha utilizado la misma metodología que para el cálculo de los ICC para sedimentos (véase Borja *et al.,* 2003). A partir de las concentraciones de metales obtenidas en otoño de 2008 en las ostras recolectadas en el estuario del Oka, la clasificación general sería de ligeramente contaminado, con contaminación ligera de cromo, cobre, mercurio, níquel y zinc.

En cuanto a los compuestos orgánicos, rara vez alcanzan los límites de detección, por lo que se puede considerar que los moluscos de este estuario no están contaminados por compuestos orgánicos, con la excepción de PAHs que alcanzan valores relativamente elevados (no serían aptos para el consumo según las recomendaciones de la OMS y de la EPA).

7.7. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

En este estuario se dan, periódicamente, importantes modificaciones del perfil del cauce, de la profundidad de éste, modificaciones de la corriente, etc., debidas a los dragados que suelen hacerse. A pesar de ello, en 2006 no ha habido alteraciones, por lo que se ha calificado como **'Muy Bueno.'** Por otro lado, a partir del informe realizado en 2004, sobre presiones e impactos (Borja *et al.*, 2004e), se ha determinado que el estuario fue perdiendo superficie a lo largo del siglo XX, al irse ganando terreno al mar por la construcción de lezones para hacer huertas. Otra obra significativa fue la canalización del interior del estuario, lo que cambió la configuración. A pesar de ello el estuario mantiene un alto grado de naturalidad y, a través de las actuaciones recogidas en el mencionado informe, se podría aumentar aún más.

RED DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LAS AGUAS DE TRANSICIÓN Y COSTERAS DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO

8. MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL LEA

Pasaia, junio de 2009

ÍNDICE

8. MASA DE AGUA DE TRANSCIÓN DEL LEA 211

8.1. RESUMEN ESTADO ECOLÓGICO. LEA 213

8.2. ESTACIONES DE MUESTREO 214

8.3. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS 215
8.3.1 PARÁMETROS ESTRUCTURALES 215
8.3.2 CALIDAD BIOLÓGICA 216

8.4. FAUNA ICTIOLÓGICA 217
8.4.1 ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD 217
8.4.2 CALIDAD BIOLÓGICA 219

8.5. VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO 221
8.5.1 FITOPLANCTON 221
8.5.2 MACROALGAS 223

8.6. INDICADORES FISICOQUÍMICOS 228
8.6.1 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN AGUAS 228
8.6.2 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS 231
8.6.3 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN BIOTA (MOLUSCOS) 238

8.7. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS 241

8.1. RESUMEN ESTADO ECOLÓGICO. LEA

En 2004 se realizó el estudio de presiones e impactos en esta Masa de agua.

Respecto a las fuerzas motrices, se puede indicar que sufre la presión directa de una población de menos de 25.000 habitantes, que implica una densidad de 175,2 habitantes km^{-2}. Respecto a establecimientos industriales se alcanza el número de 577, considerándose que implica poca presión industrial y la presencia de actividad de astillero. El puerto de Lekeitio es un puerto pesquero, aunque con gran número de embarcaciones de recreo. Cuenta con 2 astilleros, una rampa, una grúa de 6 t, talleres de reparaciones y carpintería de ribera, tomas de agua, combustible y electricidad y helipuerto. Se puede considerar la existencia de marisqueo ilegal ocasional. Respecto a la explotación agrícola-ganadera se le asocia al estuario del Lea un total de 444 explotaciones en 4.166 Ha.

En la Masa de agua los 5 aliviaderos de tormentas existentes no suponen una presión importante en número. Sin embargo, sí es importante la regulación del cauce, habiéndose identificado 12 tramos modificados (27% de las presiones del estuario). También son importantes las presiones relacionadas con los asentamientos portuarios, con 10 presiones detectadas (22%) entre amarres, fondeaderos, señalizaciones, canalizaciones...

Esta masa de agua está sometida globalmente a una presión baja; y las presiones principales provienen de los vertidos de la depuradora. Hasta hace unos años vertía unos 800.000 $m^3.a^{-1}$ dentro o fuera del estuario, dependiendo de la época del año, pero ahora vierte a la zona costera. Esto podría explicar algunos de los cambios detectados en algunos elementos, como la mejora en las macroalgas y bentos. Los resultados se pueden ver en la Tabla 118, que presenta el Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado Ecológico en la masa de agua del Lea para la campaña 2008.

	ELEMENTOS BIOLOGICOS				ESTADO BIOLÓGICO	ELEMENTOS Físico-Químicos	QUÍMICA		ELEMENTOS Morfológicos	ESTADO ECOLÓGICO	Equivalencia	Tanto por Uno	Valor global	CALIFICACIÓN EST. ECOLÓGICO MASA DE AGUA
	Fitoplanc.	Algas	Bentos	Peces			>LD	>NC						
E-L5	B	MB	MB	A	B	MB	Sí	No	MB	B	8	0.1	0.8	8
E-L10	B	MB	B	A	B	MB	Sí	No	MB	B	8	0.9	7.2	

Tabla 118 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado Ecológico en la masa de agua del Lea.

En el estuario del Lea, la estación más interior (E-L5), incorporada a la Red de Vigilancia en el año 2002, presenta un estado ecológico Bueno, habiendo mejorado respecto a 2007. Esto se debe fundamentalmente a las macroalgas, que han pasado de una situación deficiente en 2005 a muy buena en 2008. El bentos de esta zona también ha mejorado. En cambio, los peces se clasifican en estado aceptable y fitoplancton en buen estado. En estudios de años anteriores de la Red de Calidad de Ríos se ha determinado que el tributario principal presenta una calidad mejor que la del estuario, aunque en los últimos dos años esto parece mejorar.

La estación E-L10 es la que ha experimentado un cambio más drástico a lo largo del seguimiento de la Red, puesto que en 1995 tenía una contaminación media y a partir de entonces puede considerarse no contaminada, empeorando ligeramente en 1999 para volver a mejorar a partir de 2000. La mejoría entre 1995 y 1996 coincidió con la entrada en funcionamiento del saneamiento de la cuenca. En cambio, el empeoramiento de 1999 puede deberse a vertidos o reboses ocurridos a lo largo de 1998 y observado también en otros compartimentos del sistema, con un intento de restauración del equilibrio en 2000. A partir de 2002-2003 hay un descenso en el porcentaje de saturación de oxígeno. Esta estación presenta un estado ecológico 'Bueno' (muy bueno en macroalgas y aceptable en peces), cumpliéndose la predicción realizada en años anteriores de que evolucionaría positivamente.

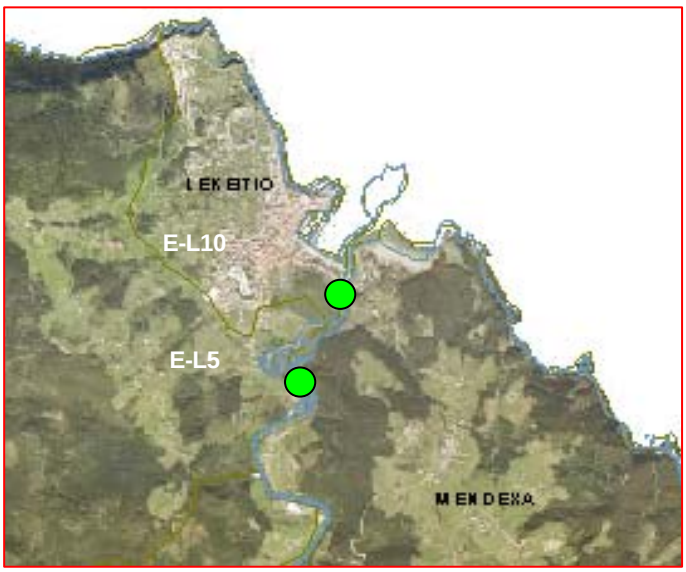


Figura 123 Calificación del Estado Ecológico y ubicación de estaciones en la Masa de agua del Lea: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Aceptable; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

8.2. ESTACIONES DE MUESTREO

En la masa de agua del Lea se analiza anualmente un total de 2 estaciones estuáricas y una estación de moluscos. Por otro lado, en 2002 y 2005, se analizaron tres estaciones para vida piscícola y 6 estaciones para macroalgas en estuarios, que se han a estudiar en 2008. Las posiciones de todas ellas se observan en la Tabla 119.

Estación	Estación	UTMX	UTMY	Tipo
E-L10	Lekeitio (molino) (Lea)	540707,41	4801146,60	**Estuarios**
E-L5	Lekeitio (astillero)(Lea)	540240,71	4800773,33	
M-EL1	Lea Zona 01.Estuario Macroalgas	540717,93	4801424,30	**Estuarios (Macroalgas)**
M-EL2	Lea Zona 02.Estuario Macroalgas	540755,46	4801030,21	
M-EL3	Lea Zona 03.Estuario Macroalgas	540436,44	4800864,44	
M-EL4	Lea Zona 04.Estuario Macroalgas	540524,01	4800823,78	
M-EL5	Lea Zona 05.Estuario Macroalgas	540251,90	4800720,57	
M-EL6	Lea Zona 06.Estuario Macroalgas	540489,61	4800432,82	
I-L10	Lekeitio (puente) (Lea)	540714,54	4801184,19	**Estuarios (Moluscos)**
ALE	Lea (Arrastre zona exterior estuario)	540645,01	4800965,76	**Estuarios (Vida piscícola)**
ALI	Lea (Arrastre zona interior estuario)	540401,26	4800609,50	
ALM	Lea (Arrastre zona media estuario)	540288,76	4800782,94	

Tabla 119 Estaciones de muestreo en el estuario del Lea

8.3. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

8.3.1 PARÁMETROS ESTRUCTURALES

Los parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Lea, en invierno de 2008 pueden verse en la Tabla 120.

PARÁMETRO	UNIDAD	ESTACIÓN	
		E-L5	E-L10
Densidad	nº·m^{-2}	399	7
Biomasa	g·m^{-2}	0,166	0,011
Riqueza	nº	12	2
Diversidad número	bit·ind^{-1}	2,44	0,97
Diversidad biomasa	bit·g^{-1}	2,17	0,80
Equitabilidad número		0,68	0,97
Equitabilidad biomasa		0,60	0,80
Diversidad máxima	bits	3,58	1,00
AMBI		4,211	0,000
Clasificación AMBI		Alteración Moderada	Alteración Nula

Tabla 120 Parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Lea.

Los sedimentos de la estación más interna muestreada en la masa de agua de transición del Lea (E-L5) están constituidos principalmente por limos (70%) y arenas (30%), con alto contenido en materia orgánica 12,6%.

La composición faunística se aproxima mucho a la considerada típica de los estuarios vascos. En 2002, cuando se realizó el primer muestreo en esta estación, faltaban muchas de las especies características de esta comunicad, como *Hediste diversicolor* y *Scrobicularia plana*, que, sin embargo, por lo general, están presentes el resto de campañas. En 2008 el *taxon* mejor representado ha sido el de los oligoquetos (109 ind·m^{-2}), seguido por el de las larvas de dípteros (96 ind·m^{-2}), el crustáceo *Corophium volutator* (88 ind·m^{-2}), el isópodo *Cyathura carinata* (67 ind·m^{-2}) y el molusco *Hydrobia ulvae* (23 ind·m^{-2}).

La densidad de la biocenosis se mantiene dentro de los límites de esta estación (399 ind·m^{-2}) aunque nunca ha mostrado valores elevados (máxima en 2004: 405 ind·m^{-2}). La biomasa (0,2 g·m^{-2}) también es baja (máxima en 2004: 1,1 g·m^{-2}). Los índices de diversidad y equitabilidad estimados a partir de las densidades (2,44 bit·ind^{-1} y 0,68, respectivamente) son relativamente altos como consecuencia de una distribución equitativa de las abundancias de las especies en la comunidad (no hay dominancias extremas).

La calificación de la estación en términos de AMBI es de moderadamente alterada (AMBI=4,2) (Tabla 120). Presenta una comunidad con una estructura muy estable en términos de reparto de los grupos ecológicos (Figura 125), con dominancia de especies tolerantes a lo largo del seguimiento (48-81%) y densidades relativas variables de los grupos ecológicos IV y V. Esto ha hecho posible que el valor de AMBI estimado para la estación sea prácticamente constante desde que se iniciara el seguimiento de la estación en 2002 (AMBI=3,3-4,2), aunque el máximo valor se ha alcanzado la presente campaña de 2008, debido a un incremento en la densidad relativa de especies oportunistas de primer orden.

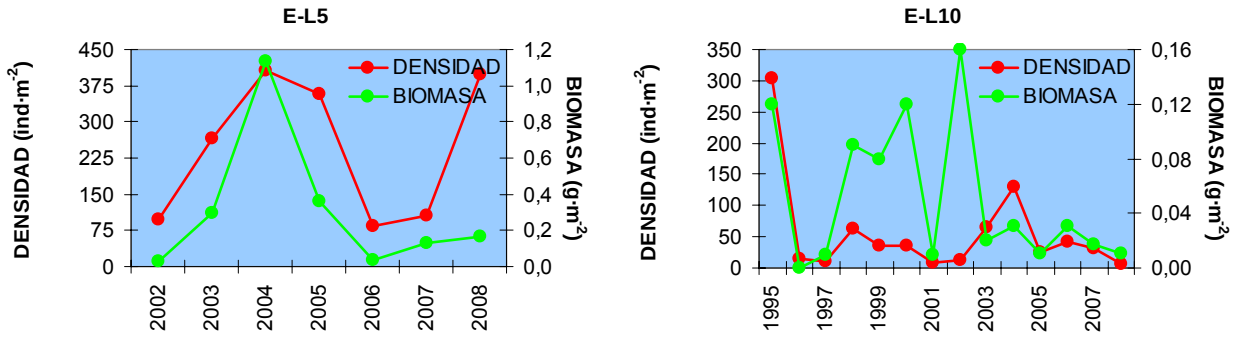


Figura 124 Evolución de la densidad y biomasa en las estaciones E-L5 y E-L10 (Lea).

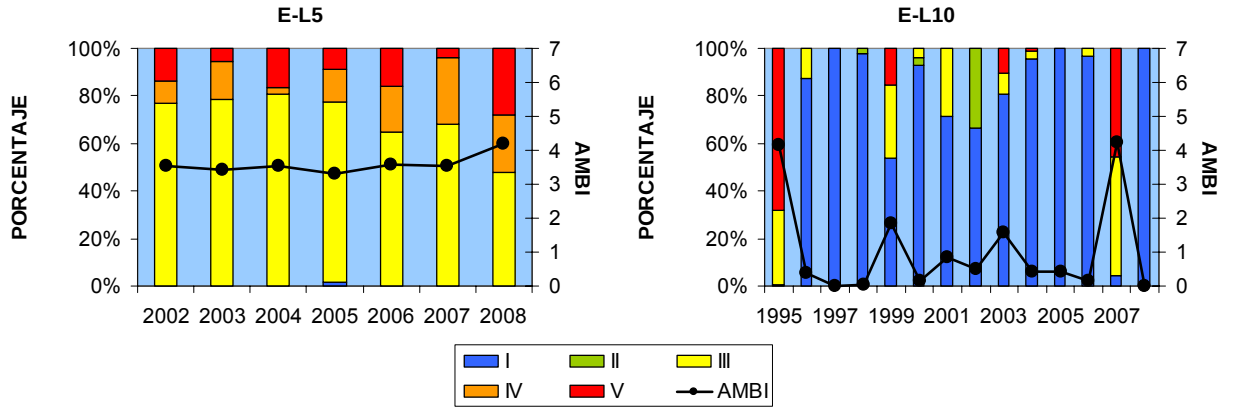


Figura 125 Evolución del porcentaje de cada grupo ecológico y de AMBI en las estaciones E-L5 y E-L10 del Lea.

La segunda estación muestreada en la masa de agua de transición del Lea (E-L10), más próxima al mar que la anterior, ha presentado a lo largo de su seguimiento valores estructurales variables, por lo general pobres. En 2008 esta situación se vuelve a hacer evidente, obteniéndose valores de parámetros estructurales similares a los de algunas campañas previas (1997, 1998, 2001 ó 2005). En la presente campaña de 2008 únicamente se han identificado 2 especies: *Eurydice pulchra* y *Haustorius arenarius*. Además, presentan densidades muy bajas (3 ind· m^{-2} y 4 ind·m^{-2}, respectivamente). Estos datos contrastan con la máxima riqueza específica de la serie temporal (13 *taxa* en 1995). En este punto, es importante resaltar la ausencia de muchas de las especies características de la 'Comunidad de *Scrobicularia-Cerastoderma*' identificadas en las campañas de 1995 y 1999 (*H. diversicolor* y *Streblospio shrubsolii*) que, sin embargo, no se han identificado en la mayoría de campañas.

Una de las especies más destacables de esta comunidad a lo largo del seguimiento ha sido *H. arenarius*, especie dominante en las campañas de 1998-2000, 2002-2005 y 2008.

La densidad total de la comunidad (7 ind·m^{-2}) es muy baja, del orden de las registradas en años precedentes (Figura 124). La biomasa (0,01 g·m^{-2}) es también muy baja, como viene siendo habitual en la estación. Del mismo modo, también la diversidad estimada a partir de las densidades específicas es baja (0,97 bit·ind^{-1}).

La estación presenta una alteración nula (AMBI=0,0) (Tabla 120), siendo el grupo ecológico I el único representado (Figura 125). Aunque la dominancia de especies sensibles a la alteración viene siendo la tónica general del seguimiento, es importante destacar que la baja riqueza y densidad obligan a tomar con cautela los resultados obtenidos. En cualquier caso, las especies encontradas son habituales en ambientes de arenas móviles en las que la principal fuente de estrés para la comunidad es natural, por lo que sería previsible que la valoración de AMBI se ajuste realmente a una ausencia de estrés de origen antrópico.

8.3.2 CALIDAD BIOLÓGICA

En lo referente a la evaluación del estado ecológico del compartimento de los macroinvertebrados bentónicos, la calificación obtenida por la estación **E-L5** a partir de M-AMBI es de **'Muy Buen Estado'** (Figura 126). Desde que se comenzara el seguimiento de la estación en 2002, se observa una cierta tendencia positiva, con valores crecientes de EQR (de 0,64 a 0,85) que han permitido que la calificación pase de Buen Estado a Muy Buen Estado.

Por otro lado, la estación **E-L10** presenta **'Buen Estado'** (Figura 126). Al contrario que en la estación anterior, en este caso no se observa ninguna tendencia en los valores de EQR, que presentan un gráfico en forma de dientes de sierra con máximos que permiten calificar la estación en Muy Buen Estado (1995, 1999 y 2001) y mínimos que rebajan la calidad a Estado Aceptable (1997, 2005), y valores intermedios de correspondientes a Buen Estado. Hay que hacer notar que la caída de calidad a partir de 2003 coincide con la bajada de oxígeno en el estuario, según se verá más adelante. Sin embargo, respecto a esta estación, cabe destacar lo indicado en los últimos informes (Borja *et al.*, 2005, 2006, 2007): se trata de una estación que está situada en el límite entre los tramos oligohalino/mesohalino y polihalino, al que se adscribe habitualmente. Esto hace que, en ocasiones, la muestra presente una comunidad más característica de zonas de menor salinidad que obligan a cambiar las condiciones de referencia, y aplicar las correspondientes al tramo

oligohalino/mesohalino, para evitar subestimar el estado ecológico de la estación. Es, precisamente, lo que se viene haciendo a partir de la campaña de 2005.

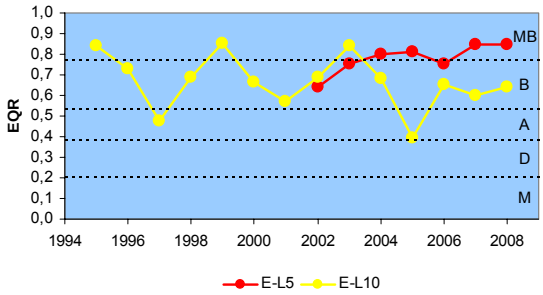


Figura 126 Evolución de EQR para las estaciones de la masa de agua de transición del Lea.

8.4. FAUNA ICTIOLÓGICA

8.4.1 ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD

Las muestras de fauna demersal recogidas durante la campaña de campo de 2008 han sido identificadas a nivel de especie, al igual que se hizo en el muestreo de 2005 y 2002. Las estaciones o transectos muestreaos se pueden en la Figura 127.



Figura 127 Tramos muestreos en el estuario del Lea en el año 2008 (tramo exterior ALE, medio ALM Y tramo interior ALI de la masa de transición del Lea).

En 2005 se encontraron un total de trece taxones (nueve peces y cuatro crustáceos) en las distintas estaciones del estuario (cuatro más que en el muestreo del año 2002), siendo todas ellas especies habituales de estos ecosistemas que soportan amplios rangos de salinidad, principal condicionante de la vida en estas zonas de transición.

Se han registrado un total de seis taxones trece taxones (un pez y cinco crustáceos) en las distintas estaciones del estuario siendo todas ellas especies habituales de estos ecosistemas que soportan amplios rangos de salinidad, principal condicionante de la vida en estas zonas de transición. En este estuario existen datos del año 2005 y 2002 (Borja et al., 2004, 2006) pertenecientes al estudio “Red de Seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la comunidad autónoma del País Vasco”. El total de especies identificadas en en el mustreo de 2005 fue de trece (nueve peces y cuatro crustáceos), siete taxones más que en el muestreo del año 2008. En 2002 los taxones capturados fueron nueve (tres peces y seis crustáceos), valor intermedio entre el obtenido en 2005 y el obtenido en 2008.

Las quisquillas del género Palaemon, la quisquilla gris (*Crangon crangon*) el cangrejo verde (*Carcinus maenas*), el cangrejo cuadrado (*Pachygrapsus marmoratus*) y el gobio (*Gobius niger*) han sido identificadas los tres años de muestreo. El cabuxino (*Pomatoschistus sp.*) y el lenguado (*Solea solea*) han sido registradas los años 2002 y 2005, no en 2008. No obstante, este año 2008, ha sido identificado por primera vez en este estuario el cangrejo peludo (*Pilumnus hirtellus*).

En la Tabla 121 se muestran los taxones capturados en cada uno de los transectos muestreados (exterior (ALE), medio (ALM) e interior (ALI) en el año 2008, y en la Tabla 122 se muestran las abundancias y densidades de cada una de las especies capturadas por estación.

TAXONES	ALE	ALM	ALI
CRUSTÁCEOS			
Quisquilla gris – *Crangon crangon*	X		
Quisquilla - *Palaemon sp.*	X	X	X
Cangrejo verde – *Carcinus maenas*	X	X	X
Cangrejo peludo - *Pilumnus hirtellus*	X		
Cangrejo cuadrado - Pachygrapsus marmoratus	X	X	X
PECES			
Chaparrudo – *Gobius niger*	X		X

Tabla 121 Taxones encontrados por estación (exterior (ALE), medio (ALM), interior (ALI)).

TAXONES	ESTACION ALE		ESTACION ALM		ESTACION ALI	
	Nº ind. totales	Densidad (ind*Ha^{-1})	Nº ind. totales	Densidad (ind*Ha^{-1})	Nº ind. totales	Densidad (ind*Ha^{-1})
Crustáceos						
Quisquilla gris – *Crangon crangon*	1	8.28				
Quisquilla - *Palaemon sp.*	1	8.28	2	8.84	3	14.04
Cangrejo verde – *Carcinus maenas*	2	14.64	2	8.84	6	30.40
Cangrejo peludo - *Pilumnus hirtellus*	2	14.64				
Cangrejo cuadrado - Pachygrapsus marmoratus	3	28.99	7	28.20	2	11.75
Peces						
Chaparrudo – *Gobius niger*	1	8.28			1	5.20

Tabla 122 Número de individuos y densidad por estación. Interior (ALI), media (AIM), exterior (ALE).

El numero de especies distribuidos por todo el estuario es de tres: quisquilla (*Palaemon sp*.), cangrejo verde y cangrejo cuadrado. En 2005, las especies distribuidas por todo el estuario fueron seis (quisquilla gris, cangrejo verde, cangrejo cuadrado, gobio, aguja (*Syngnathus acus*) y cabuxino); y a su vez, en 2002 tres (quisquilla gris, quisquilla (*Palaemon sp*.), y cabuxino).

Los datos registrados muestran valores de abundancia y densidad bajos. Entre los crustáceos, la especie con mayor número de efectivos en los tres tramos del estuario es el cangrejo cuadrado; en cuanto a los peces, en 2008 su presencia es mínima, apareciendo solamente individuos sueltos de cabuxino en el tramo exterior e interior. Al comparar estos datos con los registrados en 2002 y 2005 se aprecia que la distribución y el número de especies presentes en el estuario es cada vez menor, siendo más acusado este descenso en el caso de los peces.

Como se explicó en el Tomo 1, con objeto de definir la estructura de la comunidad, se han calculado algunos parámetros relativos a la misma como densidad, riqueza y diversidad. Estos cálculos se han aplicado tanto para el conjunto de los organismos detectados como considerando por separado los principales grupos (peces, crustáceos). Los resultados se muestran en la Tabla 123.

Estación	ALE			ALM			ALI		
Par. estructurales	2002	2005	2008	2002	2005	2008	2002	2005	2008
Riqueza	7	10	6	6	7	3	5	9	4
Riqueza peces	2	6	1	1	4	0	2	5	1
Riqueza crustáceos	5	4	5	5	3	3	3	4	3
Nº de individuos	221	137	10	66	230	11	148	118	12
Densidad	1371.68	799.82	83.12	357.91	1212.03	45.89	776.38	683.46	61.39
Diversidad	2.15	2.78	2.45	2.08	2.04	1.31	1.71	2.28	1.73

Tabla 123 Parámetros estructurales por estación y especies (se comparan los años 2002, 2005 y 2008).

La estación exterior (ALE) es la estación que presenta los valores más altos de riqueza (6), riqueza de crustáceos (5), densidad y diversidad (2.45); la estación media (ALM) a su vez, presenta los valores más bajos en todos los parámetros excepto en el número de individuos de crustáceos (11) y riqueza de crustáceos (3), valores similares a los obtenidos en la estación interior (ALI). El número total de individuos alcanza el valor máximo en la estación interior (12).

Los valores alcanzados por los diferentes parámetros en 2008 son todos ellos menores que los alcanzados en 2005, año en el que exceptuando los parámetros número de individuos y densidad, el resto alcanzaba valores superiores a los obtenidos en el año 2002.En la Figura 128 se muestra la evolución temporal de los parámetros estructurales mostrados en la Tabla 123.

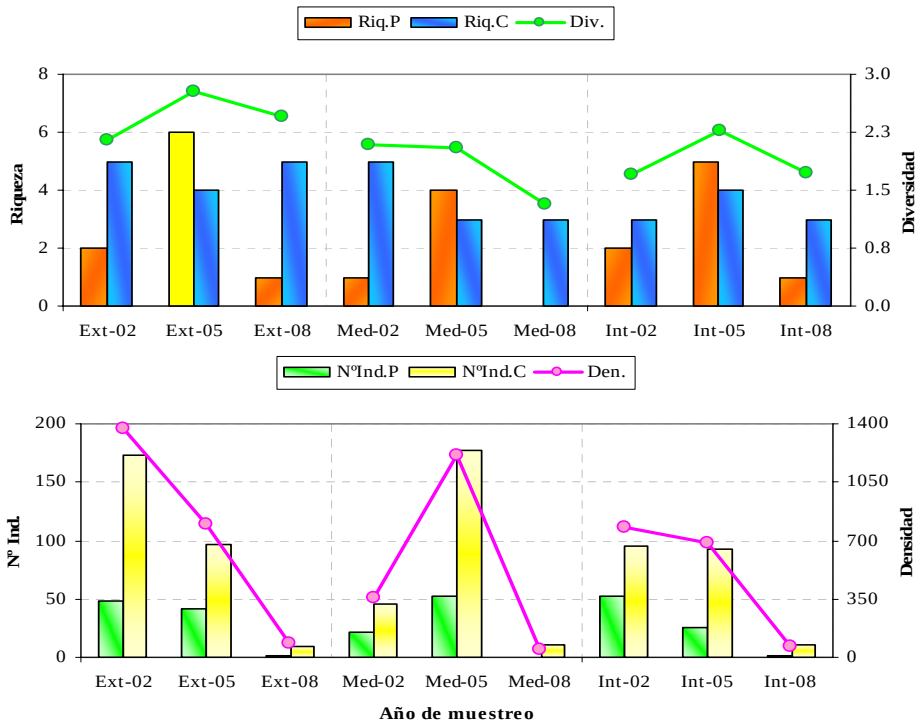


Figura 128 Riqueza, riqueza de peces (Riq.P), riqueza de crustáceos (Riq.C) y diversidad (Div.), densidad (Den.) y número de individuos de peces (NºInd.P) y de crustáceos (NºInd.C) en las estaciones de la masa de agua del Oka exterior los años 2002, 2005 y 2008. Estación media (Med.) y exterior (Ext.).

Comparando los datos obtenidos en 2008 con los valores obtenidos en años anteriores, se observa como en el tramo exterior (ALE) la riqueza (total, de peces y crustáceos) alcanza el valor más bajo de toda la serie de datos. El descenso de la densidad y del número de crustáceos y de peces es progresivo y brusco, alcanzando también los valores más bajos de toda la serie de datos. No obstante, la diversidad disminuye respecto a 2005 pero el valor obtenido en 2008 es superior al obtenido en 2002.

En la estación media (ALM) los datos obtenidos en 2008 son los peores de toda la serie datos. La ausencia de peces en 2008 rompe la tendencia a la mejora mostrada en 2005, año en el que se alcanzó el mayor número de especies y de efectivos de peces. La riqueza de crustáceos obtiene un valor similar al de 2005 (pero inferior al de 2002) sin embargo, el valor del número de crustáceos obtenido en 2008 es peor de toda la serie. Al igual que el resto de los parámetros, la diversidad también muestra una tendencia negativa, obteniedo el valor más bajo de toda la serie en 2008.

En el tramo interior (ALI) la riqueza de peces, el número de peces, número de crustáceos y la diversidad muestran una tendencia similar al mostrado en la estación exterior, obteniendo en 2008 los valores de riqueza, riqueza de peces, densidad y número de peces y crustáceos más bajos de toda la serie. El valor alcanzado por la riqueza de crustáceos y de la diversidad en 2008 es menor al alcanzado en 2005 y similar al de 2002.

Los valores obtenidos para la riqueza y la diversidad de especies dsiminuyen gradualmente hacia el interior del estuario en 2002, mientras que en 2005 y 2008 el valor máximo se obtiene en tramo exterior y el mínimo en en el medio. La densidad y el número de individuos (tanto totales como de peces y crustáceos) no muestran un patrón de distribución generalizado, por lo que los valores mínimos y máximos alcanzados por estos parámetros muestran oscilaciones, alternándose entre las distintas estaciones.

8.4.2 CALIDAD BIOLÓGICA

En este apartado se hace referencia a la tendencia temporal y espacial de la calidad biológica. Para ello, se han utilizado los datos obtenidos en los muestreos realizados los años 2002, 2005 y 2008. La metodología aplicada para establecer la calidad biológica en peces en estuarios ha sido explicada en el Tomo 1. En la Tabla 124 se expresan los valores obtenidos para cada indicador considerado en el cálculo del estado para cada tramo de estuario objeto de estudio.

Al igual que en el resto de estuarios, los indicadores que hacen referencia a la ausencia de especies introducidas y salud piscícola son los que favorecen la calidad biológica, alcanzando los valores máximos. El indicador número de especies residentes alcanza el valor

máximo en la estación exterior (ALE) y un valor medio en el resto.

La riqueza de especies obtiene valores medios en las estaciones exterior (ALE) e interior (ALI) y mínimo en la media (ALM). A su vez, la presencia de peces planos obtiene los valores mínimos en las tres estaciones. En cuanto a la composición trófica de peces demersales es similar en los distintos tramos del estuario, y en las tres estaciones existe una relación equilibrada aunque de valor mínimo en la relación entre omnívoros y piscívoros (valor porcentual de 1:1).

Estación/año	ALE			ALM			ALI		
Parámetros	2002	2005	2008	2002	2005	2008	2002	2005	2008
Riqueza	3	5	3	3	3	1	3	3	3
Especies introducidas	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Esp. Indicadoras contaminación	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Salud piscícola	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Peces planos	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Omnívoros	3	3	1	3	3	1	3	3	1
Piscívoros	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Especies residentes (nº)	3	5	5	3	5	3	3	5	3
Especies residentes (%)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PUNTUACIÓN	27	31	27	27	29	23	27	29	25
AFI	0,500	0,611	0,500	0,500	0,556	0,389	0,500	0,556	0,444
CALIDAD BIOLÓGICA	A	B	A	A	A	A	A	A	A

Tabla 124 Valores de los indicadores seleccionados para estimar la calidad biológica de peces demersales en cada una de las estaciones. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): ≥ 0.82; Bueno (B): 0.56 -0.82; Aceptable (A): 0.56 - 0.34; Deficiente (D): 0.34- 0.17; Malo (M): ≤ 0.17. Interna (ALI), media (ALM) y externa (ALE). AFI: AZTI's Fish Index.

En la Figura 129, se resume como ha variado la calidad biológica del estuario del Lea entre los años 2002, 2005 y 2008. El estado de la calidad biológica piscícola alcanzado el año 2008 presenta el valor más bajo en la parte media e interna. En la estación exterior, vuelve a alcanzar el valor obtenido en 2002.

Los tres tramos de la masa de agua son calificados como **'Aceptable'.** En los tres tramos tramos del estuario se pierden entre cuatro (ALE, ALI) y cinco puntos (ALM) respecto al año 2005. El descenso de la valoración en el tramo exterior (ALE) se debe a que se pierde riqueza y disminuye la presencia de omnívoros; en el tramo medio (ALM) además, también disminuye la presencia de especies residentes. En el caso del tramo interior (ALI), la valoración final disminuye debido al descenso de la presencia de omnívoros y de especies residentes. En el tramo medio e interior el estado de la calidad biológica obtiene un valor igual al año 2002, sin embargo, los valores de los indicadores obtenidos en 2008 son aún más bajos que los de 2002, por lo que la puntuación final de 2008 es aún menor que la obtenida en 2002.

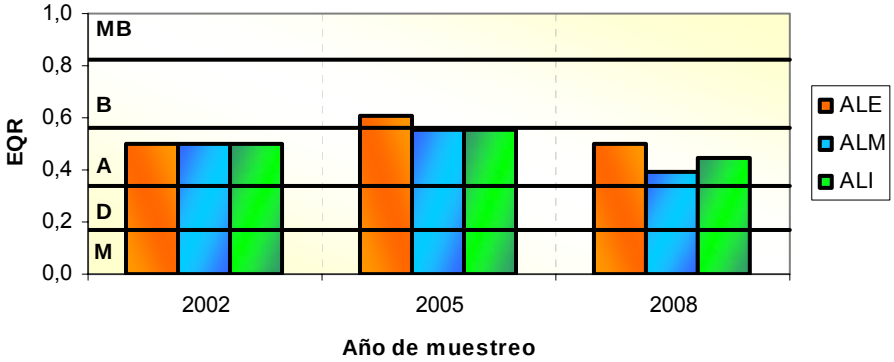


Figura 129 Valores de la calidad biológica obtenidos para cada estación en los años 2004 y 2007. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): ≥ 0.82; Bueno (B): 0.56 -0.82; Aceptable (A): 0.56 - 0.34; Deficiente (D): 0.34- 0.17; Malo (M): ≤ 0.17. Interior (ALI), medio (ALM) y exterior (ALE).

La mejora detectada en 2005 se debe posiblemente a que en abril de 2005 finalizó la obra de remodelación de la EDAR de Lekeitio construida entre 1993 y 1995. A su vez, en 2006 finalizó el saneamiento del puerto (sistema propio de control de vertidos urbanos y tanque de laminación para vertidos de las conserveras), y en 2007 terminaron con las obras de reposición de las redes del casco antiguo del municipio. En la EDAR de Lekeitio se recogen también las aguas residuales de Amoroto y parte de Mendexa. Sin embargo, esto resulta contradictorio con el descenso detectado en el oxígeno disuelto.

Para establecer la calidad biológica en peces de toda la masa de agua de transición se aplica la metodología que ha sido explicada en el Tomo 1. La Figura 130 muestra como ha evolucionado la calidad biológica en el estuario del Lea entre los años 2002, 2005 y 2008. En

esta gráfica apreciamos como la evolución es negativa, pues de haber pasado de un estado 'aceptable' logrado en 2002 a un estado 'Bueno' en 2005, en 2008 vuelve a ser calificada como aceptable, alcanzando además, el valor más bajo logrado hasta ahora.

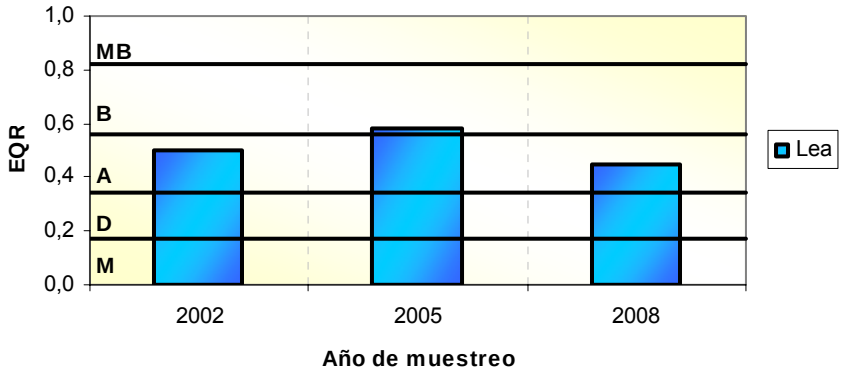


Figura 130 Valores de la calidad biológica obtenidos en la masa de transición del Lea entre los años 2002 y 2005. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): ≥ 0.82; Bueno (B): 0.56 -0.82; Aceptable (A): 0.56 - 0.34; Deficiente (D): 0.34- 0.17; Malo (M): ≤ 0.17.

8.5. VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO

8.5.1 FITOPLANCTON

CLOROFILA

La concentración de clorofila se midió en superficie y en dos estaciones, situadas en la zona superior (E-L5) e inferior (E-L10) del estuario. Los muestreos se realizaron en cuatro ocasiones a lo largo del año y en dos situaciones de marea (pleamar y bajamar), con lo cual se obtuvo un conjunto de 16 datos. En las campañas de 2008 la concentración de clorofila estuvo comprendida entre 0,1 y 6,6 µg l^{-1}. Estas concentraciones no son de magnitud relevante y se sitúan en el rango general de los estuarios de la costa vasca durante 2008 (salvo en el Oka, Artibai y Urola, donde se observaron concentraciones mucho más elevadas).

La relación de la concentración de clorofila con la salinidad en el estuario del Lea se muestra en la Figura 131. En invierno la concentración de clorofila mostró los valores mínimos (≤1 µg l^{-1}), de forma similar al resto de los estuarios del País Vasco. La concentración máxima se encontró en verano (6,6 µg l^{-1}), en la zona inferior del estuario (estación E-L10) durante la bajamar. Las condiciones físico-químicas correspondieron a aguas de carácter polihalino (28 USP). En otoño se observaron condiciones de baja salinidad en las dos estaciones del estuario, lo cual pone de manifiesto la situación lluviosa precedente a los muestreos y su consiguiente influencia en el caudal fluvial. Las situaciones de fuerte descarga fluvial son desfavorables para la acumulación de biomasa fitoplanctónica en los estuarios.

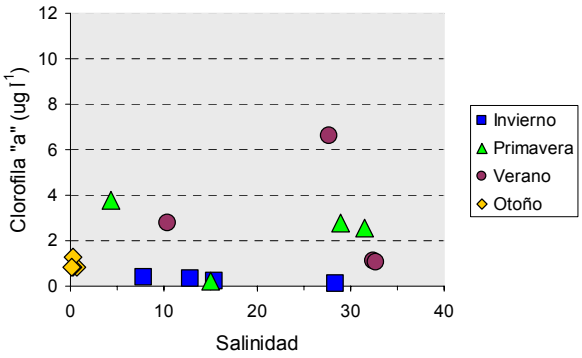


Figura 131 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino del estuario del Lea en las cuatro épocas de estudio durante 2008. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DEL FITOPLANCTON

En la Tabla 125 se se muestran los resultados de las variables que describen a la comunidad fitoplanctónica en el estuario, durante los muestreos de primavera y verano, tanto en la zona superior (E-L5), como inferior (E-L10). Los datos se refieren a las aguas de superficie, en pleamar. No se realizaron muestreos en invierno y otoño, debido a que se esperan muy bajas concentraciones de fitoplancton en dichas épocas del año en la mayoría de los estuarios.

La abundancia total del fitoplancton fue del orden de 10^5 células L^{-1}. El valor máximo se observó en la zona inferior del estuario (E-L10) en el muestreo de primavera, con $8{,}6 \cdot 10^5$ células L^{-1}. En verano la abundancia presentó

valores muy similares en ambas zonas, que estuvieron en torno a $2{,}5 \cdot 10^5$ células L^{-1}.

Los valores de abundancia en primavera estuvieron en el rango general del resto de los estuarios de la costa vasca. Sin embargo, en verano la abundancia del fitoplancton en el estuario del Lea mostró los valores más bajos registrados. La riqueza (número de especies) y diversidad (índice de Shannon) tampoco fueron elevadas en ninguna de las dos épocas.

En primavera, las diatomeas supusieron entre un 50-60% de la abundancia total. Entre éstas, los taxones dominantes fueron *Leptocylindrus danicus* y diatomeas pennales (posiblemente de origen bentónico que alcanzaron la columna de agua por resuspensión). También fueron relativamente importantes las clorofitas, los pequeños flagelados y los dinoflagelados. Estos últimos supusieron en la estación E-L5 aproximadamente un 20% de la abundancia total.

En verano, las comunidades se caracterizaron en la zona superior por el predominio de clorofitas (una prasinofícea, *Pyramimonas* sp.), diatomeas pennales (de tamaño relativamente grande, 10-50 µm) y pequeños flagelados. En la zona inferior dominaron las clorofitas (clorofíceas, prasinofíceas y ulvofíceas), las criptofitas (*Hemiselmis* sp. y *Plagioselmis* sp.) y los pequeños flagelados.

Estación	E-L5	E-L10
Fecha	20/05/2008	20/05/2008
Abundancia (Células/ml)	382	855
Diversidad (bit/cel)	2,4	2,4
Riqueza (Nº especies)	11	17
Estación	E-L5	E-L10
Fecha	11/09/2008	11/09/2008
Abundancia (Células/ml)	287	228
Diversidad (bit/cel)	2,3	3,1
Riqueza (Nº especies)	11	12

Tabla 125 Índices relacionados con Fitoplancton. Estuario del Lea. Los datos son de superficie, en pleamar.

En cuanto a las especies potencialmente tóxicas, en primavera destacó un dinoflagelado identificado como cf. *Pfiesteria* en ambas estaciones de muestreo, con abundancias entre 40.000 y 60.000 células l^{-1}. Además, en primavera el dinoflagelado *Kryptoperidinium foliaceum* (que puede provocar efectos nocivos en bivalvos) se observó en la estación E-L5, aunque con una baja abundancia (~30.000 células l^{-1}). También aparecieron haptofitas del género *Chrysochromulina* (potencialmente nocivas para la fauna y flora) en baja abundancia, del orden de 10.000 células l^{-1}.

CALIDAD BIOLÓGICA

A partir de 2007 se comienza a aplicar un nuevo criterio de evaluación para el fitoplancton en las aguas costeras, que ha sido acordado en las reuniones europeas de Intercalibración para la Directiva Marco del Agua. Este nuevo método no ha sido aún intercalibrado en aguas de transición, las cuales, por lo tanto, se evalúan en el presente informe con el mismo método que en años anteriores. Así, el fitoplancton en el estuario del Lea se evalúa con los datos de los últimos cinco años (periodo 2004-2008). La evaluación se realiza en base a cuatro indicadores (clorofila, abundancia de fitoplancton tóxico, abundancia de fitoplancton nocivo para los ecosistemas y abundancia total de fitoplancton) y el estado global del fitoplancton en cada una de las estaciones corresponde al que presenta el indicador peor clasificado (Tabla 126).

En cuanto al indicador basado en la biomasa fitoplanctónica, en los últimos cinco años se han registrado algunos valores de concentración de clorofila superiores a 16 µg l^{-1}, que es el umbral establecido en la metodología como indicador de eutrofia en aguas de transición. Estas situaciones se observaron en la zona inferior (estación E-L10) con valores cercanos a 20 µg l^{-1}, en verano y otoño de 2004. En años anteriores, el máximo de clorofila se localizó en la zona superior (E-L5), con valores cercanos a 60 µg l^{-1}. Sin embargo, durante el presente periodo de evaluación (2004-2008) no se han encontrado en la zona superior concentraciones de clorofila que superen el umbral de eutrofia. Por lo tanto, en base a los datos de clorofila, el estado se clasifica como “muy bueno” en las estaciones E-L5 y E-L10.

En base a los datos de abundancia de fitoplancton perjudicial para la salud humana o para los ecosistemas el estado se clasifica también como “muy bueno” para el último periodo de evaluación, ya que la abundancia de dichas especies nunca supera el umbral de 10^6 células l^{-1}. Sin embargo, las floraciones fitoplanctónicas, o “blooms”, considerando el total de especies se producen con alguna frecuencia, lo cual hace que este indicador se clasifique como “bueno” en las estaciones E-L5 y E-L10.

Como se indica en la Tabla 126, integrando ambos elementos, clorofila y comunidad fitoplanctónica, el **estado global del fitoplancton** se clasifica como “**bueno”** en ambas estaciones del estuario del Lea.

ESTACIÓN	Clorofila	Salud Humana	Salud Ecosistemas	Blooms	GLOBAL
E-L5	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
E-L10	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno

Tabla 126 Estuario del Lea. Calificación en función de clorofila y fitoplancton.

8.5.2 MACROALGAS

Para su estudio, el estuario se dividió 6 zonas, numeradas del 1 al 6 desde la desembocadura al interior (Figura 132). Las zonas se han nombrado siguiendo una nomenclatura parecida al resto de estaciones: M de "macroalgas", E de "estuario" y L de "Lea", seguido del número (ej. M-EL2). En la Tabla 127 se muestran los índices de cobertura de cada especie de macroalga para cada una de las zonas.

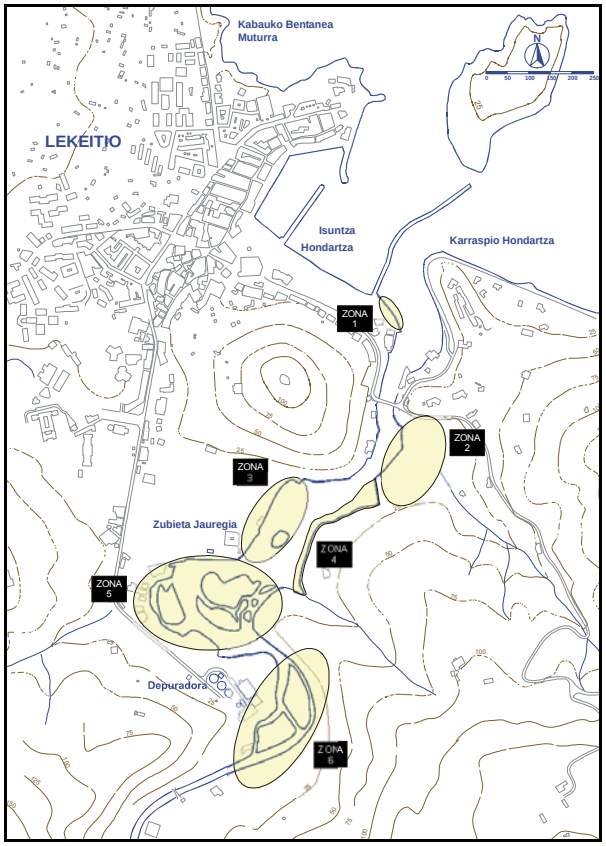


Figura 132 Zonas de estudio de macroalgas en la masa de agua de transición del Lea.

ZONAS	M-EL1		M-EL2		M-EL3		M-EL4		M-EL5		M-EL6	
Superficie (m^2)	10		16.400		19.000		4.500		30.000		11.000	
Área ocupada por macroalgas (m^2)	5		9.000		14.000		700		11.000		600	
Índice	IC	ID	IC	ID	IC	ID	IC	ID	IC	ID	IC	ID
CLOROPHYCEAE												
Filamentosas	6	5			4	4	6	4	4	3	4	4
Laminares			4	2	1	2	2	1	4	2	3	2
PHAEOPHYCEAE												
Fucus ceranoides			1	1			1	1	1	1		
Fucus spiralis limitaneus	4	2										
RHODOPHYCEAE												
Bostrychia scorpioides			5	3			3	2				
Gelidium pusillum	4	3										
Gracilaria spp.			6	4	4	3			5	3		
ANGIOSPERMAE												
Zostera noltii					5	3	5	2	5	2		
Total Cobertura Algal (%)	50		55		74		16		37		5	

Tabla 127 Especies de macroalgas identificadas en cada una de las zonas estudiadas en la masa de agua de transición del Lea el día 4 de Junio de 2008. Se representan: el Índice de Cobertura (IC), el Índice de Distribución (ID) (ver escalas en el Tomo 1), la cobertura total de la estación y la superficie ocupada.

ZONA M-EL1

Sobre un pequeño muro en la margen izquierda de la desembocadura del estuario, junto a la playa de Isuntza, se identifica una comunidad típica de algas fotófilas intermareales, dominada por *Fucus spiralis* var. *limitaneus*, *Gelidium pusillum* y *Ulva* sp. En general, la zona presenta un aspecto similar al de campañas anteriores, si bien aumenta ligeramente la cobertura de *F. spiralis* var. *limitaneus*, alcanzando un desarrollo similar al observado en 2002. *Ulva* sp. forma un cinturón continuo de 1 m de anchura y 90% de cobertura en la parte inferior del muro, valor sensiblemente superior a los de 2002 (20%) y 2005 (50%).

La tercera especie característica del área, *G. pusillum* presenta los valores de cobertura más bajos registrados desde el inicio del seguimiento, en 2002, observándose zonas aparentes pero dispersas.

Por su proximidad al mar, dicha comunidad no debería considerarse estrictamente estuárica.

ZONA M-EL2

La llanura de inundación del antiguo molino mareal "Maria Errota", construido en el siglo XVIII, configura una superficie inundable de 16.400 m^2.

La naturaleza fangosa de los sedimentos situados en en la parte central de la llanura y la protección frente al hidrodinamismo que ofrece el muro del molino, favorecen el desarrollo de la rodofícea *Gracilaria* sp., que presenta coberturas del 90%. La presencia de *Fucus ceranoides*, como en la campaña de 2005, es testimonial.

El cambio más reseñable para esta zona se debe a las clorofíceas laminares (género *Ulva*). En campañas anteriores únicamente aparecían en el canal principal de comunicación con la ría, favoreciéndose su desarrollo por la inundación constante durante todo el ciclo mareal. En 2008, en cambio, llegan a colonizar zonas más extensas, entremezclándose con *Gracilaria* sp.

En el límite más interno del muro que rodea el molino aparecen dos pequeñas manchas de 30 cm. de anchura y 10 m. de longitud de *Bostrychia scorpioides*, con 90% de cobertura.

ZONA M-EL3

Cerca del palacio Zubieta, se distingue una plataforma de aproximadamente 19.000 m^2, cuya mitad norte está ocupada por un sustrato fangoso sobre el que se asienta una pradera mixta de *Zostera noltii* y *Gracilaria* sp.

Para *Z. noltii*, se confirma la tendencia observada en las campañas de 2002 y 2005. En 2002 su distribución era reducida, con coberturas medias del 10%, con densidades reseñables (50-60%) en pequeñas áreas muy puntuales. En 2005, se distinguía ya una pradera desarrollada con coberturas del 70-80% en áreas más extensas. En la presente campaña se mantiene la cobertura, en una extensión notablemente superior.

Respecto a *Gracilaria* sp., presenta mayor desarrollo que el observado en 2005, con valores de cobertura similares a los de 2002.

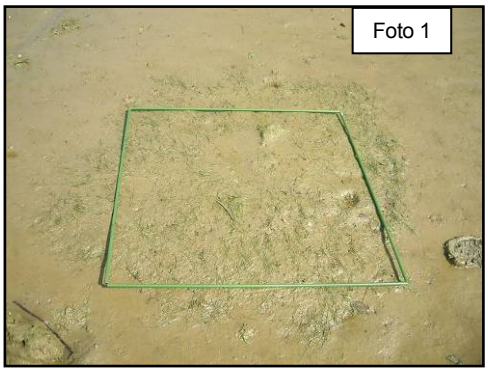
En el extremo sur, destaca un islote de 1.000 m^2 bordeado por una banda rocosa en cuya base, la pradera mixta *Z. noltii-Gracilaria* sp. es sustituida por algas clorofíceas. Las clorofíceas del género *Ulva* (forma *Enteromorpha*) presentan coberturas aproximadas del 50-60%, similares a las de 2002. En menor proporción, se pueden observar ejemplares de forma laminar (forma *Ulva*), que limitan su distribución a las charcas mareales.

ZONA M-EL4

A lo largo de 300 m. de la ribera derecha de la ría, lindando con el bosque de Telleriaburua, se encuentran dos tramos claramente diferenciados:

En el límite entre la zona de influencia mareal y el bosque destaca una comunidad que se distribuye en una estrecha franja de apenas 2 m de ancho, cuya peculiaridad se debe a la presencia de macrófitas marinas (*Ulva* sp., *B. scorpioides*), briófitos y líquenes. En dicha franja, y a mayor altura sobre el nivel mareal, el sustrato se encuentra recubierto mayoritariamente por musgo (75% de cobertura), sobre el que crece *Ulva* sp. (10%). A menor altura, los briófitos son reemplazados por *B. scorpioides* (5% de cobertura) y, sobre todo, *Ulva* sp. (90% de cobertura, frente al 60% de 2005).

La segunda parte corresponde a una pequeña playa de 3.500 m^2 de extensión, recubierta por rocas de pequeño y mediano tamaño en el 30% de su superficie. En campañas anteriores, el sustrato era de naturaleza arenosa, lo que condicionaba que el recubrimiento algal quedara reducido a las rocas, siendo las clorofíceas filamentosas del género *Ulva* las únicas macrófitas representativas. En la actualidad, las características granulométricas de la zona han cambiado, constatándose un notable predominio de sedimentos fangosos, que permiten el asentamiento de *Z. noltii*, especie que hasta ahora sólo se había identificado en la zona M-EL3. No obstante, su desarrollo es muy limitado y, aunque las coberturas sean aparentes (30-40%), únicamente se han identificado 5 manchas aisladas de apenas 1 m^2 de extensión (Foto 1).



Otra diferencia reseñable respecto a años anteriores es la presencia apreciable de clorofíceas laminares del género *Ulva* y algún ejemplar aislado de *F. ceranoides*.

ZONA M-EL5

A la altura del astillero se distingue una amplia zona que se puede dividir en tres partes: la zona exterior del astillero (rampa y paredes), un conjunto de islas atravesadas por canales y la zona más próxima al cauce.

La rampa del astillero y los muros adyacentes presentan un aspecto similar al observado en campañas previas, apareciendo recubiertos por clorofíceas filamentosas hasta una altura aproximada de 1,5 m.

El sistema de islas, con una extensión total aproximada de 22.000 m^2, está separado por el cauce de la ría en una isla de 5.500 m^2 y otra de 16.500 m^2. En 2002 el sedimento fangoso de las islas estana recubierto por clorofíceas filamentosas con 20-30% de cobertura (Foto 2). En 2005 su desarrollo fue superior, alcanzándose valores de más del 90% (Foto 3). En la actual campaña la cobertura de las clorofíceas ha disminuido, quedando reducido a pequeños cinturones que bordean las islas, con coberturas similares a las de 2002 (Fotos 4).

En campañas previas, en los canales que atraviesan las islas se identificaron clorofíceas laminares del género *Ulva*. En 2008 su área de distribución se ha extendido a las plataformas de fango adyacentes, aunque las coberturas son pequeñas (20%).

Otro cambio reseñable respecto a campañas previas es la aparición de la rodofícea *Gracilaria* sp. y de la fanerógama *Z. noltii*. *Gracilaria* sp. crece a ambos lados del canal principal, formando una mancha de 150 m^2 con 10% de cobertura (Foto 5) en el complejo insular más grande (en la margen derecha) y un cinturón conspicuo de 150 m de largo y 2 m de ancho (Foto 6) con una cobertura máxima del 90% (Foto 7) en la zona más alejada del cauce de la isla pequeña (en la ribera izquierda). En dicho cinturón, la forma laminar de la clorofícea *Ulva* sp. (5% de cobertura), aparece entremezclada con *Gracilaria* sp. y con ejemplares aislados de *F. ceranoides*.


Foto 2


Foto 3


Foto 4

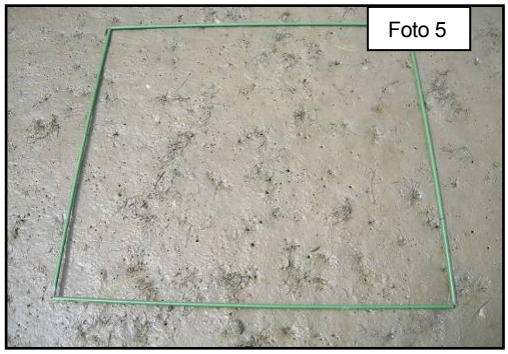
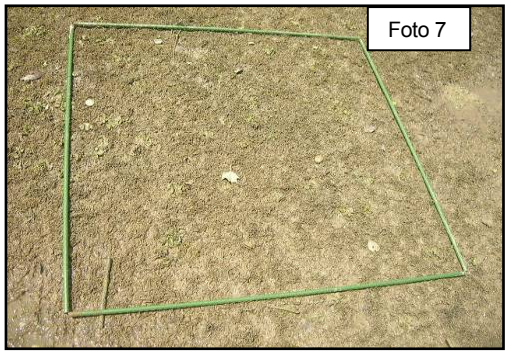

Foto 5


Foto 6


Foto 7

Como en la zona M-EL4, se constata la aparición de *Z. noltii*, que crece en 7 manchas de 1-5 m^2 y 60% de cobertura media (Foto 8). Dichas manchas se sitúan en la zona del complejo insular de la ribera derecha más próxima a la desembocadura, entremezcladas con clorofíceas laminares y *Gracilaria* sp. (Foto 9).

Por último, en las áreas más cercanas al cauce, gran cantidad de cantos depositados sirven como soporte a algas verdes filamentosas del género *Ulva*, con densidades del 40% (Foto 10).

ZONA M-EL6

Junto a la depuradora, dos islas con una extensión de 4.500 m^2 y 5.600 m^2 definen la zona límite entre los ecosistemas estuárico y fluvial.

Como en 2002 (Foto 11), junto al cauce se observan las mayores coberturas de *F. ceranoides* del estuario (20-30%), al contrario que en 2005 cuando sólo se encontró una mata en mal estado (Foto 12). Asímismo, la cobertura de clorofíceas filamentosas (Foto 13) es más parecido al de 2002 (40%), que al de 2005 (80%).


Foto 8

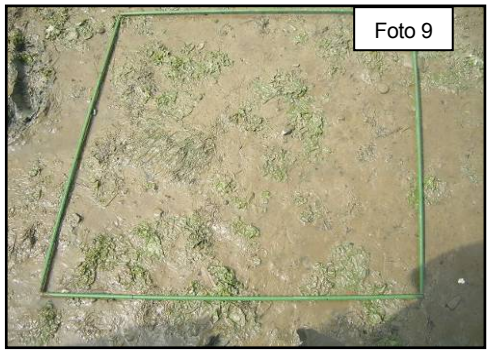

Foto 9


Foto 10

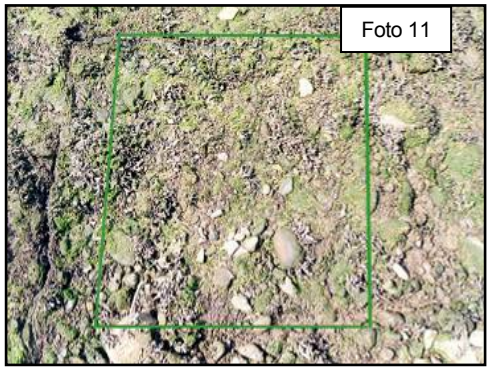
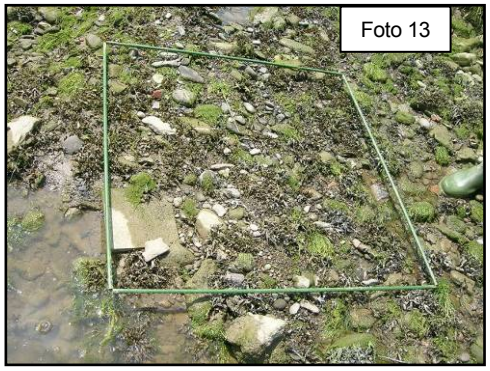

Foto 11


Foto 12


Foto 13

CALIDAD BIOLÓGICA

En la Tabla 128 se observan los datos obtenidos para la masa de agua de transición del Oka Interior en 2008 con objeto de obtener la calificación para cada tramo. La metodología utilizada se explica en el Tomo 1.

Las seis zonas analizadas quedan enclavadas en el tramo oligo-/mesohalino de la masa de agua de transición del Lea. Sin embargo, caracterizan dos estaciones: las cuatro primeras zonas se asignan a la estación E-L10 y las dos últimas, a la estación E-L5. En cualquier caso, la calificación global obtenida para cada uno de los tramos representados por las estaciones E-L10 y E-L5 es de 'Muy Buen Estado'.

De entre las evaluaciones llevadas a cabo en las campañas previas, sólo se produce un cambio en la calificación debido al cambio en la ponderación de zonas en 2002 y sólo en el tramo representado por la estación E-L10, que pasa de 'Muy Buen Estado' a 'Buen Estado'. Por tanto, se detecta una evidente mejoría en ambos tramos: el tramo representado por la estación E-L10, pasa de 'Buen Estado' en 2002 y 2005, a 'Muy Buen Estado' en 2008 debido sobre todo a un aumento de la cobertura algal en la zona más extensa (M-EL3) como a una disminución en la cobertura relativa de especies indicadoras y de clorofíceas en la zona M-EL4; por otro lado, el tramo representaco por la estación E-L5 pasa de 'Estado Deficiente' en 2005 ('Estado Aceptable' en 2002) a 'Muy Buen Estado' en 2008 debido principalmente a un aumento de la cobertura algal en la zona más extensa (M-EL5) y a una disminución de la cobertura relativa de algas indicadoras de contaminación y de algas verdes.

En la presente campaña de 2008, la mejoría detectada en ambos tramos permite que la valoración global para la masa de agua, aplicando al conjunto de zonas delimitadas la misma media ponderada que se hace para el cálculo por tramo, pase de 'Estado Aceptable' en 2005 ('Buen Estado' en 2002) a '**Muy Buen Estado**' en 2008.

INDICADORES	M-EL1	M-EL2	M-EL3	M-EL4	M-EL5	M-EL6
1- Riqueza	3	3	3	3	3	3
3- Cobertura indicadores contaminación	3	3	5	5	5	5
4- Cobertura media algas sin indic contamin.	3	5	5	3	5	1
5- Ratio verdes/resto	3	5	5	3	5	1
SUMA=	12	16	18	14	18	10
CALIFICACIÓN AREA=	A	B	MB	B	MB	A
EQUIVALENCIA=	6	8	10	8	10	6
SUPERFICIE DE LA ZONA=	10	16.400	19.000	4.500	30.000	11.000
PORCENTAJE SOBRE EL TRAMO=	0,00	0,41	0,48	0,06	0,73	0,27
VALOR GLOBAL=	0,0	3,3	4,8	0,4	7,3	1,6
EQUIVALENCIA TRAMO=	8,5				8,9	
CALIFICACIÓN TRAMO=	MB				MB	
ESTACIÓN RED ASIGNADA=	E-L10				E-L5	

Tabla 128 Calificación de cada indicador de macroalgas y las equivalencias para la calificación de cada tramo de la masa de agua de transición del Lea, asignado a cada estación de muestreo de la Red de Calidad, en 2008.

8.6. INDICADORES FISICOQUÍMICOS

8.6.1 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN AGUAS

CONSIDERACIONES GENERALES

Debido a la morfología del estuario y a su situación respecto a la desembocadura, el nivel de superficie de la estación de control E-L10 responde bien a la dualidad de pleamar y bajamar excepto en las situaciones de fuerte avenida del río Lea. La estación E-L5 registra un cierto incremento de la presencia de agua de origen fluvial respecto a la estación E-L10 pero, con la excepción de las situaciones de elevado caudal, esta estación también refleja la dualidad entre pleamar y bajamar.

En la Tabla 129 se muestran los datos medios anuales, correspondientes a las campañas de 2008, de las variables hidrográficas analizadas en superficie y fondo en el estuario del Lea, y de las variables relacionadas con el estado trófico (únicamente en superficie).

Variable	Unidad	E-L5-S	E-L5-F	E-L10-S	E-L10-F
Temperatura	°C	14,71	15,52	15,24	16,19
Salinidad	USP	12,52	20,32	20,75	24,35
Agua fluvial	%	64,83	42,91	41,73	31,59
Saturación O2	%	90,44	95,34	91,99	89,74
pH		8,13	8,17	8,00	7,97
Silicato	µ mol.dm^{-3}	56,18		40,67	
Amonio	µ mol.dm^{-3}	2,86		6,11	
Nitrito	µ mol.dm^{-3}	0,48		0,56	
Nitrato	µ mol.dm^{-3}	38,33		32,64	
Nitrógeno Total	µ mol.dm^{-3}	63,00		61,15	
Fosfato	µ mol.dm^{-3}	0,50		0,61	
Fósforo Total	µ mol.dm^{-3}	1,18		1,40	
Carbono O. Total	µ mol.dm^{-3}	134,30		145,14	

Tabla 129 Masa de agua del Lea. Valores medios de variables relacionadas con el estado trófico. F: fondo, S: superficie.

En el año 2008 la salinidad media del agua varía entre 12.5 y 24.3 USP. Las diferencias entre estaciones, sin ser excesivas, son claras. En el eje vertical de la columna de agua se observan claras diferencias, lo cual denota que la columna de agua se encuentra estratificada en este sistema.

A partir de los datos de salinidad se ha calculado el porcentaje relativo de agua dulce y marina en cada punto de muestreo. En ambas estaciones, las aguas de superficie presentan proporciones bajas-medias de aportes continentales y marinos (agua fluvial ~41-62%). En fondo domina en proporción el agua marina (agua fluvial ~31-43%).

El oxígeno disuelto, en promedio anual, alcanza casi la saturación en todos los puntos del estuario (~90-95%). En cuanto a los nutrientes, no se observa el característico patrón de dilución de las sustancias disueltas procedentes del río con el agua marina, debido probablemente en este caso a las concentraciones bajas registradas en ambas estaciones. Por otra parte, tanto en la zona interior como en la exterior se constata el predominio de las formas de nitrógeno oxidadas (nitrato y nitrito) frente a las reducidas (amonio) y, en ambas estaciones, los datos de 2008 indican una reducción sustancial de la fracción detrítica del carbono orgánico, por reducción del rango de las concentraciones máximas y por una proporción más equilibrada respecto al nitrógeno.

En los datos generales se observa cierta influencia de la estacionalidad y de las fluctuaciones en el caudal en la composición de los aportes, con máximos de nitrato y silicato en otoño coincidentes con valores mínimos de salinidad.

EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LAS VARIABLES HIDROGRÁFICAS GENERALES

En la mayoría de las series de datos disponibles no se observan tendencias que indiquen un incremento o descenso significativo y mantenido de los valores de las variables de tipo general y de las relacionadas con el estado trófico. En general predominan las situaciones alternantes, con una distribución de tipo “dientes de sierra” en la que se observa la incidencia de la estacionalidad y de las condiciones hidrológicas.

En la mayoría de las series de datos disponibles no se observan tendencias que indiquen un incremento o descenso significativo y mantenido de los valores de las variables de tipo general y de las relacionadas con el

estado trófico. Tal como se señala en el estudio de presiones e impactos (Borja et al., 2006a), el nivel de presión relacionado con la entrada de nutrientes es moderado en el estuario del Lea. Dentro de la alta variabilidad característica de los estuarios, y de fluctuaciones asociadas a la estacionalidad y a las diferentes condiciones hidrológicas, no se observa una tendencia a la disminución en los últimos años. Incluso, para la estación E-L10, algunos de los máximos más importantes de NID se han registrado en los últimos años (Figura 133). Para el fosfato el patrón de distribución temporal es muy similar (Figura 133), con una destacable covarianza, tanto con el NID como con la fracción del NID constituida por el amonio, que contribuye de forma importante a los máximos citados.

En cuanto a la evolución del porcentaje de saturación de oxígeno de la estación E-L10 situada en la desembocadura, ésta experimentó un aumento de la saturación de oxígeno entre 1994 y 1996, para luego permanecer en una situación de sobresaturación hasta finales de 2001, en que se da un período de descenso en la saturación hasta 2003. Posteriormente, se estabiliza alrededor del 60-100% (Figura 134). Aunque la serie temporal de la estación E-L5, la que se encuentra en la cabecera del estuario sea más corta, ésta sigue el mismo patrón que la estación de la desembocadura (E-L10) (Figura 134).

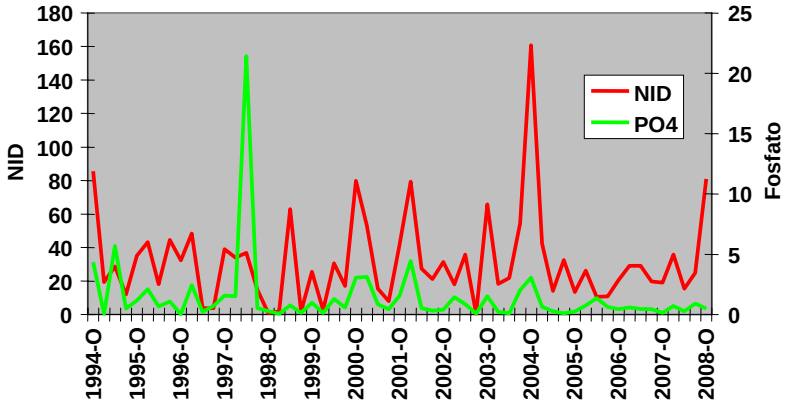


Figura 133 Evolución trimestral, entre otoño de 1994 y otoño de 2008, de la concentración de Nitrógeno Inorgánico Disuelto (NID) y fosfato, ambos en micromoles por litro, en aguas de superficie (media de pleamar y bajamar), en la estación E-L10.

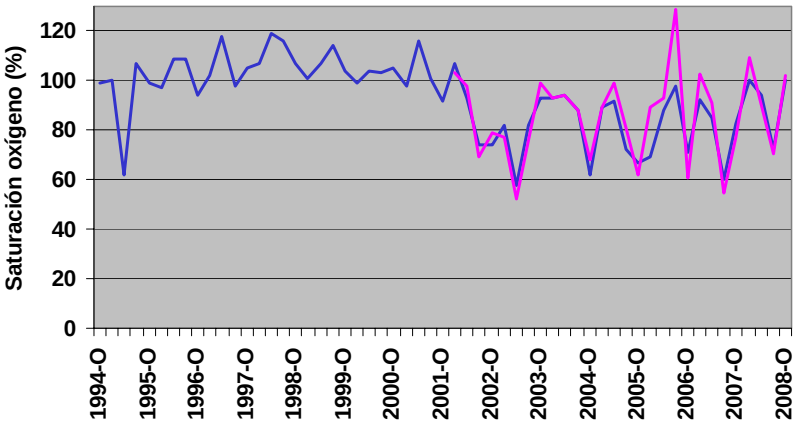


Figura 134 Evolución temporal del porcentaje de saturación de oxígeno disuelto en el estuario del Lea (estaciones EL-5 y E-L10), media de pleamar y bajamar, superficie y fondo.

METALES DISUELTOS

Las concentraciones de cromo (trivalente y hexavalente) y de mercurio en las aguas de superficie de las estaciones del estuario de Lea se mantienen, como en la mayoría de los casos precedentes, por debajo de sus respectivos límites de detección (2, 3 y 0,3 $\mu g \cdot l^{-1}$ respectivamente).

En la Figura 135 se muestra la evolución de la concentración media del resto de los metales para el periodo comprendido entre otoño de 1995 y verano de 2008. Los valores empleados son medias correspondientes a los datos de pleamar y bajamar para las dos estaciones de muestreo del estuario (E-L5 y E-L10), hasta el año 2006, desde 2007 solamente se han muestreado las estaciones en bajamar.

En general, no se observan tendencias bien definidas en la evolución de las concentraciones de los distintos metales en las aguas del estuario y predominan las oscilaciones en la mayoría de los metales, siendo, en general, estas concentraciones superiores en la parte más externa del estuario E-L10 (molino de Lekeitio) que en la interna E-L5 (astillero de Lekeitio). En el caso del cadmio, plomo y manganeso se observan máximos puntuales, que solamente sobrepasan el objetivo de calidad para el cadmio y plomo. Sin embargo, cabe destacar, que para estos metales la mayoría de los puntos se encuentran por debajo del límite de detección o muy cercanos a éste.

A pesar de que en 2005 se registro un descenso generalizado de las concentraciones respecto a años anteriores, en 2006 vuelven a aumentar las concentraciones para todos los metales excepto para hierro pero sin acercarse en ningún caso a los objetivos de calidad. Este año 2008 han descendido las concentraciones de Cu y Zn y han aumentado las concentraciones de Fe, Ni y Cd respecto al año 2006, superando el objetivo de calidad por el Cd en la estación E-L10 tanto en invierno como verano con valores de 0,3 y 0,6 0,3 $\mu g \cdot l^{-1}$, respectivamente (objetivo de calidad 0,2 0,3 $\mu g \cdot l^{-1}$). La concentración del resto de los metales se ha mantenido estable respecto al año anterior.

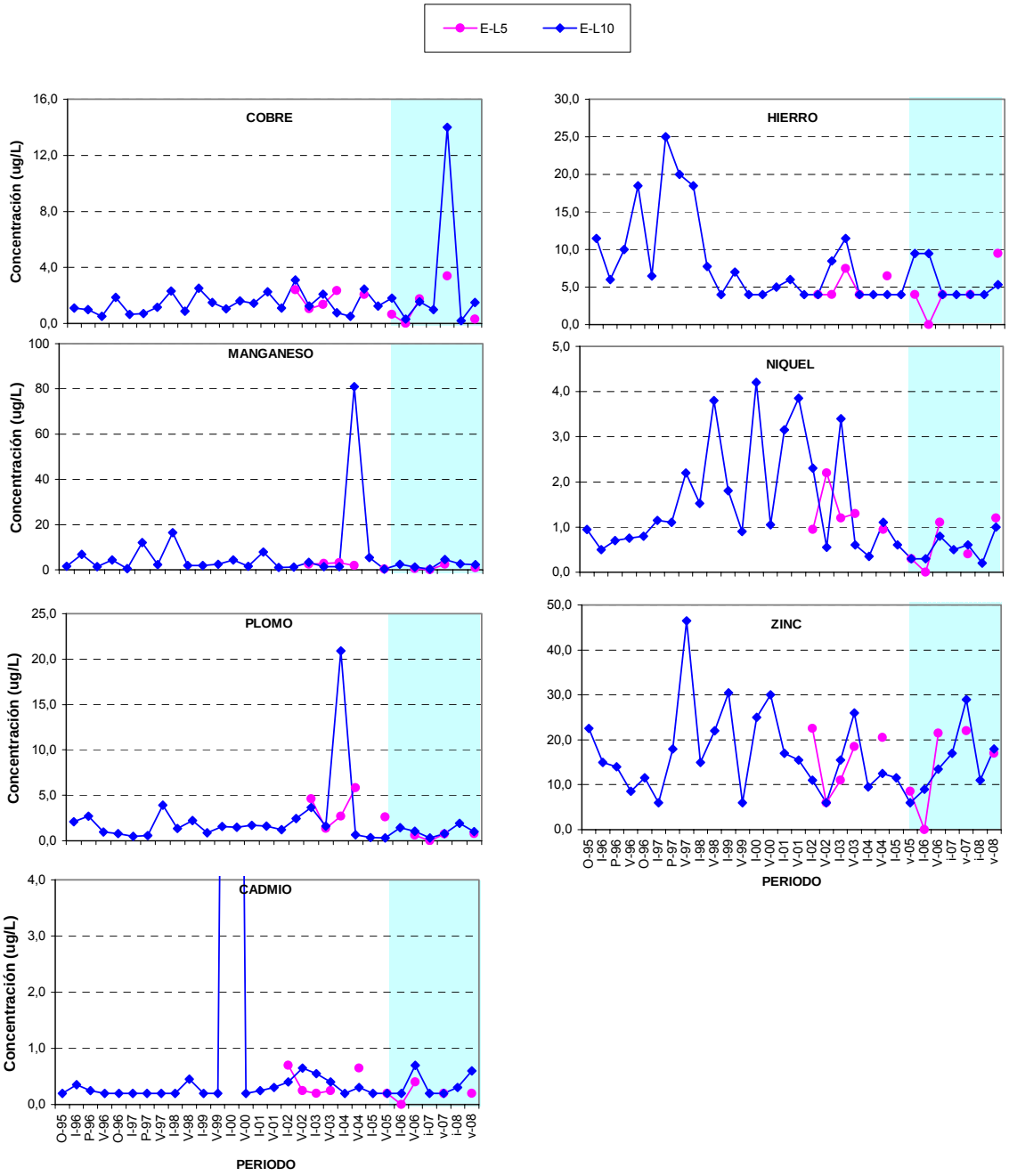


Figura 135 Evolución temporal de la concentración media (pleamar-bajamar) para cada metal en las estaciones del estuario de Lea en el periodo que abarca desde otoño de 1995 a verano de 2006, desde el año 2007 sólo se ha tenido en cuenta los datos de bajamar

CONTAMINANTES ORGÁNICOS Y OTROS CONTAMINANTES ESPECÍFICOS

En los resultados obtenidos en 2008 se observa la presencia de PAHs derivados del naftaleno y fenantreno en la campaña de verano, sin sobrepasar el objetivo de calidad establecido para compuesto del grupo.

ESTADO EN FUNCIÓN DE LOS INDICADORES FÍSICO-QUÍMICOS

En 2008 la calidad físico-química de la masa de agua se puede calificar como **'Muy Buena'** ambas estaciones.

En cuanto a los objetivos de calidad físico-química, las estaciones E-L5 y E-L10 cumplen para todas las variables (excluyendo del promedio los datos de turbidez de otoño).

ESTADO QUÍMICO

Teniendo en cuenta las Directivas europeas y la normativa española, referida a aguas (ver Tomo 1), se puede decir que en este estuario **'No Cumple'** la estación E-L10 por presencia de Cd, pero la estación E-L5 **'Cumple'**.

8.6.2 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS

PARÁMETROS SEDIMENTOLÓGICOS DE CARÁCTER GENERAL

En la Tabla 130 aparecen los datos de los parámetros sedimentológicos correspondientes a los muestreos de invierno de 2008 en cada estación.

En la Figura 136 se muestra la evolución temporal del contenido en arenas, contenido en materia orgánica y relación C/N de los sedimentos del estuario del Lea desde 1994.

Se puede observar un porcentaje cercano al 100% en arenas desde 1998 en la estación más exterior. Del mismo modo se encuentra una mayor cantidad de finos en la estación E-L5 donde la cantidad de materia orgánica es superior.

En cuanto a la relación C/N en la estación E-L10, se observa una gran variabilidad en los resultados, siendo generalmente los valores menores en los años con mayor presencia de fracción fina del sedimento. Al contrario de la estación E-L10, en E-L5 esta relación es relativamente constante. En lo que respecta a la estación interna (E-L5), los bajos valores de la relación C/N y el elevado contenido en materia orgánica de las muestras recogidas desde el invierno de 2002, muestran que se trata de una zona con actividad detrítica relativamente baja.

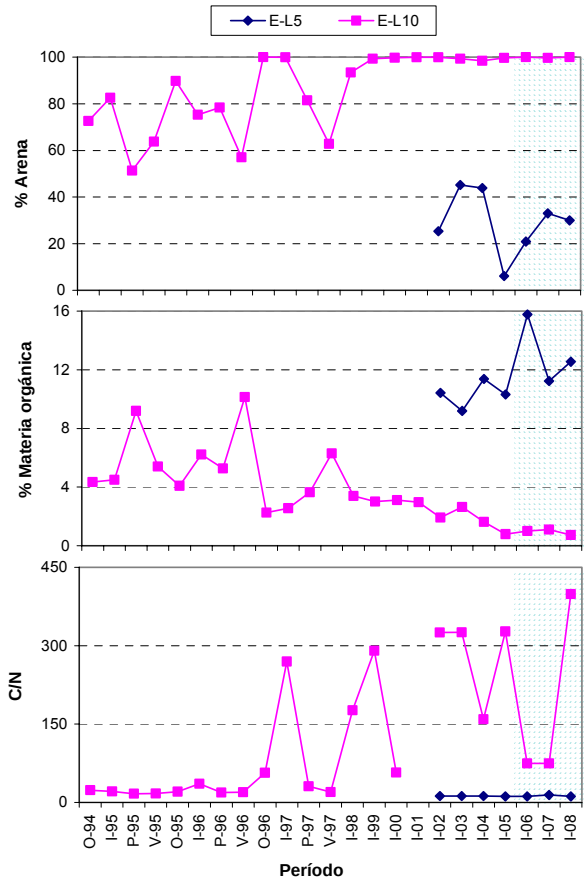


Figura 136 Gráficas de evolución temporal del contenido en arenas, contenido en materia orgánica y relación C/N de los sedimentos de la masa de agua de la transición del Lea.

ESTACION	INVIERNO - 2008							
	GRAVA (%)	ARENA (%)	FINO (%)	M.O. (%)	REDOX (mV)	C.O.P. (mol·Kg^{-1})	N.O.P. (mol·Kg^{-1})	C / N
E-L5	0,33	30,00	69,67	12,55	150	3,41	0,29	11,6
E-L10	100,00	0,00	0,00	0,73	274	3,91	0,01	398,8

Tabla 130 Parámetros sedimentológicos correspondientes a los muestreos de invierno de 2008 en la masa de agua de la transición del Lea. GRAVA > 2 mm > ARENA > 63 µm > FINO; M.O.: materia orgánica; REDOX: potencial redox; C.O.P.: carbono orgánico particulado; N.O.P.: nitrógeno orgánico particulado; C / N: relación carbono / nitrógeno.

METALES PESADOS

Las concentraciones de los metales pesados en los sedimentos en la campaña de invierno de 2008 en las dos estaciones estuáricas del Lea se resumen en la Tabla 131.

ESTACIÓN	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn
	mg·Kg^{-1}								
E-L5	0,61	7,6	38,7	28870	0,15	54,0	4,5	45,8	92,5
E-L10	15,96	11,4	12,6	85318	0,06	225,7	2,4	63,1	91,3
MEDIA	8,29	9,5	25,7	57094	0,11	139,9	3,4	54,5	91,9
DESV. EST	10,86	2,7	18,4	39914	0,06	121,4	1,5	12,2	0,9

Tabla 131 Concentración de metales pesados en los sedimentos de la masa de agua de la transición del Lea en la campaña de invierno de 2008.

La concentración de Cu, Hg y Ni es mayor en la parte interior del estuario (E-L5), la concentración de Cd, Cr, Fe, Mn y Pb es mayor en la estación E-L10, y la concentración de Zn es similar en ambas. Comparando con los niveles de fondo regionales (Rodríguez *et al.*, 2006), destaca el elevado valor de concentración de Cd medido en E-L10.

En la Figura 137 se ilustra la evolución temporal del factor de contaminación para la estación E-L10 (desde 1995) y para la estación E-L5 (desde 2002). En el caso del cromo los valores del factor de contaminación son generalmente inferiores a 1, exceptuando los años 2000-2001 en la estación E-L10 y años 2005-2006 en E-L5. El factor de contaminación del Cd y Cu desde 2002 presenta valores más altos en la estación más interna (E-L5), con excepción del año 2008 (Cd). El factor de contaminación de Fe presenta un rango de variación mayor en la estación más externa, presentando valores próximos a 1 en la estación más interna. El Mn y Ni presentan valores del factor de contaminación inferiores o próximos a 1 en ambas estaciones con la excepción de 2001 (estación E-L10). El Pb presenta valores del factor de contaminación superior a 3 en el año 1995 (estación E-L10) y en el año 2006 (estación E-L5). El factor de contaminación de Zn muestra tendencias diferentes en ambas estaciones: mientras la más externa (E-L10) muestra una tendencia descendente desde 1995, la más interna (E-L5) muestra un aumento de 2004 a 2006, seguido de un descenso. El factor de contaminación de Hg superó el valor de 3 en más del 50% de los muestreos previos al 2001 en la estación más externa (E-L10), y en 2005 en la estación más interna (E-L5).

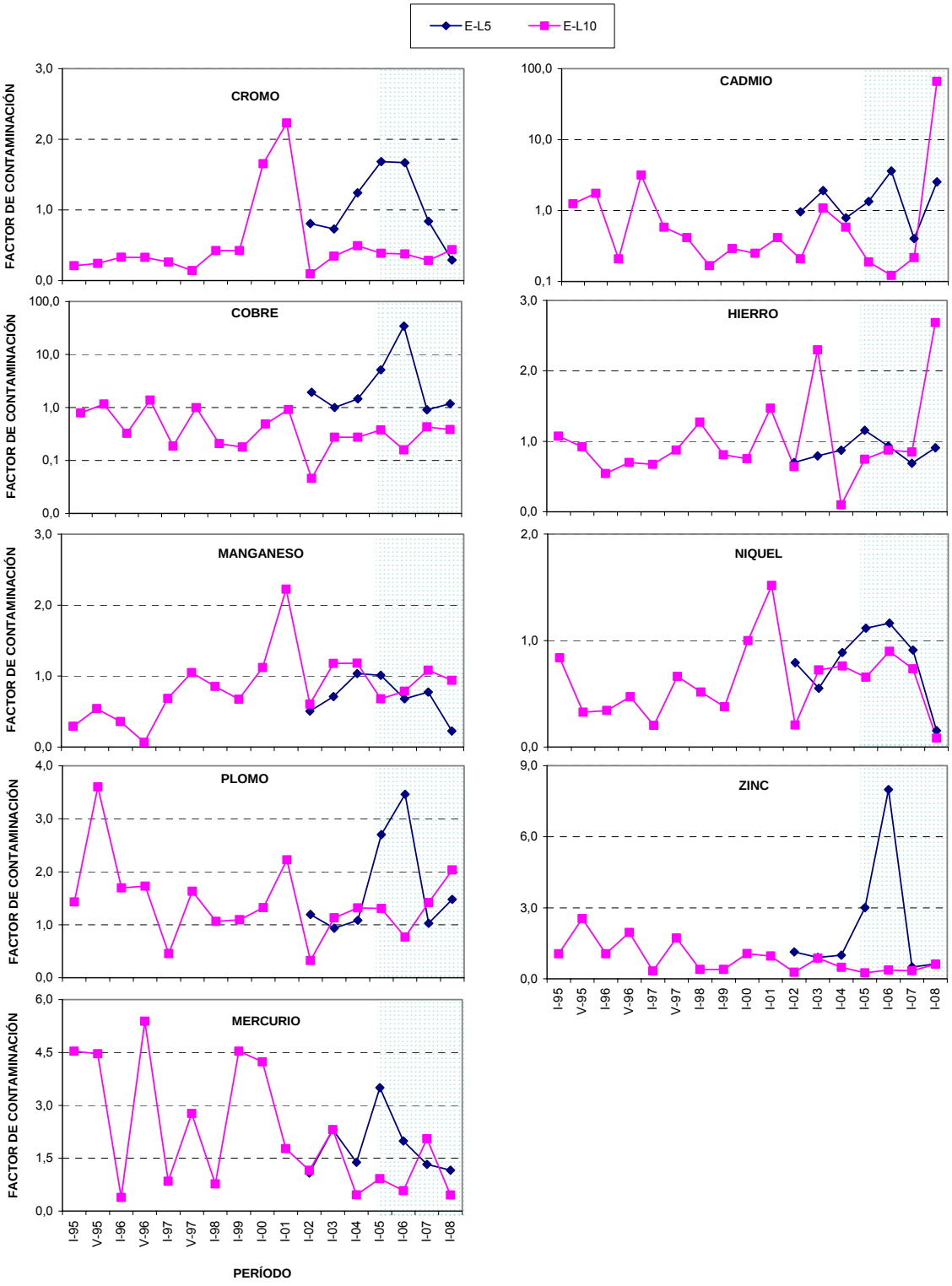


Figura 137 Evolución temporal de los factores de contaminación calculados para cada metal en la estación E-L10 (desde 1995) y la estación E-L5 (desde 2002)

COMPUESTOS ORGÁNICOS

La evolución de la concentración de contaminantes orgánicos en las muestras estuáricas del Lea está representada en la Figura 138. En la misma se han agrupado los contaminantes, como en el resto de estuarios, en seis grupos. Se representa la evolución de la estación E-L10 desde 1995 y en la estación E-L5 desde el 2002.

Comenzando por los PCBs, los valores en ambas estaciones están por debajo del límite de detección o ligeramente superior a éste (excepto en 2006 en la estación E-L5).

En relación al DDT, hexaclorociclohexano (HCH), drines y hexaclorobenceno (HCB), desde el 2002 las concentraciones eran inferiores al límite de detección o próximas a él. El aparente incremento de HCH desde 2006 a 2007 es debido a un incremento en los límites de detección.

Por último, en los datos de PAHs, se observa que, al igual que para muestras de otros estuarios, existe una gran variabilidad. La estación exterior (E-L10) presenta un aumento discontinuo desde 2001. La estación más interna presenta, en promedio, mayores concentraciones de PAHs.

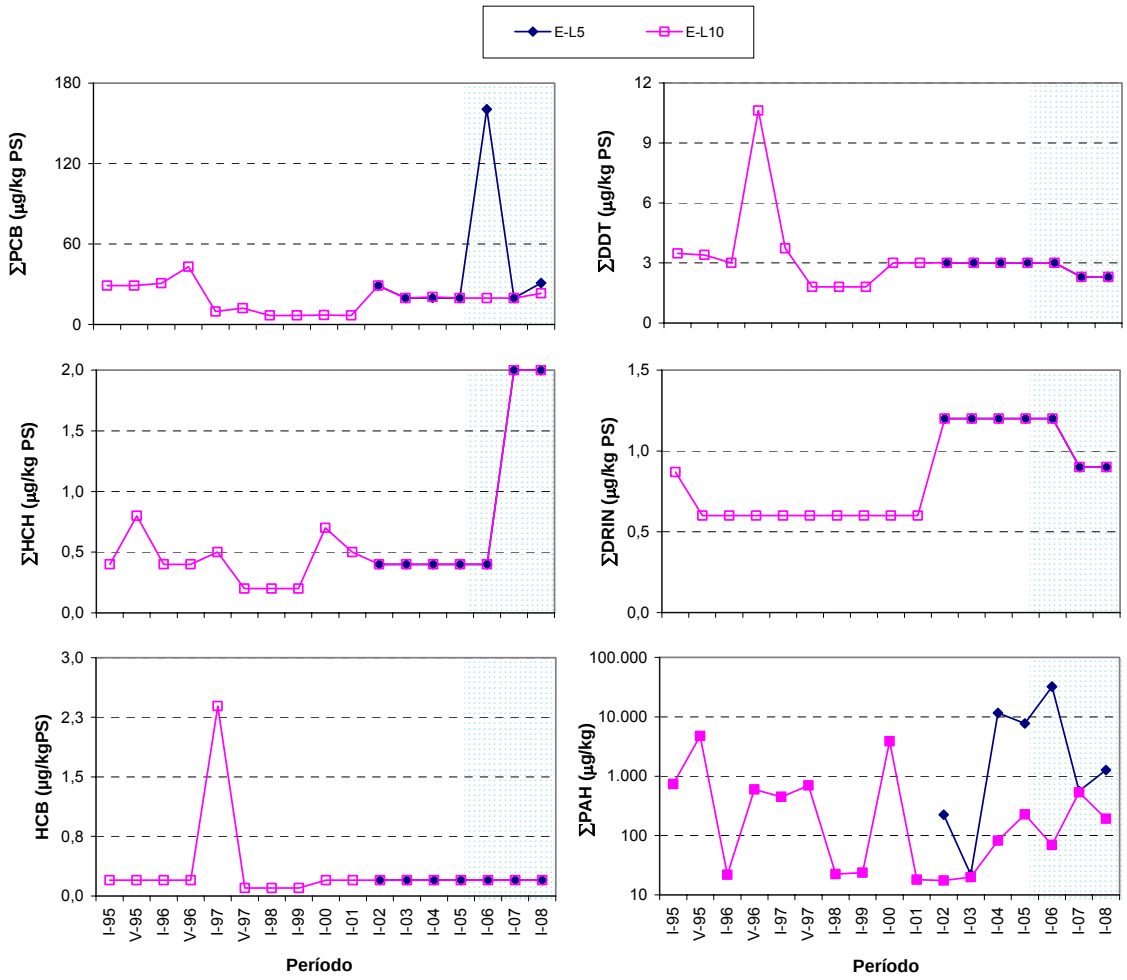


Figura 138 Evolución temporal de la concentración de compuestos orgánicos (µg kg^{-1}) desde 1995.

TOXICIDAD EN SEDIMENTOS

Las muestras de sedimento de las estaciones E-L5 (zona interior del estuario) y E-L10 (zona exterior del estuario) se tomaron el 6 de febrero de 2008 y se mantuvieron congeladas (-20 °C) durante 4 meses. Al cabo de este tiempo se descongelaron y se tamizaron (< 1 mm). Los ensayos ecotoxicológicos con bacterias (Microtox) y anfípodos (*Corophium multisetosum*) se realizaron en las dos semanas posteriores a la descongelación de las muestras.

Test Microtox

Los valores de EC_{50} calculados con Microtox en los sedimentos del estuario del Lea se muestran en la Figura 139. En la zona exterior del estuario (estación E-L10) el EC_{50} fue 5.424 mg l^{-1}, mientras que en la zona interior el valor obtenido fue de 900 mg l^{-1}. El elevado valor registrado en L-10 nos indica la ausencia de toxicidad en

el sedimento ya que supera claramente el valor guía propuesto por la normativa canadiense (Chevrier y Topping, 1998), que corresponde a 1.000 mg l^{-1}. El test Microtox se considera un test de "screening", con lo cual, mediante este test, normalmente, la probabilidad de clasificar erróneamente una muestra como inocua es bastante baja. Con ello, el riesgo de toxicidad en la estación E-L10 queda casi completamente descartado. Sin embargo, el valor observado en E-L5 es, aunque por poco margen, inferior al citado valor guía, por lo cual deberemos considerar dicho sedimento como potencialmente tóxico.

La utilización de varias especies en las pruebas de ecotoxicología (en este estudio, bacterias y anfípodos) permite evaluar la calidad del sedimento en distintos niveles de la cadena trófica, así como obtener una información más completa, ya que cada organismo puede responder de forma diferente a ciertas condiciones. Además, en la estación E-L5 resulta imprescindible contrastar el riesgo de toxicidad de dichos sedimentos con otro tipo de test (bioensayo de toxicidad aguda con anfípodos), ya que se encuentra próximo al valor umbral del test Microtox.

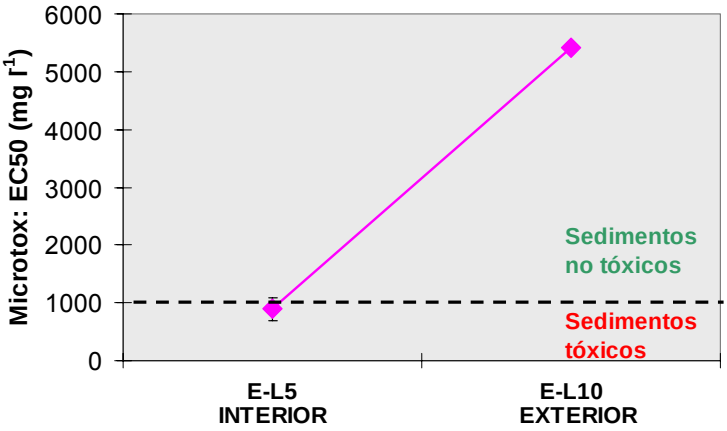


Figura 139 Valores de EC_{50} calculados mediante la técnica de Microtox en sedimentos de la zona interior (E-L5) y exterior (E-L10) del estuario del Lea. La línea punteada indica el valor guía que especifica la normativa canadiense (1.000 mg l^{-1}). Las barras indican el intervalo de confianza del 95% para los valores obtenidos.

Test de anfípodos

En la Figura 140 se presenta el porcentaje de mortalidad de *Corophium multisetosum* al ponerse en contacto con los sedimentos del estuario del Lea y en un sedimento control procedente del estuario del Bidasoa (zona donde habita la especie utilizada). El porcentaje de mortalidad en el sedimento control fue de 6 ± 2,2% (media ± desv. típica). Los sedimentos de la zona interior del estuario (E-L5) presentaron un porcentaje de mortalidad muy similar al del sedimento control (7 ± 5,8 %), mientras que el porcentaje de mortalidad en la zona exterior (E-L10) fue algo superior (17 ± 5,8 %).

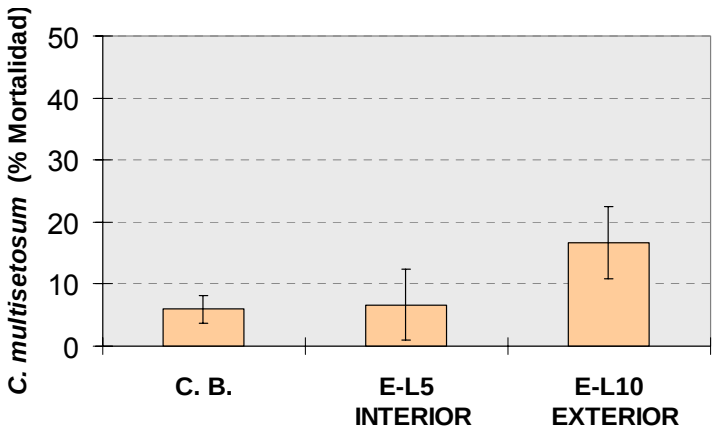


Figura 140 Porcentaje de mortalidad de anfípodos (*Corophium multisetosum*) en sedimentos de la zona interior (E-L5) y exterior (E-L10) del estuario del Lea, y en una muestra control (C. B.) procedente del estuario del Bidasoa. Las barras indican ± la desviación típica.

Siguiendo el criterio de diversas normativas basadas en el test de anfípodos (EEUU, Holanda, Hong Kong, España) para clasificar un sedimento en la categoría de tóxico su mortalidad debe superar a la del control en más de un 20% y las diferencias deben ser estadísticamente significativas (Belzunce y Castro, 2004). En las dos estaciones consideradas, en ninguno de los casos el bioensayo de anfípodos dio resultados significativamente diferentes a los del control, ni mostraron diferencias de mortalidades superiores al 20%. Por tanto, según el test de anfípodos no podemos considerarlas tóxicas.

A la vista de los datos de granulometría de los sedimentos del estuario del Lea (Figura 141) se puede concluir que la especie de anfípodo utilizada (*C. multisetosum*) presentó un porcentaje de mortalidad relativamente bajo durante el bioensayo tanto en sedimentos de naturaleza predominantemente fangosa (E-L5) como en sedimentos donde dominaban las arenas (C. B. y E-L10), mostrándose así la tolerancia de esta especie a las diferentes granulometrías de los sedimentos.

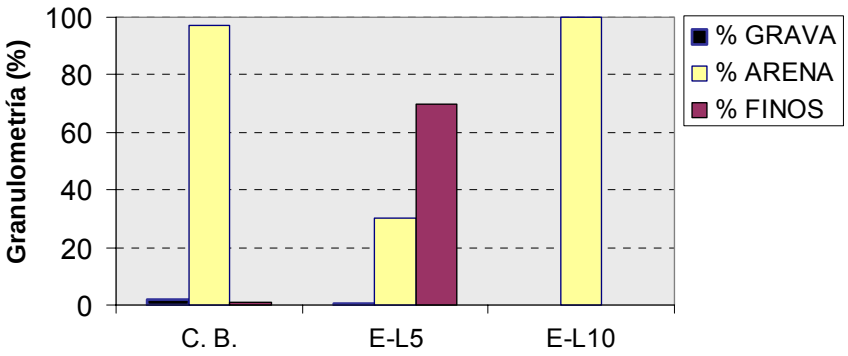


Figura 141 Composición granulométrica (% de gravas, arenas y limos) de los sedimentos en las muestras sometidas a los test de toxicidad: C. B. (control de Bidasoa), E-L5 (zona interior del Lea), E-L10 (zona exterior del Lea).

Con respecto al contenido de contaminantes, los análisis realizados indican contaminación ligera por metales en la muestra exterior E-L10 y contaminación extrema por cadmio en la misma muestra exterior. En esta estación las concentraciones de plomo, cobre y mercurio se encuentran por encima de los valores bajos de toxicidad ERL. Los compuestos tipo PCBs están presentes en concentraciones por encima de los ERL en ambas estaciones.

La no respuesta tóxica en los test llevados a cabo en el laboratorio no parece relacionarse con la contaminación extrema por cadmio detectada en la muestra exterior E-L10, lo que podría estar indicando la no disponibilidad de este metal a los organismos testados. Por otra parte, la cierta toxicidad observada mediante la prueba de microtox en E-L5 podría estar más relacionada con la composición en finos (70 %) y el contenido en matería orgánica (12,55 %) que con la contaminación química.

NORMATIVAS

Como se ha explicado en el capítulo de metodología, a nivel estatal no existe una legislación por la que se regule la gestión de sedimentos contaminados, sino que las actuaciones en este campo se hallan controladas por las correspondientes autorizaciones que, en su caso, concedan las administraciones correspondientes.

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

Siguiendo la metodología para establecer el grado de contaminación en los sedimentos, se ha establecido la clasificación de la contaminación en los sedimentos estuáricos del Lea en función de los metales pesados en 2008 (Tabla 132) basada en los Factores de Contaminación e Índices de Carga Contaminante (ICC) (MÜLLER, 1979) y se han calculado los ICC globales por estación y por metal.

ESTACIÓN	FACTORES DE CONTAMINACIÓN									ICC
	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn	GLOBAL
E-L5	CL	NC	CL	NC	CL	NC	NC	CL	NC	NC
E-L10	CE	NC	NC	CL	NC	NC	NC	CL	NC	CL
TOTAL	CF	NC	NC	CL	NC	NC	NC	CL	NC	NC

Tabla 132 Clasificación de la contaminación en los sedimentos de la masa de agua de la transición del Lea en función de los metales pesados en 2008, basada en los Factores de Contaminación e Índices de Carga Contaminante (ICC) (MÜLLER, 1979).

Los resultados globales indican contaminación ligera en la estación E-L10 y ausencia de contaminación global en la masa de agua. La elevada concentración de Cd medida en 2008 en estación E-L10, la clasifica con contaminación extrema en relación a este elemento.

El estudio de la evolución temporal de la contaminación por metales se ilustra en la Figura 142. La línea negra indica el límite de contaminación. Exceptuando los valores de 2005 y 2006, ambas estaciones presentan un ICC próximo a la unidad.

Como primera aproximación para estimar la potencial toxicidad de los sedimentos se utilizan como referencia los niveles de toxicidad calculados por Long *et al.* (1995). Según este criterio, en 2008 en la estación E-L10 la concentración de Cd supera el nivel medio de toxicidad, y la concentración de Pb supera el nivel bajo de toxicidad. En la estación E-L10 la concentración de Cu y Hg supera el nivel bajo de toxicidad.

Para los compuestos orgánicos se siguen los criterios utilizados para la evaluación de la contaminación, y para una aproximación de la toxicidad se utilizan los valores de LONG *et al* (1995). Siguiendo estos criterios se observa que, en la campaña de 2008, se supera el límite inferior de toxicidad de PCBs en ambas estaciones.

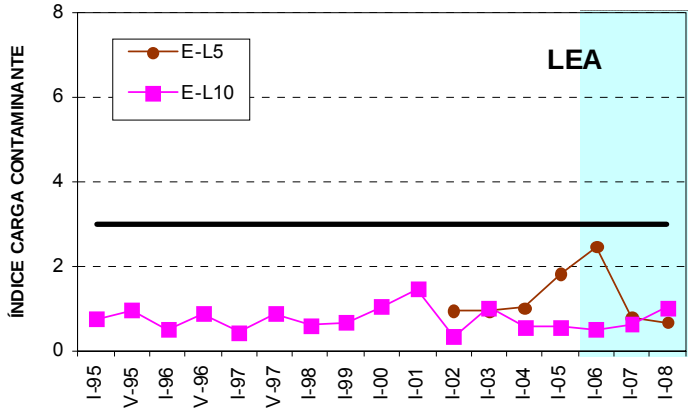


Figura 142 Evolución del índice de carga contaminante global de metales pesados, desde 1995. La línea negra indica el límite de contaminación.

8.6.3 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN BIOTA (MOLUSCOS)

En el estuario del Lea el 29 de octubre de 2008 se recolectaron ostras junto al puente de Lekeitio (I-L10), como se ha venido haciendo en años anteriores. Los datos correspondientes a bacteriología, metales pesados y compuestos orgánicos de la campaña de otoño de 2008 se pueden observar en la Base de Datos.

BACTERIOLOGÍA

La evolución de las concentraciones de bacterias en el estuario en la estación I-L10 a lo largo del periodo de estudio (otoño de 1994-otoño de 2008) se muestra en la Figura 143.

La concentración de **coliformes fecales** en otoño de 2008 (470 NMP $100ml^{-1}$) se encuentra dentro del rango de los valores determinados en los muestreos más recientes. Al ser inferior a 6000 NMP $100ml^{-1}$, se clasifica como zona tipo B, es decir, apta para el marisqueo destinado a depuración.

En cuanto a los **estreptococos fecales**, la concentración en otoño de 2008 (380 NMP $100ml^{-1}$) e encuentra dentro del rango de los valores determinados en los muestreos más recientes.

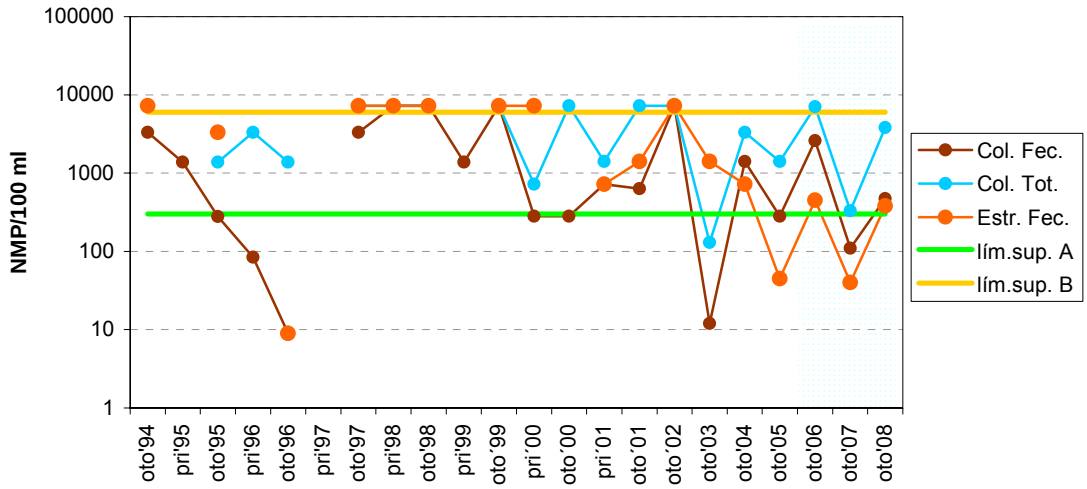


Figura 143 Evolución de la concentración de bacterias en la estación I-L10 a lo largo del periodo de estudio (otoño de 1994-otoño de 2008).

METALES PESADOS

En la Figura 144 se muestra la evolución de la concentración de los distintos metales en moluscos (mg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-L10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2008).

La concentración de **cadmio** (0,16 mg kg^{-1}) es ligeramente superior a los valores medidos desde 2005. Las concentraciones de Cd medidas desde otoño de 1994 en la estación I-L10 son inferiores al límite legal (1 mg kg^{-1}), aunque el valor de referencia del CIEM (0,4 mg kg^{-1}) se supera en otoño de 1995, otoño de 1998 (0,66 mg kg^{-1}) y en la campaña realizada en otoño de 2004.

El **cromo** presenta una concentración en 2008 (0,24 mg kg^{-1}) dentro del rango de los valores observados desde 2000. En otoño de 1997 se alcanzó la máxima concentración de todo el periodo (1,05 mg kg^{-1}). Sin embargo, ni en esta ocasión se superan los 1,8 mg kg^{-1} contemplados para el cromo como límite legal.

El **cobre** presenta una concentración de 113 mg kg^{-1}, valor dentro del rango de los valores observados desde 2000. Al tratarse de concentraciones en ostra, a excepción de primavera de 1995 y primavera de 2000 en los que se recolectó mejillón, las concentraciones observadas a lo largo del periodo de estudio son superiores (rango: 1,2 – 286 mg kg^{-1}) a las observadas en estuarios como, por ejemplo, Butroi (rango: 1,05 – 3,41 mg kg^{-1}) o Urumea (rango: 0,10 – 103 mg kg^{-1}), en los que se han muestreado sólo mejillones. En numerosas ocasiones se superan los 60 mg kg^{-1}, límite legal para el cobre en ostra.

En cuanto al **mercurio**, la concentración determinada en la campaña de otoño de 2008 (0,08 mg kg^{-1}) es la más elevada desde 1999. Se observa una tendencia discontinua al alza desde 1999. El máximo, 0,15 mg kg^{-1}, se observó en otoño de 1998, pero, en ningún caso se han superado ni el límite legal, 0,5 mg kg^{-1}, ni el valor de referencia del CIEM, 0,2 mg kg^{-1}.

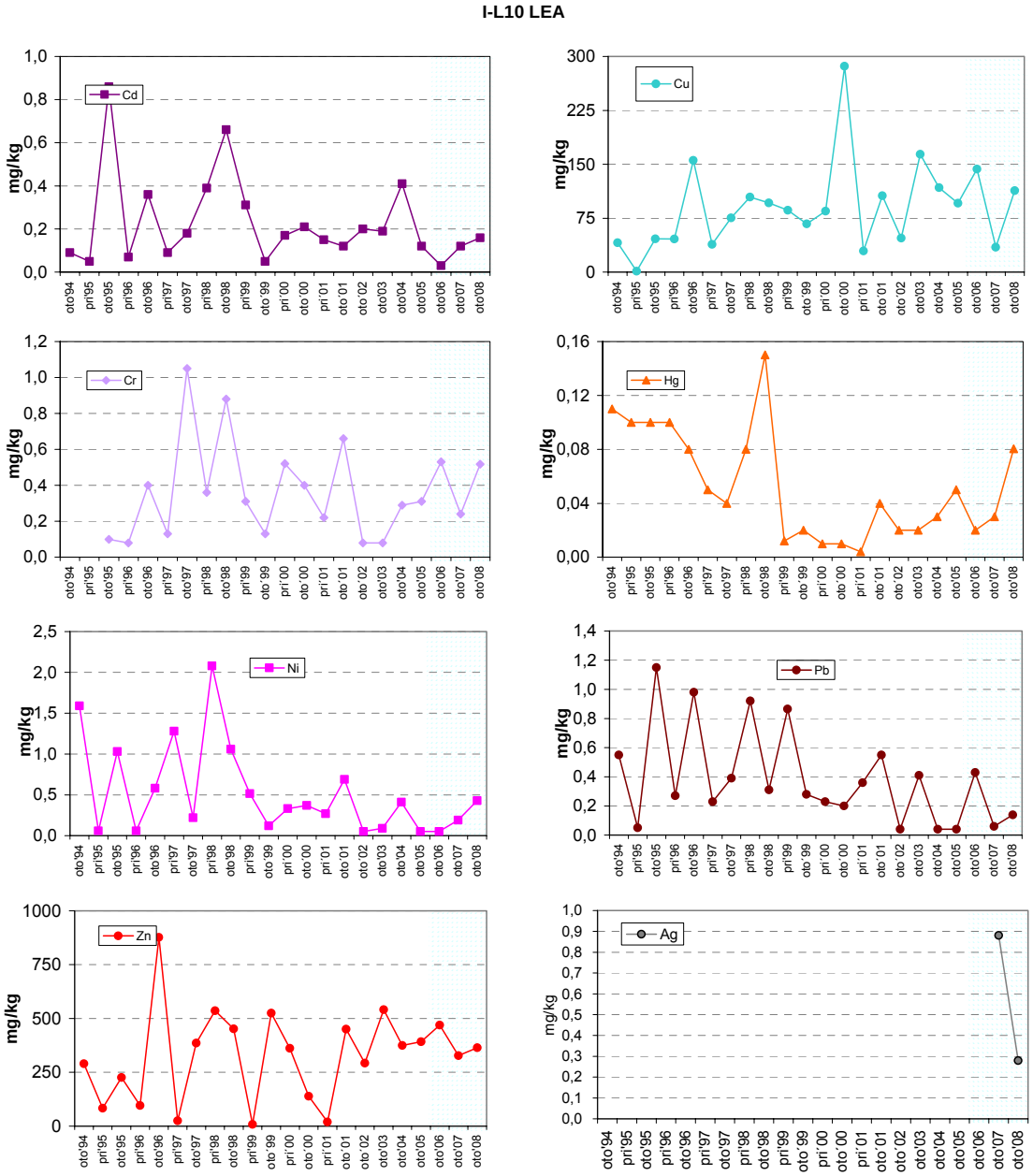


Figura 144 Evolución de la concentración de metales en moluscos (mg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-L10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2008).

El **níquel** presenta una concentración en 2008 de 0,4 mg kg^{-1}, superior a las determinadas en esta estación desde 2002. Aunque para el níquel no hay establecido un límite legal, existe un valor de referencia dado por el CIEM, 1,5 mg kg^{-1}. Este valor sólo se ve superado por las concentraciones observadas en otoño de 1994 (1,59 mg kg^{-1}) y primavera de 1998 (2,08 mg kg^{-1}).

Para el **plomo**, en otoño de 2008 se observa una concentración de 0,14 mg kg^{-1}, intermedia a los valores medidos en los muestreos más recientes. Desde otoño de 1995 se observa un descenso discontinuo. El límite legal para su consumo (1 mg kg^{-1}) se ha superado en muestreos previos.

Por último, en cuanto al **zinc**, la concentración en otoño de 2008 (364 mg kg^{-1}) se encuentra dentro del rango de los valores medidos desde otoño de 2001. Teniendo en cuenta que el valor de referencia dado por el CIEM para el zinc es 600 mg kg^{-1}, sólo ha sido superada en otoño de 1996 (876 mg kg^{-1}), que corresponde a la máxima concentración a lo largo del seguimiento. Sin embargo, en ningún caso se ha superado el límite legal, 1000 mg kg^{-1}.

La concentración de **plata**, se comenzó a medir en los moluscos en la campaña de 2007 con un valor de 0,88 mg kg^{-1}, descendiendo hasta 0,28 mg kg^{-1} en 2008.

COMPUESTOS ORGÁNICOS

En este apartado se contemplan diversas sustancias de origen antrópico. En su mayoría, se caracterizan por ser utilizadas como biocidas o pesticidas, pero también son utilizados por la industria. Como no hay legislación española específica para la mayoría de estas sustancias, nos hemos basado en NAUEN (1983) para recopilar lo existente en otros países del entorno y obtener los valores límites.

En la Figura 145 se muestra la evolución de la concentración de compuestos orgánicos (µg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-L10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2008).

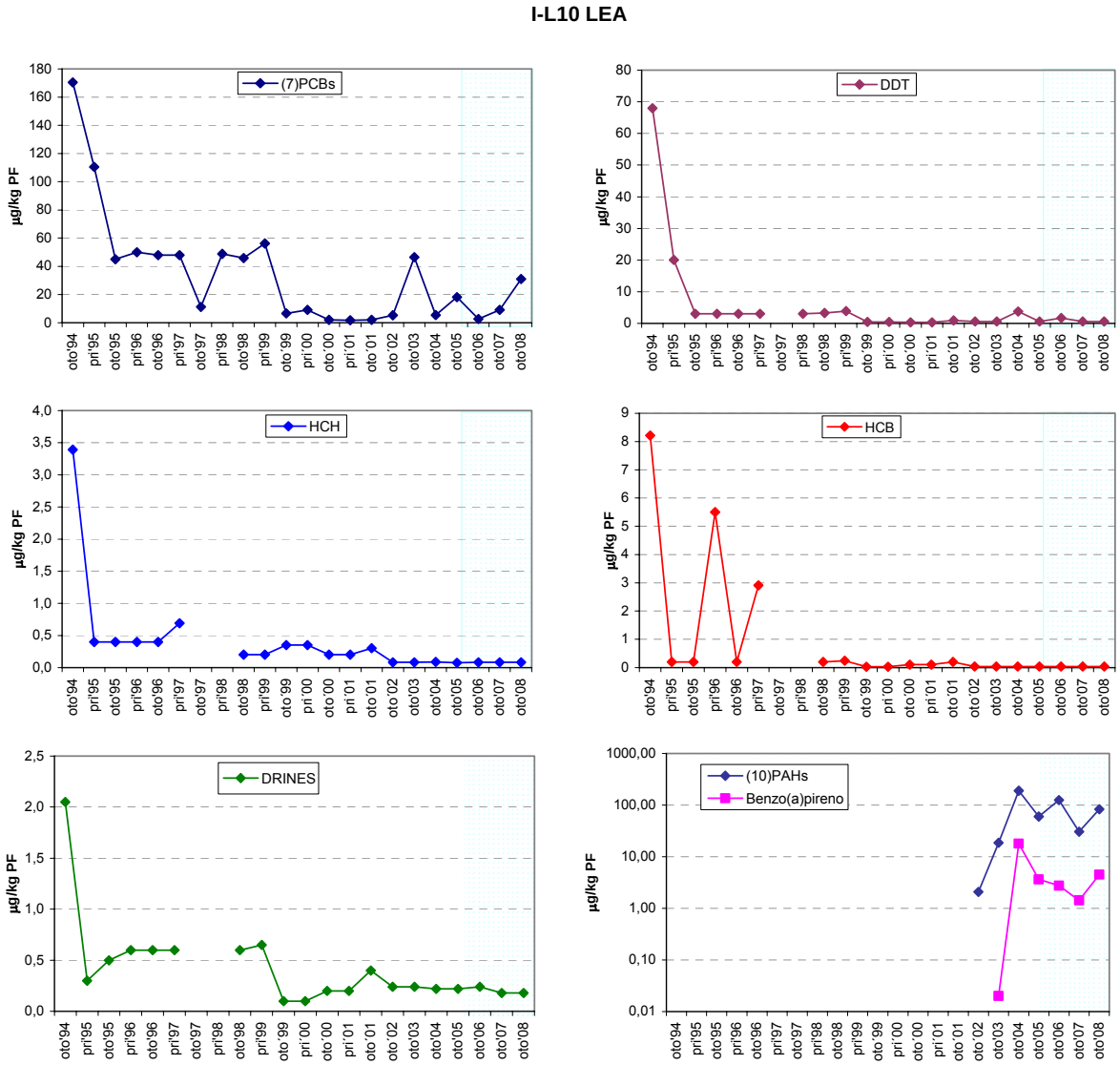


Figura 145 Evolución de la concentración de compuestos orgánicos en moluscos (mg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-L10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2008).

En el caso de los policlorobifenilos **(PCBs)** se han sumado las concentraciones de los 7 congéneres analizados, con objeto de poder compararlas con las de otros lugares. Hay que tener en cuenta que el dato puede variar al ser menos o más los congéneres estudiados en otras zonas.

En esta estación se observa que la concentración de PCBs en los moluscos presenta valores inferiores a 40 µg kg^{-1} desde 2004. Los valores que se dan para la concentración de PCBs en moluscos (NAUEN, 1983) oscilan entre 1 a 5 ppm. Si se toma como valor límite 2 ppm (2.000 µg kg^{-1}), se observa que las concentraciones de PCBs encontradas a lo largo del periodo de estudio están muy alejadas de este valor.

La concentración de **DDT** corresponde a la suma de los tres compuestos de DDT analizadas (p-p'DDE, p-p'DDD, p-p'DDT). En muestreos recientes (2004 y 2006), alguno de los congéneres estuvo por encima del nivel de detección. También ocurre en 2007, dónde el p'DDE registró una concentración próxima al nivel de detección (*ca.* 0,20 µg kg^{-1}). A lo largo del periodo de estudio la concentración de DDT más elevada se dio en otoño de 1994, cuando se alcanzó el valor de 68 µg kg^{-1}. Sin

embargo, incluso en este caso el valor límite (2 ppm = 2.000 µg kg^{-1}) se encuentra muy alejado.

La concentración de **HCH** corresponde a la suma de α-HCH y γ-HCH (lindano). En otoño de 2008 los valores están por debajo del límite de detección (0,08 µg kg^{-1}), al igual que en los años más recientes. La concentración más elevada de HCH en el estuario del Lea se dio en otoño de 1994 (3,4 µg kg^{-1}). Teniendo en cuenta que el valor límite sólo para el lindano es 200 µg kg^{-1}, esta concentración se encuentra muy por debajo de dicho límite.

Las concentraciones de **HCB** a lo largo del periodo de estudio son, en general, inferiores a los límites de detección correspondientes. Así, en otoño de 1994 se alcanzó la máxima concentración de todo el periodo (8,21 µg kg^{-1}), valor muy alejado del valor límite para este compuesto, 200 µg kg^{-1}.

En cuanto a las concentraciones los **drines** (aldrín, dieldrín, e isodrín) en raras ocasiones se superan los límites de detección correspondientes.

Por último, desde otoño de 2002 se estudian los **PAHs** en moluscos (Borja *et al.,* 2003). Se observa un descenso discontinuo desde el muestreo de otoño de 2004, midiéndose un sumatorio de (10) **PAHs** en 2008 de 83 µg kg^{-1}. La concentración de benzo(a)pireno (4,5 µg kg^{-1}) es del orden de la mitad del máximo permitido para el consumo según el Reglamento (CE) n° 208/2005.

NORMATIVAS Y DIRECTIVAS

En este caso sería de aplicación la Directiva de comercialización de moluscos, en la que, a la vista de la concentración de bacterias existentes la calificación sería de Zona B (apta para marisqueo destinado a depuración).

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

Para la clasificación de la contaminación de los metales pesados se han tenido en cuenta los niveles de fondo para el País Vasco (BORJA *et al.,* 1996) y se ha utilizado la misma metodología que para el cálculo de los ICC para sedimentos (véase Borja *et al.*, 2003). A partir de las concentraciones de metales obtenidas en otoño de 2008 en los moluscos recolectados en el estuario del Lea, la clasificación general sería de no contaminado.

En cuanto a los compuestos orgánicos, rara vez alcanzan los límites de detección, por lo que se puede considerar que los moluscos de este estuario no están contaminados por compuestos orgánicos, con la excepción de PAHs que puntualmente alcanzan valores relativamente elevados (no serían aptos para el consumo según las recomendaciones de la OMS y de la EPA).

8.7. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

En este estuario no hay ninguna actividad, acción u obra que haya alterado la morfología de la zona en 2005, por lo que se califica como **Muy Buena**. Por otro lado, a partir de los estudios de presiones e impactos realizados en 2004, se ha observado que históricamente el estuario ha perdido un 15% de la superficie Intermareal, además contiene el puerto de Lekeitio en la parte exterior, presentando hasta un 58% de las márgenes del estuario canalizadas.

RED DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LAS AGUAS DE TRANSICIÓN Y COSTERAS DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO

9. MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL ARTIBAI

Pasaia, junio de 2009

ÍNDICE

TOMO 9.- MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL ARTIBAI 243

9.1. RESUMEN ESTADO ECOLÓGICO. ARTIBAI 245

9.2. ESTACIONES DE MUESTREO 246

9.3. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS 247

9.3.1 PARÁMETROS ESTRUCTURALES 247

9.3.2 CALIDAD BIOLÓGICA 248

9.4. FAUNA ICTIOLÓGICA 249

9.4.1 ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD 249

9.4.2 CALIDAD BIOLÓGICA 252

9.5. VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO 254

9.5.1 FITOPLANCTON 254

9.5.2 MACROALGAS 256

9.6. INDICADORES FISICOQUÍMICOS 261

9.6.1 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN AGUAS 261

9.6.2 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS 265

9.6.3 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN BIOTA (MOLUSCOS) 271

9.7. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS 274

9.1. RESUMEN ESTADO ECOLÓGICO. ARTIBAI

En 2004 se realizó el estudio de presiones e impactos en esta Masa de agua.

Respecto a las fuerzas motrices puede considerarse que sufre la presión directa de una población de menos de 25.000 habitantes, con una densidad de 305,8 habitantes km^{-2}. El número de establecimientos industriales asciende a 1.054, considerándose que la actividad industrial es importante. Respecto a la actividad portuaria, situado en la desembocadura del río Artibai, el puerto pesquero de Ondarru es hoy en día el más importante del Cantábrico por su volumen de capturas. La construcción del nuevo puente, entrada y amplios muelles han permitido duplicar la lámina de agua abrigada. Existe, ría arriba, una pequeña dársena deportiva para 70 embarcaciones con un calado de 1,5 m que siempre se encuentra llena. La flota pesquera de Ondarru cuenta con 20 barcos de bajura que suman un tonelaje 1.300 TRB y una potencia de 6.450 BHP y que dan empleo a 214 marineros. También cuenta con 64 barcos de altura que suman 14.056 TRB y 46.969 BHP, dando empleo a 894 marineros. Respecto a la explotación agrícola-ganadera se le asocia al estuario del Artibai un total de 435 explotaciones y 4.126 Ha.

En la Masa de agua la presión más importante en número es la de los aliviaderos de tormenta, con 23 vertidos (28%) sobre un total de 83 presiones detectadas. Le sigue la regulación del cauce, con 17 presiones contabilizadas (21%) entre diferentes tramos de lezones, escolleras, diques, presas, etc. Por último, cabría destacar los vertidos urbanos, depurados y sin depurar, de los que se han contabilizado hasta 14 entradas a través de colectores y/o emisarios (17%). Artibai soporta una fuerte presión antrópica, lo que ha canalizado casi toda la parte final, hay también varios vertidos importantes urbanos e industriales (aproximadamente 1,3 10^6 $m^3.a^{-1}$), en la zona exterior se draga regularmente, además de que existen numerosos amarres y el puerto de Ondarru, que representa una superficie muy elevada (27% de la masa).

Globalmente la presión en la masa de agua es baja, aunque en la zona portuaria es mayor, por lo que podría considerarse en el límite con presión moderada (de hecho, aunque la calificación global sea baja, las presiones más importantes se valoran como 'moderadas', siendo claros los impactos producidos). A partir de finales de 2007 se comenzaron a realizar obras de consolidación de márgenes, paseos, y excavaciones en el cauce, lo que ha contribuido a una degradación de la calidad ecológica del estuario, especialmente en su parte externa.

En la Tabla 133 se presenta el Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado Ecológico en la masa de agua del Artibai.

	ELEMENTOS BIOLOGICOS				ESTADO BIOLÓGICO	ELEMENTOS Físico-Químicos	QUÍMICA		ELEMENTOS Morfológicos	ESTADO ECOLÓGICO	Equivalencia	Tanto por Uno	Valor global	CALIFICACIÓN EST. ECOLÓGICO MASA DE AGUA
	Fitoplanc.	Algas	Bentos	Peces			>LD	>NC						
E-A5	M	A	A	A	A	MB	Sí	No	D	A	6	0.15	0.9	2.6
E-A10	B	D	M	A	M	MB	Sí	No	D	M	2	0.85	1.7	

Tabla 133 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado Ecológico en la masa de agua del Artibai

En el estuario de Artibai, la estación más interior (E-A5) presenta un aceptable estado ecológico, al igual que suele presentar el tributario principal. Hay que hacer notar que en este estuario no hay saneamiento desarrollado, por lo que las condiciones físico-químicas generales pueden ser malas en algunos momentos, y las concentraciones de algunos contaminantes (especialmente metales), no son muy buenas (aunque en 2008 la estación 'cumpla'). Respecto a 2007 ha mejorado algo la estación. Sin embargo, en la parte externa, la estación E-A10 ha empeorado sustancialmente, ya que presenta un mal estado ecológico. En este caso la clasificación viene determinada por el estado del bentos, pero también las macroalgas y los peces, que han empeorado en 2008 respecto de 2007. La estación E-A10, muestreada desde el comienzo del seguimiento, se ha clasificado casi todos los años como fuertemente contaminada. En 1999, 2001 y 2002 las comunidades bentónicas experimentaron cierta mejoría. Aparentemente no hay nada que explicara esta mejoría, como no fueran los dragados efectuados que hubieran contribuido a "limpiar" los fondos o un posible saneamiento de la cuenca. Sin embargo, en 2008

empeora mucho debido a la consolidación de márgenes y trabajos en el cauce.

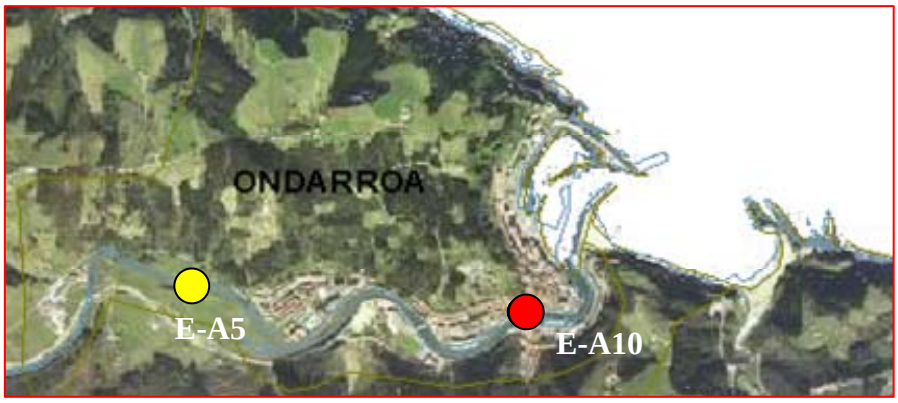


Figura 146 Calificación del Estado Ecológico y ubicación de estaciones en la masa de agua del Artibai: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Aceptable; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo

9.2. ESTACIONES DE MUESTREO

En la masa de agua del Artibai se analiza anualmente un total de 2 estaciones estuáricas y una estación de moluscos. Por otro lado, en 2002 y 2005, se analizaron tres estaciones para vida piscícola y 9 estaciones para macroalgas en estuarios, que se han vuelto a muestrear en 2008. Las posiciones de todas ellas se observan en la Tabla 134.

Cod_Estación	Estación	UTMX	UTMY	Tipo
E-A10	Ondarroa (embarcadero)	547056,16	4796710,33	Estuario
E-A5	Ondarroa (Errenteria)	545241,86	4796940,50	
AAI	Artibai (Arrastre zona interior estuario)	546449,14	4796757,26	Arrastre
AAM	Artibai (Arrastre zona media estuario)	546737,76	4796589,79	
AAE	Artibai (Arrastre zona exterior estuario)	547147,53	4796725,19	
M-EA2	Artibai Zona 02.Estuario Macroalgas	546471,03	4796733,73	Macroalgas
M-EA10	Artibai Zona 10.Estuario Macroalgas	545206,14	4796726,95	
M-EA3	Artibai Zona 03.Estuario Macroalgas	546226,86	4796747,30	
M-EA4	Artibai Zona 04.Estuario Macroalgas	545891,14	4796584,52	
M-EA5	Artibai Zona 05.Estuario Macroalgas	545901,32	4796672,69	
M-EA6	Artibai Zona 06.Estuario Macroalgas	545789,41	4796794,77	
M-EA7	Artibai Zona 07.Estuario Macroalgas	545518,12	4796872,77	
M-EA8	Artibai Zona 08.Estuario Macroalgas	545358,74	4796957,55	
M-EA9	Artibai Zona 09.Estuario Macroalgas	545250,22	4796950,76	
M-EA1	Artibai Zona 01.Estuario Macroalgas	546955,96	4796726,95	
I-A10	Ondarroa	547301,88	4797281,30	Moluscos

Tabla 134 Estaciones de muestreo en el estuario del Artibai.

9.3. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

9.3.1 PARÁMETROS ESTRUCTURALES

Los parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Artibai en invierno de 2008 pueden verse en la Tabla 135.

PARÁMETRO	UNIDAD	ESTACIÓN	
		E-A5	E-A10
Densidad	$n^o \cdot m^{-2}$	537	478
Biomasa	$g \cdot m^{-2}$	1,171	0,237
Riqueza	n^o	8	3
Diversidad número	$bit \cdot ind^{-1}$	1,11	0,74
Diversidad biomasa	$bit \cdot g^{-1}$	0,55	0,48
Equitabilidad número		0,37	0,47
Equitabilidad biomasa		0,18	0,30
Diversidad máxima	bits	3,00	1,58
AMBI		5,400	5,909
Clasificación AMBI		Alteración Fuerte	Alteración Fuerte

Tabla 135 Parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Artibai.

La estaciones E-A5 y E-A10 muestreadas en la masa de agua de transición del Artibai presentan características granulométricas diferentes. La primera de las estaciones, la más interna, muestra altos contenidos en gravas (47%), con contenidos similares en arenas (23%) y limos (30%). La segunda de las estaciones (E-A10) presenta una fracción arenosa (27%) similar a la de la estación E-A5, pero con bajos contenidos en gravas (<1%) e importantes porcentajes de limos y arcillas (73%). El contenido en materia orgánica en E-A5 (2,9%) es menor que el de E-A10 (7,5%).

Como ha ocurrido en el resto de campañas de muestreo (2002-2007), en 2008, el *taxon* dominante de la estación E-A5 es el de los oligoquetos, con 423 $ind \cdot m^{-2}$. Entre el resto de especies, cabe destacar *Hediste diversicolor* (75 $ind \cdot m^{-2}$) y las larvas de dípteros (16 $ind \cdot m^{-2}$).

La densidad total de la biocenosis (537 $ind \cdot m^{-2}$) se encuentra en el rango de la estimada en campañas anteriores (Figura 147), aunque es muy inferior a la registrada en 2002 (11.059 $ind \cdot m^{-2}$), campaña en la que se registró un extraordinario desarrollo de las poblaciones de oligoquetos. En 2008 la biomasa, aunque baja, es la más alta de las registradas en esta estación (1,2 $g \cdot m^{-2}$).

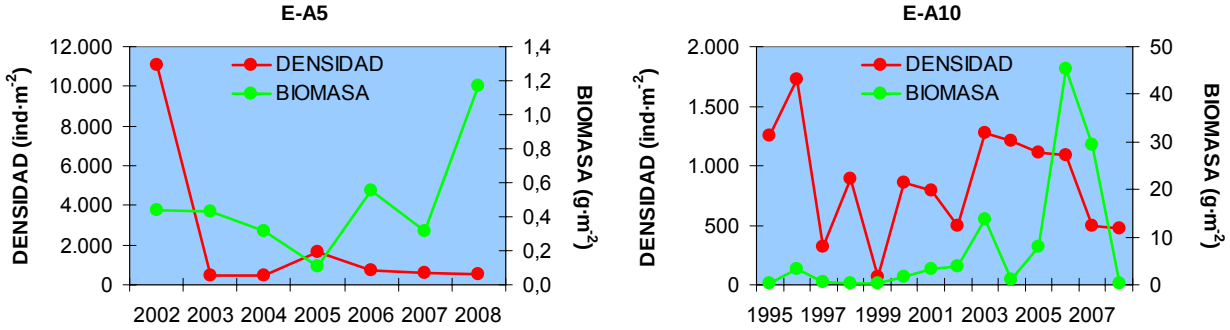


Figura 147 Evolución de la densidad y biomasa en las estaciones E-A5 y E-A10 (Artibai).

Los oligoquetos constituyen generalmente un grupo de ejemplares pertenecientes a varias familias entre las que no suelen faltar las familias Tubificidae y Enchytraeidae. Presentan ciertas características de interés medioambiental: por ejemplo, este grupo se asocia a la presencia de fibra vegetal o materia orgánica, componentes del sedimento que propician el desarrollo de poblaciones bacterianas de las que obtienen gran parte de sus nutrientes (Kathman *et al.*, 1984; Denis, 1983); igualmente, su presencia se relaciona con el enriquecimiento orgánico (Bamber y Espencer, 1984) y, también, con medios de baja salinidad, tales como ciertas áreas de los estuarios, generalmente las más internas (Sola, 1994).

Como era de esperar, la fuerte dominancia de los oligoquetos en E-A5 es la causa de los bajos valores de diversidad (1,1 $bit \cdot ind^{-1}$). Además, también debido a la dominancia de los oligoquetos, el grupo trófico dominante es el de los detritívoros subsuperficiales (79%).

En relación a AMBI, la importante abundancia de oligoquetos hace que el grupo ecológico V, al que se adscriben, sea también dominante en términos de densidad relativa (79% de la estación). Esto hace que la estación quede clasificada como fuertemente alterada, con AMBI=5,4 (Tabla 135). Como se puede apreciar en la Figura 148, se trata de una situación que se viene repitiendo desde el inicio del seguimiento de la estación en 2002.

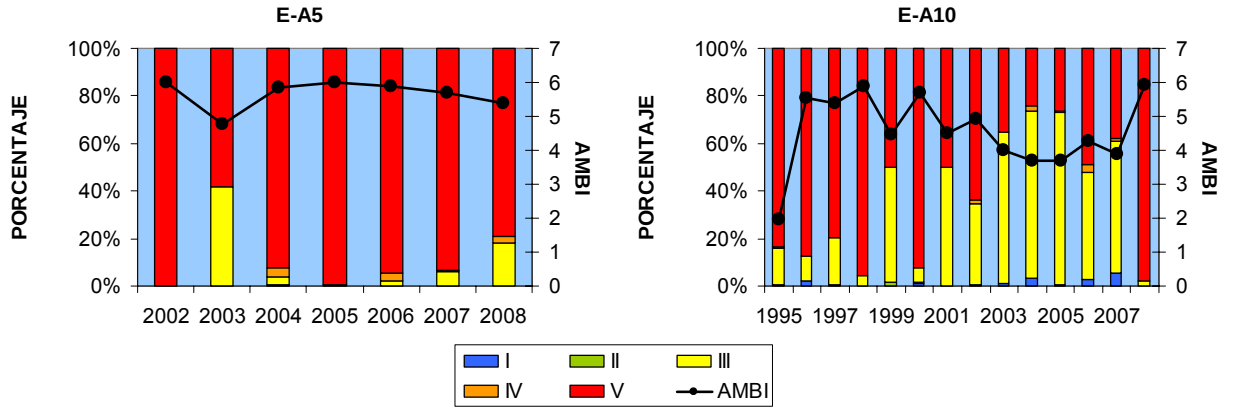


Figura 148 Evolución del porcentaje de cada grupo ecológico y de AMBI en las estaciones E-A5 y E-A10 del Artibai.

La segunda estación muestreada en la masa de agua de transición del Artibai (E-A10), más próxima a la desembocadura, se caracteriza en 2008 por mostrar unos parámetros estructurales muy bajos. Así, aunque presenta una densidad (478 ind·m^{-2}) en el rango de las estimadas en campañas previas (Figura 147), tan sólo se han identificado 3 *taxa* y tanto la diversidad como la equitabilidad estimadas a partir de los datos de densidad son bajas (0,74 bit·ind^{-1} y 0,47, respectivamente), al igual que la biomasa (0,2 g·m^{-2}).

Los *taxa* identificados son: *Capitella capitata* (398 ind·m^{-2}), el grupo de los oligoquetos (70 ind·m^{-2}) y *H. diversicolor* (10 ind·m^{-2}).

Por otro lado, merece la pena señalar la poca representación de *H. diversicolor*, especie que desempeña un papel muy importante en la comunidad de esta y otras estaciones estuáricas de los estuarios de la CAPV. Este poliqueto errante ha estado siempre presente en los muestreos de esta estación en densidades considerables. Se trata de una especie eurióica y eurihalina (Elkaïm, 1976) presente prácticamente en todos los medios litorales, especialmente estuáricos en los que, de alguna forma, la salinidad está alterada. Es capaz de soportar salinidades y concentraciones de oxígeno muy bajas. Aunque se encuentra en una gran variedad de fondos, muestra preferencia por los medios fangosos con mayor o menor proporción de arenas. Constituye un elemento clave de las cadenas tróficas incluyendo a muchos crustáceos, peces y aves.

Según AMBI, la estación presentaría alteración fuerte (AMBI=5,9) (Tabla 135), con dominancia del grupo ecológico V (98%). Este repentino aumento de la densidad relativa de especies oportunistas de primer orden, interrumpe la progresiva mejora que se venía detectando en la estación en términos de AMBI, debida precisamente al desplazamiento de especies adscritas al grupo ecológico V por especies tolerantes (Figura 148).

El cambio observado, así como los valores negativos estimados para los parámetros estructurales, probablemente estén relacionados con las obras que se estaban llevando a cabo en la zona de muestreo coincidiendo con la campaña de 2008. Así, los movimientos de material (eliminación de sustrato, incorporación de nuevos materiales como restos de cemento, resuspensión del sedimento como consecuencia del movimiento de máquinas, etc.) habrían afectado de manera importante a la comunidad de la zona. Por tanto, en próximas campañas habrá que prestar especial atención a la estación E-A10 y confirmar que la recuperación de la comunidad sea rápida, como correspondería a un impacto físico localizado como fueron las obras de encauzamiento del estuario.

9.3.2 CALIDAD BIOLÓGICA

En lo referente a la evaluación del estado ecológico del compartimento de los macroinvertebrados bentónicos, la calificación obtenida por la estación **E-A5** a partir de M-AMBI es de **'Estado Aceptable'** (Figura 149). Desde que comenzara el seguimiento de la estación en 2002, se observa una tendencia positiva, con valores crecientes de EQR (de 0,21 a 0,47). Como consecuencia de este constante incremento en los valores de EQR, la calificación de la estación ha pasado de Estado Deficiente a Aceptable. Si la tendencia se mantiene, posiblemente, la comunidad de macroinvertebrados de sustrato blando de la estación alcance el Buen Estado en un plazo de tiempo relativamente corto.

Por otro lado, la estación **E-A10** presenta **'Mal Estado'** (Figura 149). También esta estación presentaba tendencia positiva de los valores de EQR, al menos entre

1998 y 2007. En este periodo el EQR pasó de 0,14 a 0,58, con cambio en la calificación del estado ecológico de Malo a Bueno. Sin embargo, en el informe correspondiente a la pasada campaña de 2007, se recomendaba vigilar la estación para evitar una nueva regresión del estado ecológico, ya que el valor de EQR obtenido para 2007 se encontraba próximo al límite con el Estado Aceptable. Desafortunadamente, en la presente campaña de 2008, la regresión se ha hecho efectiva. Sin embargo, como ya se ha comentado, el cambio se debe probablemente a las obras que estaban teniendo lugar en el cauce y, al tratarse de un impacto físico espacialmente muy localizado, se prevé que en las próximas campañas se produzca un nuevo incremento de los valores de EQR que permitan, nuevamente, alcanzar un Buen Estado en dos o tres años, como se ha visto en otros lugares del País Vasco (Borja *et al.,* 2009d).

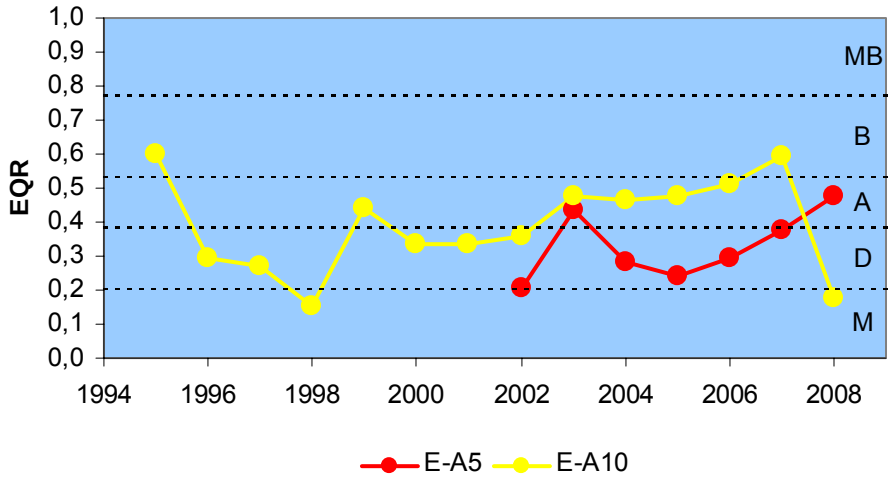


Figura 149 Evolución de EQR para las estaciones de la masa de agua de transición del Artibai.

9.4. FAUNA ICTIOLÓGICA

9.4.1 ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD

Las muestras de fauna demersal que fueron recogidas durante la campaña de campo del 2008 han sido identificadas a nivel de especie al igual que en el año 2005 y 2002. Las estaciones o transectos muestreados se pueden ver en la Figura 150.

Se han encontrado un total de once taxones (seis peces y cinco crustáceos) en las distintas estaciones del estuario. Todas las especies son habituales de estos ecosistemas que soportan amplios rangos de salinidad, principal condicionante de la vida en estas zonas de transición. En este estuario existen datos de los años 2002 y 2005 (Borja et al., 2004, 2006) pertenecientes al estudio "Red de Seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la comunidad autónoma del País Vasco". El total de especies identificadas en en el mustreo de 2005 fue de nueve (siete peces y dos crustáceos) y de ocho taxones en 2002 (cinco peces y tres crustáceos).

Así, en el año 2008 se registraron dos taxones más que en 2005 (un taxón de peces menos y cuatro taxones más de crustáceos) y cuatro más que en 2002 (dos taxones de peces y dos de crustáceos). En los tres muestreos realizados hasta la fecha la riqueza de peces es mayor que la riqueza de crustáceos.

Las quisquillas del género Palaemon, el cangrejo verde (*Carcinus maenas*), el gobio (*Gobius niger*), el cabuxino (*Pomatoschistus sp.*), el lenguado (*Solea solea*) y la platija (*Platichthys flesus*) han sido identificadas los tres años de muestreo. La anguila (*Anguilla Anguilla*), muxarra (*Diplodus sargus*) y la quisquilla gris (*Crangon crangon*) ha aparecido de forma alternativa durante dos de los tres años de muestreo, mientras que la aguja (*Syngnathus acus*), el raspallón (*Diplodus annularis*), el cangrejo araña (*Macropodia rostrata*), y el cangrejo cuadradro (*Pachygrapsus marmoratus*) solo han aparecido en un muestreo. De hecho, el raspallón, el cangrejo araña y el cangrejo cuadrado han sido identificadas por primera vez este año 2008.

En la Tabla 136 se muestran los taxones capturados en cada uno de los transectos muestreados (exterior (AAE), medio (AAM) e interior (AAI) en el año 2008, y en

la Tabla 137 se muestran las abundancias y densidades de cada una de las especies capturadas por estación.

TAXONES	AAE	AAM	AAI
CRUSTÁCEOS			
Quisquilla gris – *Crangon crangon*		X	
Quisquilla - *Palaemon sp.*	X	X	
Cangrejo verde – *Carcinus maenas*	X	X	X
Cangrejo araña - Macropodia rostrata	X		
Cangrejo cuadrado - Pachygrapsus marmoratus			X
PECES			
Raspallón - Diplodus annularis	X		
Muxarra - Diplodus sargus		X	
Chaparrudo - Gobius niger	X	X	
Cabuxino - Pomatoschistus sp.	X		
Platija - Platichthys flesus		X	
Lenguado - *Solea solea*	X		

Tabla 136 Taxones encontrados por estación (exterior (AAE), medio (AAM), interior (AAI)).



Figura 150 Tramos muestreos en el estuario del Artibai en el año 2008 (tramo exterior AAE, tramo medio AAM, tramo interior AAI).

TAXONES	ESTACION AAE		ESTACION AAM		ESTACION AAI	
	Nº ind. totales	Densidad (ind*Ha^{-1})	Nº ind. totales	Densidad (ind*Ha^{-1})	Nº ind. totales	Densidad (ind*Ha^{-1})
Crustáceos						
Quisquilla gris – *Crangon crangon*			1	5.20		
Quisquilla - *Palaemon sp.*	1	5.20	5	30.40		
Cangrejo verde – *Carcinus maenas*	16	63.20	5	32.41	5	30.40
Cangrejo araña - Macropodia rostrata	10	59.58				
Cangrejo cuadrado - Pachygrapsus marmoratus					1	5.20
Peces						
Raspallón - Diplodus annularis	1	5.20				
Muxarra - Diplodus sargus			1	5.20		
Chaparrudo - Gobius niger	4	21.60	1	5.20		
Cabuxino - Pomatoschistus sp.	7	37.69				
Platija - Platichthys flesus			1	5.20		
Lenguado - *Solea solea*	4.00	20.00				

Tabla 137 Número de individuos y densidad por estación. Interior (AAI), media (AAM), exterior (AAE).

En 2008 el número de especies distribuidas por todo el estuario es de uno (cangrejo verde); dos especies menos que en 2005, año en el que las especies distribuidas por todo el estuario fue de tres (anguila, gobio y cabuxino) y uno menos que en 2002, año en que el cangrejo verde y cabuxino fueron las especies distribuidas por todo el estuario.

Los datos registrados muestran valores de abundancia y densidad inferiores a lo obtenidos años anteriores. Entre los crustáceos, la especie con mayor número de efectivos en los tres tramos del estuario es el cangrejo verde; en cuanto a los peces, en 2008 su presencia en la estación interna (AAI) es nula y máxima en la estación externa (AAE).

Al comparar estos datos con los registrados 2005 y 2002 se aprecia que la distribución, el número de especies de peces y el número de efectivos de peces presentes en en el estuario es cada vez menor, a excepción del tramo exterior donde la riqueza de peces aumenta. El número de especies y efectivos de crustáceos sin embargo, aumenta su valor respecto a 2005 e incluso en algunos tramos respecto a 2002.

Como se explicó en el Tomo 1, con objeto de definir la estructura de la comunidad, se han calculado algunos parámetros relativos a la misma como densidad, riqueza y diversidad. Estos cálculos se han aplicado tanto para el conjunto de los organismos detectados como considerando por separado los principales grupos (peces, crustáceos).

Estación	AAE			AAM			AAI		
Par. estructurales	2002	2005	2008	2002	2005	2008	2002	2005	2008
Riqueza	5	7	7	3	5	6	4	6	2
Riqueza peces	3	6	4	2	5	3	2	4	0
Riqueza crustáceos	2	1	3	1	0	3	2	2	2
Nº de individuos	40	46	43	19	33	14	45	33	6
Densidad	236.52	278.55	212.47	75.53	202.96	83.61	250.67	191.66	35.60
Diversidad	1.57	1.29	2.34	1.21	1.42	2.15	1.61	1.34	0.65

Tabla 138 Parámetros estructurales por estación y especies (se comparan los años 2002, 2005 y 2008).

La estación exterior (AAE) es la estación que presenta los valores más altos en todos los parámetros y la estación interna (AAI) la que presenta los valores más bajos. Así, se aprecia como todos los parámetros disminuyen su valor hacia el interior del estuario a excepción de la riqueza de crustáceos, que obtiene un valor similar en los tramos medio y externo.

Respecto a los resultados de años anteriores (2005 y 2002), se observa como en 2008 la estación exterior (AAE) alcanza la mayor diversidad (2.34), una riqueza máxima (7) (similar al alcanzado en 2005) y valores intermedios de densidad y número de individuos. En la estación media (AAM) la riqueza (total, de peces y de crustáceos) y la diversidad (2.15) alcanzan el valor máximo en 2008 y mínimo en 2002; la densidad (al igual que en el tramo exterior) alcanza un valor intermedio en 2008, mientras que el número de individuos total obtiene el valor más bajo en 2008.

Por ultimo, en 2008 la estación interior (AAI) alcanza la menor diversidad (0.65), riqueza (2), número de individuos y densidad de toda la seire de datos. La riqueza de crustáceos presenta un valor similar al obtenido en 2002 y 2005. La presencia de peces en 2008 adquiere también el valor más bajo, pues no aparece ningún efectivo de peces.

En la Figura 151 y se muestra la evolución temporal de los parámetros estructurales mostrados en la Tabla 138.

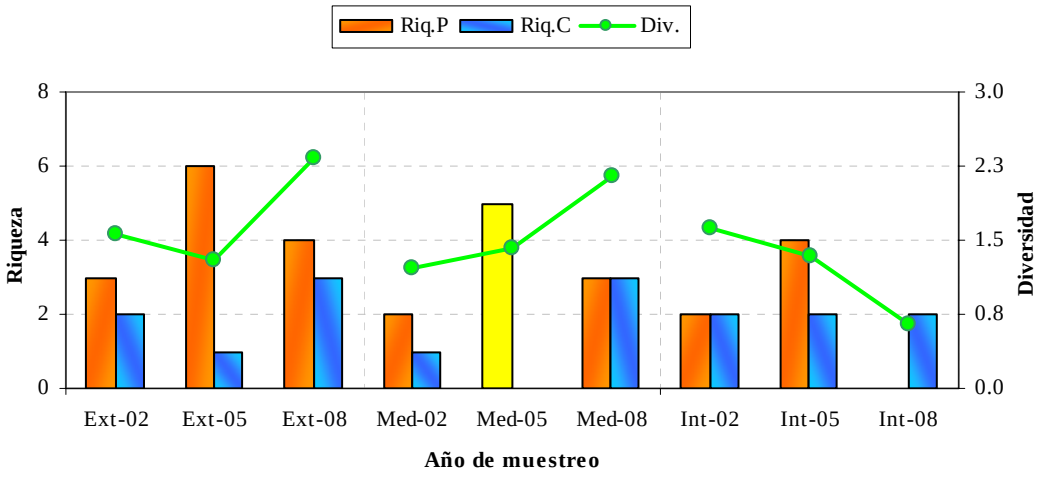


Figura 151 Riqueza de peces (Riq.P), riqueza de crustáceos (Riq.C) y diversidad (Div.) en las estaciones del estuario del Artibai los años 2002, 2005 y 2008. Estación interior (Int.), estación media (Med.) y exterior (Ext.).

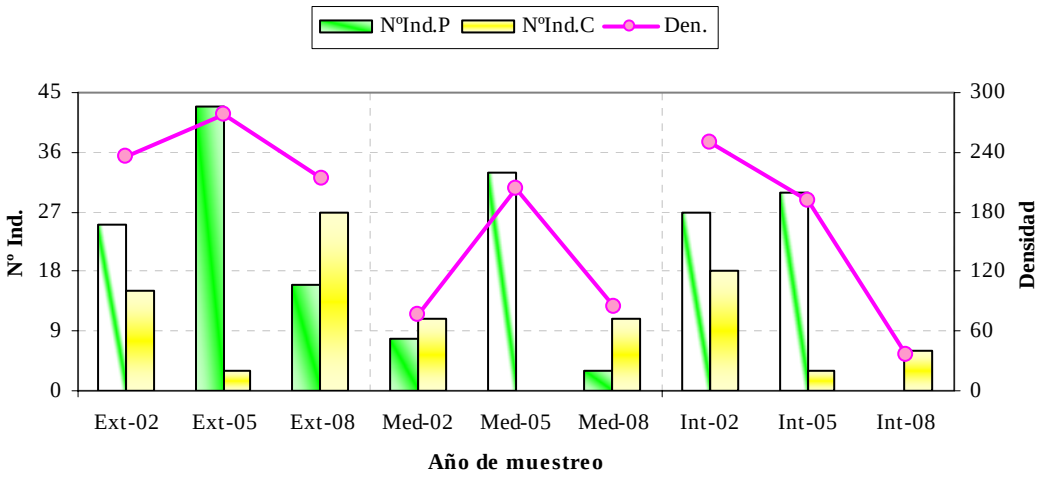


Figura 152 Densidad (Den.) y número de individuos de peces (NºInd.P) y de crustáceos (NºInd.C) en las estaciones del estuario del Artibai los años 2002, 2005 y 2008. Estación interior (Int.), estación media (Med.) y exterior (Ext.).

9.4.2 CALIDAD BIOLÓGICA

En este apartado se hace referencia a la tendencia temporal y espacial de la calidad biológica. Para ello, se han utilizado los datos obtenidos en los muestreos realizados los años 2002, 2005 y 2008. La metodología aplicada para establecer la calidad biológica en peces en estuarios ha sido explicada en el Tomo 1. En la Tabla 139 se expresan los valores obtenidos para cada indicador considerado en el cálculo del estado para cada tramo de estuario objeto de estudio.

Estación/año	AAE			AAM			AAI		
Parámetros	2002	2005	2008	2002	2005	2008	2002	2005	2008
Riqueza	3	3	3	1	3	3	3	3	1
Especies introducidas	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Esp. Indicadoras contaminación	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Salud piscícola	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Peces planos	3	3	3	3	1	3	1	1	1
Omnívoros	3	5	3	3	3	1	3	3	1
Piscívoros	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Especies residentes (nº)	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Especies residentes (%)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PUNTUACIÓN	29	31	29	27	27	27	27	27	23
AFI	0.556	0.611	0.556	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.389
CALIDAD BIOLÓGICA	A	B	A	A	A	A	A	A	A

Tabla 139 Valores de los indicadores seleccionados para estimar la calidad biológica de peces demersales en cada una de las estaciones en 2002, 2005 y 2008. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): ≥ 0.82; Bueno (B): 0.56 -0.82; Aceptable: 0.56 - 0.34; Deficiente (D): 0.34- 0.17 Malo (M): ≤ 0.17. Interna (AAI), media (AAM) y exterior (AAE). AFI: AZTI's Fish Index.

Al igual que en el resto de estuarios, los indicadores que hacen referencia a la ausencia de especies introducidas y presencia de especies indicadoras de contaminación y salud piscícola son los que favorecen la calidad biológica, alcanzando los valores máximos. El número de especies residentes contribuye con un valor medio a la calidad en todos los tramos del estuario.

La riqueza y el porcentaje de presencia de peces planos alcanzan un valor medio en el tramo exterior y en el tramo medio; en el interno, el valor mínimo. La composición trófica de peces demersales es variable en los distintos tramos del estuario, existiendo una relación no equilibrada entre omnívoros y piscívoros en el tramo exterior (valor porcentual de 3:1) y una relación equilibrada entre omnívoros y piscívoros pero de valor mínimo en el tramo medio e interior (valor porcentual de 1:1)

La calidad biológica alcanzada en los diferentes tramos del estuario es el de 'Aceptable' en las tres estaciones; existiendo una pérdida de calidad gradual hacia el interior del estuario. En el caso de la estación exterior (AAE), el valor de la calidad se sitúa justo en el límite entre el aceptable y bueno; el valor alcanzado en 2008 es menor al alcanzado 2005 (debido a la disminución de la presencia de omnívoros) y similar al alcanzado en 2002.

En la estación media (AAM), a pesar de que el indicador de presencia de peces alcanza un valor medio superior al alcanzado en 2005 se produce también una disminución de la presencia de omnívoros planos por lo

que al final, la calificiación sigue siendo la misma. En la estación interna (AAI), la valoración final disminuye debido al descenso de la presencia de omnívoros y de la riqueza por lo que el valor alcanzado en 2008 es el peor de toda la serie. En la Figura 153 se muestra como ha evolucionado la calidad en el Artibai entre los años 2002, 2005 y 2008.

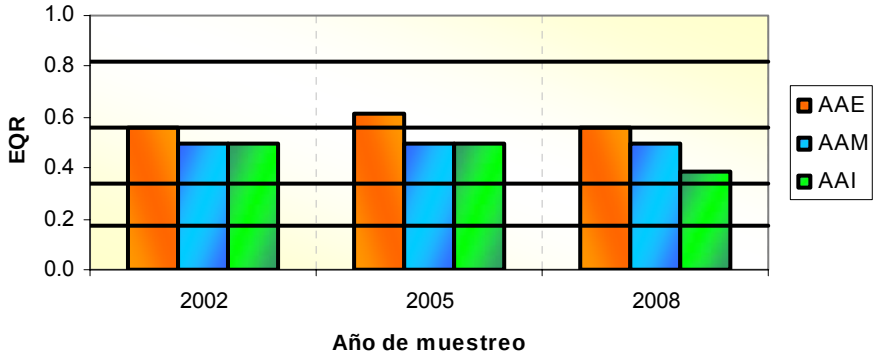


Figura 153 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenidos para cada estación los años 2002, 2005 y 2008. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): ≥ 0.82; Bueno (B): 0.56 -0.82; Aceptable: 0.56 - 0.34; Deficiente (D): 0.34- 0.17 Malo (M): ≤ 0.17. Interna (AAI), media (AAM) y exterior (AAE).

Como ya se especifica en el apartado inicial, el Artibai soporta presiones bastante fuertes: vertidos urbanos e industriales, canalización del estuario, dragados continuos (dársena Egidazu, canal, bocana), puerto pesquero en la desembocadura y puerto deportivo en la zona de la estación media. Entre 2007 y 2008 se han realizado además obras de mejora del puerto deportivo y de los muelles del canal, lo que ha afectado a los peces de la parte exterior, tal y como ha sucedido en procesos similares en otros estuarios de la costa vasca (Uriarte y Borja, 2009).

Cabe reseñar que la diversidad (buen indicador de la salud de los ecosistemas) y la calidad biológica en el Artibai coinciden, mostrando la misma tendencia: el valor más alto en el exterior del estuario y el más bajo en el interior.

Para establecer la calidad biológica en peces de toda la masa de agua de transición se aplica la metodología que ha sido explicada en el Tomo 1. La Figura 154 muestra como ha evolucionado la calidad biológica en el estuario del Artibai entre los años 2002, 2005 y 2008. En esta gráfica apreciamos como la calidad dismuinuye respecto a 2005, alcanzando en 2008 el estado de aceptable. Además, en 2008 el valor obtenido es el más bajo de los tres, alejandose del límite entre el estado de bueno y aceptable.

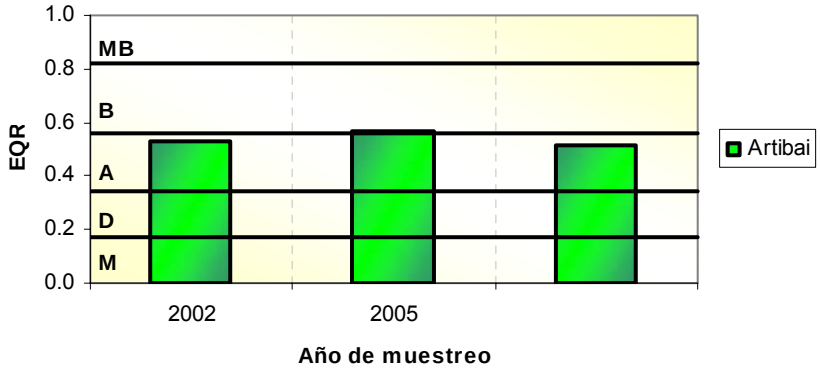


Figura 154 Valores de la calidad biológica obtenidos en la masa de transición del Artibai entre los años 2002, 2005 y 2008. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): ≥ 0.82; Bueno (B): 0.56 -0.82; Aceptable: 0.56 - 0.34; Deficiente (D): 0.34- 0.17 Malo (M): ≤ 0.17

9.5. VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO

9.5.1 FITOPLANCTON

CLOROFILA

En el estuario del Artibai se midió la concentración de clorofila en dos puntos, uno situado en la zona superior (estación E-A5), y otro en la zona inferior (E-A10). Las muestras se tomaron sólo en superficie. Considerando todo el conjunto de situaciones de muestreo (pleamar y bajamar, en cuatro ocasiones a lo largo del año) se tomaron 16 muestras en el estuario que cubrieron un gradiente de salinidad desde 0,1 hasta 32,6 UPS. La concentración de clorofila osciló entre 0,2 y 29,2 µg l^{-1}.

Los valores de clorofila, salvo en verano, estuvieron en el rango de los observados en la mayoría de los estuarios del País Vasco (Figura 155).

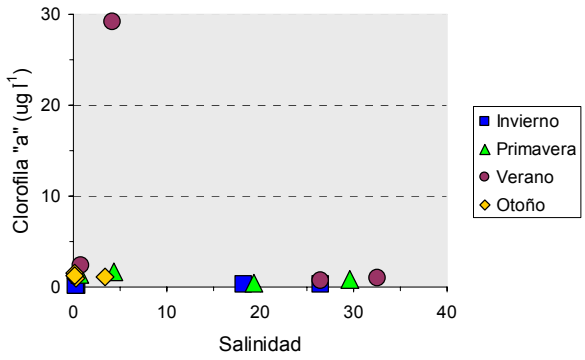


Figura 155 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino del estuario del Artibai en las cuatro épocas de estudio durante 2008. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

El valor máximo se encontró en la época estival en la zona superior (E-A5), durante la pleamar. Este pico fue del mismo orden que otros registrados en la misma zona del estuario en años anteriores (por ejemplo, hasta 35 µg l^{-1} en 2006). Hay que señalar que en el estuario del Artibai se han detectado a lo largo de los años concentraciones muy elevadas de amonio y fosfato. También en el verano de 2008, coincidiendo con el pico de clorofila, se midieron altas concentraciones de amonio (130 µM) y fosfato (5,5 µM). Estas concentraciones de nutrientes, indicadoras de aportes de aguas residuales urbanas al estuario, podrían estimular el crecimiento del fitoplancton en situaciones atmosféricas e hidrográficas favorables.

COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DEL FITOPLANCTON

En la Tabla 140 se muestran los resultados de las variables que describen a la comunidad fitoplanctónica en el estuario, durante los muestreos de primavera y verano, tanto en la zona superior (E-A5), como inferior (E-A10). Los datos se refieren a las aguas de superficie, en pleamar. No se realizaron muestreos en invierno y otoño, debido a que se esperan muy bajas concentraciones de fitoplancton en dichas épocas del año en la mayoría de los estuarios.

Estación	E-A5	E-A10
Fecha	20/05/2008	20/05/2008
Abundancia (Células/ml)	1258	749
Diversidad (bit/cel)	1,0	2,0
Riqueza (Nº especies)	7	23
Estación	E-A5	E-A10
Fecha	11/09/2008	11/09/2008
Abundancia (Células/ml)	3643	1978
Diversidad (bit/cel)	1,4	2,6
Riqueza (Nº especies)	8	20

Tabla 140 Índices relacionados con Fitoplancton. Estuario del Artibai. Los datos son de superficie, en pleamar.

La abundancia total del fitoplancton en el estuario presentó un rango de valores del orden de 10^5-10^6 células L^{-1}. El máximo de abundancia fitoplanctónica ($3{,}6 \cdot 10^6$ células L^{-1}) se observó en la estación de cabecera (E-A5) en verano, lo cual coincidió con la distribución de la concentración de la clorofila.

La abundancia aumentó hacia la cabecera del estuario en ambas épocas del año. Por el contrario, la riqueza (número de especies) y diversidad (índice de Shannon) disminuyeron drásticamente hacia la zona superior del estuario.

La comunidad en primavera estuvo dominada por diatomeas. Este grupo aportó hasta el 81% a la abundancia total en la zona de cabecera. No obstante, en esta zona se trató en su mayoría de diatomeas pennales, que probablemente fueran de origen bentónico. Además de dichas diatomeas pennales, en la estación E-A5, se observó una abundancia relativamente alta de dinoflagelados (*Kryptoperidinium foliaceum* y cf. *Pfiesteria*). En la estación E-A10, el taxón más representado fue la diatomea *Leptocylindrus danicus*, que aportó el 60% a la abundancia total.

En verano se produjo una floración de criptofitas (*Chroomonas* sp.) en la estación E-A5, con $2{,}5 \cdot 10^6$

células L^{-1}, que aportaron el 70% a la abundancia total. El porcentaje restante lo constituyeron principalmente clorofíceas, diatomeas pennales, euglenofíceas y el dinoflagelado *Kryptoperidinium foliaceum.* En la estación E-A10 la composición de la comunidad fitoplanctónica fue distinta. En primer lugar, aunque se observaron un mayor número de especies, la densidad total fue más baja ($1{,}9 \cdot 10^6$ células L^{-1}). Las diatomeas fueron relativamente poco numerosas. Las criptofitas (*Plagioselmis* sp. y *Teleaulax* sp.) aportaron aproximadamente el 30% al total de abundancia celular. Otro porcentaje similar lo aportaron las clorofitas (prasinofíceas, en este caso). También se observaron pequeñas formas flageladas sin identificar, haptofitas y dinoflagelados.

Como especies potencialmente tóxicas/nocivas, se pueden citar en primavera algunas especies de dinoflagelados: en la zona superior del estuario *Kryptoperidinium foliaceum* ($1{,}5 \cdot 10^5$ células l^{-1}) y cf. *Pfiesteria* (30.000 células l^{-1}); en la zona inferior *Dinophysis acuminata* (5.000 células l^{-1}). Además, en verano se observaron en la zona inferior del estuario la diatomea *Pseudo-nitzschia* spp. y el dinoflagelado *Prorocentrum triestinum* (cada uno con unas 8.000 células l^{-1}), así como, la haptofita *Chrysochromulina* spp. ($1{,}3 \cdot 10^5$ células l^{-1}).

CALIDAD BIOLÓGICA

A partir de 2007 se comienza a aplicar un nuevo criterio de evaluación para el fitoplancton en las aguas costeras, que ha sido acordado en las reuniones europeas de Intercalibración para la Directiva Marco del Agua. Este nuevo método no ha sido aún intercalibrado en aguas de transición, las cuales, por lo tanto, se evalúan en el presente informe con el mismo método que en años anteriores. Así, el fitoplancton en el estuario del Artibai se evalúa con los datos de los últimos cinco años (periodo 2004-2008). La evaluación se realiza en base a cuatro indicadores (clorofila, abundancia de fitoplancton tóxico, abundancia de fitoplancton nocivo para los ecosistemas y abundancia total de fitoplancton) y el estado global del fitoplancton en cada una de las estaciones corresponde al que presenta el indicador peor clasificado (Tabla 141).

En cuanto al indicador basado en la biomasa fitoplanctónica, en los últimos cinco años la concentración de clorofila superó en varias ocasiones el límite establecido en la metodología como indicador de eutrofia en aguas de transición (16 µg l^{-1}). Esto se observó en la estación E-A5, localizada en la zona superior del estuario. En la estación de la desembocadura (E-A10) nunca se detectaron concentraciones por encima de dicho umbral en los últimos cinco años, siendo la concentración máxima durante este periodo ~8 µg l^{-1}. Las máximas concentraciones de clorofila registradas en la estación E-A5 son del orden de 20-35 µg l^{-1} y se han observado en las épocas de primavera, verano y otoño.

En base a los datos de clorofila el estado ecológico se considera "bueno" en la estación E-A5, ya que el umbral se ha superado en 4 de los 40 muestreos realizados (10%), y "muy bueno" en la estación E-A10 donde nunca se ha superado el umbral (Tabla 141).

En base a los datos de abundancia de fitoplancton perjudicial para la salud humana o para los ecosistemas el estado se clasifica como "muy bueno" en ambas estaciones, ya que la abundancia de dichas especies nunca ha superado el umbral de 10^6 células l^{-1}. Las floraciones fitoplanctónicas, o "blooms", considerando el total de especies se producen con mucha frecuencia en la zona superior y esporádicamente en la desembocadura del estuario, lo cual hace que este indicador se clasifique como "malo" en la estación E-A5 y como "bueno" en la estación E-A10. Hay que señalar, no obstante, que para la estación E-A5 sólo se dispone de tres datos de abundancia fitoplanctónica en este periodo, con lo cual, aumenta el riesgo de error en su evaluación.

Finalmente, como se indica en la Tabla 141, utilizando el criterio del peor indicador, el **estado global del fitoplancton** calculado para el periodo 2004-2008 en el estuario del Artibai se clasifica como **"malo"** en la estación superior (E-A5) y **"bueno"** en la estación inferior (E-A10).

ESTACIÓN	Clorofila	Salud Humana	Salud Ecosistemas	Blooms	GLOBAL
E-A5	Bueno	Muy bueno	Muy bueno	Malo	Malo
E-A10	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno

Tabla 141 Estuario del Artibai. Calificación en función de clorofila y fitoplancton.

9.5.2 MACROALGAS

Par a su estudio el estuario se dividió en 7 zonas, numeradas desde la desembocadura al interior (Figura 156). Las zonas se han nombrado siguiendo una nomenclatura parecida al resto de estaciones: M de "macroalgas", E de "estuario" y A de "Artibai", seguido del número (ej. M-EA2). En la Tabla 142 se muestra los índices de cobertura de cada especie de macroalga para cada una de las zonas.

Dadas las diferencias observadas entre las dos márgenes de la ría de Artibai, se describe cada orilla por separado, especificándose en el texto de cada una de las zonas.

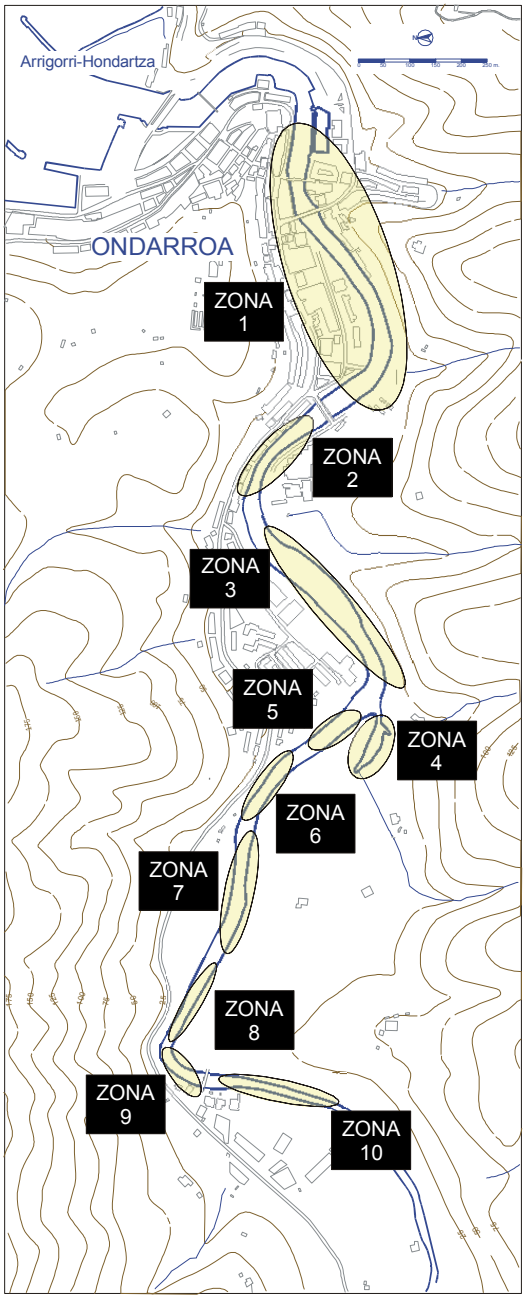


Figura 156 Zonas de estudio de macroalgas en la masa de agua de transición del Lea.

ZONAS	M-EA1		M-EA2		M-EA3		M-EA4		M-EA5		M-EA6		M-EA7	
Superficie (m^2)	12.000		3.000		10.000		6.000		2.100		1.000		1.300	
Área ocupada por macroalgas (m^2)	10.200		2.850		8.000		1.500		500		800		1.000	
Índice	IC	ID	IC	ID	IC	ID	IC	ID	IC	ID	IC	ID	IC	ID
CLOROPHYCEAE														
Filamentosas	6	5	6	5	5	4	5	3	4	3	5	4	4	3
Laminares					2	1	2	1						
PHAEOPHYCEAE														
Fucus ceranoides	4	2	5	3	6	4	3	2	4	4	5	4	1	1
RHODOPHYCEAE														
Catenella caespitosa	5	4												
Total Cobertura Algal (%)	85		95		80		25		24		80		77	

Tabla 142 Especies de macroalgas identificadas en cada una de las zonas estudiadas en la masa de agua de transición del Artibai el día 3 de Junio de 2008. Se representan: el Índice de Cobertura (IC), el Índice de Distribución (ID) (ver escalas en el Tomo 1), la cobertura total de la estación y la superficie ocupada.

ZONA M-EA1

En la margen derecha, desde el segundo puente hasta la rampa del puerto deportivo, el intermareal está formado por la pared del paseo, que tiene una inclinación de 60-70º y una anchura de unos 8 m. Sobre dicha pared discurre un cinturón de 4 m de anchura en el que las algas clorofíceas filamentosas del género *Ulva* (*Enteromorpha* sp.) ocupan los 2,5 m superiores (80% de cobertura) y *Catenella caespitosa* ocupa el 1,5 m inferior (90% de cobertura).

Desde el final de la rampa del pequeño puerto deportivo hasta el tercer puente, el intermareal tiene 200 m de longitud y 3 m de anchura. En los 2 m superiores crece *Ulva* sp. (70% de cobertura) y en el metro inferior *C. caespitosa* (30% de cobertura). Al acercarse al cuarto puente, ambos cinturones alcanzan anchuras similares, de en torno a 1,5 m.

Entre el 4º y el 5º puente (final de la zona M-EA1), discurre un intermareal de unos 450 m de longitud con un muro vertical y un intermareal en vías de enfangamiento. En el muro, se aprecia un cinturón de 2 m de anchura cuyos 1,5 m superiores están ocupados por *Ulva* sp. (90% de cobertura) y los 0,5 m inferiores por *C. caespitosa* (40% de cobertura). Los primeros 300 m de la plataforma intermareal (2 m de anchura media) son de naturaleza pedregosa y permiten el desarrollo de ejemplares aislados de *Fucus ceranoides* y *Ulva* sp. (10% de cobertura). En los últimos 80 m, junto al quinto puente, se encuentra una playa de cantos de 10 m de anchura media, con una cobertura de *Ulva* sp. del 50%.

En la margen izquierda, entre el final de la rampa del pequeño puerto deportivo y el tercer puente, el intermareal presenta una longitud de unos 200 m y una anchura de 3 m. La única macrófita presente es *Ulva* sp., con una cobertura del 90%; no observándose la rodofícea *C. caespitosa*, que en la campaña 2005 presentaba coberturas de hasta el 50%.

Entre el tercer y cuarto puente, bajo el mercado de pescado, discurre un cinturón algal vertical de una longitud de 80 m y 2 m de anchura. La parte superior se encuentra colonizada por *Ulva* sp. (50% de cobertura) y la inferior por *C. caespitosa* (70%).

Desde el 4º puente hasta la altura del I.E.S. "Ondarroa-Lekeitio", a lo largo de 150 m, además del muro vertical, aparecen pequeñas plataformas intermareales pedregoso-fangosas. En el muro se observa un cinturón de 1 m de anchura formado exclusivamente por *Ulva* sp. (90% de cobertura). Por otro lado, en las plataformas, la cobertura algal se limita a las piedras, observándose en la presente campaña un recubrimiento de *Ulva* sp. del 50% y matas muy poco desarrolladas de *F. ceranoides* con coberturas máximas del 10%. Junto al 4º puente, aparecen manchas aisladas de *C. caespitosa* que, puntualmente, alcanzan 20-30% de cobertura.

Dede el instituto hasta el 5º puente, la sedimentación propia del meandro, ha configurado una plataforma de fango y cantos de 200 m de longitud y una anchura media de 20-30 m (Foto 1). Los cantos de la plataforma se encuentran recubiertos por clorofíceas filamentosas del género *Ulva* (80% de cobertura). En la zona más alta de esta plataforma, junto al muro del instituto, se identifica la primera mancha aparente de *F. ceranoides* (ejemplares bien desarrollados). En esta mancha, de 30 m de largo y 2 m de ancho, la cobertura alcanza el 20% (Foto 2).

En el muro del instituto se observa un cinturón de *Ulva* sp. de 0,5 m de anchura y 80% de cobertura.


Foto 1


Foto 2

ZONA M-EA2

En la margen derecha, el intermareal tiene 10 m de anchura media y 225 m de longitud. Está formado por el muro que canaliza la ría y una plataforma continua de naturaleza fangosa con piedras de pequeño y mediano tamaño (Foto 3). En el muro se desarrolla un cinturón de *Ulva* sp. filamentosa (forma *Enteromorpha*) de 0,5 m de anchura y 80% de cobertura. Las piedras de la plataforma están colonizadas también por *Ulva* sp. (20% de cobertura) y por *F. ceranoides* (70%).


Foto 3

En la margen izquierda, el intermareal alcanza 2 m de anchura, repartidos entre una pared vertical y un pequeño talud de fango y piedras. El recubrimiento de *Ulva* sp. es del 80% tanto en la pared como en el talud, mientras que *F. ceranoides* (10% de cobertura) aparece únicamente sobre algunas piedras del talud.

ZONA M-EA3

En la margen derecha, frente a la gran plataforma situada en la orilla opuesta, el intermareal presenta una longitud de 300 m y una anchura media de 2 m, con una cobertura del 70% de *F. ceranoides* y del 40-50% de *Ulva* sp.

En la margen izquierda, se extiende una plataforma intermareal de 9.000 m^2 de naturaleza fangosa y recubierta de cantos, que presenta características parecidas a las descritas en la campaña de 2005. En la zona superior, en una franja de aproximadamente 10 m de ancho, la cobertura algal es escasa, apareciendo ejemplares aislados de clorofíceas laminares del género *Ulva* en pequeños canales. Aunque con un grado desarrollo inferior al observado en 2002 (Foto 4) y similar al de 2005 (Foto 5), el resto de la plataforma está colonizado fundamentalmente por *F. ceranoides*, con coberturas del 70% (Foto 6). En menor medida, también se han identificado clorofíceas filamentosas (30% de cobertura) y ejemplares aislados de *Ulva* sp. (forma laminar).

En la zona central de esta plataforma se asienta *Limonium vulgare*, llegando a aparecer en la presente campaña algunos ejemplares en la orilla próxima al cauce del río.


Foto 4


Foto 5


Foto 6

ZONA M-EA4

La cobertura algal de las marismas de Arrabeta es muy inferior a la observada en 2002 (Foto 7), alcanzándose valores parecidos a los de 2005 (Foto 8). *F. ceranoides* aparece en forma de matas aisladas en el interior de la marisma y forma un cinturón poco desarrollado (10% de cobertura) en la parte más próxima al cauce (Foto 9).

Las clorofíceas laminares del género *Ulva* aparecen en forma de matas aisladas en el interior de los canales que recorren la marisma y las clorofíceas filamentosas, con 40% de cobertura, forman un cinturón discontinuo que se sitúa en la zona más alta, bodeando el interior de la marisma.


Foto 7


Foto 8


Foto 9

ZONA M-EA5

Situada frente a la marisma de Arrabeta, en la margen izquierda, se encuentra un intermareal de unos 140 m de longitud y 15 m de anchura, donde las macrófitas están menos desarrolladas que en las campañas previas. Así, frente al 70% de cobertura que alcanzaba en 2002 (Foto 10) o el 80% de 2005 (Foto 11), en 2008 *F. ceranoides* forma un cinturón discontinuo con una cobertura de tan solo un 10% (Foto 12). Por otro lado, las clorofíceas filamentosas (*Ulva* sp.) alcanzan coberturas máximas del 50%, y aunque crecen tanto sobre el sedimento fangoso como sobre las piedras, lo hacen de forma discontinua y presentan poco desarrollo.


Foto 10


Foto 11


Foto 12

ZONA M-EA6

La zona presenta una situación similar a la de campañas anteriores. En la margen izquierda hay una zona de 30 m de largo y 3 m de ancho, en la que se acumulan troncos y rocas colonizados por *F. ceranoides*, con 40% de cobertura, y clorofíceas filamentosas (*Ulva* sp.), con 50% de cobertura. En la margen derecha se encuentra una plataforma intermareal pedregosa de unos 40 m de longitud y 6 m de anchura media. *F. ceranoides* forma un horizonte bien desarrollado con 60% de cobertura, mientras que matas muy pequeñas de clorofíceas filamentosas presentan 40% de cobertura (Foto 13).

En su parte final hay una zona intermareal estrecha e inclinada de unos 140 m de longitud y una anchura media de 2 m. En dicha zona se identifica un cinturón conspicuo y bien desarrollado de *Ulva* sp con 70% de cobertura. Paralela a dicho cinturón, hacia el interior del cauce, discurre también una franja aparente de *F. ceranoides* con 40% de cobertura.


Foto 13

ZONA M-EA7

La cobertura algal no presenta en esta zona cambios significativos respecto a la de 2005. En la margen izquierda, sobre una plataforma intermareal de 80 m de longitud y 15 m de anchura, aparecen matas aisladas de *F. ceranoides*. La otra macrófita identificada es *Ulva* sp. (forma *Enteromorpha*), con 30% de cobertura media.

En la margen derecha, el intermareal discurre a lo largo de 80 m y presenta unos 2 m de anchura media. La cobertura algal también se reparte entre *F. ceranoides* y *Ulva* sp., con coberturas similares a las de la otra orilla.

CALIDAD BIOLÓGICA

En la Tabla 143 se observan los datos obtenidos para la masa de agua de transición del Artibai en 2008 con objeto de obtener la calificación para cada tramo. La metodología utilizada se explica en el Tomo 1.

Las tres primeras zonas analizadas quedan enclavadas en el tramo polihalino de la masa de agua de transición del Artibai, caracterizado por la estación E-A10, mientras que las cuatro últimas quedan en el tramo oligo-/mesohalino, al que corresponde la estación E-A5.

Así, la calificación global obtenida para el tramo polihalino es de 'Estado Deficiente', mientras que el tramo oligo-/mesohalino obtiene la calificación de 'Estado Aceptable'.

De entre las evaluaciones llevadas a cabo en las campañas previas, sólo se produce un cambio en la calificación debido al cambio en la ponderación de zonas en 2005 y sólo en el tramo representado por la estación E-A5, que pasa de 'Mal Estado' a 'Estado Deficiente'. Por tanto, se detecta una ligera mejoría en el tramo oligo-/mesohalino, que pasa de 'Estado Deficiente' a 'Estado Aceptable', mientras que el tramo polihalino mantiene la misma calificación de la pasada campaña de 2005. Respecto a 2002, el tramo caracterizado por la estación E-A5 mantiene la calificación, mientras que el tramo representado por la estación E-A10 ha empeorado (en 2002 presentaba 'Estado Aceptable'.

La pérdida de calidad del tramo polihalino se debe, sobre todo, a un aumento general en la cobertura relativa de especies de algasverdes respecto al resto de macrófitos y a un aumento de especies indicadoras de contaminación en la zona M-EA1 (la más extensa). Por otro lado, la recuperación detectada en el tramo oligo-/mesohalino respecto a 2005 se debe, sobre todo, a una menor cobertura relativa de especies indicadoras de contaminación en las tres zonas de mayor extensión (M-EA4, M-EA5 y M-EA7).

En la presente campaña de 2008, la mejoría detectada en el tramo más interno no es suficiente como para que la valoración global para la masa de agua, aplicando al conjunto de zonas delimitadas la misma media ponderada que se hace para el cálculo por tramomejore respecto a 2005, por lo que en 2008 se mantiene la calificación '**Estado Deficiente**' ('Estado Aceptable' en 2002).

INDICADORES	M-EA1	M-EA2	M-EA3	M-EA4	M-EA5	M-EA6	M-EA7
1- Riqueza	3	3	3	3	3	3	3
3- Cobertura indicadores contaminación	1	1	1	5	5	1	5
4- Cobertura media algas sin indic contamin.	1	1	1	1	1	1	1
5- Ratio verdes/resto	3	3	5	1	3	3	1
SUMA=	8	8	10	10	12	8	10
CALIFICACIÓN AREA=	D	D	A	A	A	D	A
EQUIVALENCIA=	4	4	6	6	6	4	6
SUPERFICIE DE LA ZONA=	12.000	3.000	10.000	6.000	2.100	1.000	1.300
PORCENTAJE SOBRE EL TRAMO=	0,48	0,12	0,40	0,58	0,20	0,10	0,13
VALOR GLOBAL=	1,9	0,5	2,4	3,5	1,2	0,4	0,8
EQUIVALENCIA TRAMO=	4,8			5,8			
CALIFICACIÓN TRAMO=	D			A			
ESTACIÓN RED ASIGNADA=	E-A10			E-A5			

Tabla 143 Calificación de cada indicador de macroalgas y las equivalencias para la calificación de cada tramo de la masa de agua de transición del Artibai, asignado a cada estación de muestreo de la Red de Calidad, en 2008.

9.6. INDICADORES FISICOQUÍMICOS

9.6.1 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN AGUAS

CONSIDERACIONES GENERALES

En los datos generales se observa cierta influencia de la estacionalidad y de las fluctuaciones del caudal en la temperatura y en la composición química del agua. También se aprecia la influencia del estado de la marea en la estación E-A10.

En la Tabla 144 se muestran los datos medios anuales, correspondientes a las campañas de 2008, de las variables hidrográficas analizadas en superficie y fondo en el estuario del Artibai, y de las variables relacionadas con el estado trófico (únicamente en superficie).

Variable	Unidad	E-A5-S	E-A5-F	E-A10-S	E-A10-F
Temperatura	°C	14,21	14,33	15,11	15,93
Salinidad	USP	2,48	4,88	21,69	28,27
Agua fluvial	%	93,03	86,29	39,09	20,60
Saturación O2	%	73,20	70,90	78,25	79,83
pH		8,02	7,95	7,86	7,99
Silicato	$\mu mol.dm^{-3}$	88,13		41,23	
Amonio	$\mu mol.dm^{-3}$	40,31		16,21	
Nitrito	$\mu mol.dm^{-3}$	1,03		0,68	
Nitrato	$\mu mol.dm^{-3}$	47,59		32,36	
Nitrógeno Total	$\mu mol.dm^{-3}$	139,13		81,50	
Fosfato	$\mu mol.dm^{-3}$	2,03		1,11	
Fósforo Total	$\mu mol.dm^{-3}$	4,21		2,23	
Carbono O. Total	$\mu mol.dm^{-3}$	344,87		175,80	

Tabla 144 Masa de agua del Artibai. Valores medios de variables relacionadas con el estado trófico y presencia de agua de origen fluvial.

En el año 2008, la temperatura media varía entre 14.21° C y 15.93º C entre los distintos puntos de muestreo. Los valores medios de salinidad muestran el incremento característico hacia la desembocadura del estuario (E-A10) y hacia el fondo de la columna de agua. A partir de los datos de salinidad se ha calculado la proporción de agua fluvial en las diferentes masas de agua. En la cabecera del estuario (E-A5) la columna de agua se encuentra prácticamente mezclada, presentando un alto porcentaje de agua fluvial (~86-93%). La zona media-inferior del estuario (E-A10) se encuentra ligeramente estratificada, aunque con un elevado porcentaje de agua marina tanto en superficie (~61%), como en fondo (~80%).

Como puede observarse en la (Tabla 144), el porcentaje de saturación de oxígeno registrado en la estación E-A10 no supera el 80% y su valor es ligeramente superior al de la estación situada en la cabecera (70-73%). Dichos niveles de oxígeno en la zona más influida por el mar se pueden considerar bajos e indicadores de una fuerte actividad de oxidación de la materia orgánica y/o el amonio en la columna de agua.

En cuanto a otras sustancias disueltas, el silicato, amonio y el nitrato muestran una disminución proporcional a la del agua fluvial entre la estación superior (E-5) e inferior del estuario (E-A10). Generalmente, en los estuarios, la fuente principal de

estos nutrientes suele ser el agua procedente del río (origen terrestre). Dichos nutrientes en el estuario del Artibai muestran concentraciones elevadas en su zona superior (E-A5).

Respecto a la importancia relativa de las formas inorgánicas respecto a las totales, el nitrógeno inorgánico disuelto (suma de nitrato, nitrito y amonio) supone aproximadamente el 64% del nitrógeno total y el fosfato el 48% del fósforo total en la zona de cabecera (E-A5). Las relaciones son similares en la zona de la desembocadura (E-A10). Proporciones muy altas de formas reducidas (amonio, así como, N y P orgánicos) indican aportes elevados de aguas residuales domésticas o de industrias, como conserveras u otras similares. En el estuario del Artibai no se evidencia en el año 2008 dicha situación en la medida en que se han moderado algunos máximos muy marcados en nitrógeno y fósforo y se da un predominio de la concentración de nitrato sobre la de amonio. No obstante, los valores de carbono orgánico total son relativamente altos y superan los 300 μmol.dm^{-3} en la cabecera del estuario. Por otra parte, los valores de saturación de oxígeno indican una demanda y consumo de oxígeno a medio término que, deben estar relacionados principalmente con la remineralización de materia orgánica en el estuario.

EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LAS VARIABLES HIDROGRÁFICAS GENERALES

En las series de datos disponibles no se observan tendencias que indiquen un incremento o descenso significativo y mantenido de los valores de las variables de tipo general y de las relacionadas con el estado trófico. Tal como se señala en el estudio de presiones e impactos (Borja *et al.,* 2006a), el nivel de presión relacionado con la entrada de nutrientes es moderado en el estuario del Artibai. Dentro de la alta variabilidad característica de los estuarios, y de fluctuaciones asociadas a la estacionalidad y a las diferentes condiciones hidrológicas, para NID y concentración de fosfato en la estación E-A10 se observa una ligera tendencia a la disminución en los últimos años, en el sentido de disminución de la entidad de algunos máximos y de la frecuencia con la que se registraban valores sistemáticamente elevados. No obstante, algunos de los máximos más importantes de NID se han registrado en los últimos años (Figura 157).

En términos generales, si bien ha disminuido la frecuencia de los picos en las concentraciones de nutrientes indicadores de vertidos, así como una progresiva mejora en el balance entre nitrato y amonio, aún se producen esporádicamente situaciones en las que la calidad físico-química del agua es muy deficiente. Así, en la campaña de verano de 2005, en la estación E-A5 (durante la pleamar) se detectaron concentraciones de carbono orgánico y nitrógeno total superiores a 1.000 μmol.dm^{-3}, amonio ~200 μmol.dm^{-3} y un 43% de porcentaje de saturación de oxígeno.

En cuanto a la evolución de la saturación de oxígeno, se experimentó un aumento de la saturación de oxígeno entre 1994 y 1997, para luego permanecer en una situación de más o menos estabilidad (valores de 80-100%) hasta finales de 2001. Posteriormente, se da un período de descenso en la saturación en las dos estaciones muestreadas. En los últimos años, la estación E-A10 situada en la desembocadura se estabiliza mostrando valores alrededor del 60-80% (Figura 158), mientras que la estación E-A5, localizada en la cabecera del río, sigue presentando un descenso en los valores de oxígeno alcanzando los valores mínimos en el verano del 2008 (Figura 158).

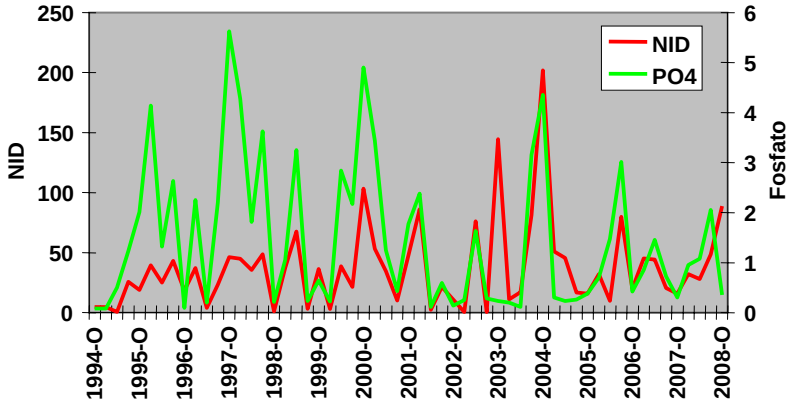


Figura 157 Evolución trimestral, entre otoño de 1994 y otoño de 2008, de la concentración de Nitrógeno Inorgánico Disuelto (NID) y fosfato, ambos en micromoles por litro, en aguas de superficie (media de pleamar y bajamar), en la estación E-A10.

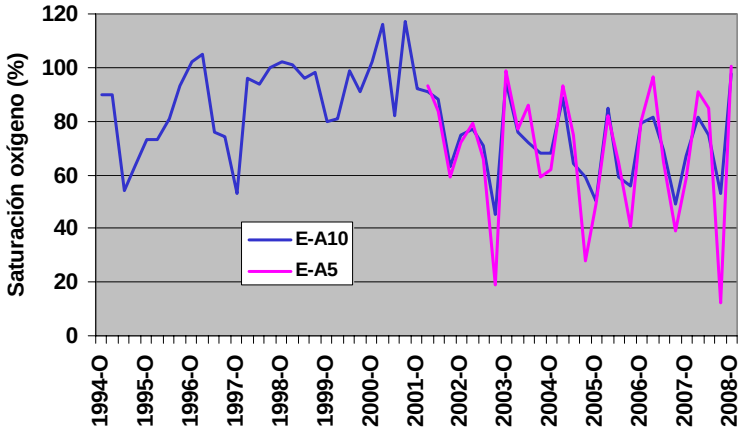


Figura 158 Evolución temporal del porcentaje de saturación de oxígeno disuelto en el estuario del Artibai (estaciones E-A5 y E-A10), media de pleamar y bajamar, superficie y fondo.

METALES DISUELTOS

Las concentraciones de cromo total y de mercurio en las aguas de superficie de las estaciones del estuario de Artibai se mantienen, como en la mayoría de los casos precedentes, por debajo de sus respectivos límites de detección (3 y 0,3 $\mu g \cdot l^{-1}$ respectivamente).

En la Figura 159 se muestra la evolución de la concentración media del resto de los metales para el periodo comprendido entre otoño de 1995 y verano de 2008. Los valores empleados son medias correspondientes a los datos de pleamar y bajamar para las dos estaciones de muestreo del estuario Artibai (E-A5 y E-A10) hasta el año 2006, desde 2007 solamente se han muestreado las estaciones en bajamar.

En este estuario no se observan tendencias bien definidas en la evolución de las concentraciones de los distintos metales. Se podría destacar que en los últimos años el cadmio y hierro, en la mayoría de los muestreos, registran concentraciones inferiores al limite de detección, excepto en casos puntuales donde se supero el objetivo de calidad para el cadmio (0,2 $\mu g \cdot l^{-1}$ con 10,6 $\mu g \cdot l^{-1}$ en invierno de 2002). El resto de metales presentan tendencias bastante irregulares con concentraciones bajas. Los nuevos objetivos de calidad establecido para el zinc son más permisivos (60 $\mu g \cdot l^{-1}$), solamente superando los objetivos de calidad en la estación E-A10, llegando a alcanzar hasta 67 $\mu g \cdot l^{-1}$ verano de 2000.

En general la mayoría de los metales presentan una tendencia a disminuir la concentración. No obstante este año, se registro aumento de concentración para el cobre en la estación E-A10 (embarcadero de Ondarroa), sin llegar a superar el objetivo de calidad establecido (25 $\mu g \cdot l^{-1}$). En esta misma estación también se a apreciado el ligero aumento del Cd, llegando a superar el objetivo de calidad establecido (0,2 $\mu g \cdot l^{-1}$) con 1,9 $\mu g \cdot l^{-1}$ de concentración. Por otro lado en la estación E-A5 se han detectado aumento muy bruscos de Fe (143 $\mu g \cdot l^{-1}$) y Mn (205 $\mu g \cdot l^{-1}$) donde este último supera el objetivo de calidad establecido (120 $\mu g \cdot l^{-1}$). Para los metales Ni y Pb se ha observado un ligero aumento de concentración en ambas estaciones sin llegar a superar los objetivos de calidad establecidos.

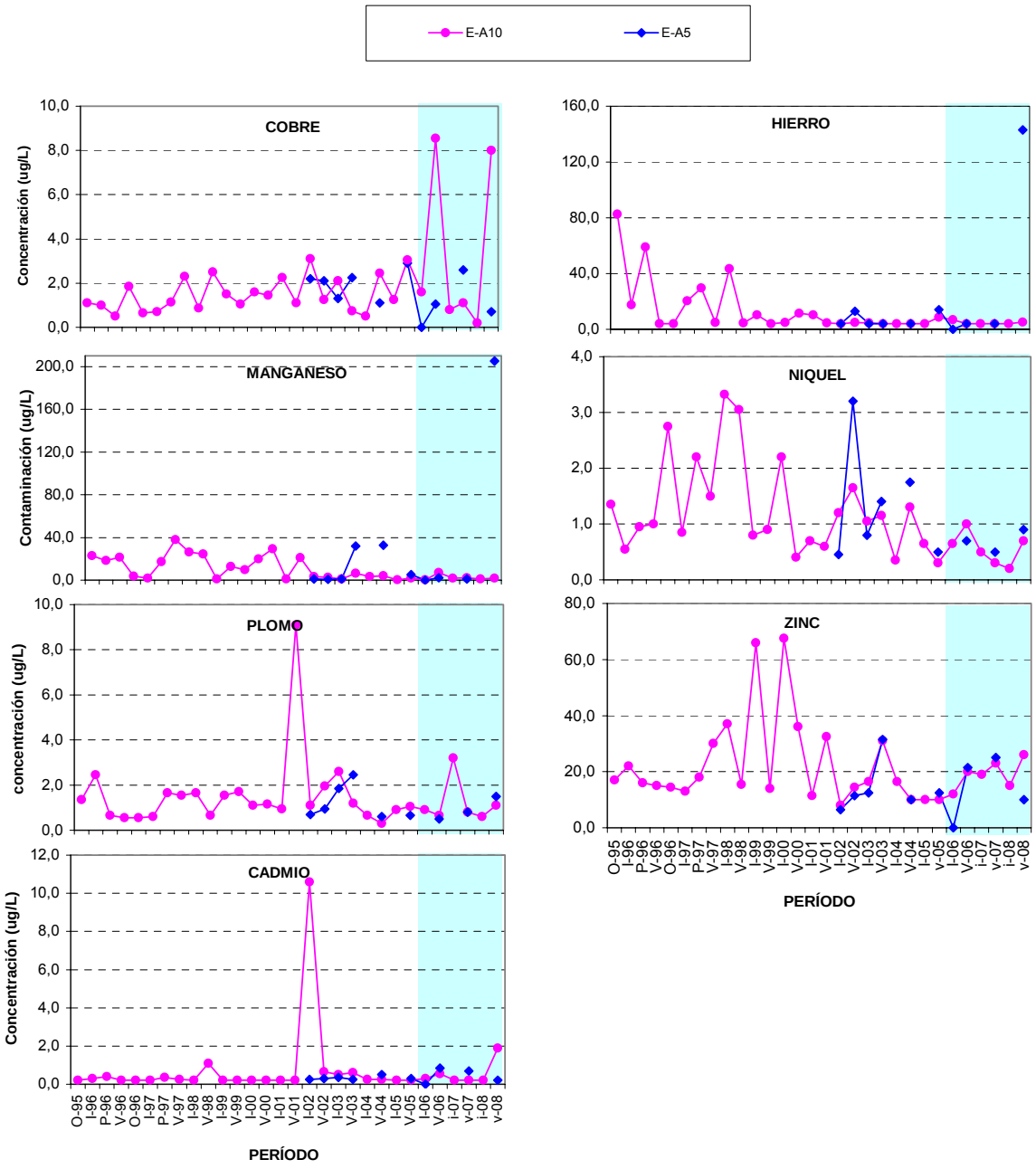


Figura 159 Evolución temporal de la concentración media (pleamar-bajamar) para cada metal en las estaciones del estuario del Artibia en el periodo que abarca desde otoño de 1994 a verano de 2006, desde el 2007 sólo se ha tenido en cuenta los datos de bajamar.

CONTAMINANTES ORGÁNICOS Y OTROS CONTAMINANTES ESPECÍFICOS

De los resultados obtenidos de los PAH analizados, se aprecia la presencia de algunos congéneres como los derivados del naftaleno, fenantreno, antraceno y fluoreno por encima de los respectivos límites de detección en la estación E-A10, sin sobrepasar los objetivos de calidad establecida para compuestos de este grupo. En la estación E-A5 no se observa ningún compuesto de PAHs por encima del imite de detección.

ESTADO EN FUNCIÓN DE LOS INDICADORES FÍSICO-QUÍMICOS

En 2008, la calidad físico-química de la masa de agua se puede calificar como: **'Muy Buena'** en ambas estaciones.

En cuanto a los objetivos de calidad físico-química, la estación E-A5 no cumple el de amonio, y la E-A10 no cumple para oxígeno ni amonio.

ESTADO QUÍMICO

Teniendo en cuenta las Directivas europeas y la normativa española, referida a aguas (ver Tomo 1), se puede decir que en 2008, ambas estaciones E-A10 y E-

A5 **'No Cumplen'**, por presencia de manganeso en la estación E-A5 y por presencia de cadmio en la estación E-A10.

9.6.2 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS

PARÁMETROS SEDIMENTOLÓGICOS DE CARÁCTER GENERAL

En la estación más externa del estuario de Artibai, E-A10, se ha evaluado la composición granulométrica, contenido en materia orgánica, potencial redox y contenido en carbono y nitrógeno orgánico particulado desde el otoño de 1994. Para la estación E-A5, estos parámetros se evalúan desde la campaña de invierno de 2002. En la Tabla 145 recogen los resultados de los análisis realizados en la campaña de invierno de 2008. En esta campaña la estación más externa (E-A10) presenta un sedimento más fino, con mayor contenido en materia orgánica, carbono y nitrógeno.

ESTACION	INVIERNO - 2008							
	GRAVA (%)	ARENA (%)	FINO (%)	M.O. (%)	REDOX (mV)	C.O.P. (mol·Kg^{-1})	N.O.P. (mol·Kg^{-1})	C / N
E-A5	46,63	22,96	30,40	2,91	-96	2,43	0,15	16,0
E-A10	0,52	26,92	72,56	7,46	-117	3,98	0,24	16,3

Tabla 145 Parámetros sedimentológicos correspondientes a los muestreos de invierno de 2008 en cada estación. (GRAVA > 2 mm > ARENA > 63 µm > FINO). M.O.: materia orgánica; C.O.P.: carbono orgánico particulado; N.O.P.: nitrógeno orgánico particulado; C / N: relación carbono / nitrógeno.

En la Figura 160 se muestra la evolución temporal desde otoño del 1994 de la composición granulométrica, contenido en materia orgánica y relación carbono/nitrógeno para la estación E-A10, así como los datos correspondientes a la estación E-A5 (desde el año 2002).

En la evolución del contenido en la fracción de limos y arcillas (*i.e.*, inferior a 63 µm) no presenta una tendencia temporal dominante en ninguna de las dos estaciones, aunque destaca el aumento desde el 23 al 76% en la estación más externa desde 2007 a 2008. El contenido en materia orgánica no presenta una tendencia temporal dominante en la estación más externa, pero sí una tendencia descendente en la estación más interna (E-A5).

Tampoco se evidencia una tendencia clara en lo que se refiere a la relación C/N, aunque destaca el mínimo observado en ambas estaciones en 2005.

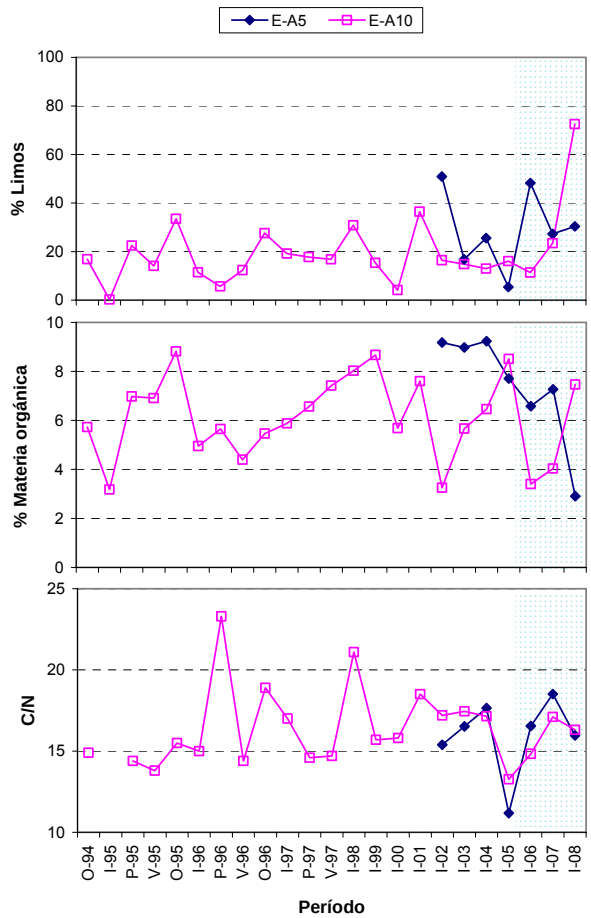


Figura 160 Gráficas de evolución temporal del contenido en limos y arcillas (fracción inferior a 63 µm), contenido en materia orgánica y relación C/N de los sedimentos de la masa de agua de la transición del Artibai.

METALES PESADOS

Las concentraciones de los metales pesados analizadas en la campaña de invierno 2008 en las dos estaciones estuáricas consideradas se resumen en la Tabla 146.

Las concentraciones de Cd y Cr, presentan valores similares en ambas estaciones. La concentración de Cu, Fe, Hg, Ni, Pb y Zn es superior en la estación más externa, observándose lo contrario en el Mn.

ESTACIÓN	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn
	mg·Kg^{-1}								
E-A5	0,89	29,6	109,8	37358	0,13	416,4	32,4	59,1	182,4
E-A10	0,71	33,5	472,1	56842	0,36	278,6	59,3	92,7	281,7
MEDIA	0,80	31,5	291,0	47100	0,24	347,5	45,8	75,9	232,0
DESV. EST	0,13	2,8	256,2	13777	0,17	97,4	19,0	23,7	70,2

Tabla 146 Concentración de metales pesados en los sedimentos en la campaña de invierno de 2008 en la masa de agua de la transición del Artibai.

La variación temporal para cada uno de los metales pesados analizados se estudia a partir del factor de contaminación (se tienen en cuenta los valores de fondo calculados por Rodríguez *et al.*, 2006 y se ilustra en la Figura 161 donde se incluyen los valores obtenidos en la estación E-A5 a partir del invierno de 2002.

El factor de contaminación de Cr y Fe presenta valores próximos a la unidad en los muestreos más recientes, sin presentar una tendencia notable.

El factor de contaminación de Cd tampoco presenta tendencia notable, aunque destacan los valores superiores a 9 en 2001 y 2003.

El factor de contaminación de Cu presenta una elevada variación en la estación más externa (E-A10), llegando a alcanzar valores superiores a 14 en 2008. En la estación más interna los valores del factor de contaminación de Cu son generalmente inferiores a 3,5.

El factor de contaminación de Mn en la estación más externa (E-A10) muestra una tendencia ascendente desde 1995, aunque sin superar valores de 1,5. En la estación más interna (E-A5) se observa un descenso desde 2002, presentando siempre valores superiores a la estación más externa.

El factor de contaminación de Ni presenta una tendencia ascendente en ambas estaciones desde 2003. Mientras en la estación E-A5 los valores son próximos a 1, en la estación más externa se observa mayor rango de variación.

El factor de contaminación de Pb presenta un elevado rango de variación en la estación externa E-A10 hasta 2002, año a partir del cual los valores se centran próximos a 4. En la estación interna E-A5 los valores del factor de contaminación de Pb presentan menor rango de variación con valores inferiores a 2.

El factor de contaminación de Zn presenta un elevado rango de variación en la estación externa E-A10 hasta 2002, año a partir del cual los valores se centran próximos a 2. En la estación interna E-A5 los valores del factor de contaminación de Pb presentan menor rango de variación con valores próximos a 1.

El factor de contaminación de Hg presenta un elevado rango de variación en la estación externa E-A10, con valores superiores a 25 en 1996. En la estación interna E-A5 los valores del factor de contaminación de Hg presentan menor rango de variación con valores próximos a 1.



Figura 161 Evolución temporal de los factores de contaminación calculados para cada metal en la estación E-A10 desde el invierno 1995. Se incluyen los datos de la estación E-A5 desde invierno de 2002.

COMPUESTOS ORGÁNICOS

La evolución de los compuestos orgánicos en los sedimentos estuáricos de Artibai está representada en la Figura 162. En ella se presentan los datos obtenidos desde 1995 para la estación E-A10 y desde 2002 para la E-A5, en ambos casos agrupados en función de las características de los compuestos orgánicos (µg kg^{-1}).

El sumatorio de PCBs ha presentado variaciones a lo largo del periodo de estudio, pero manteniéndose en la mayoría de las campañas de muestreo por encima de los límites de detección. Desde 2004 el sumatorio está próximo a 30 µg kg^{-1} en ambas estaciones.

En relación al hexaclorociclohexano (HCH) y hexaclorobenceno (HCB), en los últimos años las concentraciones eran inferiores al límite de detección o próximas a él. Destaca en ambos compuestos el máximo de 1999. El aparente incremento en HCH desde 2006 a 2007 es debido a un incremento en los límites de detección.

En relación al DDT y el sumatorio de drines, destaca el máximo observado en ambas estaciones en 2004, seguidas de un descenso continuo hasta 2007.

Los PAHs presentan una gran variabilidad temporal, pero sin observarse una tendencia clara en los años más recientes. Desde 2004 ambas estaciones muestran una variación paralela, con mayores valores de concentración en la estación externa E-A10.

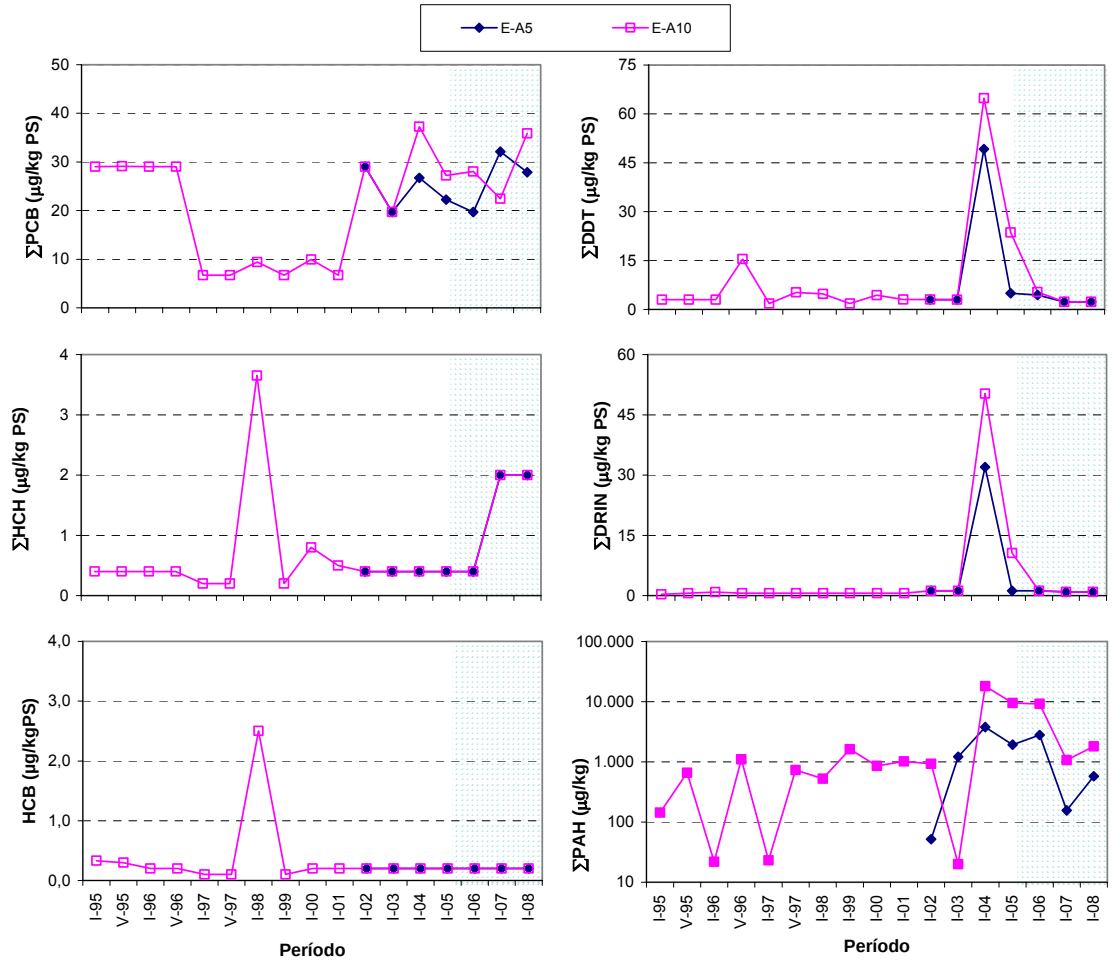


Figura 162 Evolución temporal de la concentración de compuestos orgánicos (µg kg^{-1}) en las estaciones E-A5 y E-A10.

TOXICIDAD EN SEDIMENTOS

Las muestras de sedimento para realizar los análisis ecotoxicológicos se tomaron el 8 de enero de 2008 en dos estaciones: E-A5 (zona interior del estuario) y E-A10 (zona exterior del estuario). Las muestras se mantuvieron refrigeradas durante 1 mes y posteriormente se congelaron a -20 °C. Los sedimentos se descongelaron al cabo de 4 meses y tamizaron (< 1 mm), para completar su análisis, dentro de las dos semanas siguientes, con bacterias (Microtox) y anfípodos (*Corophium multisetosum*).

Test Microtox

Los valores de EC_{50} calculados con Microtox en los sedimentos del estuario del Artibai se muestran en la Figura 163. En la zona interior del estuario (estación E-A5) el EC_{50} fue 3.533 mg l^{-1}, mientras que en la zona exterior el valor obtenido fue de 808 mg l^{-1}. El elevado valor registrado en la estación E-A5 refleja la ausencia de toxicidad en su sedimento ya que supera claramente el valor guía propuesto por la normativa canadiense (Chevrier y Topping, 1998), que corresponde a 1.000 mg l^{-1}.

El test Microtox se considera un test de "screening", es decir, mediante este test, normalmente es bastante baja la probabilidad de clasificar erróneamente una muestra como inocua. Con ello, el riesgo de toxicidad en la estación E-A5 queda casi completamente descartado. Sin embargo, la utilización de varias especies en las pruebas de ecotoxicología (en este estudio, bacterias y anfípodos) permite evaluar la calidad del sedimento en distintos niveles de la cadena trófica, así como obtener una información más completa, ya que cada organismo puede responder de forma diferente a ciertas condiciones.

Por otra parte, el valor observado en la estación E-A10 es inferior al citado valor guía, por lo cual deberemos considerar dicho sedimento como potencialmente tóxico y, en este caso, resulta imprescindible contrastar el riesgo de toxicidad de dichos sedimentos con otro tipo de test (bioensayo de toxicidad aguda con anfípodos).

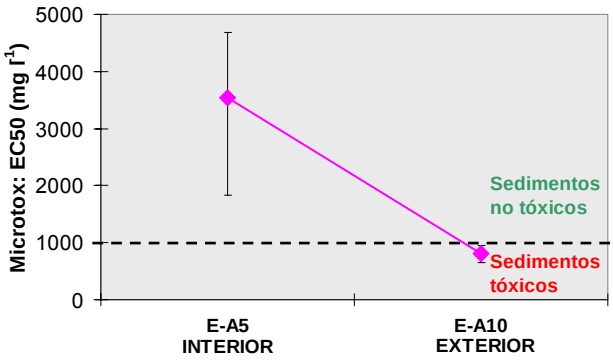


Figura 163 Valores de EC_{50} calculados mediante la técnica de Microtox en sedimentos de la zona interior (E-A5) y exterior (E-A10) del estuario del Artibai. La línea punteada indica el valor guía que especifica la normativa canadiense (1.000 mg l^{-1}). Las barras indican el intervalo de confianza del 95% para los valores obtenidos.

Test de anfípodos

En la Figura 164 se presenta la mortalidad de *Corophium multisetosum* en contacto con los sedimentos del estuario del Artibai y en un sedimento control procedente del estuario del Bidasoa. El porcentaje de mortalidad en el sedimento control fue de 6 ± 2,2% (media ± desv. típica). Los sedimentos de la zona interior del estuario (E-A5) presentaron un porcentaje de mortalidad muy similar al del sedimento control (7 ± 2,9 %), mientras que el porcentaje de mortalidad en la zona exterior (E-A10) fue algo superior (12 ± 2,9 %).

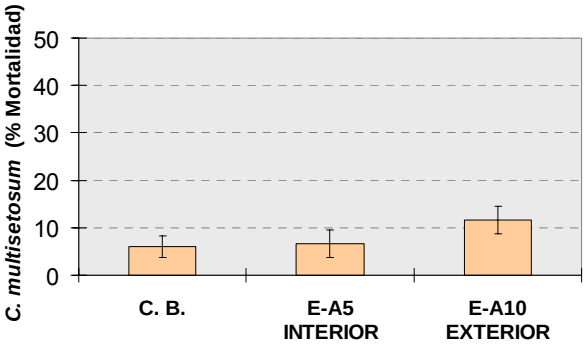


Figura 164 Porcentaje de mortalidad de anfípodos (*Corophium multisetosum*) en sedimentos de la zona interior (E-A5) y exterior (E-A10) del estuario del Artibai, y en una muestra control (C. B.) procedente del estuario del Bidasoa. Las barras indican ± la desviación típica.

Según el criterio de diversas normativas basadas en el test de anfípodos (EEUU, Holanda, Hong Kong, España) para clasificar un sedimento en la categoría de tóxico su mortalidad debe superar a la del control en más de un 20% y las diferencias deben ser estadísticamente significativas (Belzunce y Castro, 2004). En ninguna de las dos estaciones consideradas el bioensayo de anfípodos dio resultados significativamente diferentes a los del control, ni mostraron diferencias de mortalidades superiores al 20%. Por tanto, podemos considerarlas no tóxicas aunque una de ellas (E-A10) había dado valores de toxicidad potencial en la prueba del Microtox.

A la vista de los datos de granulometría en los sedimentos analizados en 2008 (Figura 165), se puede deducir que los anfípodos utilizados en el bioensayo (*C. multisetosum*) presentaron porcentajes de mortalidad relativamente bajos y muy similares entre sí, independientemente del tipo de grano de la muestra. Hay que recordar que en los sedimentos utilizados para los bioensayos se han eliminado todas las gravas y la arena gruesa mediante un proceso de tamizado previo (< 1 mm). En la figura Figura 165 se muestran los datos de granulomentría del sedimento sin tamizar, pero hay que tener en cuenta que las gravas y parte de la arena (1-2 mm) no intervienen en el bioensayo. Por lo tanto, el material analizado en el bioensayo podría definirse como arena fina en el caso del control, arena fangosa en la estación E-A5 y fango-arenoso en la estación E-A10. En todos ellos no se observaron efectos negativos sobre la supervivencia de los anfípodos de la especie *C. multisetosum* que pudieran estar relacionados con la composición en arenas finas o limos de los sedimentos.

En cuanto a la relación de la contaminación con la toxicidad, únicamente se encuentra contaminación fuerte por cobre en la muestra exterior E-A10 y contaminación moderada por cadmio y cobre en la estación interior E-A5. La ligera toxicidad detectada por microtox en la estación exterior puede ser debida más al efecto de los finos (hasta un 73% en finos) y de la materia orgánica (hasta 7,46 %) que a los contaminantes químicos.

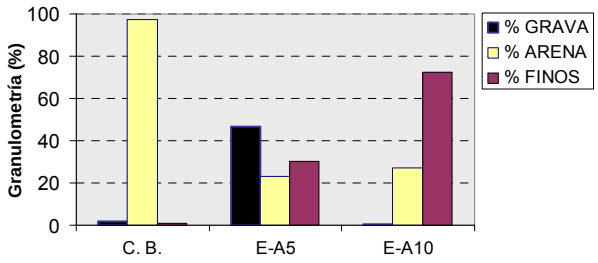


Figura 165 Composición granulométrica (% de gravas, arenas y limos) de los sedimentos en las muestras sometidas a los test de ecotoxicología. C. B. (control de Bidasoa), E-A5 (zona interior del Artibai), E-A10 (zona exterior del Artibai).

NORMATIVAS

Como se ha explicado en el capítulo de metodología, a nivel estatal no existe una legislación por la que se regule la gestión de sedimentos contaminados, sino que las actuaciones en este campo se hallan controladas por las correspondientes autorizaciones que, en su caso, concedan las administraciones correspondientes.

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

Siguiendo la metodología para calcular el grado de contaminación en los sedimentos, se ha establecido la clasificación de la contaminación en los sedimentos estuáricos del Artibai en función de la concentración de metales pesados obtenida en 2008 (se han utilizado los valores de fondo calculados por Rodríguez *et al.*, 2006), basada en los Factores de Contaminación e Índices de Carga Contaminante (ICC) (MÜLLER, 1979). Se presentan también los ICC globales por estación y por metal.

Ambas estaciones presentan una contaminación global ligera. De forma global, en esta masa de agua todos los metales presentan contaminación ligera, excepto Cd y Cu, que se clasifican con contaminación media.

ESTACIÓN	FACTORES DE CONTAMINACIÓN									ICC GLOBAL
	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn	
E-A5	C	CL	C	CL	NC	CL	CL	CL	CL	CL
E-A10	CL	CL	CF	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL
TOTAL	C	CL	C	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL

Tabla 147 Clasificación de la contaminación en los sedimentos de la masa de agua de la transición del Artibai en función de la concentración de los metales determinada en 2008, basada en los Factores de Contaminación e Índices de Carga Contaminante (ICC) (MÜLLER, 1979). CE: contaminación extrema; C: contaminación media; CL: contaminación ligera; NC: no contaminado. Se presentan también los ICC globales por estación y por metal.

La gráfica de evolución del índice de carga contaminante global de metales pesados desde 1995 (Figura 166) muestra que en la mayoría de los años estudiados no se supera el valor de 3. Desde el 2002, la estación externa E-A10 presenta valores centrados a 2, y la estación interna E-A5 en torno a la unidad.

Comparando las concentraciones de metales analizadas en la campaña de 2008 con los niveles de toxicidad calculados por Long *et al*. (1995), se observa que Cu y Ni presentan concentraciones por encima del nivel medio de toxicidad en la estación externa E-A10. Ambos metales también presentan valores superiores al nivel bajo en la estación E-A5. La concentración de Pb y Zn supera el nivel bajo de toxicidad en ambas estaciones, y la de Hg en la estación E-A10. Esto representa un riesgo de efectos biológicos en estas estaciones.

Para los compuestos orgánicos se siguen los criterios utilizados para la evaluación de la contaminación, tal como se explica en Borja *et al.* (2003a). Para una aproximación de la toxicidad se utilizan los valores de Long *et al*. (1995). Siguiendo estos criterios, las concentraciones de compuestos orgánicos obtenidas en la campaña de 2008 en el estuario del Artibai indican que se supera el nivel bajo de toxicidad para PCBs, en ambas estaciones. Las concentraciones medidas en los sedimentos de la estación E-A5 y E-A10 en términos generales dan lugar a un ICC global de contaminación ligera, pero están por debajo del nivel bajo de toxicidad.

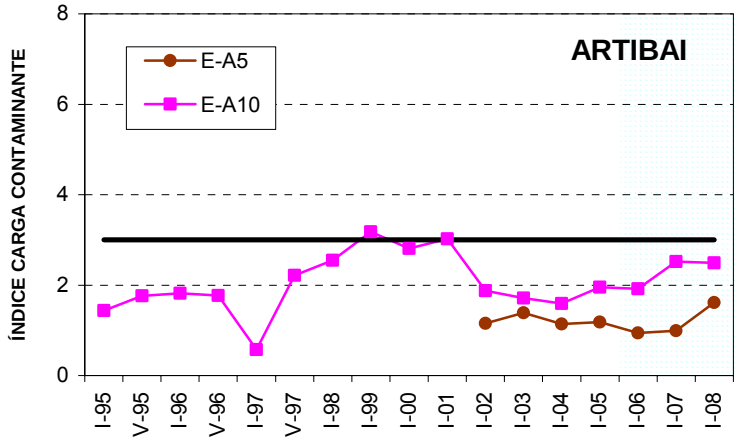


Figura 166 Evolución del índice de carga contaminante global de metales pesados La línea negra indica el límite de contaminación.

9.6.3 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN BIOTA (MOLUSCOS)

En el estuario del Artibai el 29 de octubre de 2008 se recolectaron mejillones en el puerto de Ondarroa (I-A10).

BACTERIOLOGÍA

EN otoño de 2008, la concentración de coliformes fecales (260 NMP·100 ml^{-1}) es el valor más bajo desde 1997 (Figura 167). Por lo tanto, como presenta menos de 300 NMP·100 ml^{-1} se clasifica como zona tipo A, es decir, apta para el marisqueo.

En cuanto a los estreptococos fecales, la concentración en otoño de 2008 (2200 NMP·100 ml^{-1}) está dentro del rango de los valores medidos en los muestreos más recientes (Figura 167).

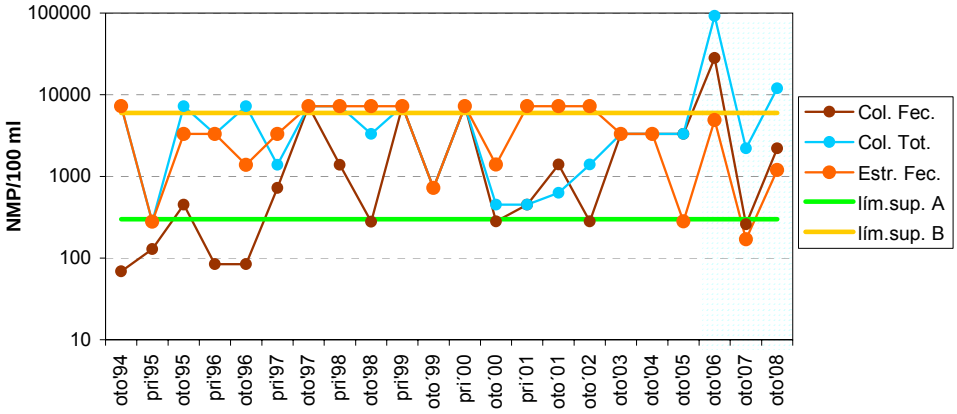


Figura 167 Evolución de la concentración de bacterias en la estación I-A10 a lo largo del periodo de estudio (otoño de 1994-otoño de 2008).

METALES PESADOS

En la Figura 168 se muestra la evolución de la concentración de metales en moluscos (mg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-A10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2008).

La concentración de **cadmio** en 2008 (0,12 mg kg^{-1}) es muy próximo al promedio de los valores de los muestreos más recientes en la estación I-A10. Sólo en 2003 se midió una concentración que supere el límite legal (1 mg kg^{-1}) y el valor de referencia del CIEM (0,4 mg kg^{-1}).

El **cromo** presenta en 2008 una concentración de 0,24 mg kg^{-1}, similar al determinado en 2007. En cuanto al cumplimiento de la legislación, incluso la máxima concentración que se dio en otoño de 1997 (1,39 mg kg^{-1}) es inferior a los 1,8 mg kg^{-1} contemplados para el cromo.

En otoño de 2008, la concentración de **cobre** en mejillones (1,8 mg kg^{-1}) está en el rango de los valores determinados en los muestreos de los años más recientes. En cuanto a los límites legales, en ningún caso se superan ni los 20 mg kg^{-1} cuando se ha muestreado mejillón, ni los 60 mg kg^{-1} cuando se ha muestreado ostra.

En cuanto al **mercurio**, las concentraciones observadas en los muestreos más recientes están próximas o son inferiores al nivel de detección. Sin embargo, en 2005 y 2008 se supera este valor. Los límites de detección han ido variando a lo largo del periodo de estudio y, en general, las concentraciones observadas han sido inferiores a dichos límites. Además, en ningún caso se han superado ni el límite legal, 0,5 mg kg^{-1}, ni el valor de referencia del CIEM, 0,2 mg kg^{-1}.

El **níquel** presenta una concentración de 0,4 mg kg^{-1} en otoño de 2008, mostrando una tendencia ascendente desde 2004. Aunque para el níquel no hay establecido un límite legal, existe un valor de referencia dado por el CIEM, 1,5 mg kg^{-1}. A lo largo del periodo de estudio, este valor sólo se ve superado en primavera de 1997, con un valor de 2,52 mg kg^{-1}.

Para el **plomo**, en otoño de 2008 se observa una concentración similar al año 2007. El límite legal para su consumo (1 mg kg^{-1}) se ha superado en muestreos previos.

Por último, en cuanto al **zinc**, la concentración en otoño de 2008 (95 mg kg^{-1}) es la más elevada desde 2003. A lo largo del seguimiento realizado en esta estación, en ningún caso se ha superado el límite legal, 1.000 mg kg^{-1}, y sólo en otoño de 2002 se supera el valor de referencia dado por el CIEM, 600 mg kg^{-1}.

La concentración de **plata**, se comenzó a medir en los moluscos en la campaña de 2007 con un valor de 0,007 mg kg^{-1} que descendió en 2008 (0,005 mg kg^{-1}).

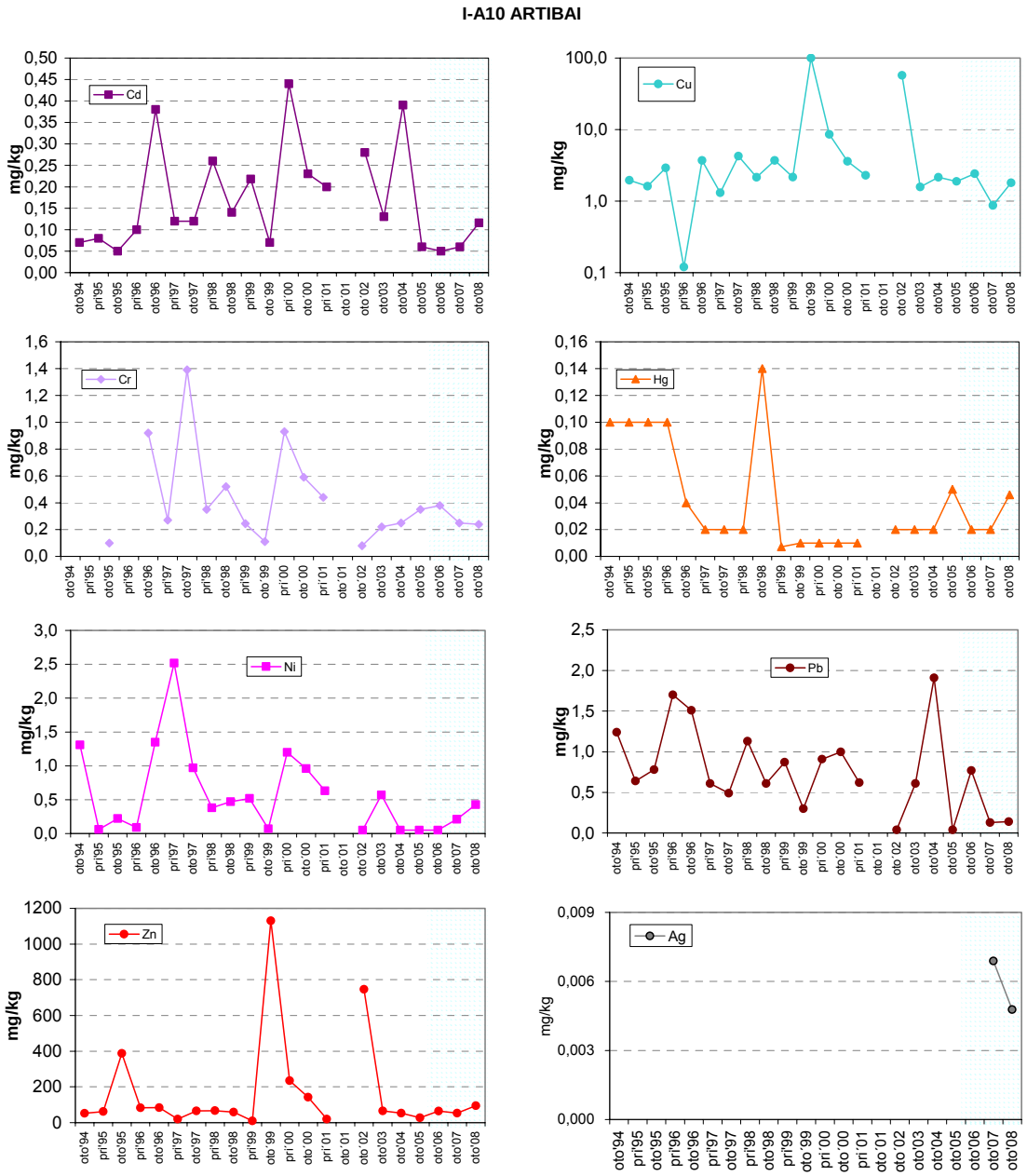


Figura 168 Evolución de la concentración de metales en moluscos (mg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-A10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2008).

COMPUESTOS ORGÁNICOS

En este apartado se contemplan diversas sustancias de origen antrópico, además de los hidrocarburos poliaromáticos (PAHs). En su mayoría, se caracterizan por ser utilizadas como biocidas o pesticidas, pero también son utilizados por la industria. Como no hay legislación española específica para la mayoría de estas sustancias, nos hemos basado en NAUEN (1983) para recopilar lo existente en otros países del entorno y obtener los valores límites.

En la Figura 169 se muestra la evolución de la concentración de compuestos orgánicos en moluscos (µg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-A10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2008).

I-A10 ARTIBAI

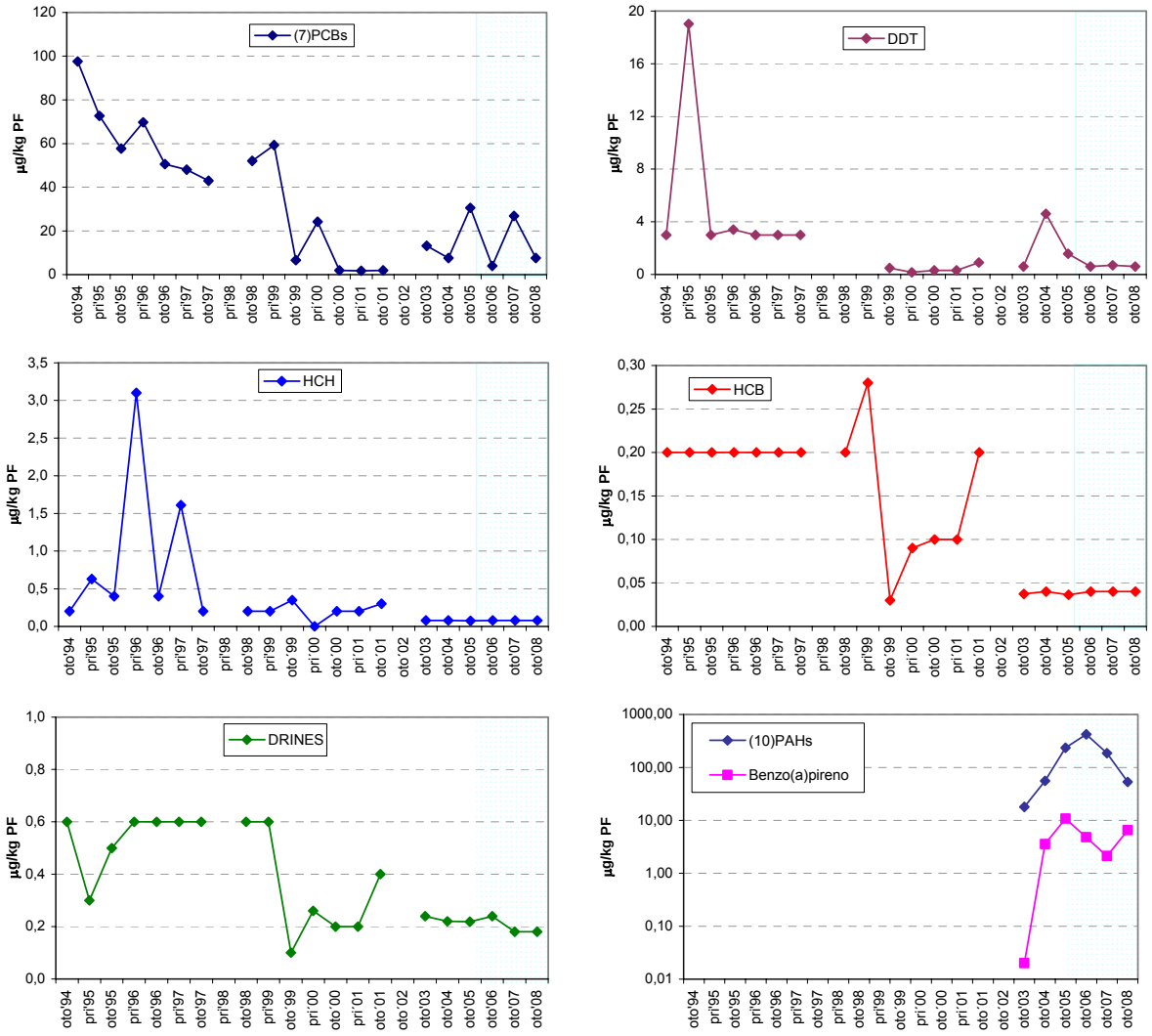


Figura 169 Evolución de la concentración de compuestos orgánicos en moluscos (mg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-A10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2008).

En el caso de los policlorobifenilos (**PCBs**) se han sumado los 7 congéneres analizados, con objeto de poder compararlos con otros lugares. Hay que tener en cuenta que el dato puede variar al ser menos o más los congéneres analizados en otras zonas.

La concentración de PCBs en los moluscos muestra una tendencia decreciente desde 1994. En los últimos muestreos los PCBs analizados están presentes en concentraciones inferiores o ligeramente superiores al límite de detección analítico. Los valores que se dan para la concentración de PCBs en moluscos (NAUEN, 1983) oscilan entre 1 a 5 ppm. Si se toma como valor límite 2 ppm (2.000 µg kg^{-1}), se observa que las concentraciones de PCBs encontradas a lo largo del periodo de estudio están muy alejadas de este valor.

La concentración de **DDT** corresponde a la suma de los tres compuestos de DDT analizadas (p-p'DDE, p-p'DDD, p-p'DDT). En los años más recientes es frecuente la presencia de alguno de estos congéneres en concentraciones ligeramente superiores al límite de detección. Desde 1994 el valor máximo se midió en primavera de 1995 (19 µg kg^{-1}). Todas las concentraciones medidas en este punto de muestreo se encuentran muy alejadas del valor guía límite (2 ppm = 2.000 µg kg^{-1}).

La concentración de **HCH** corresponde a la suma de α-HCH y γ-HCH (lindano). A lo largo del periodo de estudio la concentración más elevada de HCH se dio en primavera de 1996 (3,10 µg kg^{-1}). Al igual que en los años recientes, la concentración de HCH en otoño de 2008 estuvo por debajo del nivel de detección (0,08 µg kg^{-1}). Teniendo en cuenta que el valor límite sólo para el lindano es 200 µg kg^{-1}, esta concentración se encuentra muy por debajo de dicho límite.

Las concentraciones de **HCB** a lo largo del periodo de estudio rara vez han superado en límite de detección. Por lo tanto, las concentraciones de HCB en el estuario

del Artibai están muy alejadas del valor límite para este compuesto, 200 µg kg^{-1}.

En cuanto a las concentraciones de **drines** (aldrín, dieldrín, e isodrín) en raras ocasiones se superan los límites de detección correspondientes.

Por último, el sumatorio de (10) **PAHs** en moluscos ha descendido desde otoño de 2006 (424 µg kg^{-1}) hasta 53 µg kg^{-1}. La concentración de benzo(a)pireno es inferior al máximo permitido para el consumo según el Reglamento (CE) n° 208/2005.

NORMATIVAS Y DIRECTIVAS

En este caso sería de aplicación la Directiva de comercialización de moluscos, en la que, a la vista de la concentración de bacterias existentes la calificación sería de Zona B (permitido el marisqueo para depuración). Sin embargo, debido a elevados valores en recientes muestreos debe de declararse Zona C.

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

Para la clasificación de la contaminación de los metales pesados se han tenido en cuenta los niveles de fondo para el País Vasco (Borja *et al.*, 1996) y se ha utilizado la misma metodología que para el cálculo de los ICC para sedimentos. A partir de las concentraciones de metales obtenidas en otoño de 2008 en los moluscos recolectados en el estuario del Artibai la clasificación general sería de no contaminado.

En cuanto a los compuestos orgánicos, rara vez alcanzan los límites de detección, por lo que se puede considerar que los moluscos del estuario del Artibai no están contaminados por compuestos orgánicos, con la excepción de PAHs que alcanzan, en algunos muestreos previos, valores relativamente elevados. En 2008 los niveles de PAHs son aptos para el consumo según las recomendaciones de la OMS y de la EPA.

9.7. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

En este estuario, en 2003 se procedió al dragado del canal de entrada al puerto, y en 2007 se comenzaron obras de encauzamiento, que continuaron con intensidad en 2008, por lo que hemos calificado la situación para este indicador en 2008 como **'Deficiente'.** A pesar de ello, el estuario está altamente canalizado y presenta un importante puerto, que representa un porcentaje elevado (>25%) de la masa de agua, lo que sin duda condiciona su funcionalidad general.

RED DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LAS AGUAS DE TRANSICIÓN Y COSTERAS DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO

10. MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL DEBA

Pasaia, junio de 2009

ÍNDICE

TOMO 10.- MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL DEBA 275

10.1. RESUMEN ESTADO ECOLÓGICO. DEBA 277

10.2. ESTACIONES DE MUESTREO 278

10.3. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS 279
10.3.1 PARÁMETROS ESTRUCTURALES 279
10.3.2 CALIDAD BIOLÓGICA 281

10.4. FAUNA ICTIOLÓGICA 281
10.4.1 ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD 281
10.4.2 CALIDAD BIOLÓGICA 282

10.5. VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO 283
10.5.1 FITOPLANCTON 283
10.5.2 MACROALGAS 285

10.6. INDICADORES FISICOQUÍMICOS 286
10.6.1 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN AGUAS 286
10.6.2 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS 292
10.6.3 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN BIOTA (MOLUSCOS) 298

10.7. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS 302

10.1. RESUMEN ESTADO ECOLÓGICO. DEBA

En 2004 se realizó el estudio de presiones e impactos en esta Masa de agua.

Respecto a las fuerzas motrices, se debe considera que sufre la presión directa de menos de 25.000 habitantes, con una densidad de 111,4 habitantes km^{-2} a los que se le pueden asociar la existencia de importantes vertidos sin saneamiento en el río, si bien en los últimos años el saneamiento ha avanzado mucho en la cuenca. Respecto a los establecimientos industriales, es destacable al alto número relativo de establecimientos del sector de industria y energía. Este sector representa el 19% con 174 establecimientos, sobre un total de 931. El puerto de Deba, originalmente de carácter comercial, mantiene ahora una flota deportiva. Entre la desembocadura y el puente de Deba existe una pequeña dársena deportiva con capacidad para 70 embarcaciones fondeadas. Respecto al uso del suelo para silvicultura, en el estuario del Deba, la superficie arbolada es de 6.213 Ha. El 59% corresponde a bosque de coníferas, destacando el *P. radiata* que ocupa 3.522 Ha. Respecto a la explotación agrícola-ganadera se le asocia al estuario del Deba un total de 507 explotaciones en 7.824 Ha.

El estuario del Deba presenta una fuerte canalización, con aportes contaminantes (metales, etc.) provenientes fundamentalmente del río, a ello hay que sumar los vertidos al estuario (abundantes aunque de caudal relativamente bajo: 350.000 $m^3.a^{-1}$, si bien se han reducido progresivamente en los últimos años, redundando en una mejora de la calidad incipiente) y la presencia de numerosos amarres y un pequeño puerto que, debido a lo pequeño del estuario, representa el 10% de su superficie. Recientemente alguno de estos vertidos se ha desviado a la depuradora que vierte al mar, además en la cuenca alta se han hecho actuaciones para reducir los vertidos de metales, y se el estuario se han hecho obras de restauración, recuperando zonas que se habían ganado al mar en Casecampo, y obras en un puente, ocupando el cauce. Globalmente la presión en la masa de agua es moderada.

En la Tabla 148 se presenta el Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado Ecológico en la masa de agua de Deba.

	ELEMENTOS BIOLOGICOS				ESTADO BIOLÓGICO	ELEMENTOS Físico-Químicos	QUÍMICA		ELEMENTOS Morfológicos	ESTADO ECOLÓGICO	Equivalencia	Tanto por Uno	Valor global	CALIFICACIÓN EST. ECOLÓGICO MASA DE AGUA
	Fitoplanc.	Algas	Bentos	Peces			>LD	>NC						
E-D5	D	D	B	A	A	B	Sí	No	B	A	6	0.54	3.24	6
E-D10	MB	D	B	A	A	MB	Sí	No	B	A	6	0.46	2.76	

Tabla 148 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado Ecológico en la masa de agua del Deba en 2008.

En el estuario de Deba, existen dos estaciones, E-D5 y E-D10, la primera incorporada a la Red de Vigilancia en 2002 y la segunda muestreada desde el comienzo del seguimiento.

En este sistema los indicadores físico-químicos presentan una gran variabilidad, lo que ha producido notables cambios en la clasificación global desde el comienzo del seguimiento en la estación E-D10. Esto posiblemente se deba a variaciones en la contaminación del estuario por vertidos no habituales, o por riadas que afecten periódicamente a la zona de estudio. En 2008 las dos estaciones se han clasificado como Aceptables. Hay que recordar que en años precedentes, en la Red de Calidad de Ríos, se señalaba que el tributario principal presenta muchas estaciones con mal o deficiente estado ecológico. Hay que hacer notar que es un río históricamente muy contaminado por metales pesados, lo que ha tenido su reflejo en el estuario, si bien ha ido mejorando en los últimos años y los niveles de metales tienden a decrecer, especialmente los referidos a los tratamientos de superficies metálicas (níquel, cromo, zinc, etc.). Así, en 2008 ha mejorado la situación respecto de 2007, en cuanto al estado químico en las matrices estudiadas (aguas, sedimentos y biomonitores). También el estado físico-químico, que soporta los electos biológicos (es decir oxígeno, nutrientes, etc.), va mejorando debido a la depuración. Quizá por ello en los últimos años se están mejorando algunos elementos biológicos (bentos, peces), pero, al ser un estuario muy influenciado por el río y con poco desarrollo de los ecosistemas estuáricos, es difícil que pueda mantener comunidades bien desarrolladas y que éstas

experimenten avances y retrocesos en función de variables ambientales.

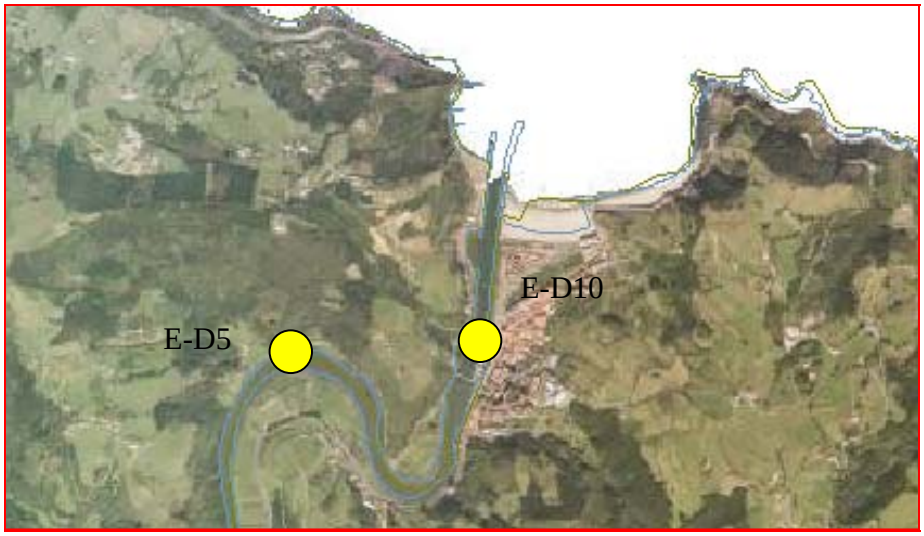


Figura 170 Calificación del Estado Ecológico y ubicación de estaciones en la Masa de agua Deba: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Aceptable; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

10.2. ESTACIONES DE MUESTREO

En la masa de agua del Deba, la Red de Vigilancia cuenta con dos estaciones estuáricas, y una estación de moluscos. Asimismo en 2003 se analizaron un total de 3 estaciones para el análisis de vida piscícola, 7 tramos para el análisis de macroalgas y 2 transectos litorales de macroalgas, que se volvieron a estudiar y analizar en 2006 y se han utilizado en 2008 para la evaluación (Tabla 149).

Estación	Estación	UTMX	UTMY	Tipo estación
E-D10	Deba (puente) (Deba)	552250,56	4793702,61	Estuarios
E-D5	Deba (campo de fútbol) (Deba)	551706,65	4793803,20	
I-D10	Mutriku (playa) (Deba)	552482,88	4794604,21	Estuarios (Moluscos)
ADE	Deba (Arrastre zona exterior estuario)	552356,34	4794102,82	Estuarios (Vida piscícola)
ADI	Deba (Arrastre zona interior estuario)	551899,60	4793574,18	
ADM	Deba (Arrastre zona media estuario)	552208,33	4793493,83	
M-ED1	Deba Zona 01. Estuario Macroalgas	552306,12	4794228,90	Estuarios (Macroalgas)
M-ED2	Deba Zona 02. Estuario Macroalgas	552334,03	4793956,00	
M-ED3	Deba Zona 03. Estuario Macroalgas	552250,29	4793655,19	
M-ED4	Deba Zona 04. Estuario Macroalgas	552206,88	4793459,82	
M-ED5	Deba Zona 05. Estuario Macroalgas	552154,16	4793317,16	
M-ED6	Deba Zona 06. Estuario Macroalgas	551902,96	4793574,56	
M-ED7	Deba Zona 07. Estuario Macroalgas	551437,79	4793695,50	

Tabla 149 Estaciones de muestreo en el estuario del Deba.

10.3. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

10.3.1 PARÁMETROS ESTRUCTURALES

Los parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Deba, en invierno de 2008 pueden verse en la Tabla 150.

PARÁMETRO	UNIDAD	ESTACIÓN	
		E-D5	E-D10
Densidad	nº·m^{-2}	2.693	745
Biomasa	g·m^{-2}	3,411	2,216
Riqueza	nº	9	8
Diversidad número	bit·ind^{-1}	0,40	1,78
Diversidad biomasa	bit·g^{-1}	0,28	1,13
Equitabilidad número		0,13	0,59
Equitabilidad biomasa		0,09	0,38
Diversidad máxima	bits	3,17	3,00
AMBI		3,078	3,683
Clasificación AMBI		Alteración Ligera	Alteración Moderada

Tabla 150 Parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Deba.

La estación E-D5, la más interna de la masa de agua de transición del Deba, presenta en 2008 una comunidad que representada por 9 *taxa* habituales en la mayoría de las estaciones muestreadas en los estuarios de la CAPV.

Así, dominan el poliqueto errante *Hediste diversicolor* (2.552 ind·m^{-2}), el grupo de oligoquetos (68 ind·m^{-2}), el isópodo *Cyathura carinata* (28 ind·m^{-2}) y el poliqueto sedentario *Streblospio shrubsolii* (27 ind·m^{-2}). Estas especies siempre han estado bien representadas en los diferentes muestreos de esta estación desde que se iniciara su seguimiento en 2002, de modo que durante las 7 campañas ya realizadas los *taxa* dominantes encontrados en las muestras siempre han sido los mismos: oligoquetos, *H. diversicolor*, *C. carinata* y, ocasionalmente, *Scrobicularia plana*.

La densidad estimada para esta comunidad ha sido de 2.693 ind·m^{-2}, (mínima: 161 ind·m^{-2} en 2007; máxima: 4.187 ind·m^{-2} en 2005) (Figura 171). La diversidad estimada a partir de los datos de densidad es muy baja (la menor para esta estación: 0,40 bit·ind^{-1}), debido a la gran dominancia de *H. diversicolor* (95% de los efectivos de la estación). La biomasa total, de sólo 3,4 g·m^{-2}, corresponde mayoritariamente a *H. diversicolor*.

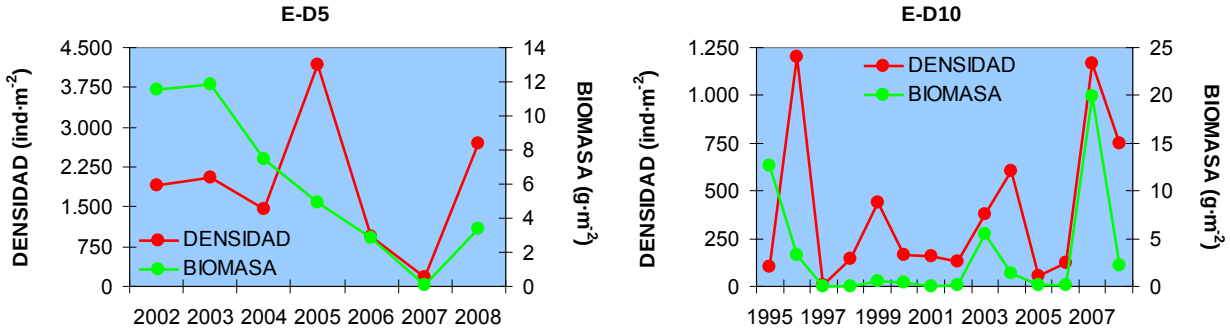


Figura 171 Evolución de la densidad y biomasa en las estaciones E-D5 y E-D10 (Deba).

La riqueza específica ha sido baja en todos los años de seguimiento, oscilando entre 4 *taxa* en 2002 y 10 *taxa* en 2005. Como ya se ha indicado previamente, en 2008 la riqueza específica ha sido de 9 *taxa*.

En cuanto a los grupos tróficos, destaca la dominancia de los omnívoros (96%), representados por *H. diversicolor*, *C. carinata* y nematodos. Les siguen los detritívoros subsuperficiales (3%).

La estación presenta alteración ligera (Tabla 150), con un valor de AMBI de 3,1. Los grupos ecológicos dominantes a lo largo de todo el seguimiento (Figura 172) han correspondido a las especies oportunistas de primer orden. Sin embargo, ya en la pasada campaña de 2007, las especies tolerantes alcanzaron 44% de la densidad relativa, frente al 47% de oportunistas de primer orden, y en la presente campaña de 2008 superan a los oportunistas, llegando a representar más del 97% de la densidad total. Esto permite un que el valor de AMBI estimado para 2008 sea el mínimo de la serie, dibujando cierta tendencia positiva desde que se iniciara el seguimiento de la estación en 2002. Sería interesante vigilar que dicha tendencia se mantenga en las próximas campañas.

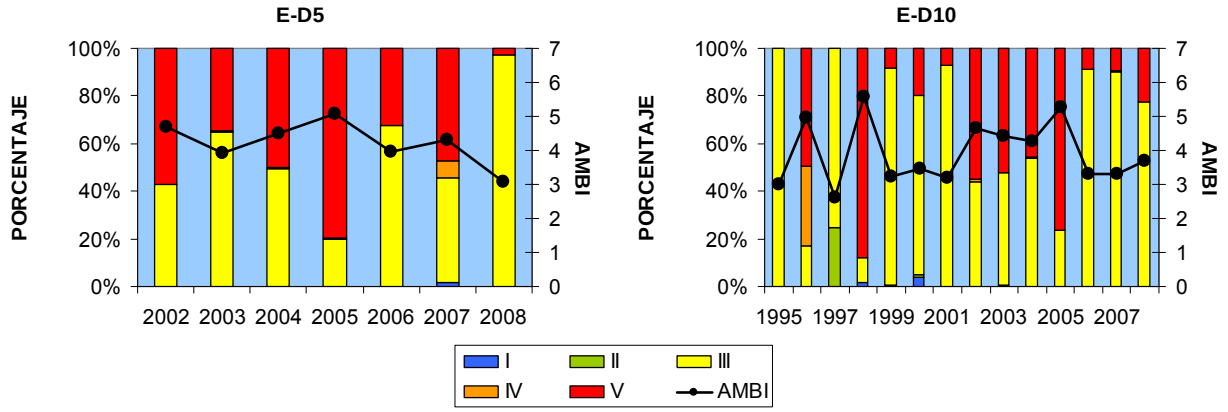


Figura 172 Evolución del porcentaje de cada grupo ecológico y de AMBI en las estaciones E-D5 y E-D10 del Deba.

La estación E-D10 se sitúa en un enclave más próximo a la desembocadura. Los sedimentos de esta estación son de tipo fangoso (63% de limos y arcillas), con cierto contenido en arenas (27%) y gravas (10%). El contenido en materia orgánica es del 4,9%.

Como viene siendo habitual, la comunidad presenta valores bajos para los parámetros estructurales, sobre todo en términos de diversidad estimada tanto a partir de los datos de densidad (1,78 bit·ind^{-1}) como de biomasa (1,13 bit·g^{-1}). La riqueza específica (8 *taxa*) apenas sufre modificaciones en relación a años anteriores.

La densidad, que en 2007 alcanzó el máximo de la serie (1.167 ind·m^{-2}), con 745 ind·m^{-2} (Figura 173), se mantiene como una de las más altas de todo el período de estudio (mínima: 5 ind·m^{-2} en 1997). Al igual que en 1995, 2004, 2006 y 2007, la especie más abundante ha sido el poliqueto errante *H. diversicolor* (429 ind· m^{-2}). Le siguen en dominancia el grupo de oligoquetos (151 ind·m^{-2}), el poliqueto sedentario *S. shrubsolii* (84 ind·m^{-2}), el bivalvo *S. plana* (56 ind·m^{-2}) y el capitélido *Capitella capitata* (16 ind·m^{-2}).

Las diversidad y la equitabilidad estimadas a partir de los datos de densidad (1,78 bit·ind^{-1} y 0,59, respectivamente) entran dentro del rango de variación que ha mostrado la estación a lo largo de los diferentes años de seguimiento. Del mismo modo, también la biomasa (2,2 g·m^{-2}) se encuentra en el rango de las estimadas a lo largo del periodo de estudio (1995-2008). Las aportaciones más importantes a este parámetro las realizan *H. diversicolor* (1,3 g·m^{-2}) y *S. plana* (0,9 g·m^{-2}).

En términos de AMBI, la estación presenta alteración moderada (Tabla 150), con clara dominancia de especies adscritas al grupo ecológico III (78%). Al igual que ocurría en la estación anterior, a lo largo del seguimiento han ido dominando los grupos ecológicos III y G V (Figura 172), con densidades relativas variables, lo cual ha hecho que los valores de AMBI fluctúen entre 2,6 y 5,6. En el informe correspondiente a la pasada campaña de 2007, se indicaba que los resultados obtenidos en 2006 y 2007 eran muy similares (AMBI=3,3) y que sería interesante comprobar si AMBI se estabilizaba en torno al límite entre la alteración ligera y la moderada. En la presente campaña, se detecta un ligero aumento a 3,6, pero se puede considerar que la variación ha sido menor en comparación con la variabilidad que AMBI ha ido mostrando a lo largo del seguimiento, por lo que se puede considerar que la comunidad de macroinvertebrados bentónicos de sustrato blando se encuentra en una situación de estabilidad y no cabría esperar grandes cambios a corto plazo.

10.3.2 CALIDAD BIOLÓGICA

En lo referente a la evaluación del estado ecológico del compartimento de los macroinvertebrados bentónicos, la calificación obtenida por la estación **E-D5** a partir de M-AMBI es de **'Buen Estado'** (Figura 173). Desde que se comenzara el seguimiento de la estación en 2002, se observa cierta tendencia positiva, con valores crecientes de EQR (de 0,39 a 0,55), con un pequeño salto entre 2002 y 2003 y un nuevo incremento entre 2006 y 2007, aunque en 2008 se ha detectado una leve regresión. Como ya se comentó en el informe correspondiente a la pasada campaña de 2007, sería importante comprobar si la situación se mantiene en próximas campañas.

La estación **E-D10** presenta también **'Buen Estado'** (Figura 173). Sin embargo en esta estación no se aprecia una tendencia clara en la evolución de los valores de EQR. Así, tras un fuerte incremento entre 1995 y 1996 (de 0,35 a 0,91), el EQR volvió a disminuir (hasta 0,29 en 1998). Entre 1998 y 2000 se detectó un nuevo incremento (a 0,85) para después detectarse una tendencia negativa que se mantuvo hasta 2005 (EQR=0,38). Por último, a partir de 2005, se vuelve a producir un progresivo aumento de EQR hasta alcanzar un valor de 0,70 en 2007, manteniendo un valor de 0,68 en la presente campaña de 2008. Posiblemente este último incremento tenga relación con los procesos de saneamiento de estos últimos años. Por tanto, al igual que la estación anterior, es importante vigilar ésta para confirmar la tendencia de los últimos años o, al menos, comprobar si se produce un nuevo retroceso. En los últimos años se hicieron obras de regeneración de Casecampo, en las cercanías, y, aguas arriba, las obras del puente de la variante de Deba. Quizá esto tuviera su incidencia en 2005, con la recuperación posterior.

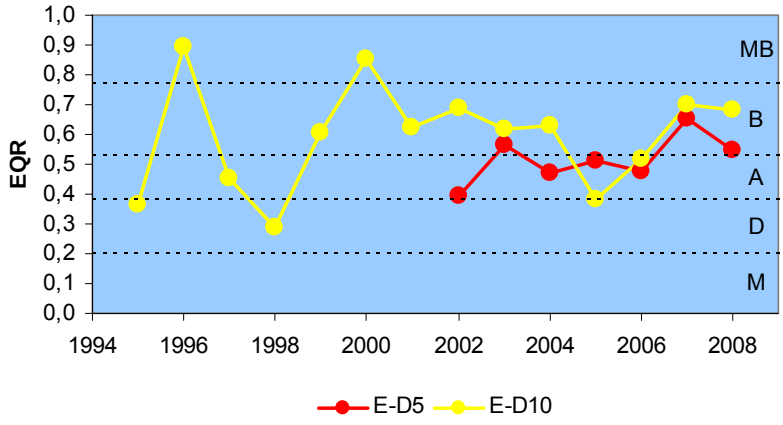


Figura 173 Evolución de EQR para las estaciones de la masa de agua de transición del Deba.

10.4. FAUNA ICTIOLÓGICA

10.4.1 ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD

Las muestras de fauna demersal fueron recogidas durante la campaña de campo del 1996, 2003 y 2006, no en 2008. Por tanto, en este informe se re-analizan los datos obtenidos con anterioridad. En dicho año 2006 se encontraron un total de once taxones (tres peces y seis crustáceos) en las distintas estaciones del estuario (tres más que en el muestreo del año 1996), siendo todas ellas especies habituales de estos ecosistemas que soportan amplios rangos de salinidad, principal condicionante de la vida en estas zonas de transición.

El numero de especies distribuidos por todo el estuario disminuye de tres especies (Pomatoschistus minutus, Carcinus maenas y Palaemon serratus) a dos (Carcinus maenas, Pomatoschistus minutus). En 1996, las especies distribuidas por todo el estuario fueron también tres (Pomatoschistus minutus, Carcinus maenas y Crangon crangon)

La estación interior (ADI) es la estación que presenta los valores más bajos en todos los parámetros. La estación media (ADM) y la exterior (ADE) presentan los mismos valores de riqueza (6), riqueza de peces (2) y riqueza de crustáceos. La diversidad y la densidad obtienen los valores más altos en la estación exterior, mientras que la estación media el valor del número de individuos es superior al resto. Comparando con los resultados anteriores, se ve como en el tramo exterior el número de individuos y la densidad muestran una

tendencia decreciente, la riqueza disminuye respecto a 2003 y la diversidad se recupera alcanzando el valor más alto de todos. En el tramo medio la diversidad muestra una tendencia ascendente desde 1996, la riqueza y la riqueza de peces aumentan alcanzando lo valores de 1996, pero el número de individuos y la densidad obtienen el valor más bajo de los tres años de muestreos. Por último, en el tramo interior todos los parámetros disminuyen.

10.4.2 CALIDAD BIOLÓGICA

En este apartado se hace referencia a la tendencia temporal y espacial de la calidad biológica. Aunque en 2003 fue el primer año en que se muestreaba este estuario dentro de la Red de Calidad, en años anteriores se han realizado estudios similares para otras administraciones, como la Diputación Foral de Gipuzkoa (Franco et al., 1996), lo que permite establecer una comparación.

La metodología aplicada para establecer la calidad biológica en peces en estuarios ha sido explicada en el Tomo 1. En la Tabla 151 se expresan los valores obtenidos para cada indicador considerado en el cálculo del estado para cada tramo de estuario objeto de estudio.

Al igual que en el resto de estuarios, los indicadores que hacen referencia a la ausencia de especies introducidas, indicadoras de la contaminación y salud piscícola son los que favorecen la calidad biológica, alcanzando los valores máximos. Otro indicador que contribuye con un valor alto, de 5, a la calidad es el número de especies residentes en la parte media del estuario (en el exterior e interior el valor alcanzado es de 3). La presencia de peces planos sólo se produce en la estación exterior y es por eso que este indicador presenta valores bajos en las estaciones media e interior.

La composición trófica de peces es muy variable en los distintos tramos del estuario. En las tres estaciones existe una relación no equilibrada en la relación entre omnívoros y piscívoros (valor porcentual de 3:1 en la exterior y media, 5:1 en la interior).

Estación/año	ADE			ADM			ADI		
Parámetros	1996	2003	2006	1996	2003	2006	1996	2003	2006
Riqueza	3	3	3	3	3	3	3	3	1
Especies introducidas	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Esp. Indicadoras contaminación	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Salud piscícola	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Peces planos	1	1	3	1	1	1	1	1	1
Omnívoros	3	3	3	1	3	3	1	3	5
Piscívoros	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Especies residentes (nº)	3	5	3	5	3	5	3	3	3
Especies residentes (%)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PUNTUACIÓN	27	29	29	27	27	29	25	27	27
AFI	0.500	0.556	0.556	0.500	0.500	0.556	0.444	0.500	0.500
CALIDAD BIOLÓGICA	A	A	A	A	A	A	A	A	A

Tabla 151 Valores de los indicadores seleccionados para estimar la calidad biológica de peces demersales en cada una de las estaciones. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): ≥ 0.82; Bueno (B): 0.56 -0.82; Aceptable (A): 0.56 - 0.34; Deficiente (D): 0.34- 0.17; Malo (M): ≤ 0.17. Interna (ADI), media (ADM) y externa (ADE). AFI: AZTI's Fish Index.

La calidad biológica alcanzada en todos los tramos del estuario del Deba es de **'Aceptable'**. Se aprecia cómo la calidad biológica disminuye hacia el interior del estuario. En la Figura 174, se resume como ha variado la calidad biológica del estuario del Deba entre los años 1996, 2003 y 2006.

El estado de la calidad biológica piscícola alcanzado el año 2006 presenta una valor más alto y superior al obtenido años anteriores en la parte media (ADM), un valor similar a 2003 y más alto que en 1996 en el tramo exterior (ADE) y en la parte más interna (ADI).

Para establecer la calidad biológica en peces de toda la masa de agua de transición se aplica la metodología que ha sido explicada en el Tomo 1. La Figura 175 muestra la evolución de la calidad biológica en el estuario del Deba entre los años 1996 y 2006. El valor de la calidad biológica de esta masa de transición evoluciona de forma favorable, aunque todavía se mantiene cerca del límite inferior de bueno. El peor de los valores obtenidos hasta ahora fue el de 1996.

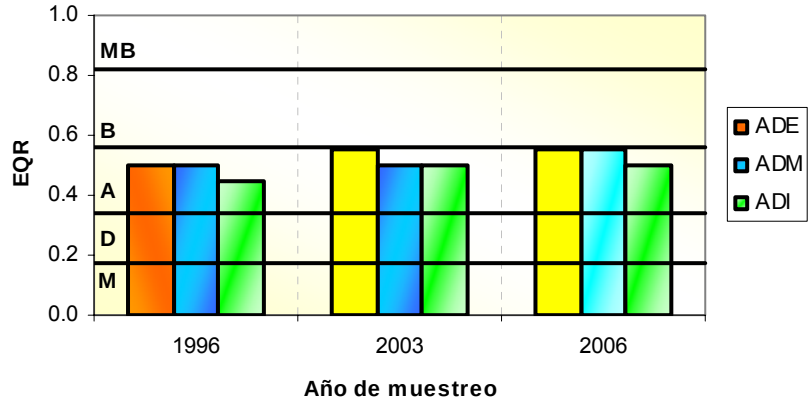


Figura 174 Valores de la calidad biológica obtenidos para cada estación en los años 1995, 2004 y 2007. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): ≥0.82; Bueno (B): 0.56 -0.82; Aceptable (A): 0.56 - 0.34; Deficiente (D): 0.34- 0.17; Malo (M): ≤ 0.17. Interior (ADI), medio (ADM) y exterior (ADE).

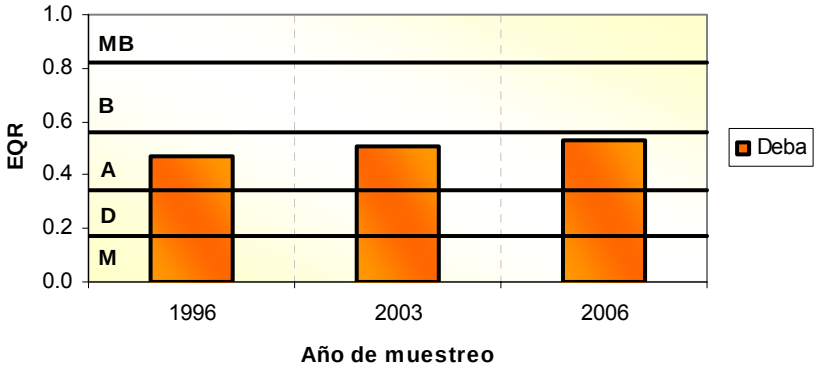


Figura 175 Valores de la calidad biológica obtenidos en la masa de transición del Deba entre los años 1996 y 2006. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): ≥ 0.82; Bueno (B): 0.56 -0.82; Aceptable (A): 0.56 - 0.34; Deficiente (D): 0.34- 0.17.

El estuario del Deba es un sistema muy canalizado que presenta contaminantes (metales, etc.) provenientes fundamentalmente del río y al que le afectan los vertidos sin depurar, los vertidos puntuales y los vertidos difusos que se realizan, además de la presencia de numerosos amarres y un pequeño puerto que, debido a lo pequeño del estuario, representa el 10% de su superficie. Recientemente alguno de estos vertidos se ha desviado a la depuradora que vierte al mar y la puesta en marcha de la nueva EDAR de Elgoibar (que recogerá las aguas residuales de Mendaro, Elgoibar, Eibar, Ermua y Mallabia) probablemente generará una mejora en la calidad del agua del río y por ende, del estuario.

Durante el año 2006 y debido a las obras de construcción del puente que une las carreteras GI-638 y N-634 (puente que une Mutriku y Deba) el cauce a la altura del tramo medio estaba reducido casi hasta la mitad de su anchura normal y además, se apreciaba que algunas zonas inundables habían sido rellenadas con tierra. En enero de 2007, el cauce presentaba casi su anchura natural pero las zonas inundables todavía no han sido recuperadas ni tampoco han sido retirados los pivotes de cemento ni otros materiales propios de la obra.

Según datos del informe realizado por Ikaur-Ekolur para la Diputación Foral de Gipuzkoa, en las aguas dulces del Deba solamente se ha detectado la presencia de especie *Anguilla anguilla* (anguila –catádroma-), el resto de las especies migradoras *Salmo salar* (salmón atlántico –anádroma-), *Salmo truttta morpha trutta* (trucha de mar –anádroma-), *Alosa alosa* (sábalo –anádroma-) y *Petromyzon marinus* (lamprea de mar –anádroma-) están extintas.

10.5. VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO

10.5.1 FITOPLANCTON

CLOROFILA

En el estuario del Deba se midió la concentración de clorofila en la cabecera (estación E-D5) y en la zona inferior (E-D10). Las muestras se tomaron sólo en superficie. Considerando todo el conjunto de situaciones de muestreo (pleamar y bajamar; en cuatro ocasiones a lo largo del año) se cubrió un gradiente de salinidad desde 0,2 hasta 32,2 USP. La concentración de clorofila varió entre 0,2 y 7,5 µg l^{-1} (Figura 176).

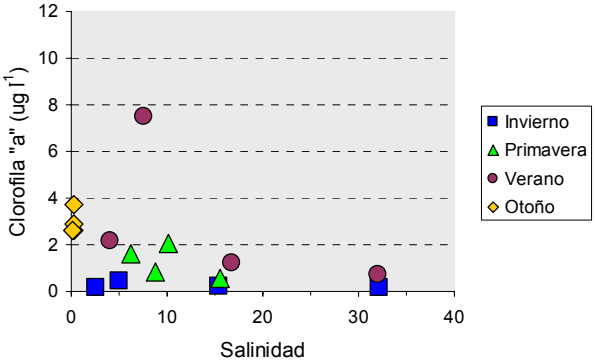


Figura 176 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino del estuario del Deba en las cuatro épocas de estudio durante 2008. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

El máximo de clorofila se observó en verano, en la cabecera (E-D5) y en pleamar. En el resto de los casos, la concentración de clorofila en el estuario del Deba fue inferior o cercana a 4 µg l^{-1}.

En invierno, la concentración de clorofila mostró los valores mínimos (≤1 µg l^{-1}), de forma similar al resto de los estuarios del País Vasco. En primavera, los bajos valores de salinidad registrados en pleamar en la zona inferior indican aportes importantes de agua dulce al estuario. En verano, las condiciones de salinidad indicaron una situación de calma atmosférica, propicia para el desarrollo de las comunidades fitoplanctónicas en la zona superior del estuario. En otoño, se observaron valores de salinidad cercanos a cero en todas las estaciones, incluso en pleamar, lo cual pone de manifiesto una situación de fuertes lluvias y su influencia en el caudal fluvial. La señal de clorofila medida en las muestras de otoño es muy probable que se debiera también a la materia vegetal terrestre o fluvial procedente de las riadas y no sólo al fitoplancton del estuario.

Las bajas concentraciones de clorofila observadas habitualmente en el estuario del Deba pueden explicarse por el corto tiempo de residencia del agua que caracteriza a este estuario, de pequeño tamaño. Esta situación puede cambiar en las épocas de baja descarga fluvial (que se producen generalmente en verano), en la zona superior del estuario, donde el mayor tiempo de residencia del agua permite el crecimiento y la acumulación del fitoplancton. Por ejemplo, en verano han llegado ha registrarse concentraciones de 99 y 25 µg l^{-1} (años 2004 y 2005, respectivamente) en la estación E-D5.

COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DEL FITOPLANCTON

En la Tabla 152 se muestran los resultados de las variables que describen a la comunidad fitoplanctónica en el estuario, durante los muestreos de primavera y verano, tanto en la zona superior (E-D5), como inferior (E-D10). Los datos se refieren a las aguas de superficie, en pleamar. No se realizaron muestreos en invierno y otoño, debido a que se esperan muy bajas concentraciones de fitoplancton en dichas épocas del año en la mayoría de los estuarios.

Estación	E-D5	E-D10
Fecha	08/05/2008	08/05/2008
Abundancia (Células/ml)	743	573
Diversidad (bit/cel)	0,9	1,5
Riqueza (Nº especies)	9	11
Estación	E-D5	E-D10
Fecha	26/08/2008	26/08/2008
Abundancia (Células/ml)	1.073	600
Diversidad (bit/cel)	2,5	3,2
Riqueza (Nº especies)	15	25

Tabla 152 Índices relacionados con Fitoplancton. Estuario del Deba. Los datos son de superficie, en pleamar.

La abundancia total del fitoplancton en el estuario se mantuvo en un rango de 10^5-10^6 células L^{-1}. El valor máximo se observó en la cabecera (E-D5) en verano con aproximadamente $1{,}1 \cdot 10^6$ células L^{-1}. Este máximo de densidad coincidió con el de la clorofila.

En ambos muestreos (mayo y agosto) se observó cierto gradiente de aumento de la abundancia del fitoplancton hacia la zona superior del estuario. Por el contrario, la riqueza y diversidad de la comunidad fueron menores en la estación E-D5, que en la estación E-D10 (zona más cercana a la desembocadura y, por tanto, con mayor influencia marina). Este patrón también se observó en otros estuarios, como por ejemplo el del Butroe.

En primavera se observó una elevada proporción de diatomeas pennales en ambas estaciones de muestreo (70-80% de la abundancia total). Éstas posiblemente fueran de origen bentónico y habrían alcanzado la columna de agua debido a la resuspensión del sedimento. Otros taxones registrados en primavera fueron clorofitas, cianobacterias filamentosas, dinoflagelados gimnodiniales y pequeños flagelados.

En verano, el máximo de abundancia y concentración de clorofila registrado en la estación de cabecera se caracterizó por una comunidad mixta, en la que las diatomeas pennales fueron también proporcionalmente importantes (supusieron casi el 50% de la abundancia total). En esta comunidad también se observó un alto número de clorofíceas (principalmente,

Scenedesmus sp.), criptofitas y pequeños flagelados. En menor proporción se contaron diatomeas de la especie *Cyclotella* sp., euglenofíceas y el dinoflagelado *Kryptoperidinium foliaceum*.

En cuanto a las especies potencialmente tóxicas se ha de citar a la diatomea *Pseudo-nitzschia* spp. con una abundancia cercana a 24.000 células l^{-1} en la estación E-D10 en verano. En esta misma muestra se observó la haptofita *Chrysochromulina* spp., siendo su abundancia del orden de 10^4 células l^{-1}.

CALIDAD BIOLÓGICA

A partir de 2007 se comienza a aplicar un nuevo criterio de evaluación para el fitoplancton en las aguas costeras, que ha sido acordado en las reuniones europeas de Intercalibración para la Directiva Marco del Agua. Este nuevo método no ha sido aún intercalibrado en aguas de transición, las cuales, por lo tanto, se evalúan en el presente informe con el mismo método que en años anteriores. Así, el fitoplancton en el estuario del Deba se evalúa con los datos de los últimos cinco años (periodo 2004-2008). La evaluación se realiza en base a cuatro indicadores (clorofila, abundancia de fitoplancton tóxico, abundancia de fitoplancton nocivo para los ecosistemas y abundancia total de fitoplancton) y el estado global del fitoplancton en cada una de las estaciones corresponde al que presenta el indicador peor clasificado Tabla 153.

En los últimos cinco años, en la zona superior del estuario del Deba (estación E-D5) se registraron concentraciones de clorofila superiores a 16 µg l^{-1} en dos ocasiones, ambas en verano y durante la bajamar. Estas correspondieron a los años 2004 y 2005, siendo las concentraciones de clorofila de 99 y 25 µg l^{-1}, respectivamente. En la zona exterior (E-D10) no se observaron valores de clorofila por encima de 16 µg l^{-1}, umbral establecido en la metodología como indicador de eutrofia en aguas de transición.

Por lo tanto, en base a los datos de clorofila el estado ecológico se considera "muy bueno" en ambas estaciones Tabla 153.

En base a los datos de abundancia de fitoplancton perjudicial para la salud humana o para los ecosistemas el estado se clasifica como "muy bueno" en ambas estaciones, ya que la abundancia de dichas especies nunca supera el umbral de 10^6 células l^{-1}. Las floraciones fitoplanctónicas, o "blooms", considerando el total de especies se producen con bastante frecuencia en la zona superior, aunque no afectan a la desembocadura del estuario, lo cual hace que este indicador se clasifique como "deficiente" en la estación E-D5 y como "muy bueno" en la estación E-D10.

Finalmente, como se indica en la Tabla 153, integrando ambos elementos, clorofila y comunidad fitoplanctónica, el **estado global del fitoplancton** se clasifica como "**deficiente"** en la estación E-D5 (zona superior) y **"muy bueno"** en la estación E-D10 (zona inferior).

ESTACIÓN	Clorofila	Salud Humana	Salud Ecosistemas	Blooms	GLOBAL
E-D5	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Deficiente	Deficiente
E-D10	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno

Tabla 153 Estuario del Deba. Calificación en función de clorofila y fitoplancton.

10.5.2 MACROALGAS

Para su estudio, en 2006 (última campaña de muestreo) el estuario se dividió en 8 zonas, numeradas del 1 al 7 desde la desembocadura al interior. Estos datos se han utilizado en la evaluación de 2008. La zona 5b correspondía a una nueva zona intermareal recuperada, que no estaba en el estudio de 2003.

En la Tabla 154 s e observan los datos obtenidos para la masa de agua de transición del Deba en 2006 (comparados con los de 2003), con objeto de calificar cada tramo del estuario. La metodología utilizada se explica en el Tomo 1.

La calificación, es de **'Deficiente'** para todo el estuario, por lo que parece haber sufrido un empeoramiento, ya que en 2003 se calificó todo el estuario como Aceptable. Este empeoramiento parece deberse a una disminución en la riqueza para algunas de las zonas y a un aumento relativo en las coberturas de algas verdes y de especies tolerantes a la contaminación. La incorporación de la nueva zona E-MD5b, no tienen ningún efecto sobre la evaluación conjunta del tramo adscrito a la estación E-D5, ya que la calificación particular de dicha zona también es de Deficiente. Sin embargo, teniendo en cuenta que se trata de una zona recientemente abierta al estuario, habrá que ver como evolucionan las poblaciones de macrófitos de la zona y si en el futuro tiene un efecto positivo sobre la calificación global del tramo.

DEBA	2003								2006							
INDICADORES	M-ED1	M-ED2	M-ED3	M-ED4	M-ED5	M-ED5b	M-ED6	M-ED7	M-ED1	M-ED2	M-ED3	M-ED4	M-ED5	M-ED5b	M-ED6	M-ED7
1- Riqueza	3	3	3	3	3	-	1	1	3	3	1	1	1	3	1	3
3- Cobertura indicadores contaminación	5	3	5	5	5	-	5	5	5	3	3	5	5	3	5	5
4- Cobertura media algas sin indic contamin.	1	1	1	1	1	-	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1
5- Ratio verdes/resto	1	3	1	1	3	-	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1
SUMA=	10	10	10	10	12	-	12	12	10	10	6	8	8	8	8	10
CALIFICACIÓN AREA=	A	A	A	A	A	-	A	A	A	A	M	D	D	D	D	A
EQUIVALENCIA=	6	6	6	6	6	-	6	6	6	6	2	4	4	4	4	6
SUPERFICIE=	0,8	0,3	0,6	0,1	0,6	-	2,1	1,8	0,8	0,3	0,6	0,1	0,6	1,2	2,1	1,8
PORCENTAJE SOBRE EL TRAMO=	0,5	0,2	0,3	0,0	0,1	-	0,5	0,4	0,5	0,2	0,3	0,0	0,1	0,2	0,4	0,3
VALOR GLOBAL=	2,8	1,0	2,0	0,2	0,7	-	2,9	2,4	2,8	1,0	0,7	0,1	0,4	0,8	1,5	1,9
EQUIVALENCIA TRAMO=	6,0				6,0				4,6				4,6			
ESTACIÓN RED ASIGNADA=	E-D10				E-D5				E-D10				E-D5			
CALIFICACIÓN TRAMO=	A				A				D				D			

Tabla 154 Calificación de cada indicador de macroalgas y las equivalencias para la calificación de cada tramo del estuario, asignado a cada estación de muestreo de la Red de Calidad, en 2003 y 2006. En gris, la zona M-ED5b, recuperada como superficie inundable después de que se llevara a cabo la campaña de 2003, por lo que no se muestreó en aquel momento y no se tuvo en cuenta para la evaluación de la calidad del tramo correspondiente.

10.6. INDICADORES FISICOQUÍMICOS

10.6.1 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN AGUAS

CONSIDERACIONES GENERALES

Debido a su morfología, la mayor parte del estuario del Deba se encuentra fuertemente influenciada por el río. Como en otros casos, la estación E-D5 denota un importante incremento de la presencia de agua fluvial respecto a la estación E-D10 y las aguas continentales llegan a ocupar, de forma casi exclusiva, el nivel de superficie de esta estación en otoño.

Si bien en 2007 aparece modificado el patrón de dilución de los aportes principales de sustancias contaminantes procedentes del río, en 2008, se recupera este patrón general aunque las concentraciones de amonio y nitrito no reflejen un patrón de dilución muy marcado hacia el exterior del estuario.

En la Tabla 155 se muestran los datos medios anuales, correspondientes a las campañas de 2008, de las variables hidrográficas analizadas en superficie y fondo en el estuario del Deba, y de las variables relacionadas con el estado trófico (únicamente en superficie).

La influencia del río se traduce en una elevada proporción de agua fluvial (27-80%) y en altas concentraciones de silicato y nitrato, aunque también son relativamente altas las concentraciones de los restantes nutrientes. Por otra parte, las situaciones con notable déficit de oxígeno observadas en años anteriores han empezado a mejorar obteniendo porcentajes de saturación en superficie y fondo superiores al 65% en el 2006, a 71 % en 2007 y a 77% en 2008.

Por otra parte, en los datos generales se observa la influencia de la estacionalidad a través de la temperatura y, especialmente, de las fluctuaciones en el caudal y su efecto sobre la composición de los aportes. También se aprecia la influencia del estado de la marea aunque, en la estación E-D5, debido a la fuerte influencia de las condiciones hidrológicas, las diferencias de la salinidad de superficie entre los dos estados de marea resultan poco importantes.

Variable	Unidad	E-D5-S	E-D5-F	E-D10-S	E-D10-F
Temperatura	°C	15,28	15,73	15,19	14,93
Salinidad	USP	7,40	10,94	20,61	26,01
Agua fluvial	%	79,22	69,26	42,12	26,93
Saturación O2	%	82,26	77,18	85,61	81,84
pH		7,48	7,66	7,68	7,88
Silicato	µ mol.dm^{-3}	78,63		53,70	
Amonio	µ mol.dm^{-3}	23,93		20,58	
Nitrito	µ mol.dm^{-3}	6,70		6,67	
Nitrato	µ mol.dm^{-3}	92,75		58,37	
Nitrógeno Total	µ mol.dm^{-3}	180,50		121,50	
Fosfato	µ mol.dm^{-3}	4,64		3,01	
Fósforo Total	µ mol.dm^{-3}	6,96		4,60	
Carbono O. Total	µ mol.dm^{-3}	184,06		172,31	

Tabla 155 Estuario del Deba. Valores medios de variables relacionadas con el estado trófico. F: fondo, S: superficie.

EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LAS VARIABLES HIDROGRÁFICAS GENERALES

En las series de datos disponibles no se observan tendencias que indiquen un incremento o descenso significativo y mantenido de los valores de las variables de tipo general y de las relacionadas con el estado trófico. Tal como se señala en el estudio de presiones e impactos (Borja et al., 2006a), el nivel de presión relacionado con la entrada de nutrientes es medio en el estuario del Deba. Dentro de la alta variabilidad característica de los estuarios, y de fluctuaciones asociadas a la estacionalidad y a las diferentes condiciones hidrológicas, para NID en la estación E-D10 se observa también una disminución importante de los casos en los que se dan valores muy altos (Figura 177). También disminuye la fracción del NID correspondiente al amonio indicando, como sucede con el fosfato, una reducción de las cargas de nutrientes de origen urbano vertidas directamente a la cuenca y al estuario (Figura 177). El fosfato, del modo similar a lo observado para la fracción del NID constituida por el amonio, muestra una tendencia descendente acorde con la disminución de los vertidos urbanos directos a la cuenca y al estuario (Figura 177).

Por otra parte, en el estuario del Deba se observa un claro descenso de concentración tanto para el carbono orgánico total como para el amonio, respecto a los datos registrados en el año 2006. El amonio, nutriente indicador de vertidos de aguas residuales, se mantiene en un rango de concentraciones entre 2 y 50 $\mu mol.dm^{-3}$. Esto, junto con la reducción sustancial de los máximos de carbono orgánico total, indicaría una menor incidencia de aportes de origen detrítico respecto al año 2006.

En la Figura 179 se muestra la evolución temporal del oxígeno disuelto en el estuario del Deba. Las concentraciones medias más bajas corresponden a la época estival, mientras que las más altas son las invernales. En cuanto a la serie temporal, se experimentó un aumento de la saturación de oxígeno entre 1994 y mediados del 2000 (valores de 70-120%). Posteriormente, se da un período de descenso en la saturación hasta mediados de 2002 llegando a alcanzar valores inferiores a 60%. Sin embargo, en los últimos años, las situaciones con notable déficit de oxígeno observadas en años anteriores han empezado a mejorar obteniendo porcentajes de saturación en torno al 80% tanto en la estación de la cabecera del estuario (E-D5) como en la de la desembocadura (E-D10).

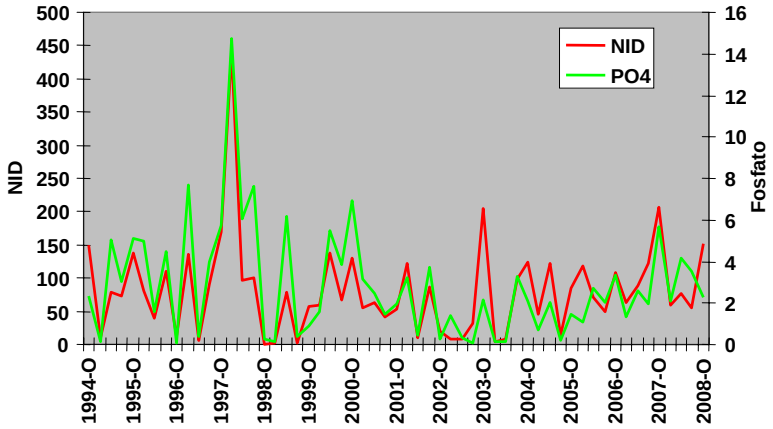


Figura 177 Evolución trimestral, entre otoño de 1994 y otoño de 2008, de la concentración de Nitrógeno Inorgánico Disuelto (NID) y fosfato, ambos en micromoles por litro, en aguas de superficie (media de pleamar y bajamar), en la estación E-D10.

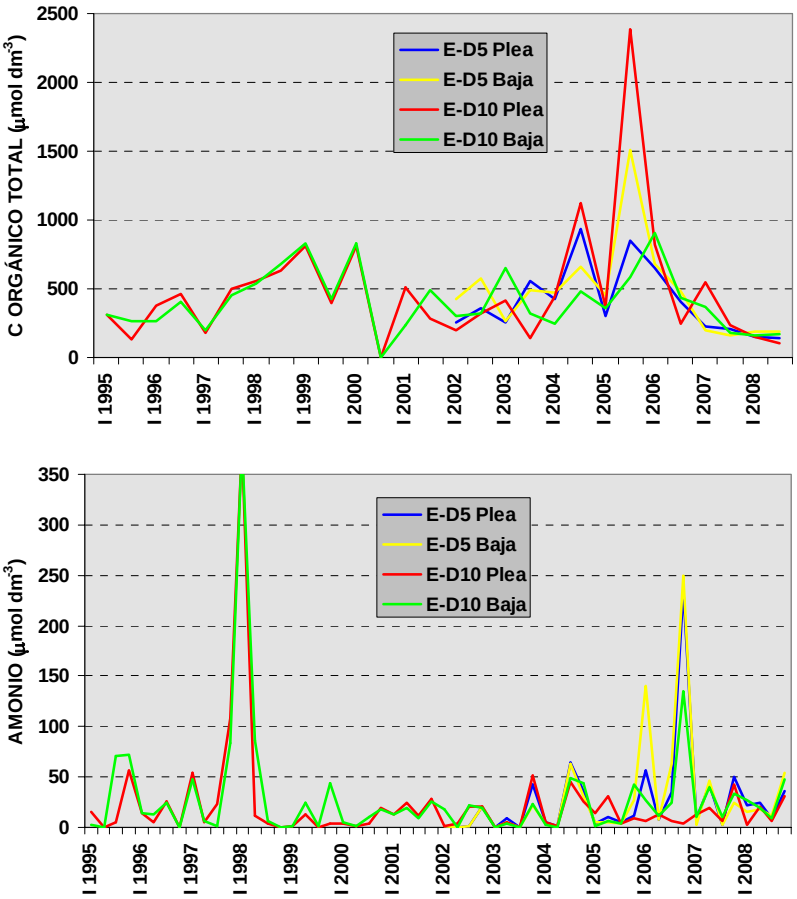


Figura 178 Evolución de las concentraciones de amonio y carbono orgánico total en el estuario del Deba desde 1995 hasta 2008. Las medidas se han tomado en dos situaciones de marea (pleamar y bajamar) y en la superficie de la columna de agua.

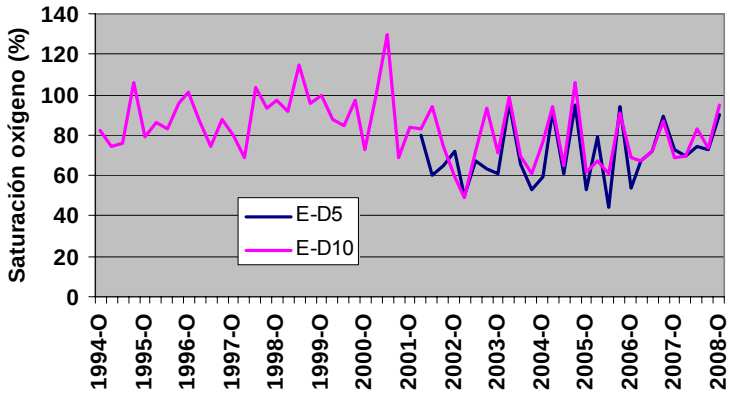


Figura 179 Evolución temporal del porcentaje de saturación de oxígeno disuelto en el estuario del Deba (estaciones E-D5 y E-D10), media de pleamar y bajamar, superficie y fondo.

METALES DISUELTOS

Las concentraciones de mercurio en las aguas de superficie de las estaciones del estuario del Deba se mantienen, como en la mayoría de los casos precedentes, por debajo de su límite de detección (0,3 $\mu g \cdot l^{-1}$).

En el caso del cromo (trivalente y hexavalente) para la estación de muestreo E-D5, las concentraciones también se encuentran por debajo de sus límites de detección (2 y 3 $\mu g \cdot l^{-1}$). Sin embargo, en la estación E-D10 aparecieron valores significativos y relativamente elevados, de ambas especies de cromo, en las primeras series de muestreo debido a las actividades industriales de la zona (recubrimientos electrolíticos de superficies: cromados, niquelados…etc). Hoy en día, aunque estas actividades siguen en vigor, existe un mayor control sobre los vertidos de efluentes de los procesos productivos, por lo que estas concentraciones han descendido drásticamente desde verano de 1998 hasta llegar a

concentraciones inferiores al límite de detección en la actualidad.

En la Figura 180 se muestra la evolución de la concentración media del resto de los metales para el periodo comprendido entre otoño de 1994 y verano de 2008. Los valores empleados son medias correspondientes a los datos de pleamar y bajamar para las dos estaciones de muestreo del estuario (E-D5 y E-D10) hasta el año 2006, desde 2007 solamente se han muestreado las estaciones en bajamar.

En general, no se observan tendencias bien definidas en la evolución de las concentraciones de los distintos metales en las aguas del estuario y predominan las oscilaciones en la mayoría de los metales, siendo, en general, estas concentraciones superiores en la parte más externa del estuario E-D10 (puente de Deba) que en la interna E-D5 (campo de fútbol de Deba). En el caso del cadmio y zinc se sobrepasa el objetivo de calidad (fijado en 0,2 y 60 $\mu g \cdot l^{-1}$) en verano e invierno 2008, respectivamente, sin embargo para le resto de metales como hierro, manganeso y cobre donde se han observado máximos puntuales se observa una importante mejoría a partir de 1998.

Cabe destacar para el caso del níquel y zinc, las elevadas concentraciones registradas en las primeras series de muestreo, muy superiores en muchos casos a los objetivos de calidad fijados para cada metal (20 y 60 $\mu g \cdot l^{-1}$ respectivamente), llegando a registrar valores tan elevados como 493 $\mu g \cdot l^{-1}$ para níquel y 406 $\mu g \cdot l^{-1}$ para zinc en invierno de 1999. En invierno 2008 se vuelve a superar el objetivo de calidad establecido para el níquel en la estación E-D10, que desde el 2002 se ha mantenido por debajo del objetivo de calidad.

La masa de agua del Deba, ha estado históricamente muy contaminada debido a vertidos procedentes de la industria metalúrgica (industria de tratamiento químico y electrolítico de superficies y la industria del hierro y el acero) como se ha mencionado anteriormente. Los cambios producidos en los procesos productivos de las industrias localizadas en la cuenca del río Deba (sistemas de recuperación de residuos, cambios en la gestión industrial, etc.), desde 1998, han generado una disminución de la concentración de aquellos metales relacionados con la industria electrolítica como Cu, Cr, Ni, Zn, Fe y Mn. Por todo esto esta masa de aguas se denomina como ‘masa de agua con presión alta’. Como se puede ver en la Figura 181, la evolución de la concentración de metales en las aguas del río y del estuario del Deba es paralela, mostrando claramente el destino de estos metales a lo largo de la cuenca hidrográfica y su disminución en concentración.

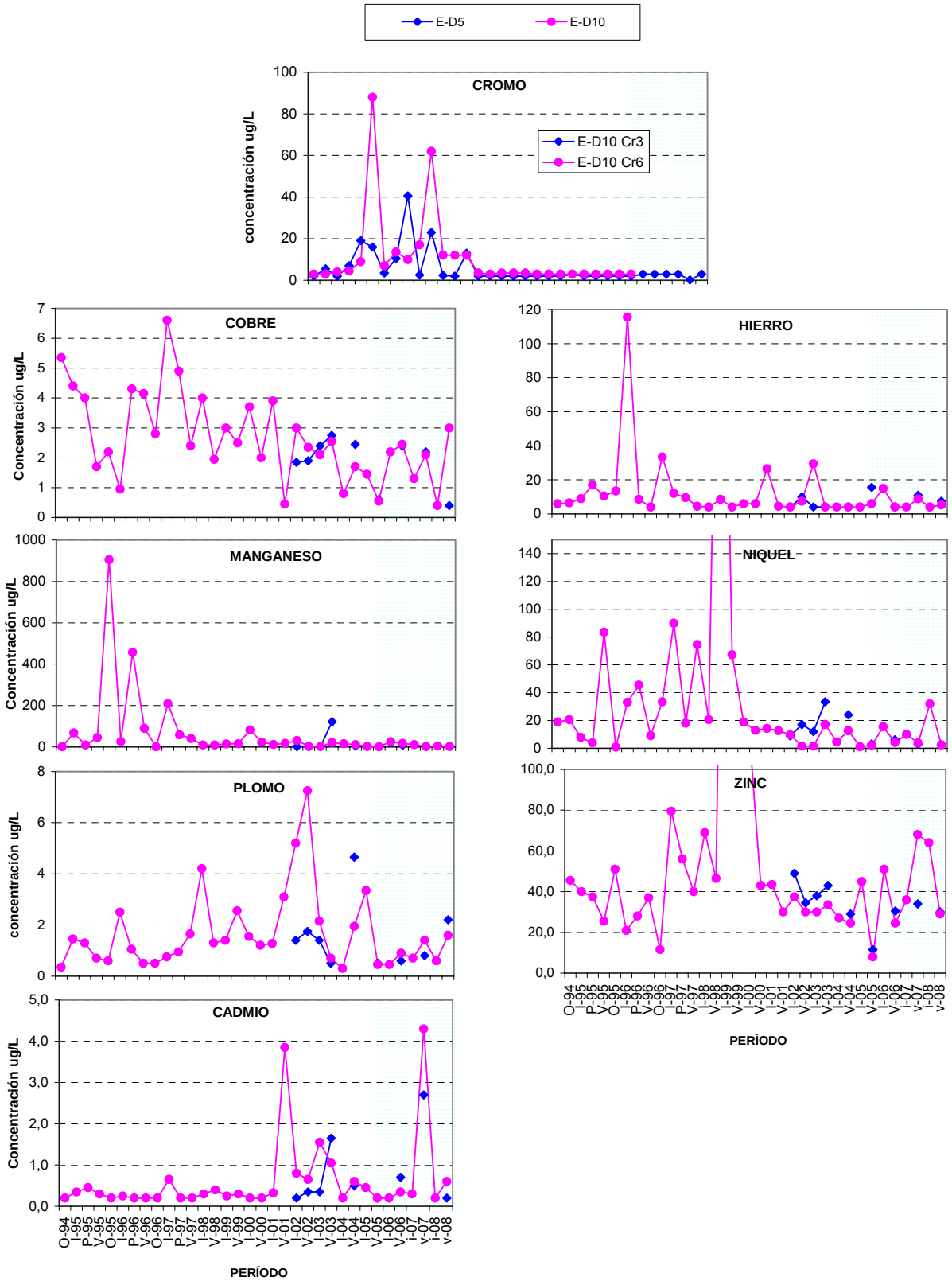


Figura 180 Evolución temporal de la concentración media (pleamar-bajamar) para cada metal en las estaciones del estuario del Deba en el periodo que abarca desde otoño de 1994 a verano de 2006, desde el año 2007 solo se ha tenido en cuenta los datos de bajamar.

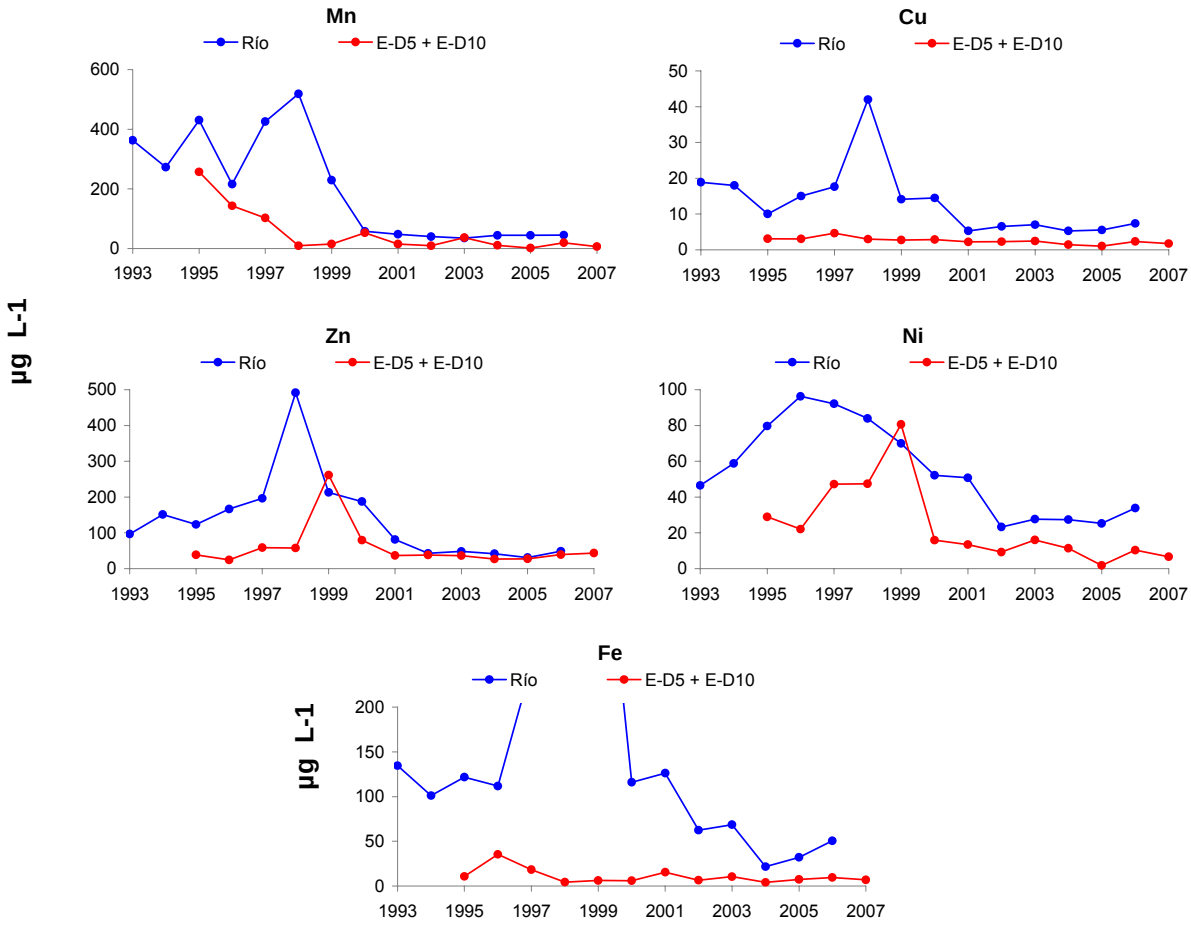


Figura 181 Comparación de la concentración media anual para Cu, Fe, Mn, Ni y Zn en aguas del estuario del Deba (tramo oligohalino) y una estación del río Deba. Los datos de los ríos han sido proporcionados por la Agencia Vasca del Agua.

Muestreos mensuales

Se ha estudiado la evolución de la concentración de mercurio, cadmio, níquel y plomo durante todos los meses del año 2008 en la estación E-D10 correspondiente a la masa de agua de la transición del Deba.

En la Figura 182 se puede observar la evolución mensual del año 2008 en la estación descrita anteriormente. Se han observado concentraciones de mercurio por debajo del límite de detección (0,3 $\mu g \cdot l^{-1}$).

En el caso del cadmio el objetivo de calidad (0,2 $\mu g \cdot l^{-1}$) se sobrepasa de mayo a agosto con valores de .0.8, 0.3, 0.3 y 0.6 $\mu g \cdot l^{-1}$, respectivamente. En esta estación la media anual coincide con el objetivo de calidad establecido. No se observa una tendencia definida durante el año, pero los valores significativamente más altos se encuentran en las campañas de primavera y verano, que es cuando se supera el objetivo de calidad establecido.

En el caso del plomo no se observa ninguna tendencia definida en el estudio mensual. Las medias anuales, al contrario que el cadmio, se encuentran por debajo del objetivo de calidad (7,2 $\mu g \cdot l^{-1}$). Solamente se supera el objetivo de calidad en el muestreo de septiembre (38 $\mu g \cdot l^{-1}$).

Respecto al níquel, se observa una tendencia ascendente en primavera-verano y descendente en otoño-invierno superando solamente en enero (32 $\mu g \cdot l^{-1}$) el objetivo de calidad establecido (20 $\mu g \cdot l^{-1}$).

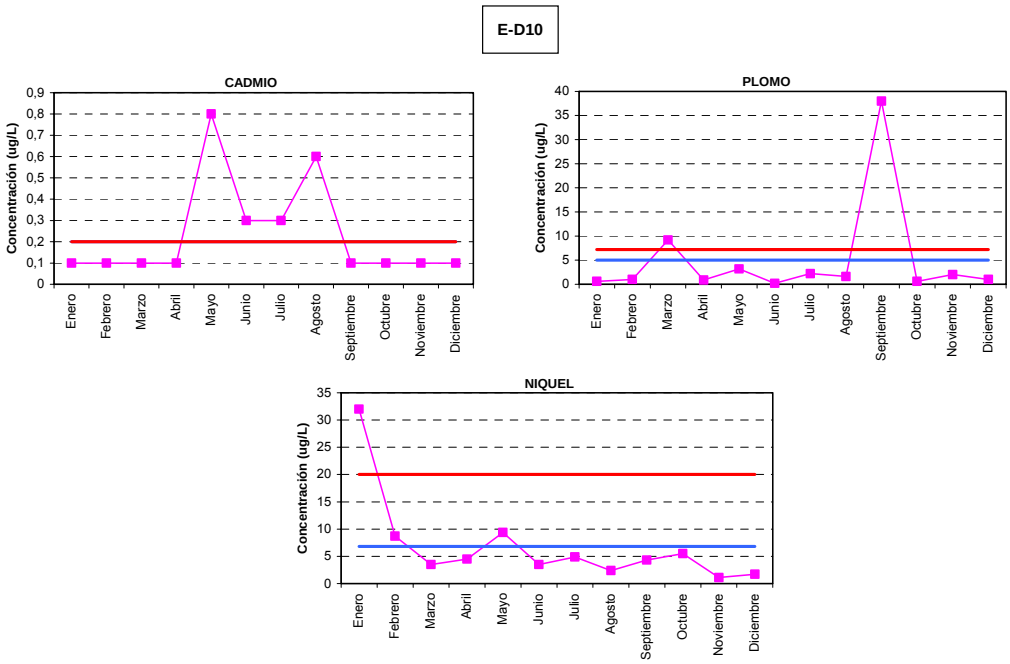


Figura 182 Evolución mensual del 2008 de la estación E-D10 para el cadmio, plomo y níquel. Donde la línea roja indica el objetivo de calidad para cada metal y la azul la media anual de los datos obtenidos, en el caso del Cd la media anual y el objetivo de calidad coinciden.

CONTAMINANTES ORGÁNICOS Y OTROS CONTAMINANTES ESPECÍFICOS

Se han detectado concentraciones significativas (por encima de los respectivos límites de detección) de varios congéneres de PAH derivados del antraceno, naftaleno, fluoreno, pireno y fenantreno en ambas estaciones de muestreo, pero sin superar los objetivos de calidad establecidos para cada uno de los compuestos.

Muestreos mensuales

De los resultados obtenidos de los PAH analizados, se aprecia la presencia de algunos congéneres como los derivados del naftaleno y el fenantreno por encima de los respectivos límites de detección, pero sin sobrepasar los objetivos de calidad establecidos para compuesto.

ESTADO EN FUNCIÓN DE LOS INDICADORES FÍSICO-QUÍMICOS

En 2008, la calidad físico-química de la masa de agua se puede calificar como: **'Buena' en E-D5 y 'Muy buena'** en E-D10.

En cuanto a los objetivos de calidad físico-química, ambas estaciones cumplen todos los objetivos (sin incluir en el cálculo del promedio los datos de otoño).

ESTADO QUÍMICO

Teniendo en cuenta las Directivas europeas y la normativa española, referida a aguas (ver Tomo 1), se puede decir que en este estuario **'No Cumple'** la estación E-D10 por presencia de cadmio, pero **'Cumple'** la estación E-D5.

10.6.2 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS

PARÁMETROS SEDIMENTOLÓGICOS DE CARÁCTER GENERAL

En la Tabla 153 se muestran los resultados de los parámetros sedimentológicos correspondientes a los muestreos de invierno de 2008 en cada estación. Las evoluciones temporales del porcentaje de arenas, el contenido en materia orgánica y la relación C/N se pueden observar en la Figura 183.

ESTACIÓN	INVIERNO - 2008							
	GRAVA (%)	ARENA (%)	FINO (%)	M.O. (%)	REDOX (mV)	C.O.P. (mol·Kg^{-1})	N.O.P. (mol·Kg^{-1})	C / N
E-D5	0,00	40,41	59,59	5,57	82	4,07	0,29	14,0
E-D10	10,17	26,89	62,94	4,94	-47	3,79	0,27	13,9

Tabla 156 Parámetros sedimentológicos correspondientes a los muestreos de invierno de 2008. (GRAVA > 2 mm > ARENA > 63 µm > FINO). M.O.: materia orgánica; REDOX: potencial redox; C.O.P.: carbono orgánico particulado; N.O.P.: nitrógeno orgánico particulado; C / N: relación carbono / nitrógeno.

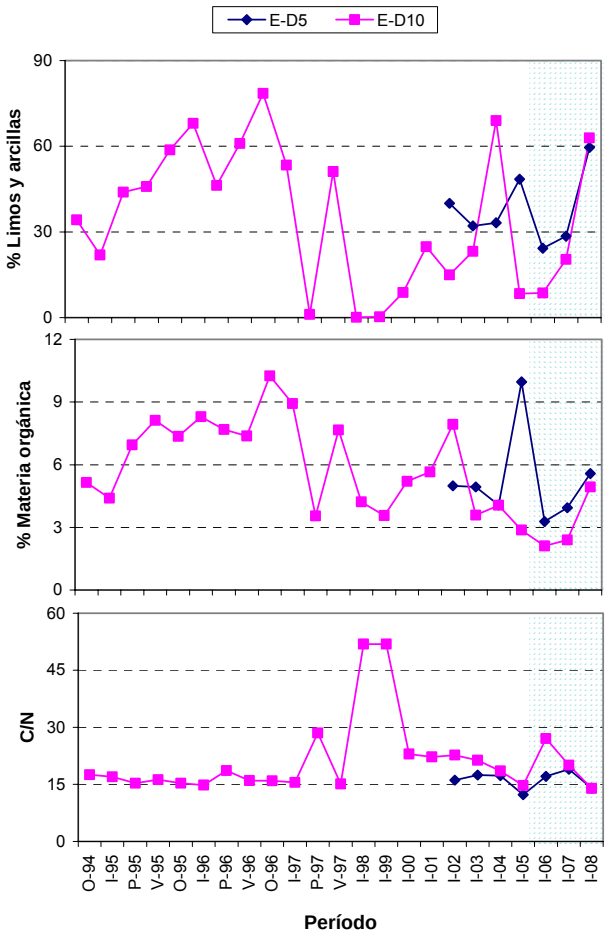


Figura 183 Gráficas de evolución temporal del contenido en limos y arciilas (fracción inferior a 63 µm), contenido en materia orgánica y relación C/N de los sedimentos de la masa de agua de transición de Deba.

Los sedimentos de las dos estaciones de muestreo del estuario del Deba presentaban en 2008 más de un 50% de contenido en limos y arcillas, con un contenido de nitrógeno y carbono relativamente similar en ambas estaciones.

En cuanto a la evolución temporal de los parámetros sedimentológicos, en la estación más cercana al litoral (E-D10), se aprecia una elevada variabilidad en la textura del sedimento, variando el contenido en la fracción fina (*i.e.,* <63µm) desde 0 % al 79%. En la muestra más interior, E-D5, el contenido en la fracción fina varía entre 28 y 59%.

En el interior de la masa de agua de transición del Deba la diferencia granulométrica con respecto a la estación más externa no es tan marcada en el estuario del Deba en comparación con los otros estuarios estudiados. Esto se refleja también en el contenido en materia orgánica, cuyos valores no son mucho mayores que en la estación E-D10 (en promedio), como cabría esperarse de una zona estuarina interna sometida a menor energía cinética, por lo tanto, con mayor contenido en material fino y mayor contenido en materia orgánica. Este hecho se debe a que éste es un estuario dominado por la dinámica fluvial. Los valores de materia orgánica en el estuario del Deba están en el rango entre 2 y 10%.

En cuanto a las concentraciones de COP y NOP observadas en la estación E-D10, durante todo el período considerado, hay una clara estabilidad. Sólo aparecen valores más altos, y fuera de esta tendencia, en los muestreos realizados durante el invierno de 1998 y 1999 donde se dan las concentraciones más bajas de NOP (0,02 mol kg^{-1}). Los valores obtenidos en la estación interior E-D5, prácticamente no difieren de los registrados en la estación más externa, E-D10, en los últimos muestreos.

METALES PESADOS

En la Tabla 157 se muestran los datos que se refieren a las concentraciones de metales pesados analizados en los sedimentos en la campaña de invierno de 2008 en la masa de agua de transición del Deba.

La variación temporal para cada uno de los metales pesados analizados se estudia a partir del factor de contaminación, tal como se ha detallado en Borja *et al.* (2003a) y se ilustra en la Figura 184.

De forma acorde al aumento del porcentaje de finos, la concentración de los metales (excepto el Mn) aumento en al menos una de las dos estaciones de muestreo de 2007 a 2008. En los años más recientes, los valores del factor de contaminación de Cr y Zn varían en torno a 3,5, los de Cd, Fe, Hg y Mn en torno a la unidad, los de Cu y Ni en torno a 3, y los de Pb en torno a 2,5. En la serie global, destacan los máximos registrados en E-D10 en 1996 para Cr, Cd y Zn.

ESTACIÓN	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn
	mg·Kg^{-1}								
E-D5	0,89	136,9	152,0	53299	0,25	325,2	97,2	125,6	859,2
E-D10	0,52	91,6	92,8	33808	0,13	251,6	68,4	78,6	542,4
MEDIA	0,70	114,2	122,4	43553	0,19	288,4	82,8	102,1	700,8
DESV. EST	0,26	32,1	41,9	13783	0,08	52,0	20,4	33,2	224,0

Tabla 157 Concentración de metales pesados en la fracción fina de los sedimentos en la campaña de invierno de 2008 (µg g^{-1}).

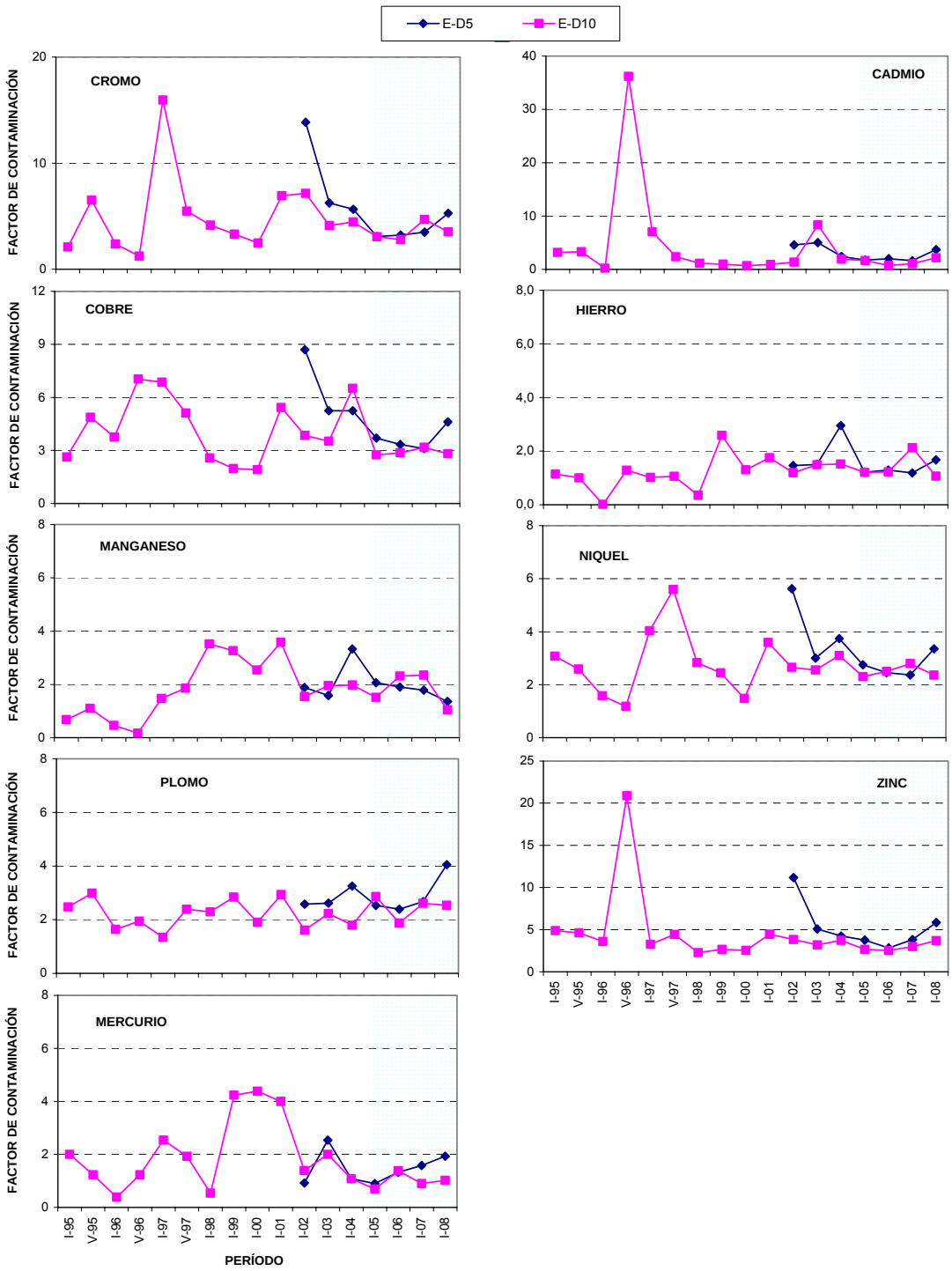


Figura 184 Evolución temporal de los factores de contaminación calculados para cada metal en la masa de agua de transición del Deba.

COMPUESTOS ORGÁNICOS

La evolución mantenida en la concentración de contaminantes orgánicos (µg kg^{-1}) en las estaciones de la masa de transición del Deba se muestra en la Figura 185.

En primer lugar, se observa la evolución de los PCBs, que han presentado variaciones a lo largo del periodo de estudio, pero manteniéndose en la mayoría de las campañas de muestreo por encima de los límites de detección, lo cual difiere de lo que se ha observado para otros estuarios. En 2004, se presenta un máximo de concentración en ambas estaciones que disminuye en años posteriores. Si bien, los datos obtenidos en 2005 son reseñables puesto que, mientras la mayoría de estuarios de Bizkaia se mantienen muy próximos o por debajo de los límites de detección, el estuario del Deba, al igual que los otros estuarios de Gipuzkoa, presentan valores significativamente superiores de PCBs.

En relación al DDT y hexaclorociclohexano (HCH) y hexaclorobenceno (HCB), en los últimos años las

concentraciones eran inferiores al límite de detección o próximas a él. El aparente incremento en HCH desde 2006 a 2007 es debido a un incremento en los límites de detección.

En relación al sumatorio de drines, destaca el máximo observado en ambas estaciones en 2004.

Los PAHs presentan una gran variabilidad temporal, pero sin observarse una tendencia clara en los años más recientes. Destacan los mínimos observados en 1996 y 2003 en la estación E-D10 y E-D5, respectivamente, así como el descenso de 2007 a 2008 en la estación E-D5.

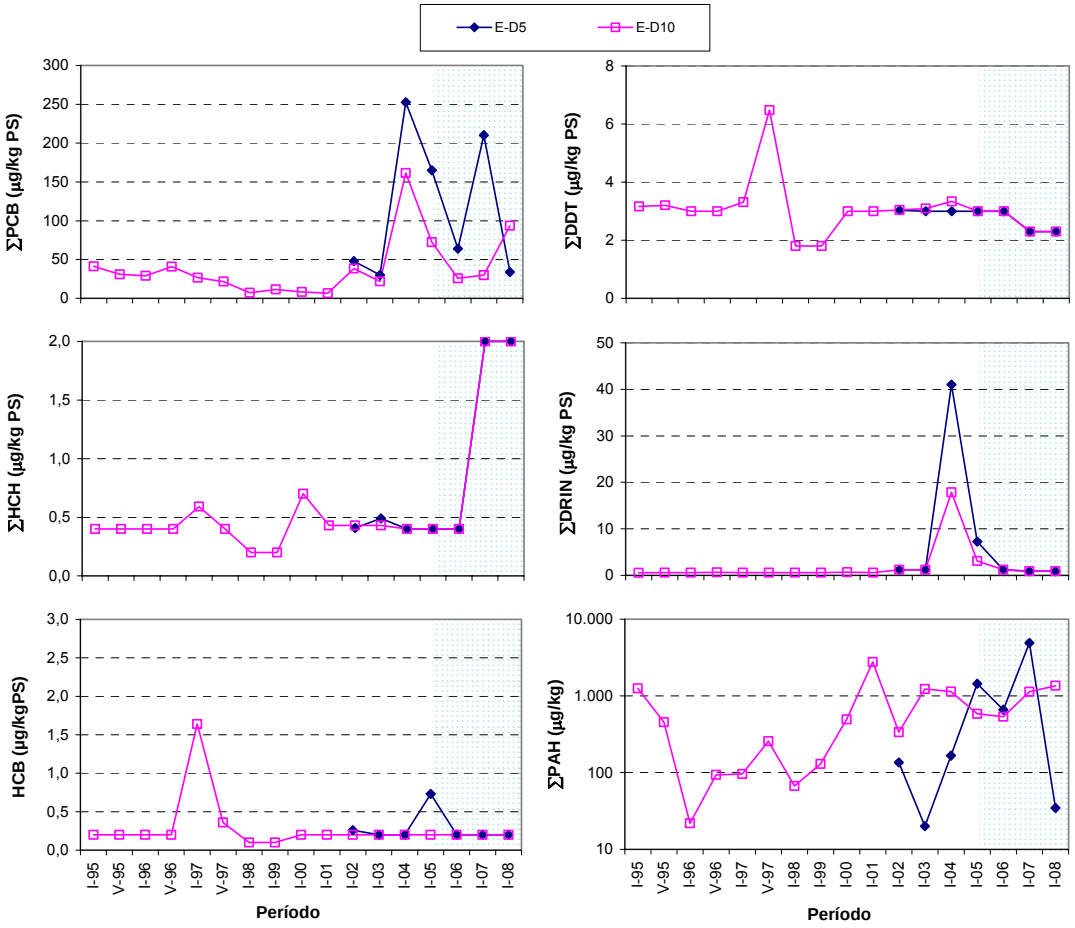


Figura 185 Evolución temporal de la concentración de compuestos orgánicos (µg kg^{-1}) en la masa de agua de transición del Deba.

TOXICIDAD EN SEDIMENTOS

La muestra de sedimento de la estación E-D5 (zona interior del estuario) se tomó el 11 de febrero de 2008 y se mantuvo congelada (-20 °C) durante 4 meses. Al cabo de este tiempo se descongeló y se tamizó (< 1 mm). Los ensayos ecotoxicológicos con bacterias (Microtox) y anfípodos (*Corophium multisetosum*) se realizaron en las dos semanas posteriores a la descongelación de las muestras.

Test Microtox

El valor de EC_{50} calculado con Microtox se muestra en la Figura 186. Ateniéndonos a la normativa canadiense, valores inferiores a 1.000 mg l^{-1} indican toxicidad (Chevrier y Topping, 1998). En la zona interior del estuario del Deba (estación E-D5) el valor del EC_{50} fue 792 mg l^{-1}, inferior al valor guía, lo cual indica que en esta zona el sedimento podría ser tóxico. No obstante, el test Microtox es un test de "screening" (exploración o tanteo) y, por lo tanto, presenta cierto riesgo de sobrestimar la toxicidad. Esto hace necesario que los resultados sean contrastados con otro test de toxicidad.

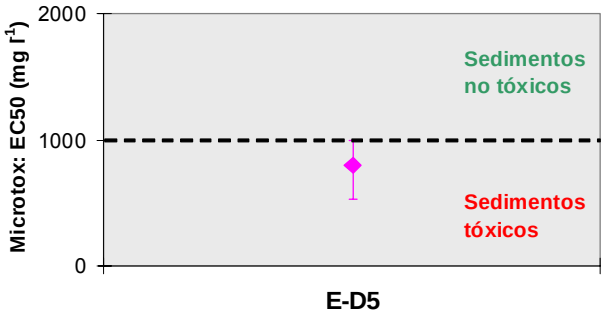


Figura 186 Valor de EC_{50} calculado mediante la técnica de Microtox en sedimentos de la zona interior del estuario del Deba (E-D5). En línea punteada se indica el valor guía que especifica la normativa canadiense (1.000 mg l^{-1}). Las barras indican el intervalo de confianza del 95% para el valor obtenido.

Test de anfípodos

La muestra se analizó también mediante un bioensayo de mortalidad de anfípodos. La utilización de varias especies en las pruebas de ecotoxicología (en este estudio, bacterias y anfípodos) permite evaluar la calidad del sedimento en distintos niveles de la cadena trófica, así como obtener una información más completa, ya que cada organismo puede responder de forma diferente a ciertas condiciones.

El resultado del bioensayo realizado con el anfípodo *Corophium multisetosum* se muestra en la Figura 187. Se utilizó sedimento control tomado de la zona donde habitan los anfípodos empleados en el test (estuario del Bidaosa). Esta estación control presentó un porcentaje medio (± desv. típica) de mortalidad del 6% (± 2,2). La mortalidad en el sedimento del Deba fue sólo ligeramente superior a la del control, siendo la diferencia de un 2% respecto a éste. La diferencia no fue estadísticamente significativa ($p \geq 0,05$).

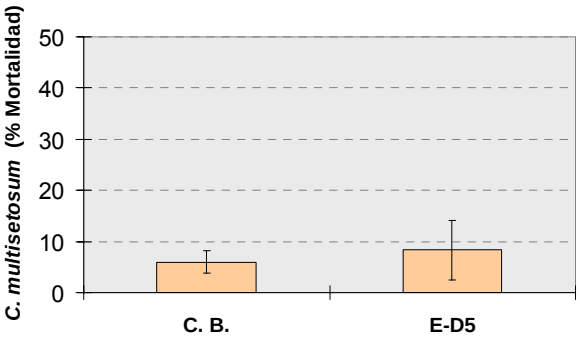


Figura 187 Porcentaje de mortalidad de anfípodos (*Corophium multisetosum*) en sedimentos de la zona interior del estuario del Deba (E-D5) y en una muestra control (C. B.) procedente del estuario del Bidasoa. Las barras indican ± la desviación típica

Siguiendo el criterio de diversas normativas basadas en el test de anfípodos (EEUU, Holanda, Hong Kong, España) para clasificar un sedimento en la categoría de tóxico su mortalidad debe superar a la del control en más de un 20% y dichas diferencias deben ser estadísticamente significativas (Belzunce y Castro, 2004). Aunque el resultado del Microtox clasifica a esta muestra como potencialmente tóxica, el bioensayo de anfípodos nos indica claramente la inocuidad de dicha muestra al dar mortalidades muy bajas, prácticamente iguales a las del control.

El sedimento de la estación E-D5 fue analizado también en la campaña del año anterior (2007) mediante Microtox y un bioensayo de anfípodos (*C. urdaibaiense*). En aquella ocasión, sin embargo, ambos tests coincidieron en clasificar a esta muestra como tóxica. La naturaleza arenosa del sedimento recogido en 2007 en la estación E-D5 (72% arena y 28% finos) hacía sospechar cierta interferencia de la granulometría con el bioensayo de anfípodos, ya que la especie utilizada entonces (*C. urdaibaiense*) es bastante sensible a este factor y muestra preferencia por un hábitat con alto contenido en finos (aproximadamente un 55%. Ver Figura 188).

Por dicha razón, en la campaña de 2008 se repitieron los análisis toxicológicos de la estación E-D5, en este caso con otra especie de anfípodo (*C. multisetosum*) que se considera, por una parte, más adaptado a sedimentos arenosos y, por otra, algo menos sensible a la granulometría del sedimento durante el bioensayo. En este segundo análisis, la granulometría de la muestra difirió de la recogida en 2007, presentando un contenido más rico en finos en la campaña de 2008 (40% arenas y 60% finos), tal y como se muestra en la Figura 188. Por la diferencia observada entre ambos resultados (con las dos especies de anfípodos) se deduce que la toxicidad obtenida con *C. urdaibaiense* en 2007 podría haber sido debida al componente arenoso de la muestra más que a una toxicidad real del sedimento. Esto corrobora la necesidad de utilizar especies adecuadas a la granulometría de los sedimentos en los bioensayos de anfípodos.

Los análisis de contaminantes en los sedimentos de la estación E-D5 indican una contaminación moderada por metales pesados y contaminación ligera por compuestos orgánicos del tipo PCBs y PAHs. Se han detectado concentraciones de níquel y zinc superiores a los valores medios de referencia ERM, lo cuál es indicativo de riesgo tóxico. Sin embargo, los resultados de los bioensayos descartan la toxicidad de estos sedimentos. Estos resultados aparentemente

contradictorios podrían explicarse en el supuesto de que los contaminantes estuviesen en formas no disponibles para los organismos. Harían falta análisis adicionales para corroborar estas suposiciones. Por otra parte, la ligera toxicidad observada por microtox podría ser debido al efecto de los finos (60% de finos en E-D5).

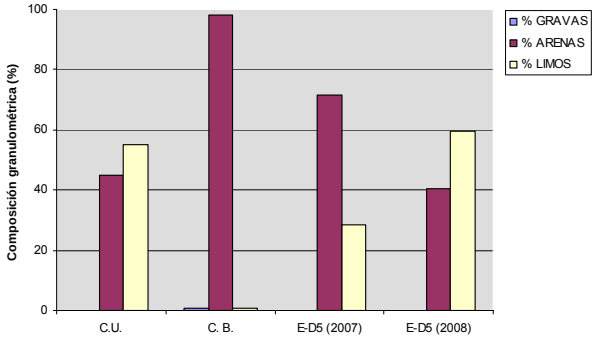


Figura 188 Composición granulométrica (% de gravas, arenas y limos) de los sedimentos control de Urdaibai (C.U.), control del Bidasoa (C.B.) y de los sedimentos recogidos en 2007 y 2008 en la estación E-D5 (zona interior del Deba).

NORMATIVAS

Como se ha explicado en el capítulo de metodología, a nivel estatal no existe una legislación por la que se regule la gestión de sedimentos contaminados, sino que las actuaciones en este campo se hallan controladas por las correspondientes autorizaciones que, en su caso, concedan las administraciones correspondientes.

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

Siguiendo la metodología expuesta en Borja *et al.* (2003a) para establecer el grado de contaminación en los sedimentos, se ha calculado el índice de carga contaminante global (ICC) para cada estación y para todos los metales.

En la Tabla 158 se muestra la clasificación de la contaminación en los sedimentos de la masa de agua de transición del Deba en función de los metales pesados analizados en 2008, basada en los Factores de Contaminación e Índices de Carga Contaminante (ICC) (Müller, 1979), teniendo en cuenta los valores centrales del nivel de fondo regional calculados por Rodríguez *et al.*, 2006. Los resultados de la Tabla 158 indican una contaminación ligera en la estación E-D10 y contaminación media en la estación E-D5. De forma global, en la masa de agua existe contaminación media de Cr, Cu, Pb y Zn.

En la Figura 189 se muestra la evolución del índice de carga contaminante global de metales pesados, entre 1995 y 2008. La línea negra indica el límite de contaminación.

ESTACIÓN	FACTOR DE CONTAMINACIÓN									ICC
	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn	GLOBAL
E-D5	C	C	C	CL	CL	CL	C	C	C	C
E-D10	CL	C	CL	CL	CL	CL	CL	CL	C	CL
TOTAL	CL	C	C	CL	CL	CL	CL	C	C	CL

Tabla 158 Clasificación de la contaminación en los sedimentos de la masa de agua de transición del Deba en función de los metales pesados determinados en 2008, basada en los Factores de Contaminación e Índices de Carga Contaminante (ICC) (Müller, 1979). CE: contaminación extrema; C: contaminación media; CL: contaminación ligera; NC: no contaminado. Se presentan también los ICC globales por estación y por metal.

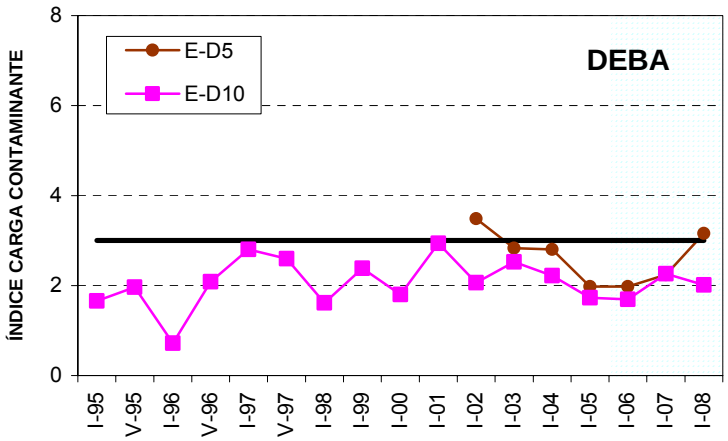


Figura 189 Evolución del índice de carga contaminante global de metales pesados, desde 1995. La línea negra indica el límite de contaminación.

En la Figura 189 se indica que el ICC de la estación E-D10 varía a lo largo del tiempo en un rango comprendido entre 0,72 y 3, sin llegar a superar en ningún caso el límite de contaminación. Se aprecia que, en los últimos cinco años, el ICC ha disminuido con respecto a 2001. Sin embargo, en la estación E-D5 desde 2002 en dos de años se supera el valor de 3.

Como primera aproximación para estimar la potencial toxicidad de los sedimentos se utilizan como referencia los niveles de toxicidad calculados por Long *et al.* (1995) y recogidos en Borja *et al.* (2003a). A la vista de estos valores y de las concentraciones de metales, analizadas en la campaña de 2008, se obtiene que, en las dos muestras estudiadas, las concentraciones de Ni y Zn están por encima del nivel medio de toxicidad y, además, el Cu, Cr y Pb superan el nivel bajo. Además el Hg se encuentra en concentraciones superiores al nivel bajo de toxicidad en E-D5. Esto representaría un riesgo de efectos biológicos en ambas estaciones.

Para los compuestos orgánicos se siguen los criterios utilizados para la evaluación de la contaminación, tal como se explica en Borja *et al.* (2003a). Por lo tanto, las concentraciones de compuestos orgánicos, obtenidas en la campaña de 2008, indican contaminación ligera en ambas estaciones, debida fundamentalmente a la concentración de PCBs y de PAHs. Comparando las concentraciones obtenidas con los valores de Long *et al* (1995), se supera el nivel bajo de toxicidad en ambas estaciones para el sumatorio de PCBs, indicativas de la probabilidad de cierto riesgo de efectos tóxicos en estos sedimentos.

10.6.3 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN BIOTA (MOLUSCOS)

En el estuario del Deba el 11 de noviembre de 2008 se recolectaron ostras junto a la playa (I-D10). Los datos correspondientes a bacteriología, metales pesados y compuestos orgánicos de la campaña de otoño de 2008 se pueden observar en la Base de Datos. Debe de tenerse en cuenta que en los muestreos previos a 2008 se muestreó mejillón en vez de ostra, por lo que el seguimiento de la evolución temporal de la concentración de metales debe de evaluarse considerando las diferencias metabólicas de ambas especies.

BACTERIOLOGÍA

En la Figura 190 se muestra la evolución de la concentración de bacterias en la estación I-D10 a lo largo del período de estudio (otoño de 1994-otoño de 2008).

La concentración de **coliformes fecales** en otoño de 2008 (470 NMP $100ml^{-1}$) es intermedia al rango de los valores registrados en las campañas de muestreo más recientes en esta estación. Se clasifica como zona tipo B, es decir, apta para el marisqueo destinado a depuración.

En cuanto a los **estreptococos fecales**, la concentración en otoño de 2009 (190 NMP $100ml^{-1}$) es intermedia al rango de los valores registrados en las campañas de muestreo más recientes en esta estación. Se confirma la disminución en la concentración de estreptococos fecales desde el periodo 2000-2002.

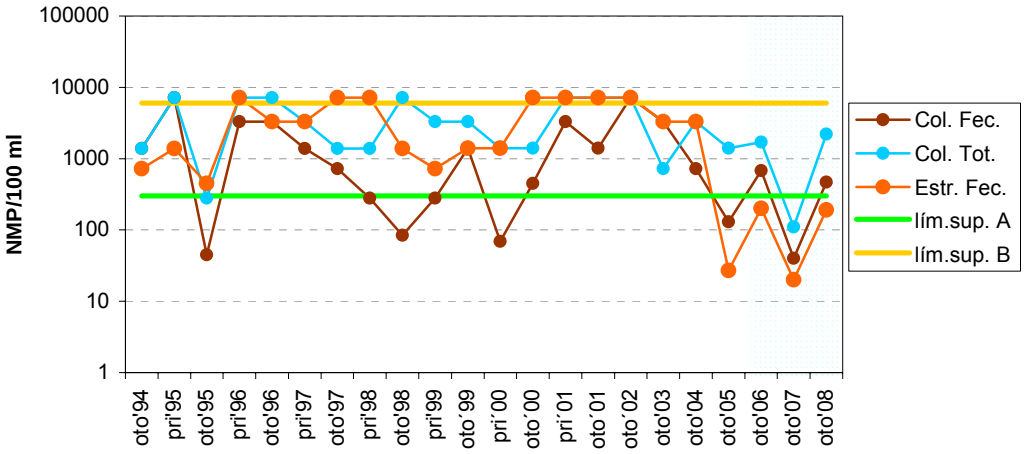


Figura 190 Evolución de la concentración de bacterias en la estación I-D10 a lo largo del periodo de estudio (otoño de 1994-otoño de 2008).

METALES PESADOS

En la Figura 190 se muestra la evolución de la concentración de metales en moluscos (mg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-D10, a lo largo del período de estudio (otoño 1994-otoño 2008).

La concentración de **cadmio** de otoño de 2008 (0,26 mg kg^{-1}) está próxima al máximo medido en 2004 (0,27 mg kg^{-1}). En esta estación los valores medidos de cadmio siempre han sido inferiores al límite legal establecido (1,0 mg kg^{-1}) y al valor de referencia del CIEM (0,4 mg kg^{-1}).

En otoño de 2008, el **cromo** presenta una concentración de 1,5 mg kg^{-1}, valor intermedio a los registrados en esta estación en los muestreos más recientes. En varios muestreos previos se superan los 1,8 mg kg^{-1} contemplados para el cromo como límite legal.

El **cobre** presenta en 2008 una concentración de 214 mg kg^{-1}. Este valor es superior a todos los registrados previamente en esta estación de muestreo. Esto es atribuible a que sólo en 2008 se ha muestreado ostra, especie que presenta generalmente mayores concentraciones de cobre que el mejillón debido a diferencias metabólicas. En el caso del mejillón muestreado previamente a 2008, en ninguna ocasión se superan el límite legal (20 mg kg^{-1}). La concentración de cobre en 2008 supera el límite legal en ostra (60 mg kg^{-1}).

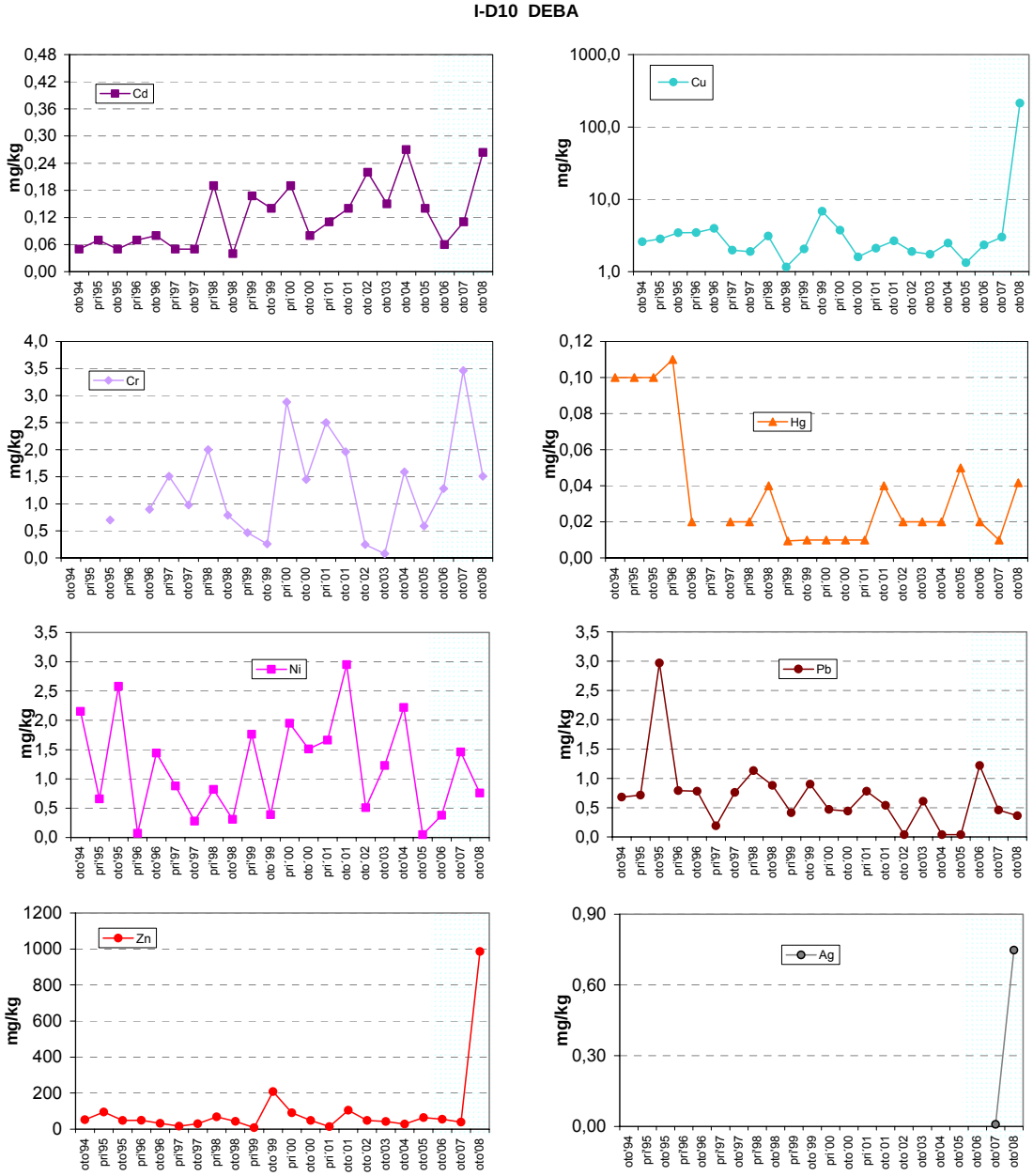


Figura 191 Evolución de la concentración de metales en moluscos (mg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-D10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2008).

En cuanto al **mercurio**, la concentración observada en otoño de 2008 se encuentra dentro del rango de valores medidos en esta estación en los muestreos más recientes. A lo largo del período de estudio rara vez se ha

superado el límite de detección, por lo tanto, en ningún caso se han superado ni el límite legal, 0,5 mg kg^{-1}, ni el valor de referencia del CIEM, 0,2 mg kg^{-1}.

En otoño de 2008 el **níquel** presenta una concentración de 0,76 mg kg^{-1}, concentración superior a la de la s dos campañas anteriores. Aunque para el níquel no hay establecido un límite legal, existe un valor de referencia dado por el CIEM, 1,5 mg kg^{-1}. En el estuario del Deba este valor es superado en numerosas ocasiones a lo largo del período de estudio.

Para el **plomo**, en otoño de 2008 se observa una concentración de 0,46 mg kg^{-1}, la cual se encuentra se encuentra dentro del rango de valores medidos en esta estación en los muestreos más recientes. El límite legal para su consumo (1 mg kg^{-1}) se ha superado en muestreos previos.

Por último, en cuanto al **zinc**, la concentración en otoño de 2008 (985 mg kg^{-1}) es la mayor registrada en esta estación. Esto es atribuible a que sólo en 2008 se ha muestreado ostra, especie que presenta generalmente mayores concentraciones de cobre que el mejillón debido a diferencias metabólicas. La concentración máxima en mejillón es la de otoño de 1999 (209 mg kg^{-1}). En 2008, el valor medido en ostra supera el valor de referencia dado por el CIEM para el zinc (600 mg kg^{-1}) y está próximo al límite legal (1.000 mg kg^{-1}).

La concentración de **plata**, se comenzó a medir en los moluscos en la campaña de 2007 con un valor de 0,008 mg kg^{-1} que es muy inferior al registrado en 2008 (0,75 mg kg^{-1}). Esto es atribuible a que en 2008 se ha muestreado ostra, especie que presenta generalmente mayores concentraciones de plata que el mejillón debido a diferencias metabólicas.

COMPUESTOS ORGÁNICOS

En la Figura 192 se muestra la evolución de la concentración de compuestos orgánicos (µg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-D10, a lo largo del período de estudio (otoño 1994-otoño 2008).

En este apartado se contemplan diversas sustancias de origen antrópico. En su mayoría, se caracterizan por ser utilizadas como biocidas o pesticidas, pero también son utilizados por la industria. Como no hay legislación española específica para la mayoría de estas sustancias, nos hemos basado en NAUEN (1983) para recopilar lo existente en otros países del entorno y obtener los valores límites.

En el caso de los policlorobifenilos **(PCBs)** se han sumado las concentraciones de los congéneres analizados, con objeto de poder compararlos con las de otros lugares. Hay que tener en cuenta que el dato puede variar al ser menos o más los congéneres estudiados en otras zonas.

En la Figura 192 se observa que la concentración de PCBs en los moluscos de Deba ha ido decreciendo a lo largo del período de estudio hasta el período 1999-2001, aumentado posteriormente con valores centrados en 50 µg kg^{-1} en los muestreos más recientes. Los valores guía que se dan para la concentración de PCBs en moluscos (NAUEN, 1983) oscilan entre 1 a 5 ppm. Si se toma como valor límite 2 ppm (2.000 µg kg^{-1}), se observa que las concentraciones de PCBs encontradas a lo largo del período de estudio están alejadas de este valor.

La concentración de **DDT** corresponde a la suma de los tres compuestos de DDT analizadas (p-p'DDE, p-p'DDD, p-p'DDT). En otoño de 2008 la concentración observada es inferior al límite de detección (0,6 µg kg^{-1}). A lo largo del período de estudio la concentración de DDT más elevada se dio en la primavera de 1995, cuando se alcanzó el valor de 56,22 µg kg^{-1}. Sin embargo, incluso en este caso el valor límite recopilado por Nauen (2 ppm = 2.000 µg kg^{-1}) se encuentra muy alejado.

La concentración de **HCH** corresponde a la suma de α-HCH y γ-HCH (lindano). En otoño de 2008, al igual que en las campañas más recientes, la concentración no llega a alcanzar el nivel de detección (0,08 µg kg^{-1}).

La concentración más elevada de HCH en el estuario del Deba se dio en otoño de 1994 (4,4 µg kg^{-1}). Teniendo en cuenta que el valor límite sólo para el lindano es 200 µg kg^{-1}, esta concentración se encuentra muy por debajo de dicho límite.

Las concentraciones de **HCB** a lo largo del período de estudio son, en general, inferiores a los límites de detección correspondientes. Así, en otoño de 1998 se alcanzó la máxima concentración de todo el seguimiento (0,32 µg kg^{-1}), valor muy alejado del valor límite para este compuesto, 200 µg kg^{-1}.

En cuanto a las concentraciones del resto de los **drines** (aldrín, dieldrín e isodrín) en raras ocasiones se superan los límites de detección correspondientes.

Por último, desde otoño de 2002 se estudian los **PAH** en moluscos (Borja *et al.,* 2003). En esta primera campaña, de los compuestos analizados sólo el Indeno (1,2,3-cd) pireno superó el límite de detección correspondiente (0,40 µg kg^{-1}). Sin embargo, desde otoño de 2003 se ha observado un incremento discontinuo hasta los 121 µg kg^{-1} (10 PAHs) medidos en el muestreo de otoño de 2008. La concentración de benzo(a)pireno

en 2008 (8 µg kg^{-1}) es inferior al máximo permitido para el consumo según el Reglamento (CE) n° 208/2005 (10 µg kg^{-1}).

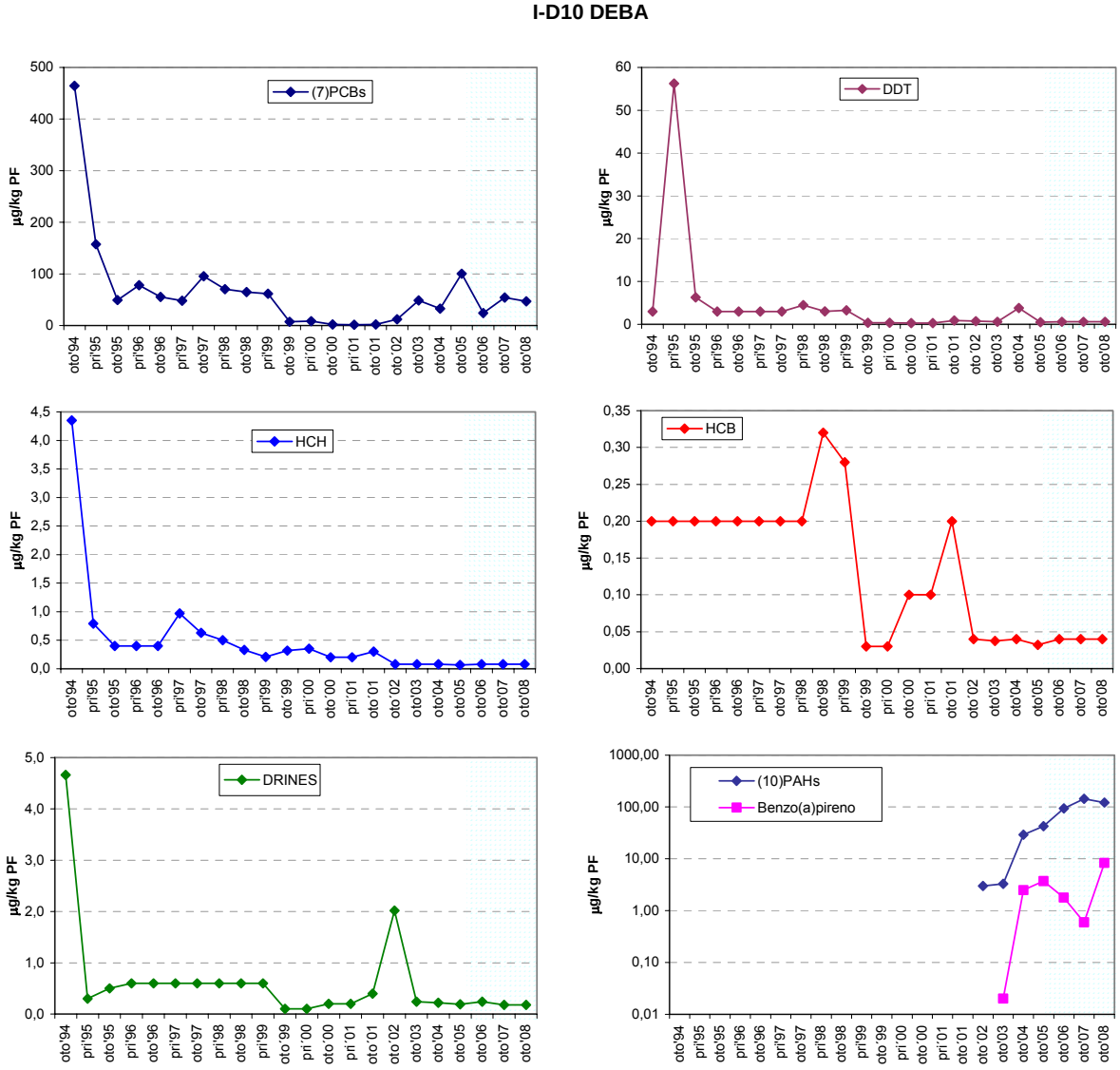


Figura 192 Evolución de la concentración de compuestos orgánicos en moluscos (µg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-D10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2008).

NORMATIVAS Y DIRECTIVAS

En este caso sería de aplicación la Directiva de comercialización de moluscos, en la que, a la vista de la concentración de bacterias existentes la calificación sería de Zona B (apta para el consumo tras depuración).

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

Para la clasificación de la contaminación de los metales pesados se han tenido en cuenta los niveles de fondo para el País Vasco (Borja *et al.,* 1996) y se ha utilizado la misma metodología que para el cálculo de los ICC para sedimentos (véase Borja *et al.*, 2003). A partir de las concentraciones de metales obtenidas en otoño de 2008 en los moluscos recolectados en este estuario la clasificación general sería de contaminación ligera, con contaminación media en cromo, cobre y níquel.

En cuanto a los compuestos orgánicos, rara vez alcanzan los límites de detección, por lo que se puede considerar que los moluscos de este estuario no están contaminados por compuestos orgánicos, con la excepción de PAHs que alcanzan valores relativamente elevados (no serían aptos para el consumo según las recomendaciones de la OMS y de la EPA, aunque sin superar el limite legal indicado para el consumo según el Reglamento (CE) n° 208/2005 (10 µg kg^{-1} de Benzo(a)pireno).

10.7. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

En los últimos años se ha procedido al alargamiento de los espigones de la desembocadura y a la alimentación con arena de la playa. Además se produjo un pequeño dragado en la misma zona, por lo que la calificación para este indicador es de **'Buena'** en este año en la parte exterior (E-D10). Sin embargo, en las cercanías de la E-D5 hubo la construcción de un puente, ocupando la mitad del cauce, lo que alteró el lecho, por lo que se calificó de **'Deficiente'.** Una vez acabada esa alteración y restaurado el perfil del cauce, se vuelve a calificar de **"Bueno".**

Este estuario sufre una gran canalización, aunque en 2004 se procedió a recuperar para el estuario la zona de Casecampo.

RED DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LAS AGUAS DE TRANSICIÓN Y COSTERAS DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO

11. MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL UROLA

Pasaia, junio de 2009

ÍNDICE

TOMO 11.- MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL UROLA 303

11.1. RESUMEN ESTADO ECOLÓGICO. UROLA 305

11.2. ESTACIONES DE MUESTREO 306

11.3. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS 307
11.3.1 PARÁMETROS ESTRUCTURALES 307
11.3.2 CALIDAD BIOLÓGICA 309

11.4. FAUNA ICTIOLÓGICA 310
11.4.1 ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD 310
11.4.2 CALIDAD BIOLÓGICA 310

11.5. VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO 312
11.5.1 FITOPLANCTON 312
11.5.2 MACROALGAS 315

11.6. INDICADORES FISICOQUÍMICOS 316
11.6.1 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN AGUAS 316
11.6.2 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS 319
11.6.3 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN BIOTA (MOLUSCOS) 324

11.7. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS 328

11.1. RESUMEN ESTADO ECOLÓGICO. UROLA

En 2004 se realizó el estudio de presiones e impactos en esta Masa de agua.

Respecto a las fuerzas motrices se debe indicar que sufre la presión directa de menos de 25.000 habitantes, que se corresponde a una densidad de 211,7 habitantes km^{-2}. Respecto a los establecimientos industriales, hay que destacar que en el Urola se da un alto número relativo de establecimientos del sector de industria y energía; dicho sector con 125 establecimientos alcanzan el 15% de los 844 establecimientos totales. El puerto de Zumaia apenas tiene actividad comercial ni pesquera, pero cuenta con unos importantes astilleros y un amplio puerto deportivo. En los astilleros Balenciaga se construyen mercantes y pesqueros y cuentan con 5 carros varaderos privados. El puerto deportivo de Zumaia dispone de pantalanes capaces de albergar 500 embarcaciones de hasta 15 m de eslora y están dotados de armarios con toma de agua y de electricidad. Respecto a la explotación agrícola-ganadera se le asocia al estuario un total de 349 explotaciones en 4.524 Ha.

En el estuario del Urola son importantes en número los vertidos urbanos. Se han detectado 34 puntos de vertido (24% de las presiones identificadas) entre vertidos depurados y sin depurar. Les siguen, en número, los aliviaderos de tormentas (23) y la regulación del cauce (22). También son importantes los asentamientos portuarios (17), algunas infraestructuras (14) y los astilleros, rampas y varaderos (12).

Las presiones más importantes de esta masa de agua provienen de la entrada de contaminantes a través del río Urola y regata Narrondo y directamente al estuario (en este caso por vertidos urbanos e industriales de conserveras, galvanizados, desengrase, mataderos, encoladoras, etc., que introducen 1 10^6 $m^3.a^{-1}$ de aguas residuales), de la canalización de la parte baja del estuario (en Zumaia) y de la presencia de un puerto deportivo (con la presión de los amarres y los dragados periódicos, y una superficie que representa el 21% de la masa). Globalmente la presión en la masa de agua es moderada, sin embargo, en los últimos años se están acometiendo las obras de saneamiento de la cuenca y el estuario, lo que se ha traducido en una mejora en la calidad.

En la Tabla 159 se presenta el Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado Ecológico en la masa de agua del Urola.

	ELEMENTOS BIOLOGICOS				ESTADO BIOLÓGICO	ELEMENTOS Físico-Químicos	QUÍMICA		ELEMENTOS Morfológicos	ESTADO ECOLÓGICO	Equivalencia	Tanto por Uno	Valor global	CALIFICACIÓN EST. ECOLÓGICO MASA DE AGUA
	Fitoplanc.	Algas	Bentos	Peces			>LD	>NC						
E-U5	B	D	MB	A	A	MB	Sí	No	B	A	6	0.12	0.72	7.32
E-U8	MB	D	MB	B	A	MB	Sí	No	B	A	6	0.22	1.32	
E-U10	MB	A	B	B	B	MB	Sí	No	B	B	8	0.66	5.28	

Tabla 159 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado Ecológico en la masa de agua del Urola en 2008.

En el estuario del Urola, en 2002 se incorporaron dos nuevas estaciones (E-U5 y E-U8) a la muestreada desde el comienzo del seguimiento (E-U10). Esta última se clasificó como ligeramente contaminada a lo largo de los tres primeros años. A partir de 1998 aumentó la contaminación hasta media. Esto puede estar relacionado con el encauzamiento y los dragados de 1995 y con los dragados y obras del puerto deportivo (y con la canalización subsiguiente), realizadas desde finales de 1997 y en 1998 lo que se traduce en un incremento progresivo del AMBI, a partir de 1996, debido a la situación de avance de la bocana. En 2008 casi todos los elementos están por encima del buen estado, excepto las macroalgas, por lo que la mejora en la zona parece evidente. En 2008 la estación E-U5 presenta un estado ecológico aceptable, debido a las macroalgas, habiendo mejorado desde 2006, en cuanto a fitoplancton y bentos. En cuanto a las otras dos estaciones, la intermedia (E-UR8) presenta un estado ecológico aceptable, debido fundamentalmente al estado de las macroalgas, estando en igual estado que en 2007. Los niveles de contaminación química en las aguas han mejorado algo, debido a que el saneamiento del estuario ha avanzado algo, aunque sigue habiendo vertidos y a través del río también llegan contaminantes.

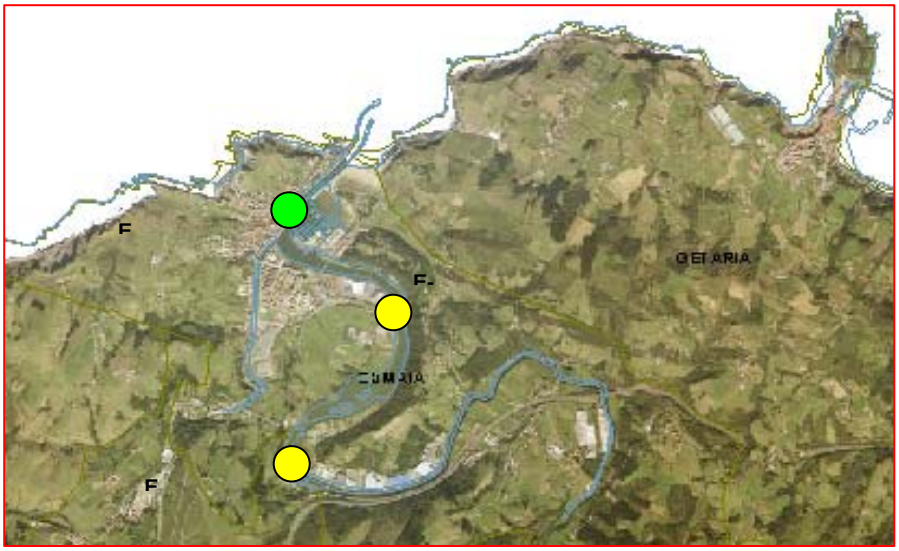


Figura 193 Calificación del Estado Ecológico y ubicación de estaciones en la Masa de agua Urola: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Aceptable; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

11.2. ESTACIONES DE MUESTREO

En la masa de agua del Urola, se cuenta con tres estaciones estuáricas, y una estación de moluscos, que se muestrean anualmente. Por otro lado, en 2004 y 2007, se analizaron tres estaciones para vida piscícola y 6 estaciones para macroalgas en estuarios. Las posiciones se pueden observar en la Tabla 160.

Estación	Estación	UTMX	UTMY	Tipo de Estación
E-U10	Zumaia (puente Narrondo) (Urola)	560434,64	4794200,54	Estuarios
E-U5	Zumaia (Bedua) (Urola)	560798,62	4792287,43	
E-U8	Zumaia (puente del ferrocarril)(Urola)	561355,53	4793723,70	
I-U10	Zumaia (desembocadura) (Urola)	560932,58	4794805,58	Estuarios (Moluscos)
M-EU1	Urola Zona 01. Estuario Macroalgas	560657,00	4794528,00	Estuarios (Macroalgas)
M-EU2	Urola Zona 02. Estuario Macroalgas	560873,00	4794435,00	
M-EU3	Urola Zona 03. Estuario Macroalgas	560292,00	4794029,00	
M-EU4	Urola Zona 04. Estuario Macroalgas	561363,00	4793704,00	
M-EU5	Urola Zona 05. Estuario Macroalgas	561060,00	4792935,00	
M-EU6	Urola Zona 06. Estuario Macroalgas	560547,00	4792464,00	
UROE	Urola (Arrastre zona exterior estuario)	560829,00	4794688,00	Estuarios (Vida piscícola)
UROI	Urola (Arrastre zona interior estuario)	560539,00	4792479,00	
UROM	Urola (Arrastre zona media estuario)	561174,00	4793915,00	

Tabla 160 Estaciones de muestreo en el estuario del Urola.

11.3. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

11.3.1 PARÁMETROS ESTRUCTURALES

Los parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Urola, en invierno de 2008 pueden verse en la Tabla 161.

PARÁMETRO	UNIDAD	ESTACIÓN		
		E-U5	E-U8	E-U10
Densidad	$nº \cdot m^{-2}$	709	3.085	1.331
Biomasa	$g \cdot m^{-2}$	1,049	42,933	23,406
Riqueza	nº	10	18	25
Diversidad número	$bit \cdot ind^{-1}$	1,94	2,43	1,65
Diversidad biomasa	$bit \cdot g^{-1}$	0,91	1,10	1,04
Equitabilidad número		0,58	0,58	0,35
Equitabilidad biomasa		0,27	0,26	0,22
Diversidad máxima	bits	3,32	4,17	4,64
AMBI		3,424	4,152	4,897
Clasificación AMBI		Alteración Moderada	Alteración Moderada	Alteración Moderada

Tabla 161 Parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Urola.

La estación E-U5, la más interna de la masa de agua de transición del Urola, presenta en 2008 una comunidad representada por 10 *taxa* habituales en la mayoría de las estaciones muestreadas en los estuarios de la CAPV. Destacan por su dominancia el isópodo *Cyathura carinata* (368 $ind \cdot m^{-2}$), el poliqueto *Hediste diversicolor* (173 $ind \cdot m^{-2}$), el grupo de oligoquetos (69 $ind \cdot m^{-2}$) y las larvas de dípteros (68 $ind \cdot m^{-2}$).

La densidad de la comunidad (709 $ind \cdot m^{-2}$) es relativamente alta para la estación (Figura 194). Por el contrario, la biomasa es baja (1,0 $g \cdot m^{-2}$). Los mayores valores de biomasa detectados en 2002, 2003 y 2006 se debieron, principalmente, al molusco bivalvo *Scrobicularia plana*, especie que no se ha identificado en en 2007 y 2008. Generalmente, esta especie, junto con *H. diversicolor*, es la que mayor biomasa aporta a las comunidades bentónicas de la macrofauna de los estuarios vascos.

La diversidad estimada a partir de los datos de densidad es de 1,94 $bit \cdot ind^{-1}$, valor semejante al de otras campañas.

El grupo trófico mejor representado es el de los omnívoros (77%). Los detritívoros subsuperficiales (10%) y superficiales (3%) están poco representados.

La clasificación de la estación en términos de AMBI es de alteración moderada (Tabla 161), con clara dominancia del grupo ecológico III (81%). No se observa una tendencia clara en los valores de AMBI (Figura 195), que a lo largo del seguimiento varían entre 3,4 y 4,3 (en el rango correspondiente a alteración moderada), con presencia exclusiva y dominancia variable de los grupos ecológicos III, IV y V.

Las características del sedimento de la estación E-U8, con un contenido en limos de 51% y de 47% en arenas, y un porcentaje en materia orgánica de 6,0%, conforman un substrato que da asiento a una comunidad similar, aunque mejor estructurada, que la de E-U5 (con 30% de limos, 26% de arenas y un contenido en materia orgánica del 4,0%).

Existe un parecido importante entre los *taxa* dominantes de las dos estaciones. Sin embargo, en E-U8 domina el grupo de los oligoquetos (1.105 $ind \cdot m^{-2}$), al igual que en 2006 y 2007. Asímismo, están bien representados *Alkmaria romijni* (849 $ind \cdot m^{-2}$), *C. carinata* (396 $ind \cdot m^{-2}$), *Streblospio shrubsolii* (379 $ind \cdot m^{-2}$), *H. diversicolor* (131 $ind \cdot m^{-2}$) y *S. plana* (100 $ind \cdot m^{-2}$), entre otros.

A. romijni, una de las especies dominantes en 2008, es un poliqueto de pequeño tamaño, perteneciente a la familia Ampharetidae. Debido a su pequeño tamaño, posiblemente muchos de los ejemplares de las muestras escapan a través de las mallas de filtrado. Es una especie citada en muy contadas ocasiones en regiones del norte de Europa y en las costas ibéricas (Junoy, 1988; Sola, 1994). En el Bidasoa habita las partes medias y altas del estuario (Sola, 1985), en sedimentos de arenas finas, muy finas y pelitas, preferentemente con altos contenidos en materia orgánica. Las densidades máximas encontradas de este poliqueto corresponden a una estación de la zona de las islas del Bidasoa: 22.331 $ind \cdot m^{-2}$ (0,5 mm de luz de malla).

La densidad total de la estación (3.085 $ind \cdot m^{-2}$) es la más alta del todo el periodo de estudio 2002-2008 (Figura 194). La riqueza específica es de 18 *taxa*, también máxima del periodo de seguimiento. La diversidad y equitabilidad estimados a partir de los datos de densidad se pueden considerar moderadas-altas (2,43 $bit \cdot ind^{-1}$ y 0,58, respectivamente).

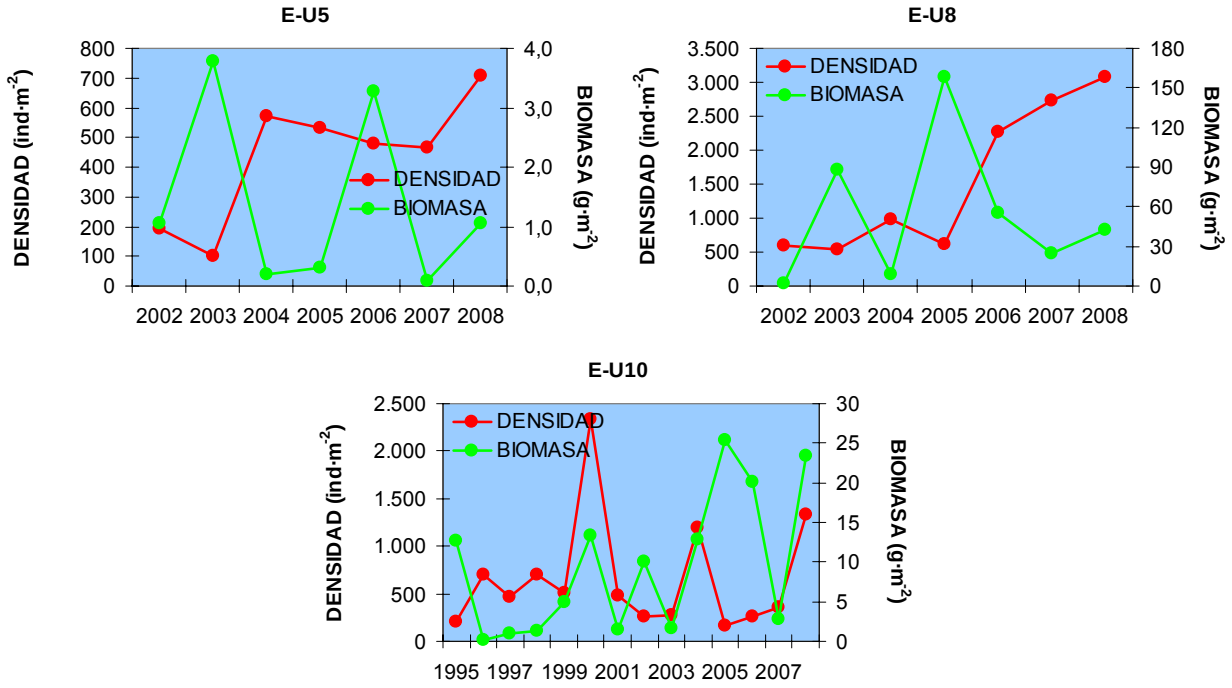


Figura 194 Evolución de la densidad y biomasa en las estaciones E-U5, E-U8 y E-U10 (Urola).

Cabe destacar la importancia que *S. plana* desempeña en la biomasa de la comunidad, representando el 67% de la biomasa total (42,9 g·m^{-2}). También en 2003 (88,4 g·m^{-2}), 2005 (158,7 g·m^{-2}), 2006 (55,8 g·m^{-2}) y 2007 (25,0 g·m^{-2}) se registraron valores altos para este parámetro en esta misma estación. Como era de esperar ante esta fuerte dominancia, la diversidad (1,10 bit·g^{-1}) y equitabilidad (0,26) para las biomasas son muy bajas.

De los cinco grupos tróficos considerados en el presente estudio, en E-U8 se han identificado cuatro. El grupo trófico que domina es el de los detritívoros superficiales (44%), seguido por el de los sedimentívoros subsuperficiales (38%), los omnívoros (17%) y los filtradores (<1%).

La estructura de la comunidad por grupos tróficos es muy estable a lo largo del tiempo (Figura 195). En 2008, dominan las especies tolerantes (grupo ecológico III) y los oportunistas de primer orden (61% y 38%, respectivamente), dando lugar a una comunidad sometida a una alteración moderada (AMBI=4,2) (Tabla 161). La estabilidad en el reparto de grupos ecológicos hace que tampoco se aprecien tendencias claras en los valores de AMBI, que varían entre 3,1 y 4,2 a lo largo del periodo de seguimiento (2002-2008).

Los sedimentos de la estación E-U10 presentan contenidos en arenas (64%) y gravas (35%) superiores a los de las estaciones anteriores (E-U8 y E-U10). Por el contrario, el contenido en limos (1%) y el contenido en materia orgánica (0,8%) son muy inferiores.

El *taxon* dominante en E-U10 es el grupo de oligoquetos (885 ind·m^{-2}). Otra especie abundante ha sido *S. shrubsolii* (297 ind·m^{-2}). El poliqueto *H. diversicolor*, dominante en 1995, 1997 y 2001-2005, en la presente edición presenta una densidad de tan sólo 27 ind·m^{-2}. La biomasa registrada (23,4 g·m^{-2}) es de las más altas de todo el periodo de estudio. Del mismo modo, la densidad de la comunidad (1.331 ind·m^{-2}) es la segunda más alta de las registradas desde 1995 (Figura 194)

Las diversidades estimadas en 2008 a partir de los datos de densidad son relativamente bajas. Así la diversidad es de 1,65 bit·ind^{-1} y la equitabilidad es 0,35.

En E-U10 todos los grupos tróficos están representados, dominado el grupo de los detritívoros subsuperficiales (69%). Al igual que en la estación E-U8, el reparto de la abundancia entre grupos ecológicos es muy estable a lo largo del seguimiento (Figura 195). Sin embargo, en la presente campaña de 2008 se detecta un cambio importante, pasando a dominar las especies oportunistas de primer orden (68%), a costa de especies adscritas al grupo ecológico III (29%), dominantes a lo largo de todo el seguimiento (salvo en la campaña de 2000). Sin embargo, a pesar de este cambio de dominancias, se mantiene la calificación Alteración Moderada, aunque con valores de AMBI (4,9) próximos al límite con la Alteración Fuerte (máximo del seguimiento). Por tanto, es importante mantener la vigilancia sobre esta estación para comprobar si se trata de un dato puntual o si el cambio en la estructura de la comunidad se mantiene en próximas campañas.

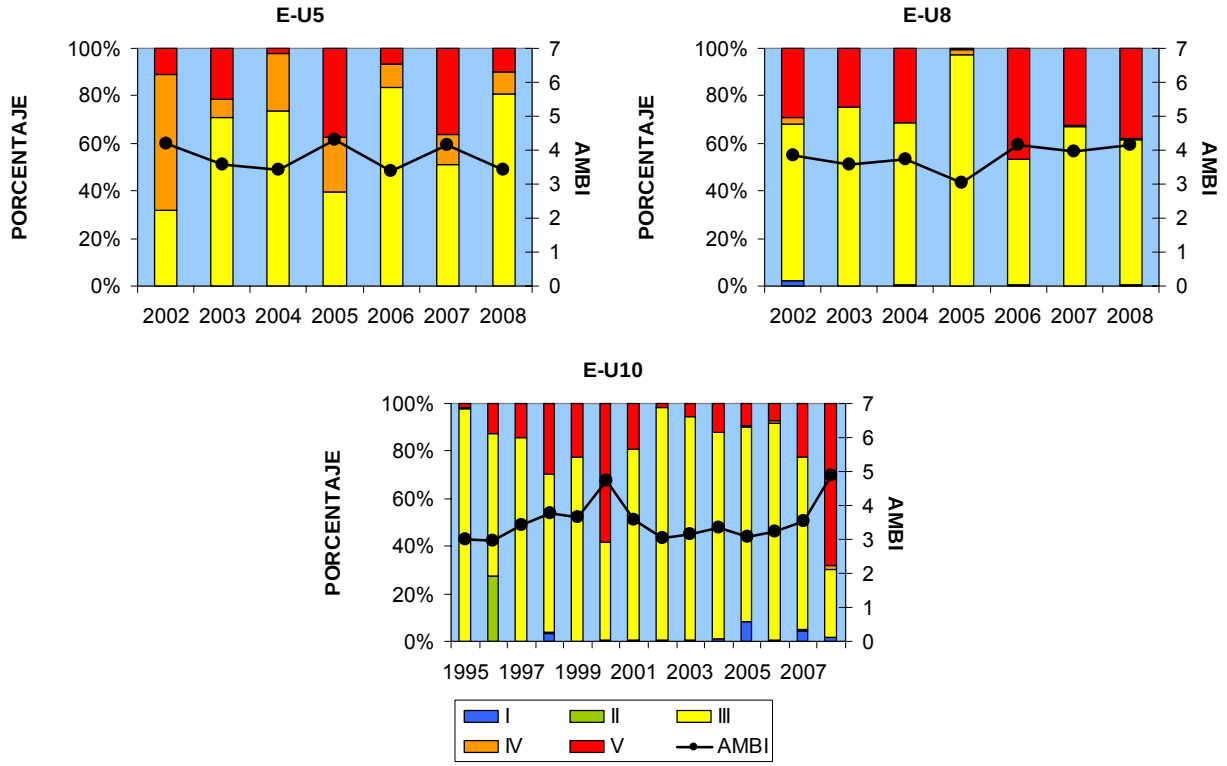


Figura 195 Evolución del porcentaje de cada grupo ecológico y de AMBI en las estaciones E-U5, E-U8 y E-U10 del Urola.

11.3.2 CALIDAD BIOLÓGICA

En lo referente a la evaluación del estado ecológico del compartimento de los macroinvertebrados bentónicos, la calificación obtenida por la estación **E-U5** a partir de M-AMBI es de **'Muy Buen Estado'** (Figura 196), en el límite con el Buen Estado (EQR=0,77). Desde que se comenzara el seguimiento de la estación en 2002, se observa cierta tendencia positiva, con valores crecientes de EQR (de 0,47 a 0,77). En este punto, una vez alcanzado el Estado Muy Bueno sería importante vigilar que se mantenga la calidad en próximas campañas.

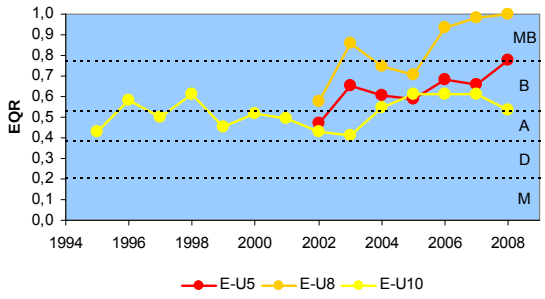


Figura 196 Evolución de EQR para las estaciones de la masa de agua de transición del Urola.

Del mismo modo, también la estación **E-U8** presenta **'Muy Buen Estado'** (Figura 196), con valores igualmente crecientes de EQR (se ha pasado de 0,58 en 2002 a 1,00 en 2008). Como ya se indicó en el informe correspondiente a la pasada campaña de 2007, aunque esta estación siempre se ha encontrado como mínimo en 'Buen Estado', es importante mantener su control para garantizar que no se producen pérdidas en la calidad biológica.

Por último, la estación **E-U10** presenta **'Buen Estado'** (Figura 196). A diferencia de las estaciones anteriores, ésta se viene controlando desde 1995. A lo largo de este seguimiento el estado de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos ha sufrido altibajos: así, entre 1994 y 1998 se observa cierta tendencia positiva con máximos y mínimos relativos de EQR en aumento (de 0,43 a 0,61), pero a partir de dicha campaña y hasta 2003, los valores de EQR disminuyen progresivamente (a 0,41). Sin embargo, en el periodo 2003-2007 se detecta una nueva tendencia positiva por la que el EQR aumenta progresivamente hasta alcanzar un valor de 0,61 (igual que el máximo de 1998) en 2007. En 2008, se produce un descenso en el valor del EQR a 0,53 (en el límite con el Estado Aceptable), por lo que se considera importante vigilar la estación para confirmar que se trata de un retroceso puntual y que la estación mantiene el Buen Estado.

11.4. FAUNA ICTIOLÓGICA

11.4.1 ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD

Las muestras de fauna demersal fueron recogidas durante la campaña de campo del 2007, no en 2008. Por tanto, en este informe se re-analizan los datos obtenidos con anterioridad. En dicho año 2007 se encontraron un total de diez taxones (cuatro crustáceos y seis peces) en las distintas estaciones del estuario, siendo todas ellas habituales de estos ecosistemas que soportan amplios rangos de salinidad, principal condicionante de la vida en estas zonas de transición.

En este estuario existen datos del año 2004 (Borja *et al.,* 2005) pertenecientes al estudio "Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la comunidad autónoma del País Vasco", datos anteriores pertenecientes a 1995 (Borja *et al.,* 1997). El total de especies identificadas en 2004 fue de 11 (cinco peces y seis crustáceos), nueve en el estudio de 1995 (cinco crustáceos y cuatro peces). En este estuarios existen también datos correspondientes a los años 1987 y 1988 (San Vicente et al., 1988); sin embargo, los transectos estudiados y la metodología empleada en dichos estudios no son equiparables al empleado actualmente (el total de taxones registrados fue de nueve peces y tres crustáceos en 1987 y de diez peces y seis crustáceos en 1988).

Al igual que en 1996 y 2004, en 2007 el numero de taxones distribuidos por todo el estuario fue dos: cangrejo verde (*Carcinus maenas)* y cabuxno (*Pomatoschistus minutus).* Cabe señalar que tanto el lenguado (*Solea solea*) y el cangrejo cuadrado *(Pachygrapsus marmoratus)* han sido registrados en todos los muestreos realizados hasta la fecha.

La abundancia de individuos de las distintas especies de aparecidas durante los muestreos realizados en 2007 en las tres estaciones son menores que las obtenidas en 1996 y 2004, a excepción de la estación media donde la abundancia aumenta. La estación media es también la que presenta los valores más altos de riqueza de peces (5), y densidad, sin embargo, la riqueza de crustáceos (1) y la diversidad (1,25) presentan los valores más bajos. A su vez, la estación interna presenta los valores más bajos de riqueza (3). La estación exterior (AUE) es el tramo de mayor diversidad (2.29) y riqueza de crustáceos.

11.4.2 CALIDAD BIOLÓGICA

En este apartado se hace referencia a la tendencia temporal y espacial de la calidad biológica. Para ello, se han utilizado los datos obtenidos en 2004, que fue el primer año en que se muestreaba este estuario dentro de la Red de Calidad, y los datos obtenidos en un estudio similar para la Diputación de Gipuzkoa (Borja *et al.,* 1996), lo que permite establecer una comparación con 1996.

La metodología aplicada para establecer la calidad biológica en peces en estuarios ha sido explicada en el Tomo 1. En la Tabla 162 se expresan los valores obtenidos para cada indicador considerado en el cálculo del estado para cada tramo de estuario objeto de estudio (AUI interna, AUM media y AUE externa).

Estación/año	AUE			AUM			AUI		
Parámetros	1996	2004	2007	1996	2004	2007	1996	2004	2007
Riqueza	3	3	3	3	3	3	3	3	1
Especies introducidas	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Esp. Ind. contaminación	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Salud piscícola	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Peces planos	5	1	1	5	5	5	1	1	1
Omnívoros	3	3	1	3	5	5	3	3	3
Piscívoros	1	1	5	1	1	3	1	1	1
Especies residentes (nº)	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Especies residentes (%)	1	1	3	1	1	1	1	1	1
PUNTUACIÓN	31	27	31	31	33	35	27	27	25
AFI	0.611	0.500	0.611	0.611	0.667	0.722	0.500	0.500	0.444
CALIDAD BIOLÓGICA	B	A	B	B	B	B	A	A	A

Tabla 162 Valores de los indicadores seleccionados para estimar la calidad biológica en cada estación (AUI interna, AUM media y AUE externa) y rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): ≥ 0.82; Bueno (B): 0.56 -0.82; Aceptable (A): 0.56 - 0.34; Deficiente (D): 0.34- 0.17; Malo (M): ≤ 0.17. AFI: AZTI's Fish Index.

Al igual que en el resto de estuarios, los indicadores que hacen referencia a la ausencia de especies introducidas, indicadoras de la contaminación y salud piscícola son los que favorecen la calidad biológica, alcanzando los valores máximos. El indicador número de especies residentes alcanza un valor medio en los tres tramos del estuario. A su vez la riqueza alcanza un valor medio en la estación exterior y media, mientras que en la interior el valor alcanzado es el mínimo.

La presencia de peces planos presenta un valor máximo en la estación media y mínima en las otras dos estaciones del estuario. En cuanto a la composición trófica de peces demersales, esta es variable en los distintos tramos del estuario pues en las tres estaciones existe una relación no equilibrada en la relación entre omnívoros y piscívoros (valor porcentual de 1:5 en la exterior, de 5:1 en la media y de 3:1 en la interior).

Según los rangos que establecidos para la clasificación de la calidad, los tramos del estuario que están en un nivel 'Bueno' son el tramo exterior (AUE) y el tramo medio (AUM) con una puntuación de 31 y 35 respectivamente. El tramo interior (AUI) están en un nivel ''aceptable' (25). En la Figura 197 se resume como ha variado la calidad biológica del estuario del Urola entre los años 1996, 2004 y 2007.

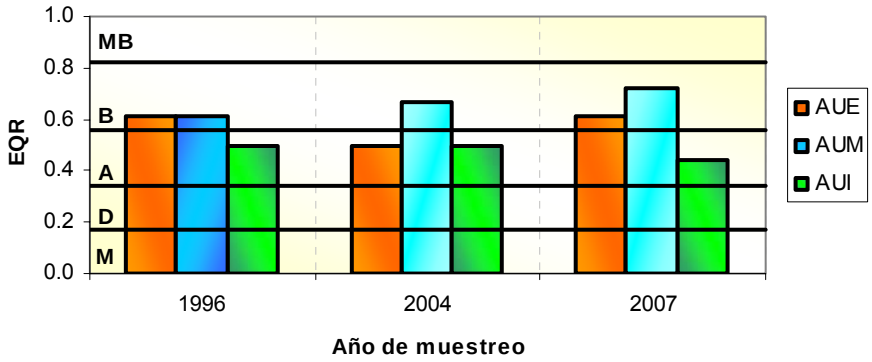


Figura 197 Valores de la calidad biológica obtenidos para cada estación en los años 1996, 2004 y 2007. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): ≥ 0.82; Bueno (B): 0.56 -0.82; Aceptable (A): 0.56 - 0.34; Deficiente (D): 0.34- 0.17; Malo (M): ≤ 0.17; Interior (AUI), medio (AUM) y exterior (AUE).

La calidad biológica piscícola alcanzado el año 2007 en el tramo exterior (AUE) es superior a los obtenidos respecto a años anteriores (se debe al aumento del porcentaje de especies residentes y piscívoros) y se mantiene en una calidad **'Buena'**. El tramo medio (AUM) presenta la calificación de **'Bueno'**, valor superior al alcanzado en 2004 y similar al de 1996. El tramo interior (AUI) es calificado como **'Aceptable'**, perdiendo calidad, pues su puntuación es menor a la alcanzada en 1996 y 2004.

Entre las acciones que pudieran haber afectado o siguen afectando a la diversidad del estuario están la construcción del puerto deportivo entre 1997 y 1998, los dragados continuos realizados entre 2003 -2005 (bocana), 2002 (muelle Tablestacas), 2000 (bocana), 1998 (dársena) y 1995-1993 (bocana), así como los vertidos residuales e industriales habidos hasta antes de la entrada en funcionamiento de la EDAR en febrero de 2007. El mayor aumentó respecto a datos de trabajos anteriores se ha producido en la estación interior. Por otro lado, se debe tener en cuenta que en la estación exterior, el arrastre se realiza cerca de la desembocadura, en una zona totalmente encauzada y estrecha, donde la marea influye de manera notable en la distribución, densidad y diversidad de fauna demersal.

Para establecer la calidad biológica en peces de toda la masa de agua de transición se aplica la metodología que ha sido explicada en el Tomo 1. La Figura 198 muestra la evolución de la calidad biológica en la masa de transición del Urola entre los años 1996 y 2006. La gráfica muestra como el Urola alcanza la calidad de **'Buena'** en 2007 con un valor superior al obtenido en 1996. En 2004, la calidad del estuario disminuyó, alcanzando la calidad de aceptable.

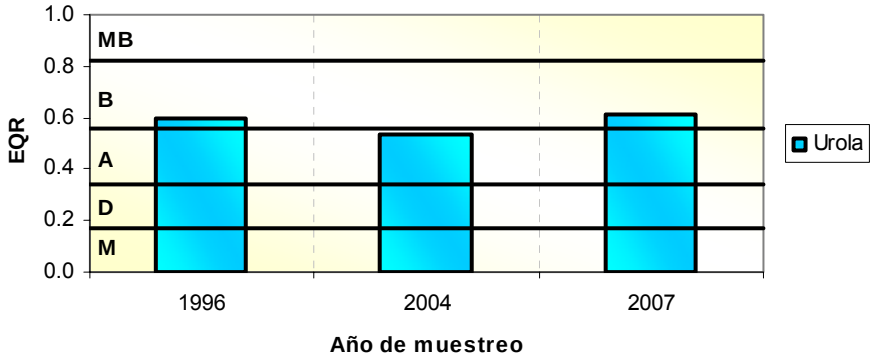


Figura 198 Evolución de la calidad biológica en la masa de transición del Urola entre los años 1996 y 2007. Muy bueno (MB): ≥ 0.82; Bueno (B): 0.56 -0.82; Aceptable (A): 0.56 - 0.34; Deficiente (D): 0.34- 0.17; Malo (M): ≤ 0.17.

Como ya se especifica en el apartado inicial, el Urola es un estuario que presenta un cauce muy regulado (lezones, escolleras, diques, presas), vertidos de aliviaderos de tormentas, un canal que se draga numerosas veces, así como numerosas asentamientos portuarios, algunas infraestructuras y los astilleros, rampas y varaderos.

Según datos del informe realizado por Ikaur-Ekolur para la Diputación Foral de Gipuzkoa, en las aguas dulces del Urola se considera que las especies migradoras *Salmo salar* (salmón atlántico –anádroma-), *Salmo truttta morpha trutta* (trucha de mar –anádroma-), *Petromyzon marinus* (lamprea de mar –anádroma-) y *Alosa alosa* (sábalo –anádroma-) están extinguidas como consecuencia de los obstáculos a las migraciones y movimientos, detracciones del caudal, sobrepesca, contaminación y alteraciones morfológicas por encauzamientos. La única especie migradora detectada ha sido *Anguilla anguilla* (anguila –catádroma-), pero se remarca que durante los años 90, el reclutamiento de esta especie falló posiblemente debido a los vertidos papeleros en la parte baja de la cuenca.

11.5. VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO

11.5.1 FITOPLANCTON

CLOROFILA

En el estuario del Urola se midió la concentración de clorofila en tres zonas: cabecera (E-U5), media (E-U8) e inferior (E-U10). Las muestras se tomaron sólo en superficie. Considerando todo el conjunto de situaciones de muestreo (pleamar y bajamar; cuatro meses a lo largo del año) se cubrió un gradiente de salinidad desde 0,2 hasta 33,3 USP. La concentración de clorofila varió entre 0,0 y 17,8 µg l^{-1} (Figura 199).

En invierno la concentración de clorofila mostró valores mínimos (≤1 µg l^{-1}), de forma similar al resto de los estuarios del País Vasco. En primavera la clorofila se mantuvo también en niveles muy bajos y no mostró un patrón de variación con la salinidad. En verano, sin embargo, se registraron mayores concentraciones de clorofila, especialmente en la cabecera del estuario (E-U5), en aguas de carácter mesohalino (10 USP). Además, el pico de 17,8 µg l^{-1} fue de mayor magnitud que los observados en la mayoría de los estuarios de la costa vasca en 2008 (con la excepción del Artibai, donde fue similar, y el Oka, donde fue muy superior). En otoño se observaron valores de salinidad muy bajos en todas las estaciones, incluso en pleamar, lo cual pone de manifiesto una situación de fuertes lluvias y su influencia en el caudal fluvial. Las situaciones de fuerte descarga fluvial son desfavorables para la acumulación de biomasa fitoplanctónica en los estuarios. Por lo tanto, es muy probable que las concentraciones de clorofila medidas en otoño en la zona interior del estuario (5-10 µg l^{-1}) reflejasen también los aportes terrestres y fluviales de materia vegetal y no sólo la clorofila del fitoplancton (Figura 199).

Las concentraciones de nutrientes en el estuario del Urola se encontraron en niveles moderados o bajos a lo largo del año. Así, en las tres estaciones de muestreo, los máximos estuvieron en torno a 30 µM (amonio), 150 µM (nitrato) y 4 µM (fosfato). Estos valores son inferiores a los niveles que se pueden considerar característicos de aguas en mal estado físico-químico en los tramos oligo-mesohalinos de los estuarios (~50 µM para el amonio, ~170 µM para el nitrato y ~10 µM para el fosfato).

Desde el año 1994, cuando comenzó el registro de datos de clorofila en el estuario del Urola, se han observado esporádicamente picos de clorofila, localizados en las zonas media (E-U8) y superior (E-U5),

en las épocas de primavera y verano. Estos picos de clorofila nunca han superado los 40 µg l^{-1}, siendo muy inferiores a los que pueden encontrarse en las aguas de la zona interior del estuario del Oka (80-100 µg l^{-1}) que se consideran altamente eutrofizadas.

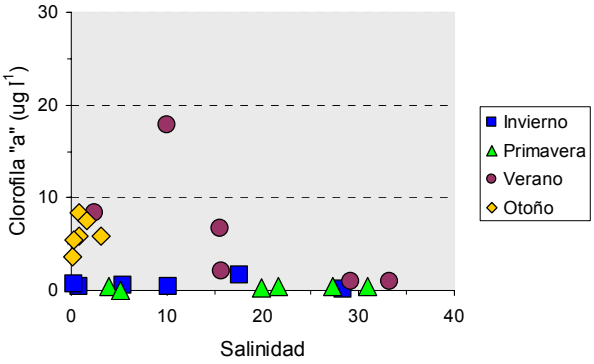


Figura 199 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino del estuario del Urola en las cuatro épocas de estudio durante 2008. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DEL FITOPLANCTON

En la Tabla 163 se presentan las variables que describen la estructura de la comunidad fitoplanctónica en el estuario. Se dispone de datos de primavera y verano. En otoño y en invierno no se tomaron muestras ya que este estuario presenta generalmente condiciones de salinidad <30 USP. Por ello, se asume que se encuentra bastante influido por el arrastre producido por las descargas fluviales, que generalmente son más frecuentes en las épocas frías del año. Además, la turbiedad característica de las aguas de los estuarios puede limitar el crecimiento del fitoplancton durante las épocas del año de menor insolación (invierno y otoño).

Estación	E-U5	E-U8	E-U10
Fecha	08/05/2008	08/05/2008	08/05/2008
Abundancia (Células/ml)	356	191	212
Diversidad (bit/cel)	0,5	2,2	2,0
Riqueza (Nº especies)	6	12	16
Estación	E-U5	E-U8	E-U10
Fecha	26/08/2008	26/08/2008	26/08/2008
Abundancia (Células/ml)	1.750	686	1.187
Diversidad (bit/cel)	2,2	3,5	3,2
Riqueza (Nº especies)	14	26	26

Tabla 163 Índices relacionados con Fitoplancton. Estuario del Urola. Los datos son de superficie, en pleamar.

La abundancia total del fitoplancton en el estuario presentó un rango de valores del orden de 10^5-10^6 células L^{-1}. Los valores máximos se observaron en verano, en la cabecera del estuario. Esta distribución coincide con la de la concentración de clorofila.

En primavera la comunidad estuvo compuesta mayoritariamente por pequeños flagelados y diatomeas pennales. En la cabecera (estación E-U5) la riqueza y diversidad fueron muy bajas. Aunque se observó una mayor densidad de fitoplancton en esta zona, ello se debió a la aportación de las diatomeas pennales, que fueron posiblemente de origen bentónico y habrían alcanzado la columna de agua por resuspensión del sedimento. En las zonas media e inferior se encontraron un mayor número de especies, aunque siempre en muy baja concentración.

En verano, todo el estuario experimentó un fuerte aumento de densidad fitoplanctónica, pero de forma más acusada la cabecera y la zona inferior. La diversidad y riqueza de especies también aumentaron significativamente. En la cabecera se produjo una floración de la criptofita *Teleaulax* sp. que exhibió una densidad cercana al millón de células por litro. También fueron muy abundantes en esta zona las diatomeas pennales (10-50 µm), las clorofíceas, los dinoflagelados y los pequeños flagelados.

En la zona inferior del estuario, durante la época estival, se encontró una variedad de especies de diatomeas. Así, se identificaron varias especies pertenecientes al género *Chaetoceros*, también *Pseudo-nitzschia* spp. y *Skeletonema* spp. Además, fueron relativamente importantes las prasinofíceas y los pequeños flagelados. La comunidad fitoplanctónica de la zona intermedia (E-U8) presentó características comunes a las de las estaciones E-U5 y E-U10. Al igual que en la cabecera, estuvieron bien representadas las criptofitas (*Plagioselmis* sp.) y las diatomeas pennales (10-50 µm). De forma similar a la desembocadura, se encontraron mayor número de especies de diatomeas y una abundancia relativamente alta de prasinofíceas.

En cuanto a las especies potencialmente tóxicas, se identificaron en verano la diatomea *Pseudo-nitzschia* spp. en las estaciones E-U8 y E-U10, cuya abundancia máxima fue de 17.000 células l^{-1} (zona inferior del estuario), y el dinoflagelado cf. *Pfiesteria* en las estaciones E-U5 y E-U8, cuya abundancia máxima fue de 74.000 células l^{-1} (zona superior del estuario).

En relación a las especies potencialmente nocivas para los ecosistemas, hay que señalar que el dinoflagelado *Kryptoperidinium foliaceum* puede formar mareas rojas y es citado en la bibliografía como causa de estrés metabólico en ostras. Esta especie se ha detectado anteriormente en el estuario del Urola en densidades relativamente elevadas: en el año 2004 (del orden de 10^5 células l^{-1}) y en el año 2007 (una floración de 2,3 10^6 células l^{-1}). En el año 2008 su abundancia fue menor, con un máximo del orden de 10^4 células l^{-1} en la cabecera del estuario en verano. Por otra parte, la

haptofita potencialmente nociva *Chrysochromulina* sp. mostró su abundancia máxima en verano en la estación E-U8 con ~50.000 células l^{-1}.

CALIDAD BIOLÓGICA

A partir de 2007 se comienza a aplicar un nuevo criterio de evaluación para el fitoplancton en las aguas costeras, que ha sido acordado en las reuniones europeas de Intercalibración para la Directiva Marco del Agua. Este nuevo método no ha sido aún intercalibrado en aguas de transición, las cuales, por lo tanto, se evalúan en el presente informe con el mismo método que en años anteriores. Así, el fitoplancton en el estuario del Urola se evalúa con los datos de los últimos cinco años (periodo 2004-2008). La evaluación se realiza en base a cuatro indicadores (clorofila, abundancia de fitoplancton tóxico, abundancia de fitoplancton nocivo para los ecosistemas y abundancia total de fitoplancton) y el estado global del fitoplancton en cada una de las estaciones corresponde al que presenta el indicador peor clasificado (Tabla 164).

Durante los últimos cinco años, en el estuario del Urola la concentración de clorofila superó en escasas ocasiones el umbral establecido en la metodología como indicador de eutrofia en aguas de transición (16 µg l^{-1}). Así, en la zona media del estuario (E-U8) se encontraron valores de clorofila del orden de 30 µg l^{-1} en el verano de 2004. En la zona superior (E-U5) se ha registrado únicamente un valor que supera ligeramente dicho umbral (el máximo del verano de 2008). Por lo tanto, en base a los datos de clorofila el estado ecológico se considera "muy bueno" en las tres estaciones del estuario del Urola (Tabla 164).

En base a los datos de abundancia de fitoplancton perjudicial para la salud humana (potencialmente tóxico) el estado se clasifica como "muy bueno" en las tres estaciones, ya que la abundancia de dichas especies nunca supera el umbral de 10^6 células l^{-1}. Sin embargo, las especies nocivas para los ecosistemas superan en ocasiones dicho umbral, lo cual hace que el indicador se clasifique como "bueno" en la zona superior (E-U5). Las floraciones fitoplanctónicas, o "blooms", considerando el total de especies se producen con alguna frecuencia en la zona superior, aunque no afectan al resto del estuario, lo cual hace que este indicador se clasifique como "bueno" en la estación E-U5 y como "muy bueno" en el resto.

Finalmente, como se indica en la (Tabla 164), integrando ambos elementos, clorofila y comunidad fitoplanctónica, el **estado global del fitoplancton** se clasifica como **"bueno"** en la estación E-U5 (zona superior) y "**muy bueno**" en las estaciones E-U8 y E-U10 (zona media e inferior).

ESTACIÓN	Clorofila	Salud Humana	Salud Ecosistemas	Blooms	GLOBAL
E-U5	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno	Bueno
E-U8	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno
E-U10	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno

Tabla 164 Estuario del Urola. Calificación en función de clorofila y fitoplancton.

11.5.2 MACROALGAS

Para su estudio, la masa de agua de transición del Urola se dividió en seis zonas, tanto en 2004 como en 2007, numeradas del 1 al 6 desde la desembocadura al interior. Así, en la Tabla 165 se observan los datos obtenidos para la masa de agua en 2007 (comparados con los de 2004), con objeto de calificar cada tramo en esta campaña de 2008, en que no se ha muestreado el compartimento de las microalgas en el Urola. La metodología utilizada se explica en el Tomo 1.

La calificación es de 'Estado Deficiente' para el global de la masa de agua; el mismo que en 2004. La única diferencia detectada respecto a la campaña de 2004, consiste en un aumento de la cobertura relativa de especies de clorofíceas en la zona M-EU5.

UROLA	2004					
INDICADORES	M-EU1	M-EU2	M-EU3	M-EU4	M-EU5	M-EU6
1- Riqueza	3	3	3	3	5	1
3- Cobertura indicadores contaminación	3	5	3	1	5	5
4- Cobertura media algas sin indic. cont.	3	1	1	1	3	1
5- Ratio verdes/resto	1	1	1	1	5	1
SUMA=	10	10	8	6	18	8
CALIFICACIÓN AREA=	A	A	D	M	MB	D
EQUIVALENCIA=	6	6	4	2	10	4
LONGITUD DE LA ZONA=	1.56	0.40	0.38	1.46	0.82	0.48
PORCENTAJE SOBRE EL TRAMO=	0.67	0.17	0.16	0.64	0.36	1.00
VALOR GLOBAL=	4.00	1.03	0.65	1.28	3.60	4.00
EQUIVALENCIA TRAMO=	5.68			4.88		4.00
CALIFICACIÓN TRAMO=	A			D		D
ESTACIÓN RED ASIGNADA=	E-U10			E-U8		E-U5

UROLA	2007					
INDICADORES	M-EU1	M-EU2	M-EU3	M-EU4	M-EU5	M-EU6
1- Riqueza	3	3	3	3	3	1
3- Cobertura indicadores contaminación	3	5	3	1	5	5
4- Cobertura media algas sin indic. cont.	3	1	1	1	3	1
5- Ratio verdes/resto	1	1	1	1	3	1
SUMA=	10	10	8	6	14	8
CALIFICACIÓN AREA=	A	A	D	M	B	D
EQUIVALENCIA=	6	6	4	2	8	4
LONGITUD DE LA ZONA=	1.56	0.40	0.38	1.46	0.82	0.48
PORCENTAJE SOBRE EL TRAMO=	0.67	0.17	0.16	0.64	0.36	1.00
VALOR GLOBAL=	4.00	1.03	0.65	1.28	2.88	4.00
EQUIVALENCIA TRAMO=	5.68			4.16		4.00
CALIFICACIÓN TRAMO=	A			D		D
ESTACIÓN RED ASIGNADA=	E-U10			E-U8		E-U5

Tabla 165 Calificación de cada indicador de macroalgas y las equivalencias para la calificación de cada tramo del estuario, asignado a cada estación de muestreo de la Red de Calidad, en 2004 y 2007.

11.6. INDICADORES FISICOQUÍMICOS

11.6.1 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN AGUAS

CONSIDERACIONES GENERALES

En los datos generales se observa la influencia de la estacionalidad a través de la temperatura y de las fluctuaciones en el caudal y la composición de los aportes. También se aprecia la influencia del estado de la marea a lo largo de todo el estuario.

En la Tabla 166 se muestran los datos medios anuales, correspondientes a las campañas de 2008, de las variables hidrográficas analizadas en superficie y fondo en el estuario del Urola, y de las variables relacionadas con el estado trófico (únicamente en superficie).

Variable	Unidad	E-U5-S	E-U5-F	E-U8-S	E-U8-F	E-U10-S	E-U10-F
Temperatura	˚C	15,06	15,06	15,21	15,76	15,18	15,84
Salinidad	USP	6,02	9,31	16,27	23,18	19,04	26,22
Agua fluvial	%	83,09	73,85	54,30	34,89	46,52	26,36
Saturación O2	%	91,45	88,43	88,23	91,60	91,78	91,61
pH		7,64	7,70	7,80	7,88	7,97	8,01
Silicato	$\mu mol.dm^{-3}$	68,50		48,74		44,03	
Amonio	$\mu mol.dm^{-3}$	9,29		11,06		10,81	
Nitrito	$\mu mol.dm^{-3}$	2,61		1,81		1,57	
Nitrato	$\mu mol.dm^{-3}$	99,25		80,78		68,16	
Nitrógeno Total	$\mu mol.dm^{-3}$	171,00		140,63		122,88	
Fosfato	$\mu mol.dm^{-3}$	2,54		2,23		1,95	
Fósforo Total	$\mu mol.dm^{-3}$	4,30		3,80		3,38	
Carbono O. Total	$\mu mol.dm^{-3}$	219,80		222,37		238,38	

Tabla 166 Estuario del Urola. Valores medios de variables relacionadas con el estado trófico. F: fondo, S: superficie.

El porcentaje de agua dulce en cada punto de muestreo, calculado a partir de los datos de salinidad, oscila entre el ~26 y el 83% aproximadamente. Se aprecia un gradiente de mezcla entre el agua continental de cabecera y el agua marina de desembocadura.

El oxígeno disuelto, en promedio, se mantiene en saturación superior al 88%, tanto en la superficie como en el fondo de la columna de agua. El incremento de la proporción de agua de mar no se traduce en un incremento del porcentaje de saturación de oxígeno. Por lo tanto, deben de darse procesos de consumo de oxígeno en las zonas media e inferior del estuario. En todo caso, los valores de oxígeno no son indicativos de situaciones de hipoxia.

A diferencia de otros estuarios en los que los aportes principales de sustancias contaminantes proceden del río principal y en el estuario predomina un patrón de dilución con el agua de mar aportada por la marea, en el presente caso, este patrón aparece modificado sobre todo debido a las concentraciones de amonio y carbono orgánico total determinadas en la zona media y exterior del estuario. Por tanto, este patrón de dilución alterado indica que los procesos de consumo, aporte y modificación a lo largo del estuario ejercen una influencia importante en la concentración de estos nutrientes en la columna de agua. También las riadas pueden ejercer un efecto de dilución de estos nutrientes cuando sus principales fuentes de procedencia no son las aguas continentales (por ejemplo, cuando son aportados fundamentalmente por vertidos de aguas residuales, por el sedimento o la propia biota del estuario).

Respecto a la importancia relativa de las formas inorgánicas, el nitrógeno inorgánico (suma de nitrato, nitrito y amonio), así como el fosfato suponen un elevado porcentaje del total de N y P en las tres zonas del estuario (aproximadamente el ~65 % en el caso del nitrógeno y ~58% en el caso del fósforo). En las tres estaciones del estuario el nitrato se encuentra, en promedio, en niveles más altos que el amonio. Proporciones muy altas de formas reducidas (amonio, así como, N y P orgánicos) suelen indicar aportes elevados de aguas residuales domésticas. En el estuario del Urola no se evidencia en el año 2008 dicha situación. Por otra parte, como resulta habitual en la mayoría de los casos, el predominio de los materiales con un importante componente detrítico se traduce en un predominio del carbono frente al nitrógeno y, de forma algo menos marcada y generalizada, del nitrógeno frente al fósforo.

EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LAS VARIABLES HIDROGRÁFICAS GENERALES

En las series de datos disponibles no se observan tendencias que indiquen un incremento o descenso significativo y mantenido de los valores de las variables de tipo general y de las relacionadas con el estado trófico. Tal como se señala en estudio de presiones e impactos (Borja et al., 2006a), el nivel de presión relacionado con la entrada de nutrientes es moderado en el estuario del Urola. Dentro de la alta variabilidad característica de los estuarios, y de fluctuaciones asociadas a la estacionalidad y a las diferentes condiciones hidrológicas, para NID y concentración de fosfato en la estación E-U10, no se observa una tendencia a la disminución en los últimos años (Figura 200). Es más, algunos de los picos más importantes se han registrado en los últimos años

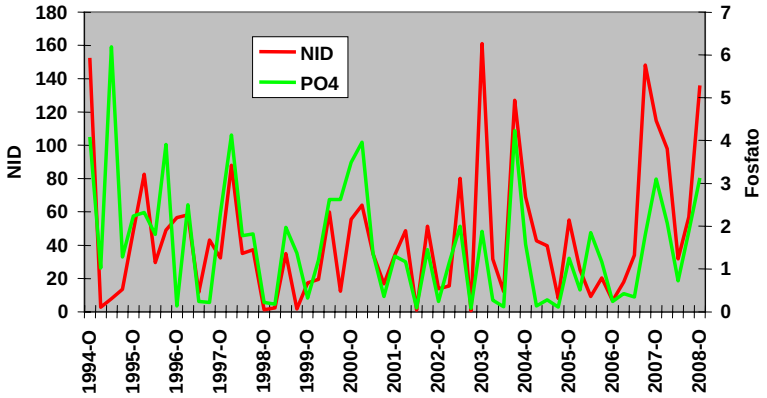


Figura 200 Evolución trimestral, entre otoño de 1994 y otoño de 2008, de la concentración de Nitrógeno Inorgánico Disuelto (NID) y fosfato, ambos en micromoles por litro, en aguas de superficie (media de pleamar y bajamar), en la estación E-U10.

Asimismo, en la estación E-U10 se aprecia cierto incremento en la concentración de carbono orgánico total (COT) hasta el 2006, que no está ligado a la dinámica de la biomasa fitoplanctónica (concentración de clorofila). En 2008, la concentración de COT incrementa a lo largo del eje longitudinal del estuario. Esto puede ampliarse también al amonio y, de modo general, podría asociarse a la relativamente baja diferencia en los porcentajes de agua no marina de las muestras de superficie en las que se realizan los análisis y a la modulación de los aportes adicionales mencionados.

En la Figura 201 se presenta la evolución temporal del oxígeno disuelto en el estuario del Urola (estaciones E-U5, E-U8 y E-U10). En primer lugar se aprecia el ciclo estacional, con máximos en la época invernal y mínimos en la estival. No se aprecian grandes diferencias entre estaciones de muestreo. En cuanto a la evolución global de esta variable, la saturación de oxígeno en todas las estaciones se mantiene estable con valores medios en torno al 80%.

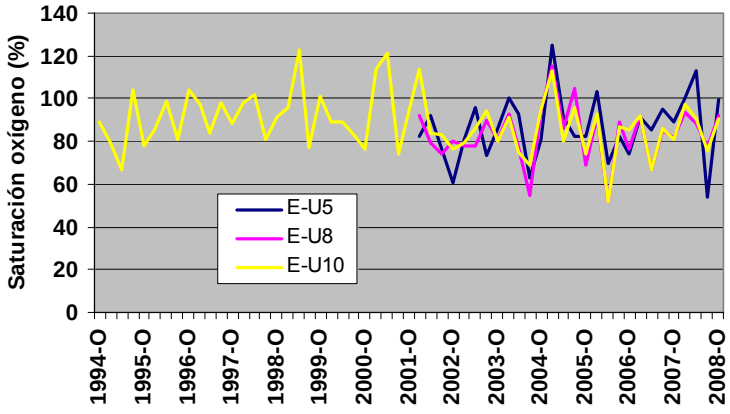


Figura 201 Evolución temporal del porcentaje de saturación de oxígeno disuelto en el estuario del Urola (estaciones E-U5, E-U8 y E-U10), media de pleamar y bajamar, superficie y fondo.

METALES DISUELTOS

Las concentraciones de cromo (trivalente y hexavalente) y mercurio en las aguas de superficie de las estaciones del estuario del Urola se mantienen, como en la mayoría de los casos precedentes, por debajo de su límite de detección (2, 3 y 0.3 $\mu g \cdot l^{-1}$ respectivamente).

En la Figura 202 se muestra la evolución de la concentración media del resto de los metales para el periodo comprendido entre otoño de 1994 y verano de 2008. Los valores empleados son medias correspondientes a los datos de pleamar y bajamar para las tres estaciones de muestreo del estuario (E-U5, E-U8 y E-U10), hasta el año 2006, desde 2007 solamente se han muestreado las estaciones en bajamar.

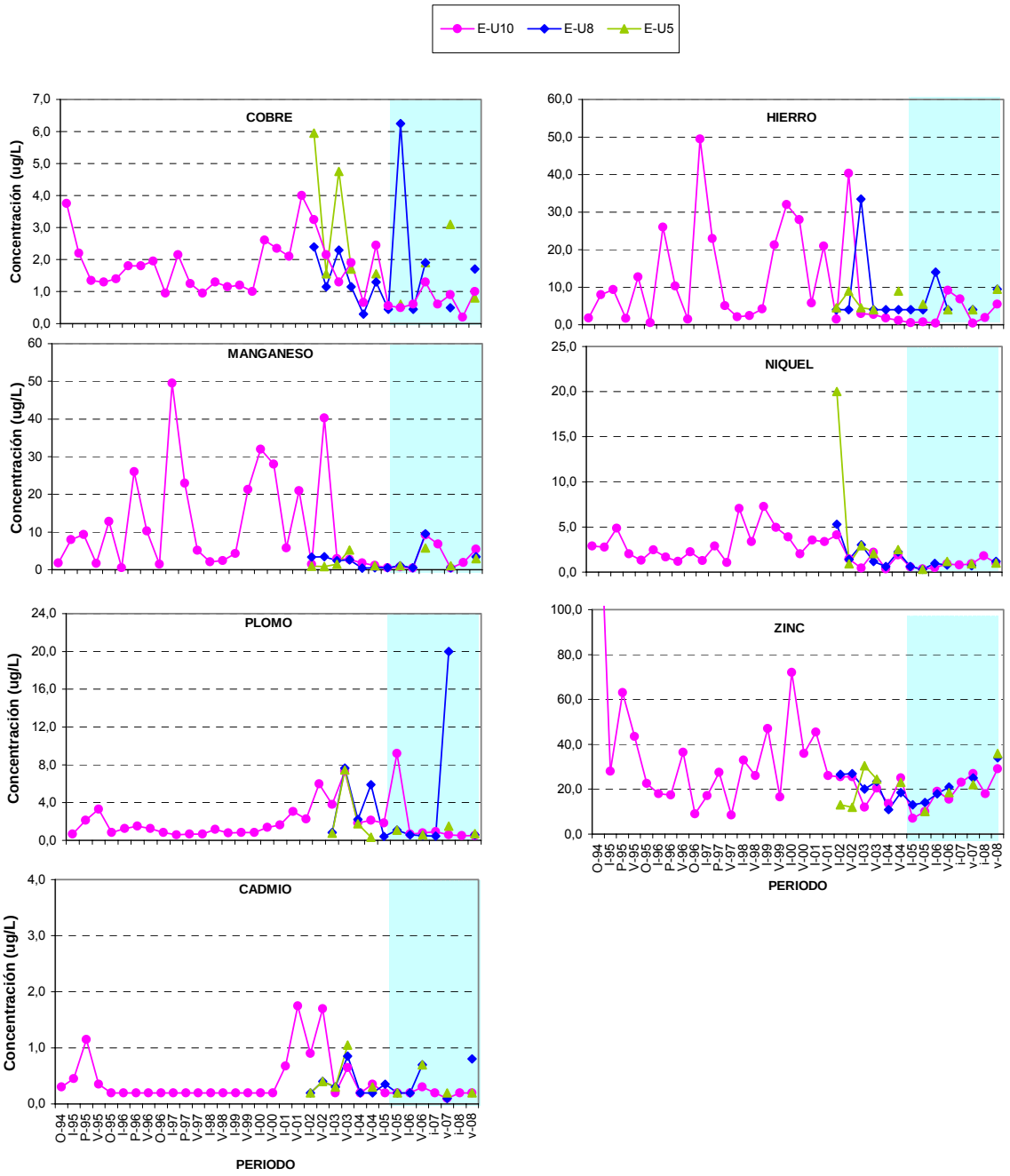


Figura 202 Evolución temporal de la concentración media (pleamar-bajamar) para cada metal en las estaciones del estuario del Urola en el periodo que abarca desde otoño de 1994 a verano de 2006, desde el año 2007 solo se ha tenido en cuenta los datos de bajamar.

En general, no se observan tendencias bien definidas en la evolución de las concentraciones de los distintos metales en las aguas del estuario y predominan las oscilaciones en la mayoría de los metales. Se puede apreciar un claro descenso en la concentración de plomo, hierro y cadmio. Para este último, se venían registrando concentraciones por encima de los objetivos de calidad, pero en los últimos muestreos éstas se encuentran por debajo de los límites fijados, este año por el contrario a superado el objetivo de calidad establecido en la estación E-U8 con una concentración de 0,8 $\mu g \cdot l^{-1}$ (objetivo de

calidad 0,2 $\mu g \cdot l^{-1}$). Manganeso y níquel también presentan una tendencia a disminuir su concentración, que respecto al 2007 a mantenido la concentración. Sin embargo el cobre y el zinc presentan una tendencia a aumentar la concentración aunque sin llegar a superar sus correspondientes objetivos de calidad. Aunque este año 2008 la concentración de cobre en cómputo general se ha mantenido respecto al anterior y el zinc sigue subiendo sin superar el objetivo de calidad establecido. En términos generales se mantiene la tendencia que se venia registrando hasta ahora.

CONTAMINANTES ORGÁNICOS Y OTROS CONTAMINANTES ESPECÍFICOS

Se han registrado concentraciones significativas de los derivados PAHs puntualmente, para el naftaleno y fenantreno, en las tres estaciones de muestreo en la campaña de verano, pero sin superar el objetivo de calidad establecido para cada compuesto.

ESTADO EN FUNCIÓN DE LOS INDICADORES FÍSICO-QUÍMICOS

En 2008, la calidad físico-química de la masa de agua se puede calificar como: **'Muy buena'** en las tres estaciones.

En cuanto a los objetivos de calidad físico-química, la estaciones E-U5 y E-U8 no cumplen el objetivo de turbidez, mientras que la estación E-U10 no cumplen ni el nitrato ni la turbidez.

ESTADO QUÍMICO

Teniendo en cuenta las Directivas europeas y la normativa española, referida a aguas (ver Tomo 1), se puede decir que en este estuario **'Cumplen'** las estaciones E-U5 y E-U10 y **'No Cumple'** la estación E-U8 por presencia de cadmio.

En cuanto a los objetivos de calidad físico-química, la estaciones E-U5 y E-U8 no cumplen el objetivo de turbidez, mientras que la estación E-U10 no cumplen ni el nitrato ni la turbidez.

11.6.2 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS

PARÁMETROS SEDIMENTOLÓGICOS DE CARÁCTER GENERAL

En la Tabla 167 se recogen los datos de los parámetros sedimentológicos correspondientes a los muestreos de invierno de 2008 en cada estación.

En la Figura 203 se muestra la evolución temporal de la composición granulométrica, contenido en materia orgánica y ratio carbono/nitrógeno para la estación E-U10 desde 1994. Para el resto de estaciones, E-U8 y E-U5, se representan los datos desde la campaña de invierno de 2002.

En general, en los sedimentos de las tres estaciones estuáricas predominan los limos, aunque en el sedimento de la estación más externa (E-U10) predominan las arenas y las gravas en 2007 y 2008. En la estación intermedia (E-U8) se observa una tendencia decreciente discontinua en el contenido de la fracción limosa desde 2002.

La evolución temporal de la concentración de materia orgánica presenta cierta variabilidad, aumentando o disminuyendo en relación con el aumento o disminución del contenido en sedimentos finos (aunque con excepciones). Esta relación entre el contenido en materia orgánica y el contenido en la fracción fina es especialmente notoria en la estación exterior E-U10 y en la intermedia E-U8.

La relación C/N sigue una tendencia temporal sin variaciones significativas para las estaciones estudiadas. Desde1997, todos los valores del ratio C/N están entre 10 y 25. Generalizando, la estación más interna E-U5 es la que presenta menores ratios C/N.

ESTACIÓN	INVIERNO - 2008							
	GRAVA (%)	ARENA (%)	FINO (%)	M.O. (%)	REDOX (mV)	C.O.P. ($mol \cdot Kg^{-1}$)	N.O.P. ($mol \cdot Kg^{-1}$)	C / N
E-U5	43,82	25,96	30,22	4,01	96	5,03	0,38	13,2
E-U8	2,79	46,57	50,64	6,02	70	4,01	0,24	16,8
E-U10	34,49	64,15	1,36	0,79	130	4,81	0,20	24,1

Tabla 167 Parámetros sedimentológicos correspondientes a los muestreos de invierno de 2008 en cada estación. (GRAVA > 2 mm > ARENA > 63 µm > FINO). M.O.: materia orgánica; C.O.P.: carbono orgánico particulado; N.O.P.: nitrógeno orgánico particulado; C / N: relación carbono / nitrógeno.

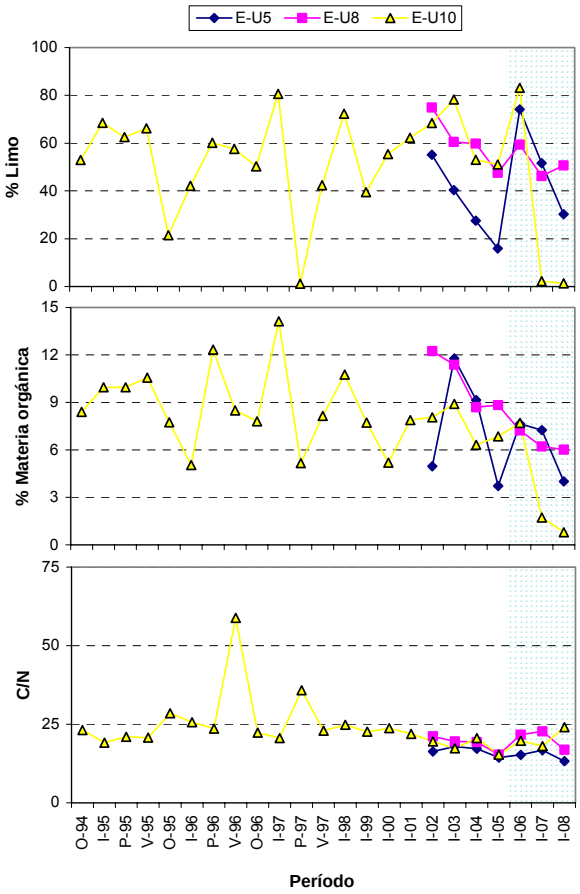


Figura 203 Evolución temporal del contenido en la fracción de limos y arcillas (i.e., <63 µm), contenido en materia orgánica y relación C/N de los sedimentos del estuario del Urola.

METALES PESADOS

Las concentraciones de los metales pesados analizadas en la campaña del invierno 2008 en las 3 estaciones estuáricas consideradas se resumen en la Tabla 168. Exceptuando el Fe y el Hg, las concentraciones de los metales determinados presentan poca variación entre las tres estaciones. En 2008, la concentración de mercurio disminuye desde la estación más interna E-U5 hacia la más externa E-U10.

La variación temporal para cada uno de los metales se puede estudiar analizando los valores del factor de contaminación y se ilustra en la Figura 204, donde se incluyen los datos de las estaciones E-U8 y E-U5 desdel invierno 2002.

No se observa una tendencia temporal definida en la evolución del factor de contaminación del Cr. De forma generalizada desde 2002, la estación más interna E-U5 posee valores del factor de contaminación del Cr centrados en torno a 3, la estación intermedia E-U8 en torno 2,5, y la externa E-U10 en torno a 1,5. El factor de contaminación del Cd presenta una elevada variabilidad en las tres estaciones, destacando el descenso discontinuo desde 2003 en las tres estaciones. El factor de contaminación del Cu no presenta tendencias temporales dominantes, estando la mayoría de los valores más recientes entre 1,5 y 3. El factor de contaminación del Fe presenta un rango de variación bajo, con valores centrados en la unidad en las tres estaciones. El factor de contaminación del Fe presenta un rango de variación bajo durante la serie de datos más reciente, con valores centrados en la unidad en la estación externa E-U10, y en torno a 1,5 en las otras dos. El factor de contaminación del Ni presenta un rango de variación bajo, con valores centrados en 1.5 en las tres estaciones. El factor de contaminación del Pb y Zn presenta un rango de variación elevado, pero sin tendencias dominantes, excepto el descenso observado en las dos estaciones más internas desde 2003. El factor de contaminación del Hg presenta un rango de variación elevado, pero sin tendencias dominantes, destacando el máximo observado en 2003 en las dos estaciones más internas, y en 2000 y 2007 en la estación externa E-U10.

ESTACIÓN	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn
	mg·Kg^{-1}								
E-U5	0,35	75,2	58,9	37390	0,45	359,5	45,6	104,6	312,8
E-U8	0,35	76,8	51,7	30668	0,31	345,8	45,5	97,4	278,3
E-U10	0,51	68,7	89,2	44805	0,13	356,9	45,9	92,4	327,2
MEDIA	0,40	73,6	66,6	37621	0,30	354,1	45,7	98,1	306,1
DESV. EST	0,09	4,3	19,9	7071	0,16	7,3	0,2	6,1	25,1

Tabla 168 Concentración de metales pesados en los sedimentos en la campaña de invierno de 2008 en la masa de agua de la transición del Urola.

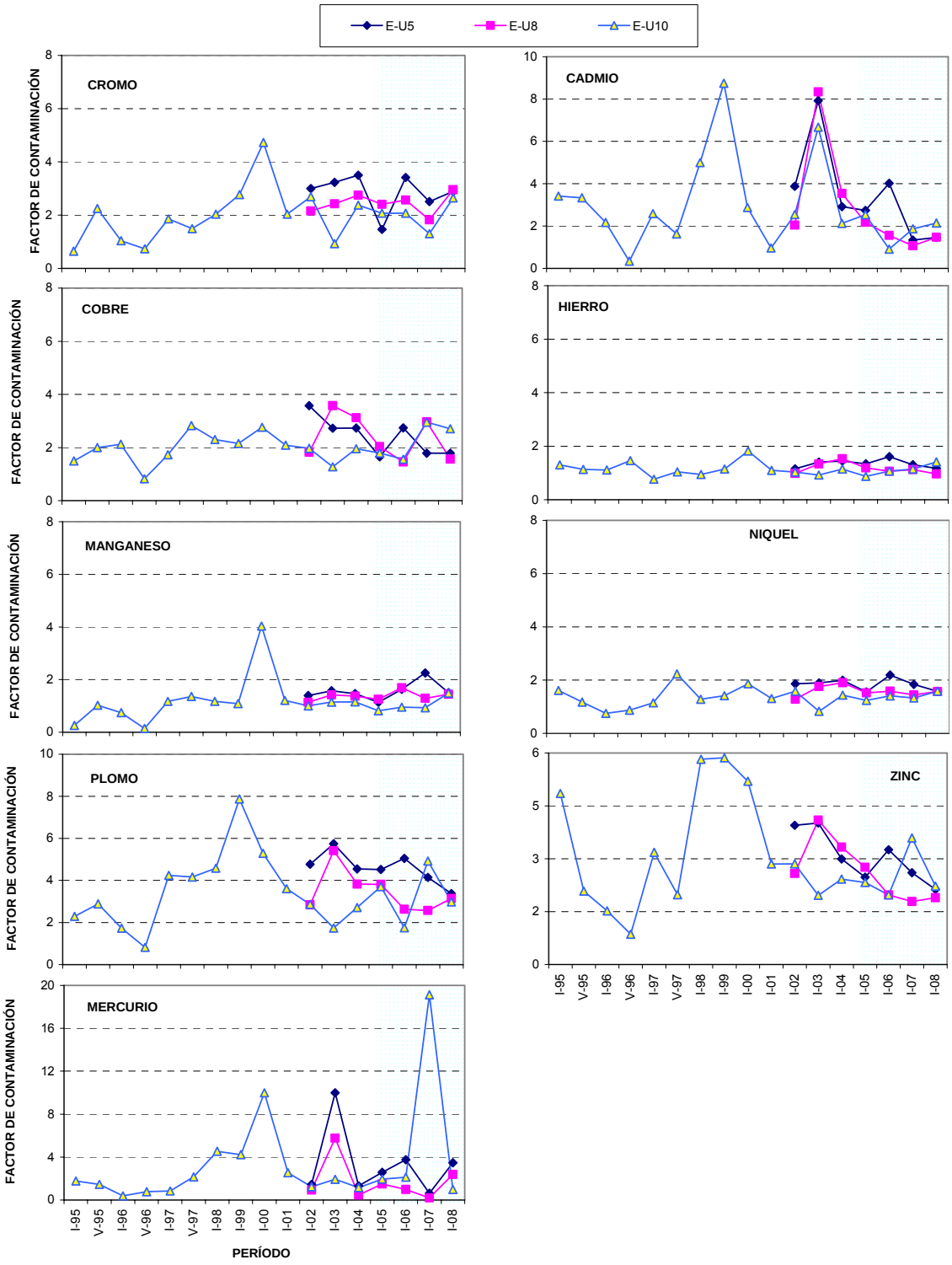


Figura 204 Evolución temporal de los factores de contaminación calculados para cada metal desde 1995 en la estación E-U10 y desde 2002 en las estaciones E-U5 y E-U8.

COMPUESTOS ORGÁNICOS

En la Figura 205 se ha representado en seis familias de compuestos la evolución en la concentración de los contaminantes orgánicos analizados en las estaciones del estuario del Urola: desde 1995 en E-U10, y desde 2002 en E-U5 y E-U8.

La evolución del sumatorio de los congéneres de PCBs determinados no muestra una tendencia temporal dominante. En las tres estaciones existió un descenso desde 2002 hasta 2005, seguido por un aumento hasta 2006 o 2007.

En lo que respecta al DDT (y sus derivados) y los compuestos Drin, las concentraciones determinadas en

los años recientes son inferiores o próximas al límite de determinación, con excepción de 2004 y 2006.

Los compuestos hexaclorobenceno (HCB) presentan en los años recientes concentraciones próximas o por debajo del limite de detección establecido. El aparente incremento en HCH desde 2006 a 2007 es debido a un incremento en los límites de detección.

El sumatorio de PAHs muestra una variabilidad temporal elevada, aunque sin un patrón dominante. Desde 2004 este sumatorio presenta en las tres estaciones valores superiores a 600 µg kg^{-1}.

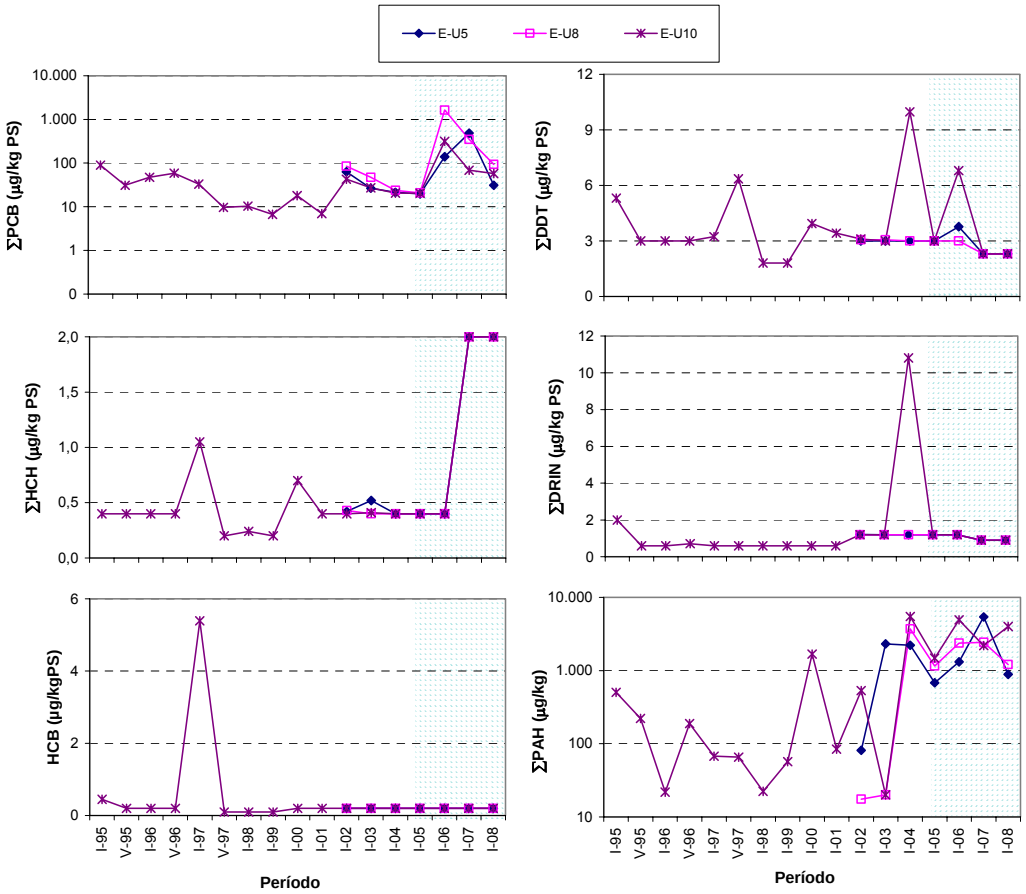


Figura 205 Evolución temporal de la concentración de compuestos orgánicos (µg kg^{-1}) desde 1995.

NORMATIVAS

Como se ha explicado en el capítulo de metodología, a nivel estatal no existe una legislación por la que se regule la gestión de sedimentos contaminados, sino que las actuaciones en este campo se hallan controladas por las correspondientes autorizaciones que, en su caso, concedan las administraciones correspondientes.

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

Siguiendo la metodología expuesta en Borja *et al.* (2003), para establecer el grado de contaminación en los sedimentos, se ha calculado el índice de carga contaminante global (ICC) para cada estación y para todos los metales.

En la Tabla 169 se han clasificado los sedimentos estuáricos del Urola en función de su contaminación por metales pesados encontrados en 2008, basada en los Factores de Contaminación e Índices de Carga Contaminante (ICC) (Müller, 1979). En esta misma tabla se presentan también los ICC globales por estación y por metal.

ESTACIÓN	FACTORES DE CONTAMINACIÓN									ICC
	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn	GLOBAL
E-U5	CL	CL	CL	CL	C	CL	CL	C	CL	CL
E-U8	CL	CL	CL	NC	CL	CL	CL	C	CL	CL
E-U10	CL	CL	CL	CL	NC	CL	CL	CL	CL	CL
TOTAL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	C	CL	CL

Tabla 169 Clasificación de la contaminación en los sedimentos de la masa de agua de la transición del Urola en función de los metales pesados en 2008, basada en los Factores de Contaminación e Índices de Carga Contaminante (ICC) (Müller, 1979). CE: contaminación extrema; C: contaminación media; CL: contaminación ligera; NC: no contaminado. Se presentan también los ICC globales por estación y por metal.

De forma global se obtiene de un Índice de Carga Contaminante (ICC) de contaminación ligera en las tres estaciones estuáricas del Urola. De forma global, en la masa de agua todos los metales evaluados presentan contaminación ligera, excepto el Pb que presenta contaminación media.

Por otra parte, se ha estudiado su evolución temporal. El resultado de este estudio se ilustra en la Figura 206. Se incluyen los ICC globales en las estaciones E-U5 y E-U8 calculados con los datos desde 2002.

La Figura 206 indica que el ICC de la estación E-U10 varía a lo largo del tiempo en un rango comprendido entre 0,7 y 3,6, valor que se alcanzó en el año 2000. Sin embargo, desde 2001 el ICC no supera el valor de 3 e ninguna de las tres estaciones.

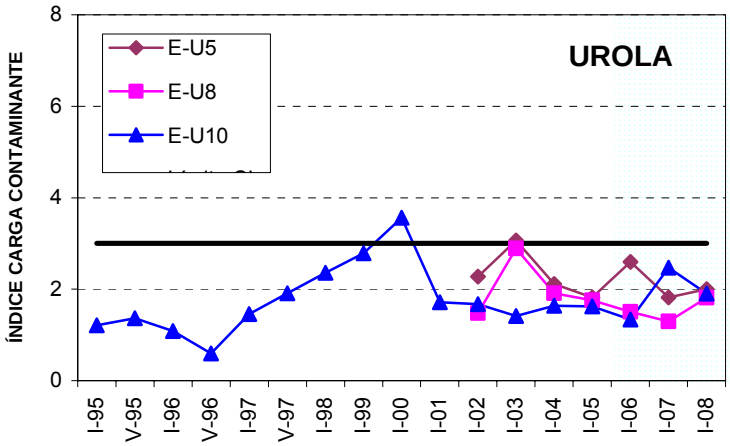


Figura 206 Evolución del índice de carga contaminante global de metales pesados, desde 1995. La línea negra indica el límite de contaminación.

Como primera aproximación para estimar la potencial toxicidad de los sedimentos se utilizan como referencia los niveles de toxicidad calculados por Long *et al.* (1995). A la vista de estos valores y de las concentraciones de metales analizadas en la campaña de 2008 se deduce que, el Cu, Ni, Pb y Zn están por encima del nivel bajo de toxicidad en las tres estaciones. La concentración de Hg supera el nivel bajo de toxicidad en las dos estaciones más internas.

Para los compuestos orgánicos se siguen los criterios utilizados para la evaluación de la contaminación, tal como se explica en Borja *et al.* (2003). Siguiendo estos criterios, las concentraciones de compuestos orgánicos obtenidas en la campaña de 2008 indican que las tres estaciones tiene un grado de contaminación ligera debido a la concentración de PCBs y PAHs. Al compararlos con los valores de Long *et al*. (1995) para poder realizar una aproximación de su toxicidad, se obtiene que las concentraciones de PCBs superan el nivel de toxicidad baja en las tres estaciones. Esto indica un cierto riesgo de toxicidad por compuestos orgánicos en el estuario.

11.6.3 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN BIOTA (MOLUSCOS)

En el estuario del Urola el pasado 27 de octubre de 2008 se recolectó mejillón en la desembocadura (I-U10). En la Base de Datos se recogen los datos correspondientes a bacteriología, metales pesados y compuestos orgánicos de la campaña de otoño de 2008.

BACTERIOLOGÍA

La concentración de **coliformes fecales** en otoño de 2008 (<100 NMP 100ml^{-1}) es intermedia a las observadas en los muestreos más recientes (Figura 207). Como presenta menos de 300 NMP 100ml^{-1}, se clasifica como zona tipo A, es decir, apta para el marisqueo.

En cuanto a los **estreptococos fecales**, la concentración en otoño de 2008 (<100 NMP 100ml^{-1}) también es intermedia a las registradas en los muestreos más recientes.

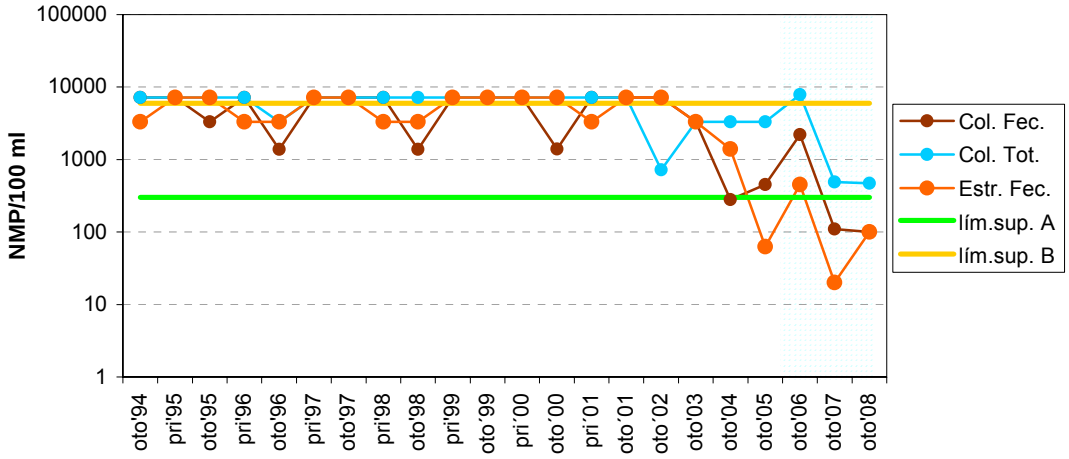


Figura 207 Evolución de la concentración de bacterias en la estación I-U10 a lo largo del periodo de estudio (otoño de 1994-otoño de 2008).

METALES PESADOS

En la Figura 208 se muestra la evolución de la concentración de metales en moluscos (mg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-U10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2008).

La concentración de **cadmio** en otoño 2008 es de 0,16 mg kg^{-1}, valor superior a los tres muestreos anteriores. A lo largo del periodo de estudio la concentración máxima (0,57 mg kg^{-1}) se registró en otoño de 1999, que, aunque es superior al valor de referencia del CIEM (0,4 mg kg^{-1}), no supera el límite legal (1 mg kg^{-1}).

El **cromo** presenta una concentración (0,57 mg kg^{-1}) intermedia a las registradas en años recientes. En cuanto al cumplimiento de la legislación, incluso la máxima concentración, que se dio en otoño de 1997 (0,81 mg kg^{-1}), es inferior a los 1,8 mg kg^{-1} contemplados para el cromo.

A la hora de interpretar la evolución de la concentración de **cobre** a lo largo del periodo de estudio, hay que tener en cuenta que el cobre forma parte de la hemocianina, componente principal del sistema circulatorio de la ostra (Borja y Valencia, 1993). Por lo tanto, sería conveniente diferenciar los años en los que se recolectaron mejillones de aquellos en los que se ha recolectado ostra. En otoño de 2008, en el que la concentración se ha medido en mejillones, el cobre presenta una concentración de 1,37 mg kg^{-1}, valor intermedio a los registrados en los años más recientes. En todos los muestreos de mejillón realizados recientemente en esta estación no se supera ni el límite legal ni el valor de referencia del CIEM para el cobre en las mejillones (20 y 60 mg kg^{-1}, respectivamente).

En cuanto a las concentraciones de ostra, sólo en la primavera de 2000 (63 mg kg^{-1}) se superó el límite legal para el cobre en ostra, 60 mg kg^{-1}.

En cuanto al **mercurio**, la concentración observada en otoño de 2008 es muy próxima al límite de detección (0,02 mg kg^{-1}). Los límites de detección han ido variando a lo largo del periodo de estudio y, en general, las concentraciones observadas han sido inferiores a dichos límites. Sólo en primavera de 1996 (1,0 mg kg^{-1}) se ha superado el límite legal, 0,5 mg kg^{-1} y el valor de referencia del CIEM, 0,2 mg kg^{-1}.

El **níquel** presenta en 2008 una concentración de 0,51 mg kg^{-1}, valor superior a los tres muestreos

anteriores. Aunque para este metal no hay establecido un límite legal, existe un valor de referencia dado por el CIEM, 1,5 mg kg^{-1}. En el estuario del Urola, este valor sólo se ha visto superado en otoño de 1995, cuando se alcanzó una concentración de 1,51 mg kg^{-1}.

Para el **plomo**, en otoño de 2008 la concentración (0,3 mg kg^{-1}) es intermedia a los dos años anteriores. El límite legal para su consumo (1 mg kg^{-1}) se ha superado en muestreos previos.

Por último, en cuanto al **zinc**, la concentración en otoño de 2008 (71 mg kg^{-1}) es la más elevada desde 2004. En general, para mejillón no se llegan a alcanzar unas concentraciones tan elevadas como las observadas para ostra, que no tiene la capacidad del mejillón para regular la concentración de este metal (RAINBOW, 1990). Sin embargo, a lo largo del seguimiento en ningún caso se ha superado el límite legal, 1000 mg kg^{-1}, y sólo se supera el valor de referencia dado por el CIEM, 600 mg kg^{-1}, en otoño de 2001 (675 mg kg^{-1}), cuando la concentración se refiere a ostra.

La concentración de **plata**, se comenzó a medir en los moluscos en la campaña de 2007 con un valor de 0,004 mg kg^{-1}, seguido por un incremento en 2008 (0,006 mg kg^{-1}).

I-U10 UROLA

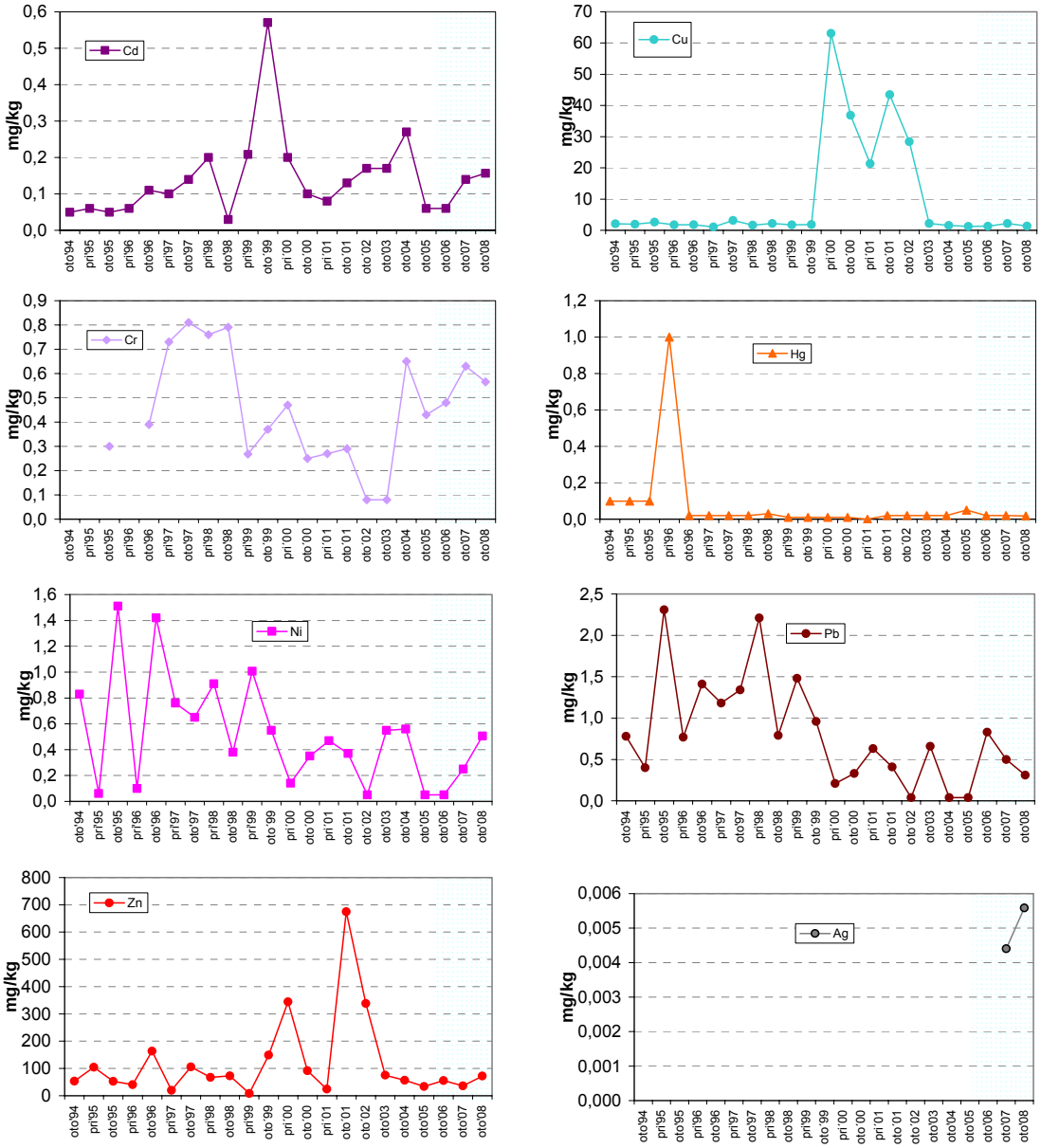


Figura 208 Evolución de la concentración de metales en moluscos (mg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-U10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2008).

COMPUESTOS ORGÁNICOS

En este apartado se contemplan diversas sustancias de origen antrópico. En su mayoría, se caracterizan por ser utilizadas como biocidas o pesticidas, pero también son utilizados por la industria. Como no hay legislación española específica para la mayoría de estas sustancias, nos hemos basado en NAUEN (1983) para recopilar lo existente en otros países del entorno y obtener los valores límites.

En la Figura 209 se muestra la evolución de la concentración de compuestos orgánicos en moluscos (µg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-U10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2008).

En el caso de los policlorobifenilos (**PCBs**) se han sumado las concentraciones de los 7 congéneres analizados, con objeto de poder compararlas con las de otros lugares. Hay que tener en cuenta que el dato puede variar al ser menos o más los congéneres estudiados en otras zonas.

En otoño de 2008 la concentración de PCBs en la estación I-U10 fue de 22 µg kg^{-1}, dentro del rango de las campañas de muestreo más recientes en esta estación. En general, se observa una tendencia decreciente desde el comienzo del estudio, en otoño de 1994, cuando se alcanzó la concentración máxima de todo el periodo (436 µg kg^{-1}). Los valores que se dan para la concentración de PCBs en moluscos (NAUEN, 1983) oscilan entre 1 y 5 ppm. Si se toma como valor límite 2 ppm (2.000 µg kg^{-1}), se observa que las concentraciones de PCBs encontradas a lo largo del periodo de estudio están muy alejadas de este valor.

La concentración de **DDT** corresponde a la suma de los tres compuestos de DDT analizadas (p-p'DDE, p-p'DDD, p-p'DDT). La concentración de otoño de 2008 es inferior al límite de detección (0,6 µg kg^{-1}). A lo largo del periodo de estudio, pocas veces se supera el límite de detección, que ha ido variando. Además, el valor límite (2 ppm = 2.000 µg kg^{-1}) se encuentra muy alejado de las concentraciones observadas en este estuario.

La concentración de **HCH** corresponde a la suma de α-HCH y γ-HCH (lindano). En otoño de 2008, al igual que en las campañas más recientes, la concentración no ha alcanzado el límite de detección (0,08 µg kg^{-1}). La concentración más elevada de HCH en el estuario del Urola se dio en otoño de 1994 (4 µg kg^{-1}). Teniendo en cuenta que el valor límite sólo para el lindano es 200 µg kg^{-1}, incluso este máximo se encuentra muy por debajo de dicho límite.

En general, las concentraciones de **HCB** a lo largo del periodo de estudio no superan los límites de detección correspondientes, al igual que en otoño de 2008 (0,04 µg kg^{-1}). La concentración máxima corresponde a la observada en otoño de 1994, que alcanzó el valor de 8,78 µg kg^{-1}. Sin embargo, este valor se encuentra muy alejado del valor límite para este compuesto, 200 µg kg^{-1}.

En cuanto a los **drines** (aldrín, dieldrín, e isodrín), en raras ocasiones se superan los límites de detección correspondientes.

Por último, desde otoño de 2002 se estudian los **PAH** en moluscos (Borja *et al.,* 2003). En la primera campaña (otoño de 2002) de los compuestos analizados sólo el pireno superó el límite de detección correspondiente (0,30 µg kg^{-1}). Sin embargo desde el muestreo inicial la concentración ha aumentado progresivamente hasta los 192 µg kg^{-1} medidos en otoño de 2007, descendiendo en 2008 a 57 µg kg^{-1}. La concentración de benzo(a)pireno en 2008 es la más baja medida en todos los estuarios (0,3 µg kg^{-1}), inferior al máximo permitido para el consumo según el Reglamento (CE) n° 208/2005 (10 µg kg^{-1}).

I-U10 UROLA

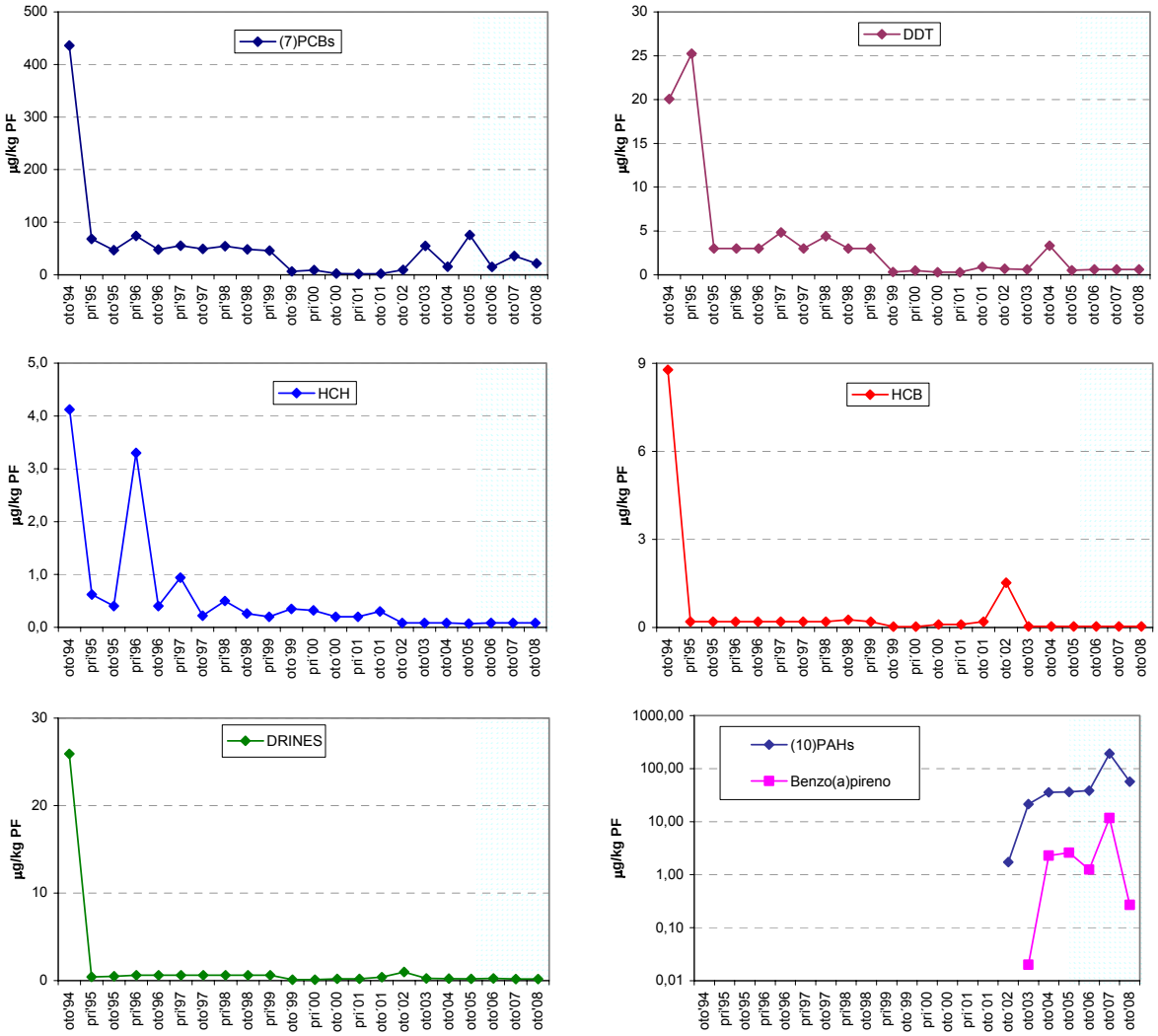


Figura 209 Evolución de la concentración de compuestos orgánicos en moluscos (µg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-U10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2008).

NORMATIVAS Y DIRECTIVAS

En este caso sería de aplicación la Directiva de comercialización de moluscos, en la que, a la vista de la concentración de bacterias existentes la calificación sería de Zona A (se permitiría el marisqueo para el consumo humano). Sin embargo, teniendo en cuenta que la posibilidad de encontrar concentraciones de coliformes fecales superiores a 300 NMP $100ml^{-1}$ es relativamente elevada, sería conveniente calificarla como B ó C.

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

Para la clasificación de la contaminación de los metales pesados se han tenido en cuenta los niveles de fondo para el País Vasco (Borja *et al.,* 1996) y se ha utilizado la misma metodología que para el cálculo de los ICC para sedimentos (véase Borja *et al.,* 2003). A partir de las concentraciones de metales obtenidas en otoño de 2008 en los moluscos recolectados en el estuario del Urola la clasificación general sería de no contaminado, con contaminación ligera de cromo y níquel.

En cuanto a los compuestos orgánicos, rara vez alcanzan los límites de detección, por lo que se puede considerar que los moluscos de este estuario no están contaminados por compuestos orgánicos. Sin embargo, puntualmente se ha superado el valor guía de PAHs propuesto por EPA para el consumo.

11.7. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

En el último año no se han dado actuaciones que alteren las condiciones hidromorfológicas, si bien en los últimos años tuvieron lugar diversas actuaciones que cambiaron la morfología de la desembocadura, como la construcción del puerto deportivo, el dragado del canal, la prolongación de los espigones de la desembocadura y el relleno de la playa. Por todo ello se puede calificar este indicador actualmente como **'Bueno'.**

RED DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LAS AGUAS DE TRANSICIÓN Y COSTERAS DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO

12. MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL ORIA

Pasaia, junio de 2009

ÍNDICE

TOMO 12.- MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL ORIA 329

12.1. RESUMEN ESTADO ECOLÓGICO. ORIA 331

12.2. ESTACIONES DE MUESTREO 332

12.3. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS 333

12.3.1 PARÁMETROS ESTRUCTURALES 333

12.3.2 CALIDAD BIOLÓGICA 335

12.4. FAUNA ICTIOLÓGICA 335

12.4.1 ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD 335

12.4.2 CALIDAD BIOLÓGICA 336

12.5. VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO 338

12.5.1 FITOPLANCTON 338

12.5.2 MACROALGAS 339

12.6. INDICADORES FISICOQUÍMICOS 340

12.6.1 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN AGUAS 341

12.6.2 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS 344

12.6.3 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN BIOTA (MOLUSCOS) 348

12.7. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS 352

12.1. RESUMEN ESTADO ECOLÓGICO. ORIA

En 2004 se realizó el estudio de presiones e impactos en esta Masa de agua.

Respecto a las fuerzas motrices se indica que sufre la presión directa de menos de 25.000 habitantes, con una densidad de 89,8 habitantes km^{-2}. Respecto a los establecimientos industriales, hay que destacar que la masa de agua correspondiente al estuario del Oria se da un alto número relativo de establecimientos del sector de industria y energía, dicho sector se encuentra representado con 156 establecimientos, por el 14% de los 1.082 totales. Es reseñable la presencia de industria papelera aguas arriba en la proximidad del estuario. El puerto de Orio es el típico puerto de ría con un muelle construido en la margen derecha del río. Cuenta con un astillero en el muelle de ribera y 2 carros varaderos en el muelle de la Arena. Recientemente se ha construido en la desembocadura una zona de amarre y descarga de mercancías y, a lo largo de 2005-2007, se ha estado construyendo un puerto deportivo cerca de la desembocadura. Respecto a la explotación agrícola-ganadera se le asocia al estuario del Oria un total de 562 explotaciones en 6.090 Ha.

Las presiones relacionadas con la regulación del cauce y con los asentamientos portuarios son las más importantes en número para la masa de agua. Se han identificado 35 presiones relacionadas con la regulación del cauce, lo que supone el 24% de las presiones detectadas en el estuario. Por otra parte, las presiones derivadas de los asentamientos portuarios han sido 34 (23%). A estas presiones les siguen los aliviaderos de tormentas (20) y los vertidos urbanos (16). Los vertidos a la cuenca y estuario se han ido reduciendo en los últimos años, al entrar en funcionamiento diversas depuradoras en la cuenca.

El Oria soporta como presiones más importantes la canalización del tramo final (con terrenos ganados al mar en la misma desembocadura), la presencia de un puerto (supone el 18% de la superficie de la masa de agua) y los dragados periódicos, siendo varios los vertidos directos, aunque de escaso caudal (unos 80.000 $m^3.a^{-1}$). La mayor parte de los vertidos provienen del río. Además, entre 2005 y 2007 se construyó un puerto deportivo cerca de la desembocadura. Globalmente la presión en la masa de agua es baja.

En la Tabla 170 se presenta el Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado Ecológico en la masa de agua del Oria.

	ELEMENTOS BIOLOGICOS				ESTADO BIOLÓGICO	ELEMENTOS Físico-Químicos	QUÍMICA		ELEMENTOS Morfológicos	ESTADO ECOLÓGICO	Equivalencia	Tanto por Uno	Valor global	CALIFICACIÓN EST. ECOLÓGICO MASA DE AGUA
	Fitoplanc.	Algas	Bentos	Peces			>LD	>NC						
E-O5	B	A	B	A	B	MB	Sí	No	B	B	8	0.63	5.04	7.26
E-O10	MB	D	B	B	A	MB	Sí	No	A	A	6	0.37	2.22	

Tabla 170 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado Ecológico en la masa de agua del Oria en 2008.

En el **estuario** del **Oria**, la estación E-O10, muestreada desde el comienzo del seguimiento, empeoró a partir de 1997. Esta evolución tiene que ver con la construcción de los espigones para mejorar el acceso al puerto, a lo largo de 1995 y 1996. En 2002 las dos estaciones de este estuario (E-O5 y E-O10) presentaron un estado ecológico deficiente, en consonancia con lo que sucedía aguas arriba, puesto que el tributario también solía presentar esta calificación. Sin embargo, el empeoramiento ese año de la estación E-O10 debe achacarse a las obras de relleno de los espigones de la margen izquierda, en la desembocadura (Borja *et al.,* 2009d).

En 2004 la estación externa siguió manteniendo la misma calificación, fundamentalmente debido a la mala calidad de las algas. En 2005-2007 la caída en la calificación probablemente tuvo que ver con la construcción del puerto pesquero y otro deportivo en la desembocadura, con cambios en el cauce y la sección del estuario, habiendo una tímida recuperación en 2008. En la parte interna la situación ha empeorado algo en fitoplancton y bentos, posiblemente por algunos vertidos puntuales en la cuenca.

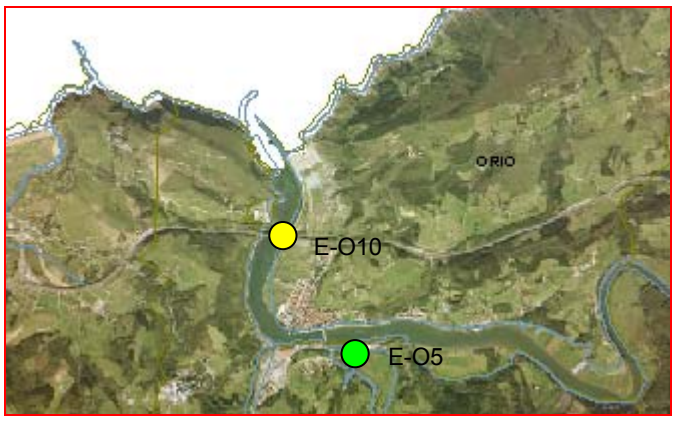


Figura 210 Calificación del Estado Ecológico y ubicación de estaciones en la Masa de agua Oria: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Aceptable; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

12.2. ESTACIONES DE MUESTREO

En la masa de agua del Oria, la Red de Vigilancia cuenta con dos estaciones estuáricas, y una estación de moluscos, que se muestrean anualmente. Por otro lado, en 2003 se muestrearon 11 estaciones para el estudio de macroalgas y tres estaciones para el estudio de vida piscícola en el estuario, que se volvieron a muestrear en 2006 y han servido este año para realizar la calificación. Las posiciones de todas ellas se pueden ver en la Tabla 171.

Estación	Estación	UTMX	UTMY	Tipo estación
E-O10	Orio (puente de la autopista) (Oria)	570561,58	4792778,55	Estuarios
E-O5	Orio (rampa)(Oria)	571497,96	4792033,59	
M-EO1	Orio Zona 01. Estuario Macroalgas	570581,07	4793417,20	Estuarios (Macroalgas)
M-EO10	Orio Zona 10. Estuario Macroalgas	573673,65	4791366,05	
M-EO11	Orio Zona 11. Estuario Macroalgas	573469,20	4792058,66	
M-EO2	Orio Zona 02. Estuario Macroalgas	570515,14	4792096,22	
M-EO3	Orio Zona 03. Estuario Macroalgas	570502,63	4791720,70	
M-EO4	Orio Zona 04. Estuario Macroalgas	571520,69	4791933,49	
M-EO5	Orio Zona 05. Estuario Macroalgas	571287,04	4791774,94	
M-EO6	Orio Zona 06. Estuario Macroalgas	572054,76	4792204,70	
M-EO7	Orio Zona 07. Estuario Macroalgas	572914,27	4791704,01	
M-EO8	Orio Zona 08. Estuario Macroalgas	573060,30	4791441,15	
M-EO9	Orio Zona 09. Estuario Macroalgas	573331,51	4791428,63	
I-O10	Orio (puente de la autopista) (Oria)	570621,47	4792857,66	Estuarios (Moluscos)
AOE	Oria (Arrastre zona exterior estuario)	570761,66	4793037,65	Estuarios (Vida piscícola)
AOI	Oria (Arrastre zona interior estuario)	573418,75	4792028,13	
AOM	Oria (Arrastre zona media estuario)	571303,56	4791971,32	

Tabla 171 Estaciones de muestreo en el estuario del Oria.

12.3. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

12.3.1 PARÁMETROS ESTRUCTURALES

Los parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Oria, en invierno de 2008 pueden verse en la Tabla 172.

PARÁMETRO	UNIDAD	ESTACIÓN	
		E-O5	E-O10
Densidad	nº·m^{-2}	1.440	1.491
Biomasa	g·m^{-2}	16,028	1,247
Riqueza	nº	10	13
Diversidad número	bit·ind^{-1}	2,14	2,81
Diversidad biomasa	bit·g^{-1}	0,47	1,85
Equitabilidad número		0,64	0,76
Equitabilidad biomasa		0,14	0,50
Diversidad máxima	bits	3,32	3,70
AMBI		4,270	3,955
Clasificación AMBI		Alteración Moderada	Alteración Moderada

Tabla 172 Parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Oria.

Los sedimentos de la estación E-O5 de la masa de agua de transición del Oria presentan en 2008 mayores proporciones en finos (63%) que en arena (34%), y contenidos importantes en materia orgánica (6,5%).

La composición de la fauna analizada en las muestras a lo largo del seguimiento de esta estación refleja que, sobre estos sedimentos, se asienta la biocenosis conocida como Comunidad de *Scrobicularia-Cerastoderma*. Durante este período las especies dominantes han sido prácticamente las mismas, aunque con cambios en el orden de dominancia. No obstante, en algunas ocasiones, como en 2004, las especies características de esta comunidad no estaban todas ellas bien representadas, faltando, por ejemplo, *Scrobicularia plana* o *Alkmaria romijni*. Sin embargo, en la presente campaña de 2008, como en las precedentes de 2002 y 2005-2007, se pueden encontrar nuevamente la mayoría de las especies típicas de esta comunidad.

En 2008 el grupo dominante (como en 2003-2007) ha sido el de los oligoquetos (631 ind·m^{-2}). Le siguen en dominancia *Hediste diversicolor* (325 ind·m^{-2}), *Cyathura carinata* (267 ind·m^{-2}) y *S. plana* (107 ind·m^{-2}), entre otras especies.

La densidad de la comunidad (1.440 ind·m^{-2} en 2008) no presenta una tendencia clara, sino grandes altibajos desde que se comenzara el seguimiento de la estación en 2002 (Figura 211). La biomasa, como viene siendo habitual, es relativamente alta (16,0 g·m^{-2}), sobre todo si se compara con la mínima registrada en 2004 (0.04 g·m^{-2}). En 2008 la mayor parte de la biomasa es aportada por el bivalvo *S. plana* (14,8 g·m^{-2}), habitualmente uno de los principales componentes de la biomasa en la Comunidad de *Scrobicularia-Cerastoderma*.

La riqueza específica se encuentra en el rango de las estimadas para campañas anteriores (10 *taxa*) (mínima: 6 *taxa* en 2004; máxima: 12 *taxa* en 2005 y 2007). En la presente campaña de 2008, la diversidad y la equitabilidad estimadas a partir de los datos de densidad (2,14 bit·ind^{-1} y 0,72, respectivamente) son relativamente altas, tanto para esta estación como comparadas con otras estaciones de otros estuarios.

En relación a los grupos tróficos, todos ellos representados, el grupo dominante es el de los detritívoros subsuperficiales (44%), seguido por el de los omnívoros (41%), detritívoros superficiales (13%), carnívoros (2%) y filtradores (<1%).

El reparto de la densidad entre grupos ecológicos es relativamente homogéneo desde que comenzara el seguimiento de la estación en 2002 (Figura 212), con dominancia de las especies tolerantes (54%) y presencia relativamente importante de oportunistas de primer orden (44%). La estación presenta alteración moderada (AMBI=4,3) (Tabla 172), como ha venido haciéndolo a lo largo de todo el seguimiento (AMBI=3,6-4,9).

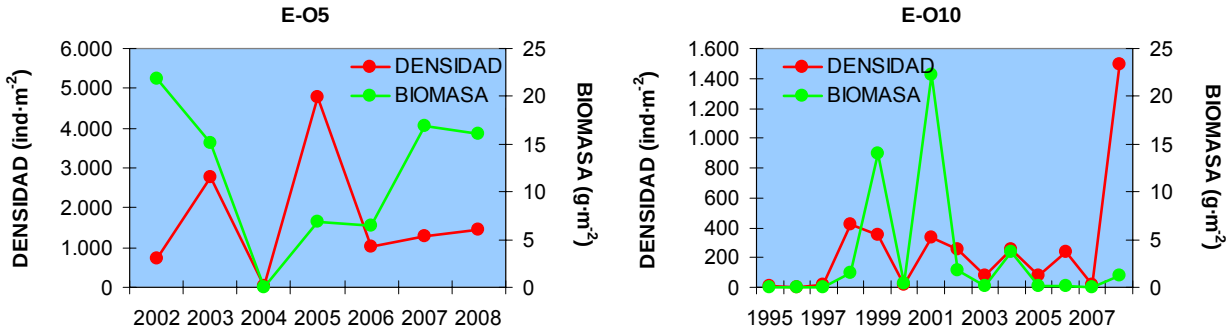


Figura 211 Evolución de la densidad y biomasa en las estaciones E-O5 y E-O10 (Oria).

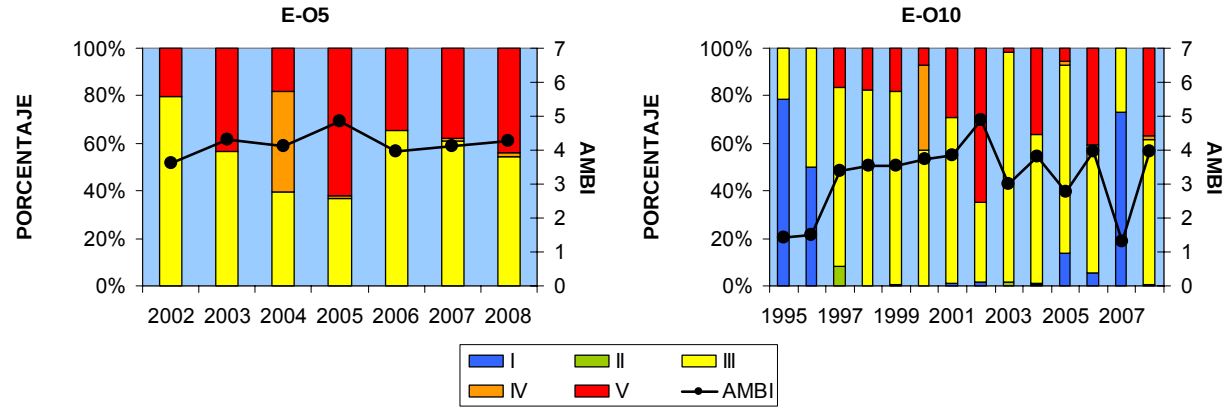


Figura 212 Evolución del porcentaje de cada grupo ecológico y de AMBI en las estaciones E-O5 y E-O10 del Oria.

El sedimento de la segunda estación muestreada en la masa de agua de transición del Oria (E-O10), más próxima a la desembocadura que la estación anterior, consta de fracciones ricas en limos (55%) y arenas (44%). Los porcentajes en materia orgánica, en comparación a los de otras estaciones estuáricas, son relativamente bajos (4,8%).

En 2008 la biocenosis de la estación está bien representada por las especies características de la Comunidad de *Scrobicularia-Cerastoderma*. Destacan por su abundancia el grupo de los oligoquetos (291 ind·m^{-2}), *A. romijni* (281 ind·m^{-2}), *H. diversicolor* (273 ind·m^{-2}), *Capitella capitata* (259 ind·m^{-2}), *Streblospio shurbsolii* (201 ind·m^{-2}) y *S. plana* (77 ind·m^{-2}), entre otras especies

Hasta la fecha, la densidad total de la estación presenta altibajos importantes a lo largo del periodo de estudio, con valores que oscilan entre menos de 20 ind·m^{-2} en 1995-1997 y 2000, y 1.492 ind·m^{-2} en 2008 (Figura 211). En 2008 la riqueza específica es también la máxima para la estación (14 *taxa*), y la diversidad estimada a partir de las densidades específicas (2,82 bit·ind^{-1}) es de las más altas de las registradas. Estos datos, junto con la presencia de todos los grupos tróficos apoyan la hipótesis de la existencia de una comunidad estable y bien estructurada.

En cuanto al reparto entre grupos ecológicos, tras el importante cambio detectado la pasada campaña de 2007, en que se pasó de una comunidad dominada por especies tolerantes y oportunistas (entre 1997-2006) a una comunidad claramente dominada por especies sensibles a la alteración del medio, se vuelve a una situación similara a la previa (Figura 212). Así, vuelven a dominar las especies tolerantes (61% de los efectivos), seguidas por especies oportunistas de primer orden (37%). Este nuevo cambio, provoca un incremento de AMBI de 1,3 en 2007 a 4,0 en la presente campaña de 2008 (Tabla 172). Por tanto, la estación vuelve a considerarse moderadamente alterada, con un valor de AMBI en el rango de los estimados para el periodo 1997-2006 (2,8-4,9).

En el informe correspondiente a la campaña de 2007, se hacía referencia a que el salto entre 1996 y 1997 se podía deber a las obras realizadas en la desembocadura, que provocaron un cambio en las condiciones de la estación, haciéndola más propia de zonas más interiores del estuario. Además, se apuntaba la conveniencia de seguir la evolución de la estación para comprobar si el cambio detectado en 2007 se consideraba un valor raro o, si por el contrario, reflejaba cambios reales en la comunidad que podrían estar relacionados con las obras que en 2006 se llevaron a cabo para la construcción del nuevo puerto deportivo en

la orilla contraria (p.e., dragados). En vista de los resultados obtenidos en la presente campaña de 2008, parece confirmarse la hipótesis de que el valor de AMBI correspondiente a 2007 pueda considerarse un 'outlier'. Sin embargo, sería prudente esperar a disponer de datos de las campañas próximas antes de hacer una evaluación definitiva de la situación.

12.3.2 CALIDAD BIOLÓGICA

En lo referente a la evaluación del estado ecológico del compartimento de los macroinvertebrados bentónicos, la calificación obtenida por la estación **E-O5** a partir de M-AMBI es de **Buen Estado** (Figura 213). Desde que se comenzara el seguimiento de la estación en 2002, se observa una cierta tendencia positiva, con valores crecientes de EQR (de 0,53 a 0,75), aunque el valor estimado para la presente campaña de 2008 es inferior al correspondiente a la campaña de 2007 (0,87), lo que ha provocado que se pase de Muy Buen Estado a Buen Estado. En cualquier caso, la tendencia es clara y posiblemente se deba a las mejoras en la calidad de las aguas de la cuenca del Oria, en la que se han puesto en marcha varias depuradoras en los últimos años. En este punto sería importante comprobar que la tendencia se mantiene en próximas campañas.

En cuanto a la estación **E-O10**, también presenta **Buen Estado** (Figura 213). A diferencia de la estación anterior, ésta se viene controlando desde 1995 y no presenta una tendencia clara a largo plazo. Hasta 2001, presentó valores muy homogéneos de EQR (0,42-0,56), pero el valor de EQR disminuyó a 0,29 en 2002. Esto coincidió con las obras para el relleno de los espigones transversales de la desembocadura, por lo que parece que las obras incidieron negativamente en el bentos. A partir de ese mínimo, el EQR fue aumentando progresivamente hasta alcanzar un valor de 0,69 en 2005 (máximo de la serie), pero a continuación vuelve a presentar una tendencia negativa, aunque mantiene la calificación de Buen Estado. Como ya se ha indicado anteriormente, se da la circunstancia de que a lo largo de 2006 y parte de 2007 se llevaron a cabo las obras para la construcción del nuevo puerto deportivo, incluyendo una serie de dragados, en la orilla opuesta a la que se sitúa la estación de muestreo de bentos. Estas obras pudieron afectar a la comunidad, aunque en la vigilancia ambiental de las obras no se llegó a observar ninguna pluma. Esta influencia y la evolución en este estuario se ha estudiado en Borja *et al.* (2009d). De hecho, la presente campaña de 2008 se observa cierto incremento en el valor de EQR (de 0,54 a 0,64), que podría indicar que posiblemente la comunidad de macroinvertebrados bentónicos está sometida a una menor presión. Por tanto, como ya se indicó en el informe correspondiente a la campaña de 2007, habría que ver cómo evoluciona la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en próximas campañas.

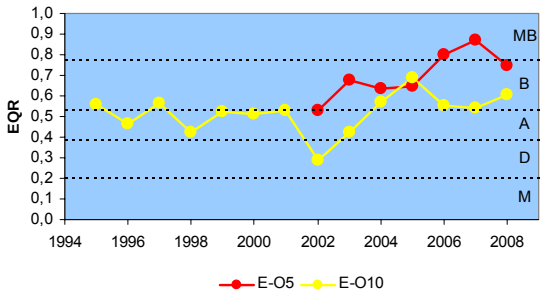


Figura 213 Evolución de EQR para las estaciones de la masa de agua de transición del Oria.

12.4. FAUNA ICTIOLÓGICA

12.4.1 ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD

Las muestras de fauna demersal fueron recogidas durante la campaña de campo de 2006, no en 2008. Por tanto, en este informe se re-analizan los datos obtenidos con anterioridad. En dicho año 2006 se encontraron un total de doce taxones (seis peces y seis crustáceos) en las distintas estaciones del estuario. En este estuario existen datos del año 2003 (Borja et al., 2004) pertenecientes al estudio "Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la comunidad autónoma del País Vasco". El total de especies identificadas en dicho muestreo fue de quince, ocho peces y siete crustáceos.

A su vez, en el Oria existen datos obtenidos en el año 1996 (Borja et al., 1997) incluidos en el informe inédito "Estudio de la calidad biológica de los sedimentos de los estuarios interiores de los ríos Oria y Urola". El número de taxones registrados en 1996 fue de doce (ocho peces y cuatro crustáceos).

El numero de especies distribuidos por todo el estuario fue de cuatro especies en 2006 (Carcinus

maenas, Pachygrapsus marmoratus, Solea solea y Pomatoschistus minutus), de tres en 2003 (Carcinus maenas, Solea solea y Pomatoschistus minutus) y de cuatro en 1996 (Carcinus maenas, Pachygrapsus marmoratus, Gobius niger y Pomatoschistus minutus).

La estación exterior (AOE) es la que presenta los mayores valores en riqueza total (aunque es el menor obtenido hasta ahora) y diversidad (2,71) (el mayor de todos los años). La estación interior (AOI) presenta los mayores valores de densidad y número de individuos. Hacia el interior del estuario el número de individuos y la densidad aumentan, mientras que la diversidad disminuye desde la zona exterior hacia la interior.

12.4.2 CALIDAD BIOLÓGICA

En este apartado se hace referencia a la tendencia temporal y espacial de la calidad biológica. Aunque en 2003 fue el primer año en que se muestreaba este estuario dentro de la Red de Calidad, en años anteriores se realizó un estudio similar para la Diputación Foral de Gipuzkoa (Franco *et al.,* 1996), lo que permite establecer una comparación. Así, se han utilizado los datos obtenidos en los muestreos realizados los años 1996, 2003 y 2006.

La metodología aplicada para establecer la calidad biológica en peces en estuarios ha sido explicada en el Tomo 1. En la Tabla 173 se expresan los valores obtenidos para cada indicador considerado en el cálculo del estado para cada tramo de estuario objeto de estudio.

Al igual que en el resto de estuarios, los indicadores que hacen referencia a la ausencia de especies introducidas, indicadoras de la contaminación y salud piscícola son los que favorecen la calidad biológica, alcanzando los valores máximos. El indicador número de especies residentes también alcanza un valor máximo en la estación interna; y un valor medio en la estación exterior y estación media. La riqueza alcanza el valor medio en las tres estaciones y la presencia de peces planos es mínima en el en el tramo medio e interior y máxima en el exterior.

El indicador que evalúa la composición trófica de peces demersales presenta un valor de 3 para el porcentaje de omnívoros y un valor de 1 para el porcentaje de piscívoros en todos los tramos del estuario. Esto se debe a que el número y la densidad de omnívoros son superiores al de los piscívoros en todos los tramos del estuario, por lo que en todos los tramos del estuario existe una relación no equilibrada en la relación entre omnívoros y piscívoros (valor porcentual de 3:1). Por lo tanto, finalmente se obtiene que la estación exterior presenta una calidad biológica **'Buena'**, mientras que la estación media e interna es calificada como **'Aceptable'**.

Estación/año	AOE			AOM			AOI		
Parámetros	1996	2003	2006	1996	2003	2006	1996	2003	2006
Riqueza	5	5	3	3	3	3	3	3	3
Esp. Indicadoras contaminación	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Especies introducidas	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Salud piscícola	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Peces planos	1	1	5	1	1	1	1	1	1
Omnívoros	3	3	3	1	3	3	1	3	3
Piscívoros	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Especies residentes (nº)	5	5	3	5	3	3	5	3	5
Especies residentes (%)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PUNTUACIÓN	31	31	31	27	27	27	27	27	29
AFI	0.611	0.611	0.611	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.556
CALIDAD BIOLÓGICA	B	B	B	A	A	A	A	A	A

Tabla 173 Valores de los indicadores seleccionados para estimar la calidad biológica en cada estación (AOI interna, AOM media y AOE externa) y rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): ≥ 0.82; Bueno (B): 0.56 -0.82; Aceptable (A): 0.56 - 0.34; Deficiente (D): 0.34 - 0.17; Malo (M): ≤ 0.17. AFI: AZTI's Fish Index.

En la Figura 214 se resume como ha evolucionado la calidad biológica del estuario del Oria entre los años 1996, 2003 y 2006. En el tramo exterior (AOE), la pérdida de riqueza se compensa con el aumento del valor de la presencia de peces planos y porcentaje de especies residentes, lo que hace que en 2006 se obtenga la misma puntuación (31) y la misma calificación que en años anteriores (buena). En la estación media (AOM) el valor obtenido para la presencia de peces planos es menor al obtenido en 2003, por lo que la calidad biológica alcanzada es similar al obtenido en 1996: aceptable. En el tramo interior (AOI) la calidad evoluciona favorablemente, alcanzado en 2006 el límite del valor de bueno (aumenta la presencia de peces planos).

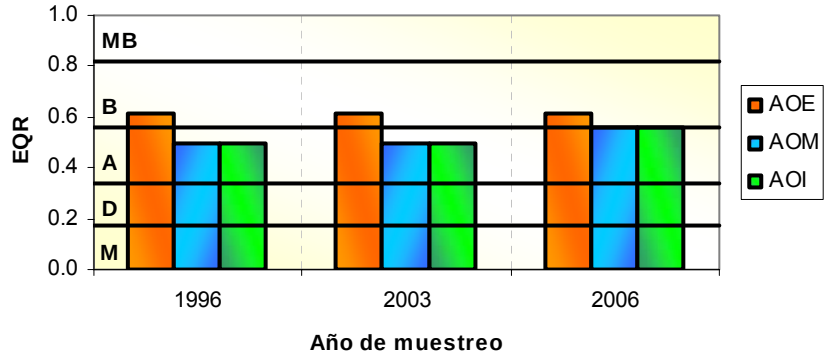


Figura 214 Valores de la calidad biológica obtenidos para cada estación en los años 1996, 2004 y 2007. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): ≥ 0.82; Bueno (B): 0.56 -0.82; Aceptable (A): 0.56 - 0.34; Deficiente (D): 0.34 - 0.17; Malo (M): ≤ 0.17. Interior (AOI), medio (AOM) y exterior (AOE).

El estuario del Oria ha sufrido durante décadas vertidos urbanos e industriales (papeleras, químicas, etc.), encauzamientos del canal principal, asentamientos portuarios y dragados. Evidentemente, la eliminación progresiva o acondicionamiento de algunas presiones originará una mejora en la calidad biológica del estuario.

Para establecer la calidad biológica en peces de toda la masa de agua de transición se aplica la metodología que ha sido explicada en el Tomo 1. La Figura 215 muestra la evolución de la calidad biológica en la masa de transición del Oria entre los años 1996 y 2006. La gráfica muestra como el valor de la calidad biológica de esta masa de transición ha evolucionado favorablemente, alcanzo en 2006 el estado 'bueno' de bueno. En el 2003 y 1996, la calidad era de aceptable, muy cerca del límite inferior de bueno.

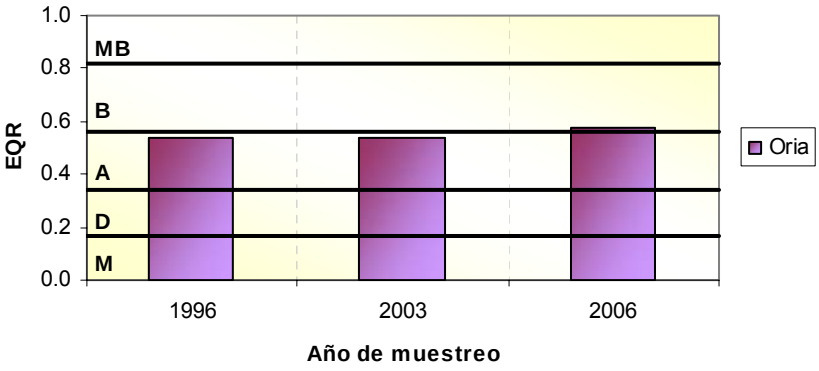


Figura 215 Valores de la calidad biológica obtenidos en la masa de transición del Oria entre los años 1996 y 2006. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): ≥ 0.82; Bueno (B): 0.56 -0.82; Aceptable (A): 0.56 - 0.34; Deficiente (D): 0.34 - 0.17; Malo (M): ≤ 0.17.

Según datos del informe realizado por Ikaur-Ekolur para la Diputación Foral de Gipuzkoa, en las aguas dulces del Oria se ha detectado la presencia de especies migradoras como *Salmo salar* (salmón atlántico –anádroma-), *Salmo truttta morpha trutta* (trucha de mar –anádroma-), *Anguilla anguilla* (anguila –catádroma) y *Alosa alosa* (sábalo –anádroma-). De todos ellos, las poblaciones de salmón atlántico dependen de los programas de repoblaciones y de sábalo solo se han cuantificado ejemplares sueltos los últimos años. *Petromyzon marinus* (lamprea de mar –anádroma-) aparece como especie extinguida en esta cuenca, no obstante, se sabe que han entrado ejemplares sueltos (el año pasado fue capturado un ejemplar de 1,175 gr. y 90 cm. de largo en la bocana del estuario).

La presencia de todas estas especies se debe principalmente a la mejora de la calidad de las aguas y a la construcción de pasos piscícolas adecuados en zonas de nula o poca accesibilidad, no obstante, las detracciones de caudal y las temperaturas limitantes en el eje principal (temperaturas superiores a 21.5º C en más de un 20% de los días) limitarán la recuperación de salmón atlántico y trucha de mar.

12.5. VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO

12.5.1 FITOPLANCTON

CLOROFILA

En el estuario del Oria se tomaron muestras para medir la concentración de clorofila en dos puntos, uno de ellos situado en la zona superior (E-O5), y otro en la zona inferior (E-O10). Las muestras se tomaron sólo en superficie. En la Figura 216 se muestra el conjunto de datos de clorofila y salinidad (n=16), que abarcaron dos situaciones de muestreo (pleamar y bajamar) y cuatro ocasiones a lo largo del año.

Los datos cubrieron un gradiente de salinidad desde 0,2 hasta 34,7 USP. Los valores mínimos de salinidad indican que las descargas fluviales influyeron considerablemente en el estuario en invierno. La concentración de clorofila varió entre 0,2 y 5,3 µg l^{-1}. Estos valores de clorofila se situaron en el rango inferior de los observados en los estuarios de la costa vasca durante 2008. Como también fue habitual en otros estuarios, las concentraciones máximas de clorofila se midieron en verano. En el caso del estuario del Oria coincidieron con aguas de carácter mesohalino situadas en la zona superior (E-O5).

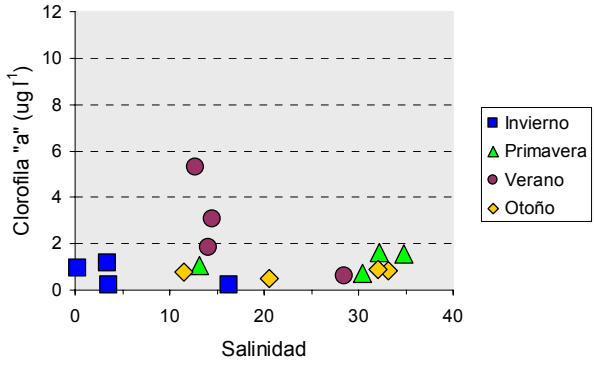


Figura 216 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino del estuario del Oria en las cuatro épocas de estudio durante 2008. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DEL FITOPLANCTON

En la Tabla 174 se presentan las variables que describen la estructura de la comunidad fitoplanctónica en el estuario. Se dispone de datos de las dos estaciones de muestreo (zona superior y zona inferior) en primavera y en verano. En otoño y en invierno no se tomaron muestras, ya que este estuario presenta generalmente condiciones de salinidad <30 USP. Por ello, se asume que se encuentra bastante influido por el arrastre producido por las descargas fluviales, que generalmente son más frecuentes en las épocas frías del año. Además, la turbiedad característica de las aguas de los estuarios puede limitar el crecimiento del fitoplancton durante las épocas del año de menor insolación (invierno y otoño).

La abundancia total del fitoplancton en el estuario presentó un rango de valores del orden de 10^5-10^6 células L^{-1}. Los valores máximos se observaron en primavera, en la cabecera del estuario. La variación temporal fue distinta a la que se observó en la concentración de clorofila, cuyos máximos aparecieron en verano. Sin embargo, hay que tener en cuenta que en la concentración de clorofila observada en el agua no sólo influye la abundancia del fitoplancton, sino también el tamaño celular, así como el estado fisiológico de estos organismos.

En primavera, el pico de abundancia registrado en la cabecera del estuario se debió a una floración de fitoplancton de pequeño tamaño. Se trató de una clorofícea, cf. *Halochlorococcum*, con $2 \cdot 10^6$ células l^{-1}. También se observaron otras células de pequeño tamaño, como haptofitas y flagelados sin identificar. Las diatomeas aportaron únicamente el 12% y los dinoflagelados el 1%, a la abundancia fitoplanctónica total. El tamaño celular de las especies que dominaron la comunidad explica que, a pesar de producirse un "bloom", la concentración de clorofila fuese muy baja (1,6 µg l^{-1}). En la estación E-O10, en primavera, no se observaron "blooms", ni siquiera presencia de clorofíceas. Las diatomeas, por el contrario, fueron muy frecuentes y aportaron el 57% a la abundancia total. Así, por ejemplo, se contabilizaron *Chaetoceros* spp., *Leptocylindrus danicus*, *Thalassiosira* sp. y diatomeas pennales. También contribuyeron las haptofitas y los pequeños flagelados.

En verano, se observó una abundancia similar en ambas zonas del estuario, e inferior a la detectada en primavera. En la estación E-O5 las diatomeas aportaron el 40%, siendo en su mayoría pennales (10-50 µm). Las clorofitas aportaron un porcentaje similar. El resto lo constituyeron pequeñas formas (criptofitas, haptofitas y flagelados sin identificar) y el dinoflagelado *Kryptoperidinium foliaceum*. En la estación E-O10, en

verano, dominaron en abundancia las clorofitas, criptofitas y pequeñas formas flageladas no identificadas.

En cuanto a las especies potencialmente tóxicas, se observó en primavera la diatomea *Pseudo-nitzschia* sp. (<3 µm), con baja densidad, 5.000 células l^{-1}. La haptofita potencialmente nociva para los ecosistemas, *Chrysochromulina* spp. mostró una concentración máxima de 85.000 células l^{-1}, también en primavera. El dinoflagelado *Kryptoperidinium foliaceum*, que puede formar mareas rojas y causar estrés metabólico en bivalvos, se detectó en la cabecera del estuario en verano con una abundancia baja, del orden de 10^4 células l^{-1}.

Estación	E-O5	E-O10
Fecha	06/05/2008	06/05/2008
Abundancia (Células/ml)	2.500	547
Diversidad (bit/cel)	1,3	3,1
Riqueza (Nº especies)	25	30
Estación	E-O5	E-O10
Fecha	10/09/2008	10/09/2008
Abundancia (Células/ml)	372	281
Diversidad (bit/cel)	2,9	3,3
Riqueza (Nº especies)	14	20

Tabla 174 Índices relacionados con Fitoplancton. Estuario del Oria. Los datos son de superficie, en pleamar.

CALIDAD BIOLÓGICA

A partir de 2007 se comienza a aplicar un nuevo criterio de evaluación para el fitoplancton en las aguas costeras, que ha sido acordado en las reuniones europeas de Intercalibración para la Directiva Marco del Agua. Este nuevo método no ha sido aún intercalibrado en aguas de transición, las cuales, por lo tanto, se evalúan en el presente informe con el mismo método que en años anteriores. Así, el fitoplancton en el estuario del Oria se evalúa con los datos de los últimos cinco años (periodo 2004-2008). La evaluación se realiza en base a cuatro indicadores (clorofila, abundancia de fitoplancton tóxico, abundancia de fitoplancton nocivo para los ecosistemas y abundancia total de fitoplancton) y el estado global del fitoplancton en cada una de las estaciones corresponde al que presenta el indicador peor clasificado (Tabla 175).

En los últimos cinco años, en la zona superior del estuario (estación E-O5) sólo se registraron en dos ocasiones concentraciones de clorofila que fueron ligeramente superiores al umbral de 16 µg l^{-1}, límite establecido en la metodología como indicador de eutrofia en aguas de transición. Estos valores se observaron en el verano de 2004 y la primavera de 2006. En la zona inferior del estuario (estación E-O10) nunca se han medido concentraciones superiores a dicho umbral. Por lo tanto, en base a los datos de clorofila el estado ecológico del fitoplancton se considera "muy bueno" en el estuario del Oria.

En base a los datos de abundancia de fitoplancton perjudicial para la salud humana o para la salud de los ecosistemas el estado se clasifica también como "muy bueno" en el último periodo de evaluación, ya que la abundancia de dichas especies nunca ha superado el umbral de 10^6 células l^{-1}. Las floraciones fitoplanctónicas, o "blooms", considerando el total de especies se producen con alguna frecuencia en la zona superior del estuario, aunque no afecten a la zona exterior. Por lo tanto, el indicador de "blooms" se clasifica como "bueno" en la estación E-O5 y como "muy bueno" en la estación E-O10.

Finalmente, como se indica en la Tabla 175, integrando ambos elementos, clorofila y comunidad fitoplanctónica, el **estado global del fitoplancton** durante el periodo 2004-2008 habría sido "**bueno"** en la estación E-O5 y **"muy bueno"** en la estación E-O10.

ESTACIÓN	Clorofila	Salud Humana	Salud Ecosistemas	Blooms	GLOBAL
E-O5	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
E-O10	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno

Tabla 175 Estuario del Oria. Calificación en función de clorofila y fitoplancton

12.5.2 MACROALGAS

Para su estudio, en 2006 la masa de agua de transición del Oria se dividió en 11 zonas, numeradas del 1 al 11 desde la desembocadura al interior. Ahora se han utilizado esos datos para la evaluación de 2008.

En la Tabla 176 se observan los datos obtenidos para el estuario del Oria en 2006 (comparados con los de 2003), con objeto de calificar cada tramo del estuario. La metodología utilizada se explica en el Tomo 1.

La calificación, es de **'Deficiente'** para el tramo adscrito a la estación **E-O10**, **'Aceptable'** para el tramo adscrito a la estación **E-O5** y **'Buena'** para el **tramo más interior**. Por tanto, se observa un empeoramiento en la calidad de los tramos más exteriores (E-O10 y E-O5) debido, principalmente, a un descenso en la riqueza de especies y a una mayor cobertura relativa de especies tolerantes a la contaminación, respecto a las sensibles.

ORIA	2003											2006										
INDICADORES	**M-EO1**	**M-EO2**	**M-EO3**	**M-EO4**	**M-EO5**	**M-EO6**	**M-EO7**	**M-EO8**	**M-EO9**	**M-EO10**	**M-EO11**	**M-EO1**	**M-EO2**	**M-EO3**	**M-EO4**	**M-EO5**	**M-EO6**	**M-EO7**	**M-EO8**	**M-EO9**	**M-EO10**	**M-EO11**
1- Riqueza	1	3	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
3- Cobertura indicadores contaminación	3	3	5	1	1	1	5	5	3	5	5	1	3	3	1	1	1	5	5	1	5	3
4- Cobertura media algas sin indic contamin.	1	1	1	3	5	1	3	1	1	1	1	3	1	1	1	5	1	3	3	5	1	3
5- Ratio verdes/resto	1	3	1	3	5	3	5	5	3	3	1	1	1	1	1	5	3	5	3	5	1	3
SUMA=	6	10	10	12	14	8	16	14	10	12	10	8	8	8	6	14	8	16	14	14	10	12
CALIFICACIÓN AREA=	M	A	A	A	B	D	B	B	A	A	A	D	D	D	M	B	D	B	B	B	A	A
EQUIVALENCIA=	2	6	6	6	8	4	8	8	6	6	6	4	4	4	2	8	4	8	8	8	6	6
SUPERFICIE=	0,4	2,5	0,9	2,2	3,0	0,1	4,4	2,0	1,8	0,2	1,4	0,4	2,5	0,9	2,2	3,0	0,1	4,4	2,0	1,8	0,2	1,4
PORCENTAJE SOBRE EL TRAMO=	0,1	0,7	0,2	0,2	0,3	0,0	0,5	0,4	0,3	0,0	0,3	0,1	0,7	0,2	0,2	0,3	0,0	0,5	0,4	0,3	0,0	0,3
VALOR GLOBAL=	0,2	4,0	1,4	1,4	2,5	0,0	3,6	3,0	2,0	0,2	1,5	0,4	2,7	0,9	0,5	2,5	0,0	3,6	3,0	2,7	0,2	1,5
EQUIVALENCIA TRAMO=		5,6			7,5					6,8			4,0			6,6					7,4	
ESTACIÓN RED ASIGNADA=		E-O10			E-O5					-			E-O10			E-O5					-	
CALIFICACIÓN TRAMO=		**A**			**B**					**B**			**D**			**A**					**B**	

Tabla 176 Calificación de cada indicador de macroalgas y las equivalencias para la calificación de cada tramo del estuario, asignado a cada estación de muestreo de la Red de Calidad, en 2003 y 2006.

12.6. INDICADORES FISICOQUÍMICOS

12.6.1 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN AGUAS

CONSIDERACIONES GENERALES

En los datos generales se observa la influencia de la estacionalidad a través de la temperatura y de las fluctuaciones en el caudal y composición de los aportes.

En la Tabla 177 se muestran los datos medios anuales, correspondientes a las campañas de 2008, de las variables hidrográficas analizadas en superficie y fondo en el estuario del Oria, y de las variables relacionadas con el estado trófico (únicamente en superficie).

Para esta serie de datos, la diferencia en cuanto a temperatura entre las estaciones E-O5 y E-O10 no es muy importante, pero la diferencia de salinidad es considerable entre las dos estaciones (aproximadamente 11 USP). Las aguas de superficie de la cabecera (E-O5) presentan un carácter algo más continental (porcentaje de agua dulce ~40-57 %) que el resto (porcentaje de agua dulce ~24-38 %). La columna de agua en la zona interior se encuentra ligeramente estratificada, al menos en las épocas en las que la descarga fluvial no es excesiva, debido a las diferencias de salinidad entre superficie y fondo (~6 USP).

El oxígeno disuelto, en promedio anual, se mantiene entre 70 y 86%, tanto en la superficie como en el fondo de la columna de agua. Al igual que en 2007, los valores mínimos registrados en el año 2008 se observan en verano en la zona de cabecera.

Las concentraciones de nutrientes disueltos siguen un patrón de disminución a lo largo del eje longitudinal del estuario, en respuesta al incremento de la proporción de agua marina hacia la zona de desembocadura, y así, en la estación E-O10, las concentraciones se encuentran, en promedio anual, en concentraciones netamente inferiores que en la zona de cabecera. Ello indica que los procesos de consumo, aporte y modificación a lo largo del estuario, aunque puedan darse, ejercen una influencia secundaria en la concentración de estos nutrientes en la columna de agua frente a los procesos de mezcla y dilución. También las riadas pueden ejercer un efecto de dilución de estos nutrientes cuando sus principales fuentes de procedencia no son las aguas continentales (por ejemplo, cuando son aportados fundamentalmente por vertidos de aguas residuales, por el sedimºento o la propia biota del estuario).

Respecto a la importancia relativa de las formas inorgánicas, el nitrógeno inorgánico (suma de nitrato, nitrito y amonio), así como el fosfato suponen un elevado porcentaje del total de N y P en ambas zonas del estuario (~63 % en el caso del nitrógeno y ~57% en el caso del fósforo). Además, el nitrato se encuentra, en promedio, en niveles claramente más altos que el amonio. Proporciones muy altas de formas reducidas (amonio, así como, N y P orgánicos) suelen indicar aportes elevados de aguas residuales domésticas. En el estuario del Oria no se evidencia en el año 2008 dicha situación. Por otra parte, el predominio de los materiales con un importante componente detrítico se traduce en un predominio del carbono frente al nitrógeno.

Variable	Unidad	E-O5-S	E-O5-F	E-O10-S	E-O10-F
Temperatura	°C	15,58	15,78	15,59	15,93
Salinidad	USP	15,09	21,39	21,79	26,87
Agua fluvial	%	57,61	39,91	38,78	24,53
Saturación O2	%	76,87	70,68	86,82	77,06
pH		8,01	7,97	7,81	7,91
Silicato	$\mu mol.dm^{-3}$	38,28		27,33	
Amonio	$\mu mol.dm^{-3}$	18,78		9,14	
Nitrito	$\mu mol.dm^{-3}$	4,68		2,85	
Nitrato	$\mu mol.dm^{-3}$	62,82		42,88	
Nitrógeno Total	$\mu mol.dm^{-3}$	129,63		89,38	
Fosfato	$\mu mol.dm^{-3}$	2,13		1,41	
Fósforo Total	$\mu mol.dm^{-3}$	3,61		2,56	
Carbono O. Total	$\mu mol.dm^{-3}$	174,49		146,82	

Tabla 177 Estuario del Oria. Valores medios de variables relacionadas con el estado trófico. F: fondo, S: superficie.

EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LAS VARIABLES HIDROGRÁFICAS GENERALES

En las series de datos disponibles no se observan tendencias que indiquen un incremento o descenso significativo y mantenido de los valores de las variables de tipo general y de las relacionadas con el estado trófico. En general predominan las situaciones alternantes, con una distribución de tipo "dientes de sierra" en la que se observa la incidencia de la estacionalidad y de la variabilidad en las condiciones hidrológicas. Tal como se señala en el estudio de presiones e impactos (Borja et al., 2006a), el nivel de presión relacionado con la entrada de nutrientes es medio en el estuario del Oria. Por la relación entre el tamaño de la cuenca y las dimensiones del estuario resulta menos evidente el efecto de la reducción de la carga de nutrientes de origen urbano y la aportación de menos nitrógeno reducido y fosfato (Figura 217). No obstante se observa una disminución importante de la entidad de los máximos de NID y fosfato.

En la Figura 218 se presenta la evolución temporal del oxígeno disuelto en el estuario del Oria (estaciones E-O5 y E-O10). Por una parte, se aprecia el ciclo estacional, con máximos en la época invernal y mínimos en la estival. El Oria experimentó un aumento del oxígeno disuelto entre 1994 y 2001 llegando a alcanzar la situación de sobresaturación. Posteriormente, se da se da un descenso en la saturación hasta el 2008 donde se han registrado los valores más bajos de la serie (valores entre el 60 y 80%) (Figura 218). Aun así, no se dan situaciones de déficit de oxígeno en este estuario.

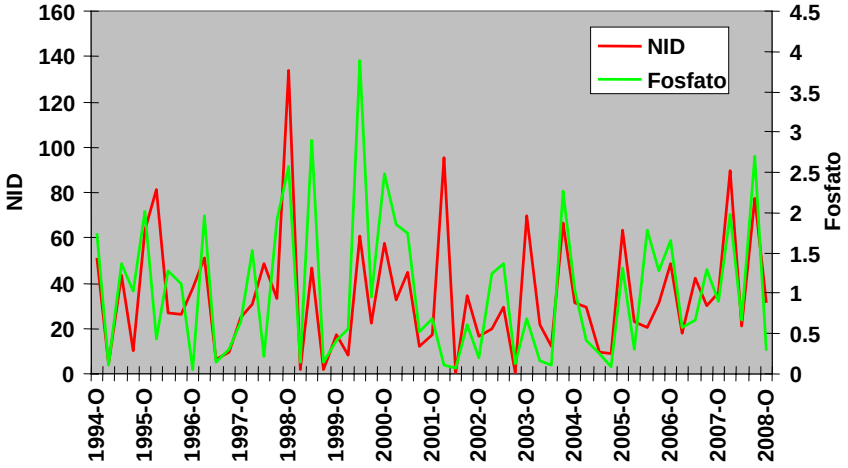


Figura 217 Evolución trimestral, entre otoño de 1994 y otoño de 2008, de la concentración de Nitrógeno Inorgánico Disuelto (NID) y fosfato, ambos en micromoles por litro, en aguas de superficie (media de pleamar y bajamar), en la estación E-O10.

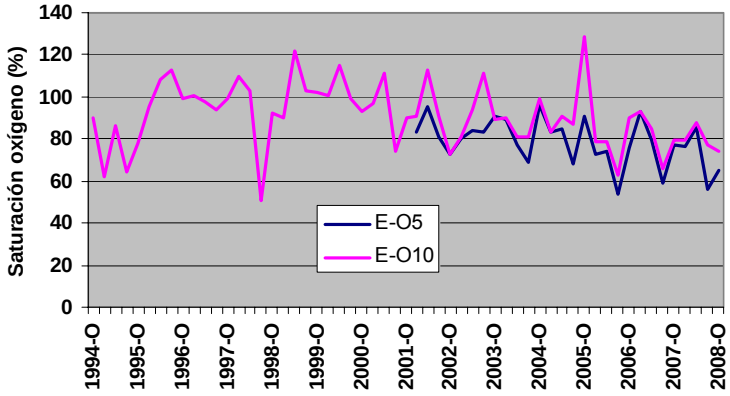


Figura 218 Evolución temporal del porcentaje de saturación de oxígeno disuelto en el estuario del Oria (estaciones EO-5 y E-O10), media de pleamar y bajamar, superficie y fondo.

METALES DISUELTOS

Las concentraciones de cromo (trivalente y hexavalente) y mercurio en las aguas de superficie de las estaciones del estuario del Oria se mantienen, como en la mayoría de los casos precedentes, por debajo de su límite de detección (2, 3 y 0.3 $\mu g \cdot l^{-1}$, respectivamente).

En la Figura 219 se muestra la evolución de la concentración media del resto de los metales para el periodo comprendido entre otoño de 1994 y verano de 2008. Los valores empleados son medias correspondientes a los datos de pleamar y bajamar para las dos estaciones de muestreo del estuario (E-O5 y E-O10), hasta el año 2006, desde 2007 solamente se han muestreado las estaciones en bajamar.

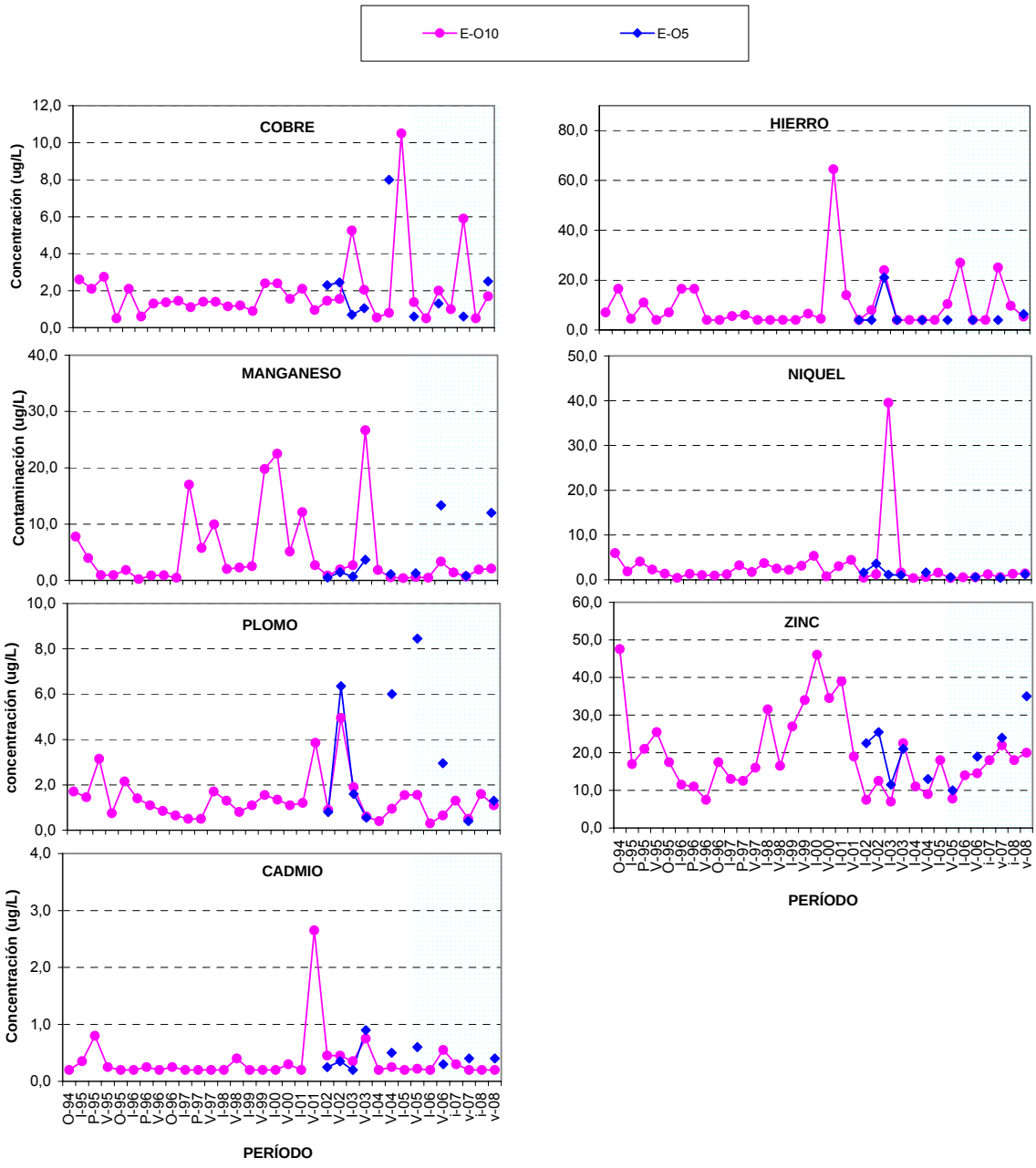


Figura 219 Evolución temporal de la concentración media (pleamar-bajamar) para cada metal en las estaciones del estuario del Oria en el periodo que abarca desde otoño de 1994 a verano de 2006, desde el año 2007 solo se ha tenido en cuenta los datos de bajamar.

En general, no se observan tendencias bien definidas en la evolución de las concentraciones de los distintos metales en las aguas del estuario y predominan las oscilaciones en la mayoría de los metales. A lo largo de los años se puede apreciar un claro descenso en la concentración de plomo, hierro y cadmio, al contrario del zinc que en los últimos años ha tenido una tendencia clara a la subida, sin llegar alcanzar el objetivo de calidad establecido para este metal. Manganeso y níquel también presentan una tendencia a disminuir su concentración. Sin embargo el cobre presenta una tendencia a aumentar

la concentración aunque sin llegar a superar su correspondiente objetivo de calidad (fijado en 25 $\mu g \cdot l^{-1}$).

En 2008 las concentraciones de cobre, zinc y manganeso han aumentada de concentración respecto al año anterior, siendo muy destacado el aumento en la estación E-O5. Por el contrario la concentración de hierro y plomo ha diminuido ligeramente respecto el año pasado. La concentración de níquel se ha mantenido muy similar en las dos estaciones en los últimos años. El cadmio también mantiene la concentración respecto a años anteriores manteniendo la concentración de la estación E-O5 (0,4 $\mu g \cdot l^{-1}$) en los últimos años por encima del objetivo de calidad establecido (0,2 $\mu g \cdot l^{-1}$).

CONTAMINANTES ORGÁNICOS Y OTROS CONTAMINANTES ESPECÍFICOS

Se registran concentraciones significativas de congéneres de PAHs derivados del naftaleno y fenantreno, en las dos estaciones de muestreo en la campaña de verano, sin llegar a superar el objetivo de calidad establecido para cada uno de los compuestos en concreto.

ESTADO EN FUNCIÓN DE LOS INDICADORES FÍSICO-QUÍMICOS

En 2008, la calidad físico-química de la masa de agua se puede calificar como: **'Muy Buena'** en ambas estaciones.

En cuanto a los objetivos de calidad físico-química, ambas estaciones cumpen para todas las variables.

ESTADO QUÍMICO

Teniendo en cuenta las Directivas europeas y la normativa española, referida a aguas (ver Tomo 1), se puede decir que en este estuario **'No Cumplen'** ninguna de las estaciones (E-O5 y E-O10) por presencia de Cd.

12.6.2 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS

PARÁMETROS SEDIMENTOLÓGICOS DE CARÁCTER GENERAL

En la Tabla 178 aparecen los datos de parámetros sedimentológicos correspondientes a los muestreos de invierno de 2008 en cada estación.

En 2008 los parámetros evaluados presentan baja variación espacial, en comparación con otros estuarios. La estación más interna presenta un sedimento más fino y con mayor contenido en materia orgánica, carbono y nitrógeno.

En la Figura 220 se muestra la evolución temporal de la composición granulométrica, contenido en materia orgánica y relación carbono/nitrógeno. Los datos han sido el resultado del análisis de muestras obtenidas en sucesivas campañas desde el año 1994. Para la estación más interna del estuario, E-O5, el inicio de los muestreos fue en 2002.

La estación E-O10 presenta en la mayoría de los muestreos un sedimento predominantemente arenoso y gravoso, con bajo contenido en la fracción fina. Al contrario, la estación más interna E-O5 posee un sedimento más fino. Esta estación interna presenta un descenso discontinuo en su contenido en la fracción fina y el contenido en materia orgánica.

La relación C/N muestra una alta variabilidad temporal en la estación más cercana a la desembocadura (E-O10). En general, los valores de C/N en la estación E-O5 son inferiores a los de la estación más exterior, E-O10, y las concentraciones de NOP son un orden de magnitud superiores (típicas de zonas ricas en materia orgánica con escasa actividad detrítica como puede ser la zona interna de un estuario) que en la estación E-O10.

ESTACIÓN	INVIERNO - 2008							
	GRAVA (%)	ARENA (%)	FINO (%)	M.O. (%)	REDOX (mV)	C.O.P. ($mol \cdot Kg^{-1}$)	N.O.P. ($mol \cdot Kg^{-1}$)	C / N
E-O5	0,57	34,20	65,23	6,45	-15	4,15	0,26	15,8
E-O10	0,94	43,84	55,21	4,83	-30	3,45	0,16	21,6

Tabla 178 Parámetros sedimentológicos correspondientes a los muestreos de invierno de 2008 en cada estación. (GRAVA > 2 mm > ARENA > 63 µm > FINO). M.O.: materia orgánica; REDOX: potencial redox; C.O.P.: carbono orgánico particulado; N.O.P.: nitrógeno orgánico particulado; C / N: relación carbono / nitrógeno.

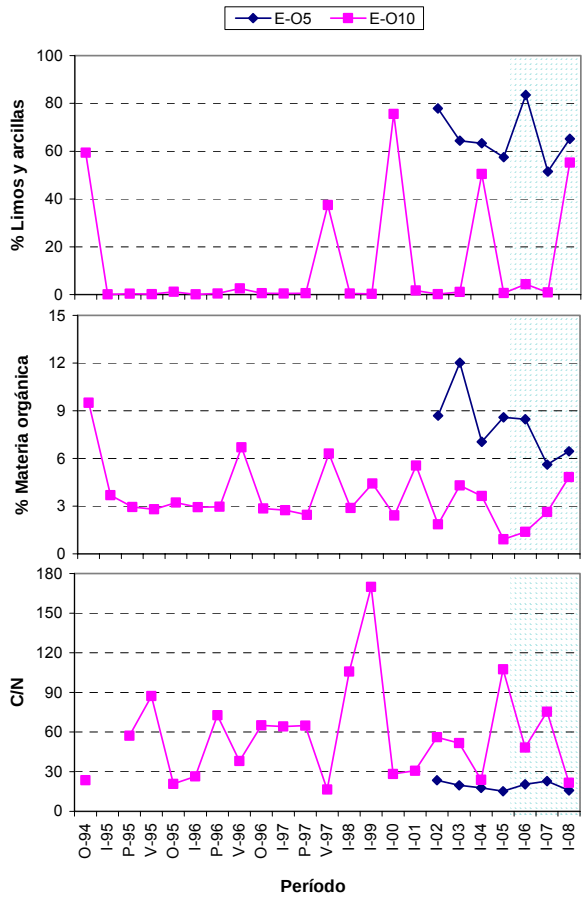


Figura 220 Gráficas de evolución temporal del contenido en arenas, contenido en materia orgánica y relación C/N de los sedimentos de la masa de agua de la transición del Oria desde 1994.

METALES PESADOS

Las concentraciones de los metales pesados analizados en la campaña invierno 2008 en las dos estaciones estuáricas consideradas se resumen en la Tabla 179. Se indican también los valores medios para cada metal y la desviación estándar.

Los datos que se refieren a estas dos estaciones indican poca variabilidad entre las muestras con un gradiente decreciente desde el interior hasta el exterior de este estuario para algunos metales como el Cd, Cu, Fe, Hg, Ni, Pb y Zn.

La variación temporal para cada uno de los metales analizados se estudia a partir del factor de contaminación y se ilustra en la Figura 221, donde se incluyen también los valores obtenidos en la estación E-O5 desde 2002.

En los años más recientes la concentración de Fe, Ni y Mn presenta poca variabilidad temporal, con factores de contaminación próximos a la unidad. La concentración de Cr también presenta poca variabilidad temporal, pero los factores de contaminación están centrados en torno a 2 en los años más recientes. La concentración de Cu, Pb y Zn también presentan poca variabilidad temporal, pero los factores de contaminación están centrados en torno a 2 en la estación E-O5, y la unidad en la estación E-O10, en los años más recientes. La concentración de Hg es la que presenta mayor variabilidad temporal, aunque en los años más recientes el factor de contaminación está centrado en torno a 1,5. El factor de contaminación de Hg superó el valor de 3, en varios muestreos entre los años 1999 y 2003.

ESTACIÓN	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn
	mg·Kg^{-1}								
E-O5	0,40	42,5	69,3	32475	0,23	232,3	42,9	77,9	245,9
E-O10	0,26	51,8	52,4	30727	0,18	251,4	40,8	67,7	186,5
MEDIA	0,33	47,1	60,9	31601	0,20	241,9	41,9	72,8	216,2
DESV. EST	0,10	6,6	11,9	1236	0,04	13,5	1,5	7,2	42,0

Tabla 179 Concentración de metales pesados en los sedimentos en la campaña de invierno de 2008 en la masa de agua de la transición del Oria.

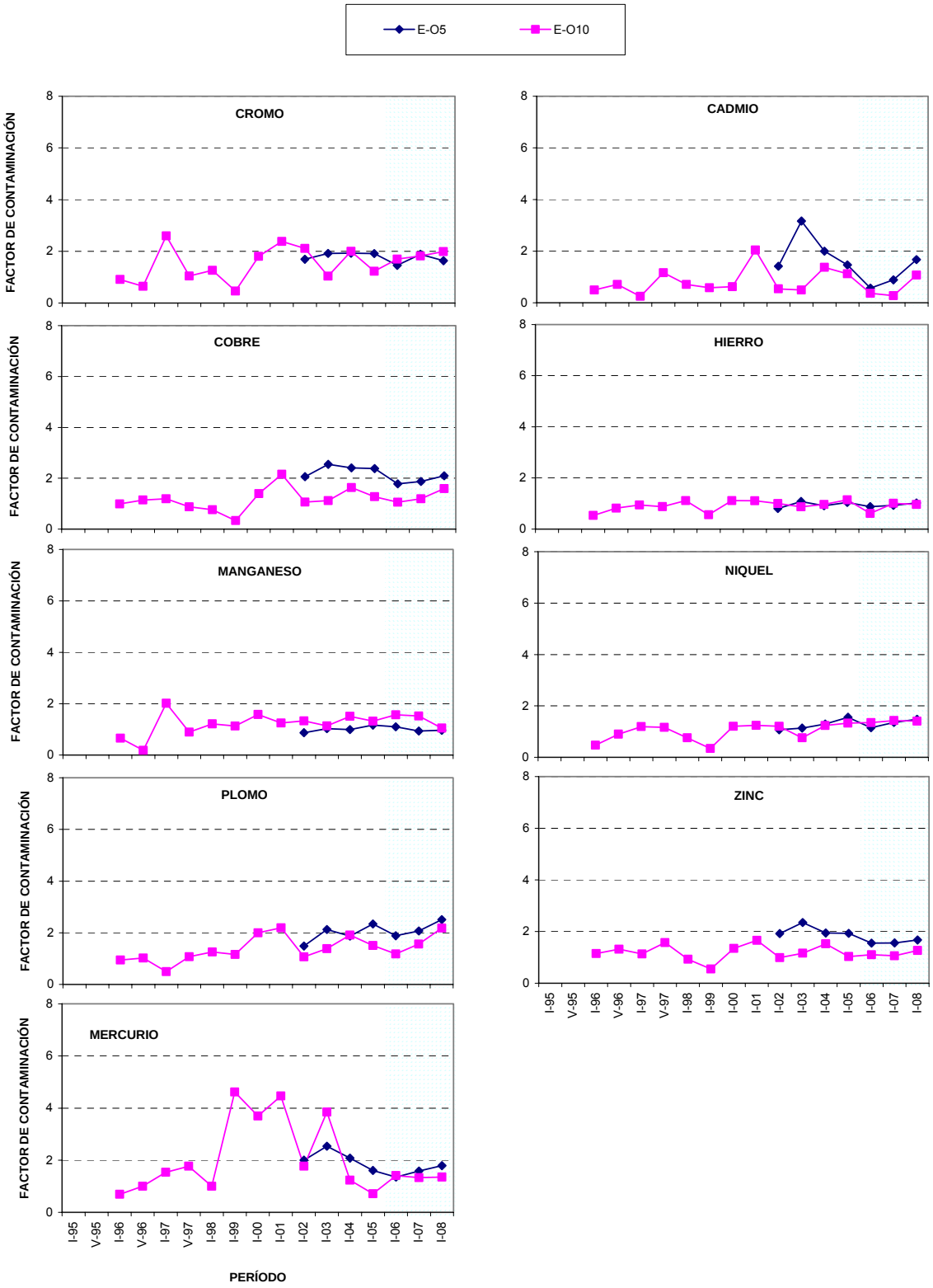


Figura 221 Evolución temporal de los factores de contaminación calculados para cada metal en la estación E-O10 (desde 1996) y en la estación E-O5 (desde 2002).

COMPUESTOS ORGÁNICOS

En la Figura 222 se muestra la evolución de las concentraciones de compuestos orgánicos (µg kg^{-1}) para la estación E-O10 (desde 1995), y para la estación E-O5 (desde 2002).

El sumatorio de la concentración de PCBs muestra mayor variabilidad temporal en la estación más interna (E-O5) que en la externa (E-O10), destacando el máximo registrado en 2007 en la estación E-O5.

Respecto a los PAHs, se ha ido observando una tendencia a la subida en la estación E-O10, la cual los últimos años se ha mantenido medianamente estable junto con la estación E-O5 cerca del límite de detección establecido.

La concentración de DDT (y sus derivados), los compuestos DRIN y hexaclorobenceno (HCB) se mantiene en los años recientes en valores próximos o inferiores al límite de detección. El aparente incremento en HCH desde 2006 a 2007 es debido a un incremento en los límites de detección.

El sumatorio de la concentración de PAHs muestra una tendencia ascendente en la estación más externa E-O10 desde 1995. En la estación más interna E-O5 el rango de variabilidad es superior a la E-O10 en los últimos años, pero sin mostrar una tendencia evidente.

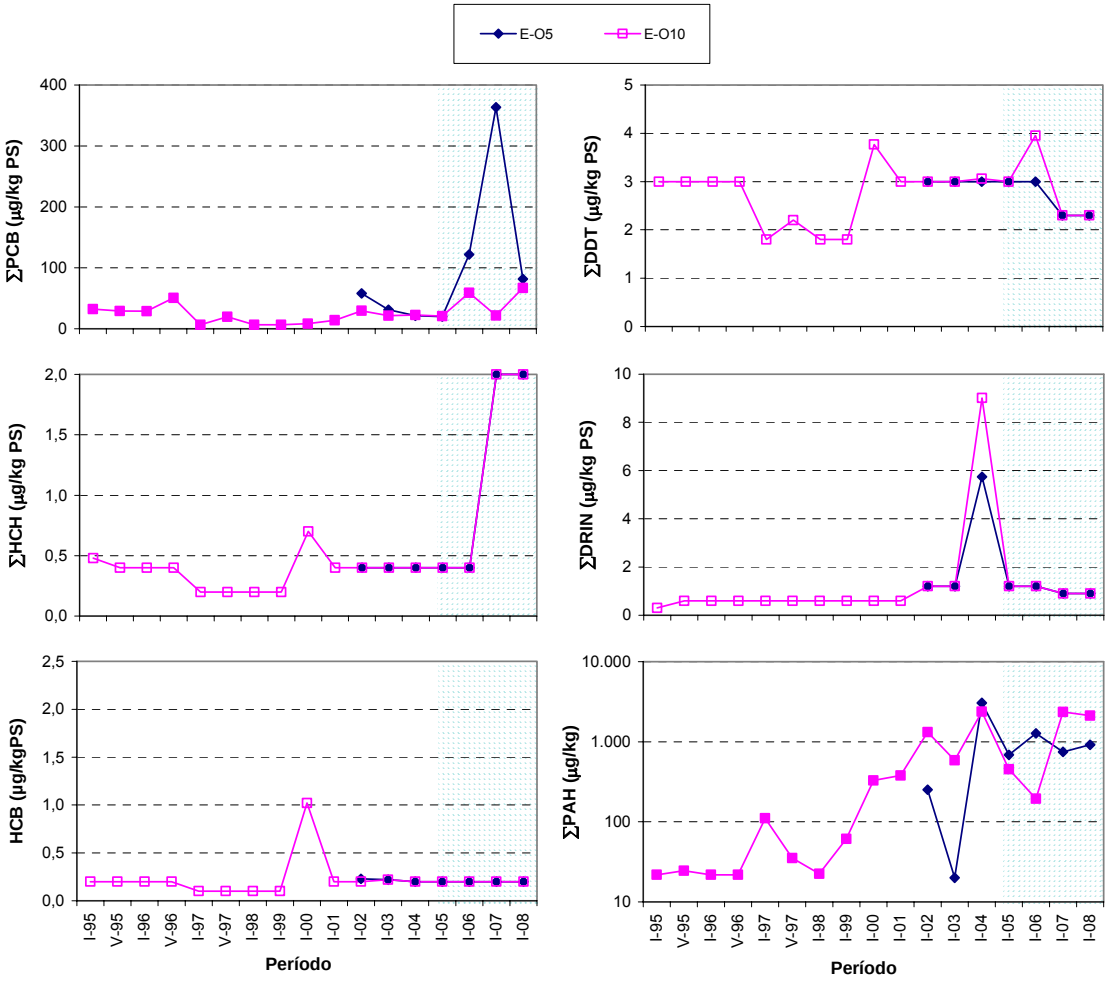


Figura 222 Evolución temporal de la concentración de compuestos orgánicos (µg kg^{-1}) desde 1995.

NORMATIVAS

Como se ha explicado en el capítulo de metodología, a nivel estatal no existe una legislación por la que se regule la gestión de sedimentos contaminados, sino que las actuaciones en este campo se hallan controladas por las correspondientes autorizaciones que, en su caso, concedan las administraciones correspondientes.

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

Siguiendo la metodología expuesta en Borja *et al.* (2003) para establecer el grado de contaminación en los sedimentos, se ha calculado el índice de carga contaminante global (ICC) para cada estación y para todos los metales. En la Tabla 180 se presenta la clasificación de la contaminación en los sedimentos estuáricos del Oria en función de los metales pesados en

2008, basada en los Factores de Contaminación e Índices de Carga Contaminante (ICC) (Müller, 1979). También se ha estudiado su evolución temporal. El resultado de este estudio se ilustra en la Figura 223 como evolución del índice de carga contaminante global de metales pesados, desde 1996. La línea negra indica el límite de contaminación.

ESTACIÓN	FACTORES DE CONTAMINACIÓN									ICC
	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn	GLOBAL
E-O5	CL	CL	CL	CL	CL	NC	CL	CL	CL	CL
E-O10	CL	CL	CL	NC	CL	CL	CL	CL	CL	CL
TOTAL	CL	CL	CL	NC	CL	CL	CL	CL	CL	CL

Tabla 180 Clasificación de la contaminación en los sedimentos de la masa de agua de la transición del Oria en función de los metales pesados en 2008, basada en los Factores de Contaminación e Índices de Carga Contaminante (ICC) (MÜLLER, 1979). CE: contaminación extrema; C: contaminación media; CL: contaminación ligera; NC: no contaminado. Se presentan también los ICC globales por estación y por metal.

Los resultados recogidos en la tabla indican una contaminación global ligera en ambas estaciones y para el conjunto del estuario a la que contribuyen prácticamente todos los metales exceptuando el Fe.

La variación temporal del ICC global no presenta tendencias evidentes ni elevada variabilidad, alcanzando valores inferiores a 2 (Figura 223).

Como primera aproximación para estimar la potencial toxicidad de los sedimentos se utilizan como referencia los niveles de toxicidad calculados por Long *et al.* (1995) (Borja *et al.*, 2003). A la vista de estos valores y de las concentraciones de metales analizadas en la campaña de 2008 se deduce que en las dos muestras analizadas las concentraciones de Cu, Hg, Ni, Pb y Zn están por encima del nivel bajo de toxicidad. Esto representaría un cierto riesgo de efectos biológicos en estas estaciones.

Para los compuestos orgánicos se siguen los criterios utilizados para la evaluación de la contaminación, tal como se explica en Borja *et al.* (2003). Siguiendo estos criterios, las concentraciones de compuestos orgánicos obtenidas en la campaña de 2008 resultan en un ICC global de contaminación ligera, para cada estación, causada por la contaminación de PCBs y PAHs. En el caso de los PCBs, las concentraciones obtenidas superan el nivel bajo de toxicidad en ambas estaciones.

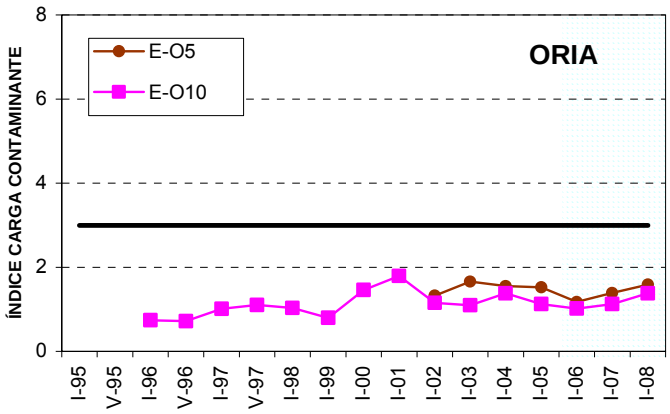


Figura 223 Evolución del índice de carga contaminante global de metales pesados desde 1996. La línea negra indica el límite de contaminación.

12.6.3 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN BIOTA (MOLUSCOS)

En el estuario del Oria el 27 de octubre de 2008 se recolectaron ostras debajo del puente de la autopista (I-O10). Los datos correspondientes a bacteriología, metales pesados y compuestos orgánicos de la campaña de otoño de 2008 se pueden observar en la Base de Datos.

BACTERIOLOGÍA

La evolución de las concentraciones de bacterias en el estuario del Oria se representa en la Figura 224.

La concentración de **coliformes fecales** en otoño de 2008 (<100 NMP·100 ml^{-1}) es el valor más bajo registrado desde 1994. Dado que en 2008 presenta menos de 300 NMP·100 ml^{-1}, se clasifica como zona tipo A, es decir, apta para el marisqueo.

En cuanto a los **estreptococos fecales**, la concentración en otoño de 2008 (<100 NMP·100 ml^{-1}) es la menor de las registradas desde 1994.

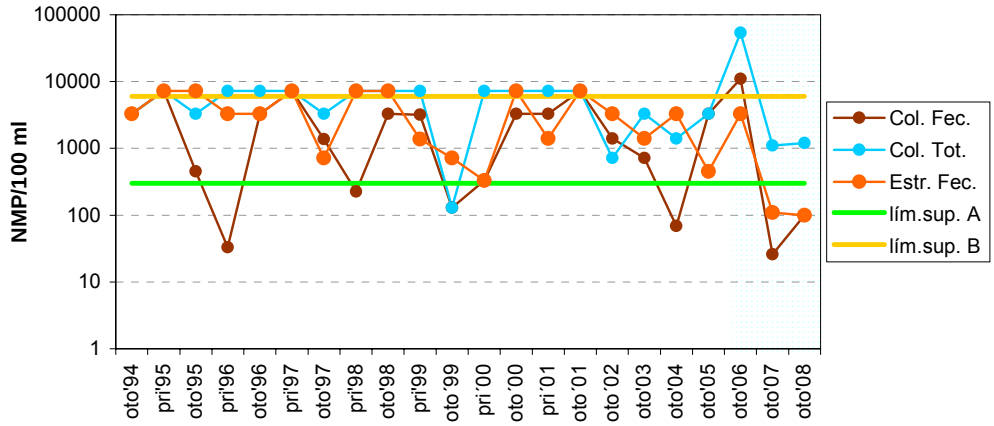


Figura 224 Evolución de la concentración de bacterias en la estación I-O10 a lo largo del periodo de estudio (otoño de 1994-otoño de 2008).

METALES PESADOS

En la Figura 225 se muestra la evolución de la concentración de los distintos metales estudiados desde 1994.

La concentración de **cadmio** (0,97 mg kg^{-1}) es la más elevada registrada en esta masa de agua desde 1994. Este valor está próximo al límite legal (1 mg kg^{-1}) y supera el valor de referencia del CIEM (0,4 mg kg^{-1}).

El **cromo** presenta una concentración de 0,35 mg kg^{-1}, la más baja desde 2004. En cuanto al cumplimiento de la legislación, incluso la máxima concentración, que se dio en primavera de 1999 (0,74 mg kg^{-1}), es inferior a los 1,8 mg kg^{-1} contemplados para el cromo.

A la hora de interpretar la evolución de la concentración de **cobre** a lo largo del periodo de estudio, hay que tener en cuenta que el cobre forma parte de la hemocianina, componente principal del sistema circulatorio de la ostra (BORJA y VALENCIA, 1993). Por lo tanto, sería conveniente diferenciar los años en los que se recolectaron mejillones de aquellos en los que se ha recolectado ostra.

En otoño de 2008, en el que la concentración se ha medido en mejillón, el cobre presenta una concentración de 1,07 mg kg^{-1}. Este valor es más bajo medido durante el periodo de estudio en esta estación. La concentración máxima de cobre en ostra se ha observado en otoño de 1996 (92 mg kg^{-1}), único caso en el que se superan el límite legal y el valor de referencia del CIEM para el cobre en las ostras (60 mg kg^{-1}, en ambos casos). En cuanto a las concentraciones en mejillón, sólo en otoño de 1998 (62 mg kg^{-1}) se supera el límite legal para el cobre en mejillón, 20 mg kg^{-1}.

En cuanto al **mercurio**, en otoño de 2008 la concentración es próxima al nivel de detección (0,02 mg kg^{-1}). A lo largo del periodo de estudio, la mayoría de las concentraciones de Hg se han mantenido por debajo del límite de detección correspondiente, por lo que no se han superado ni el límite legal, 0,5 mg kg^{-1}, ni el valor de referencia del CIEM, 0,2 mg kg^{-1}.

El **níquel** presenta una concentración (0,34 mg kg^{-1}) superior a los tres últimos años. Aunque para este metal no hay establecido un límite legal, existe un valor de referencia dado por el CIEM, 1,5 mg kg^{-1}. En el estuario del Oria, este valor sólo se ha visto superado en primavera de 1997, cuando la concentración fue de 1,68 mg kg^{-1}.

Para el **plomo**, en otoño de 2008 (0,11 mg kg^{-1}) se observa una concentración intermedia la determinada en muestreos de años recientes. El límite legal para su consumo (1 mg kg^{-1}) se ha superado en muestreos previos.

Por último, la concentración de **zinc** en la muestra de otoño de 2008 (45 mg kg^{-1}) es similar al muestreo anterior. En esta estación de forma generalizada, se observan concentraciones de zinc más elevada aquellos años en los que se recolectaron ostras. La máxima concentración observada a lo largo del seguimiento corresponde a la de otoño de 1999 (1.041 mg kg^{-1}), que supera tanto el valor de referencia dado por el CIEM, 600 mg kg^{-1}, como el límite legal, 1.000 mg kg^{-1}. La concentración de otoño de 1996 (862 mg kg^{-1}) también supera el valor de referencia dado por el CIEM.

La concentración de **plata**, se comenzó a medir en los moluscos en la campaña de 2007 con un valor de 0,005 mg kg^{-1} que se incrementó en 2008 (0,008 mg kg^{-1}).

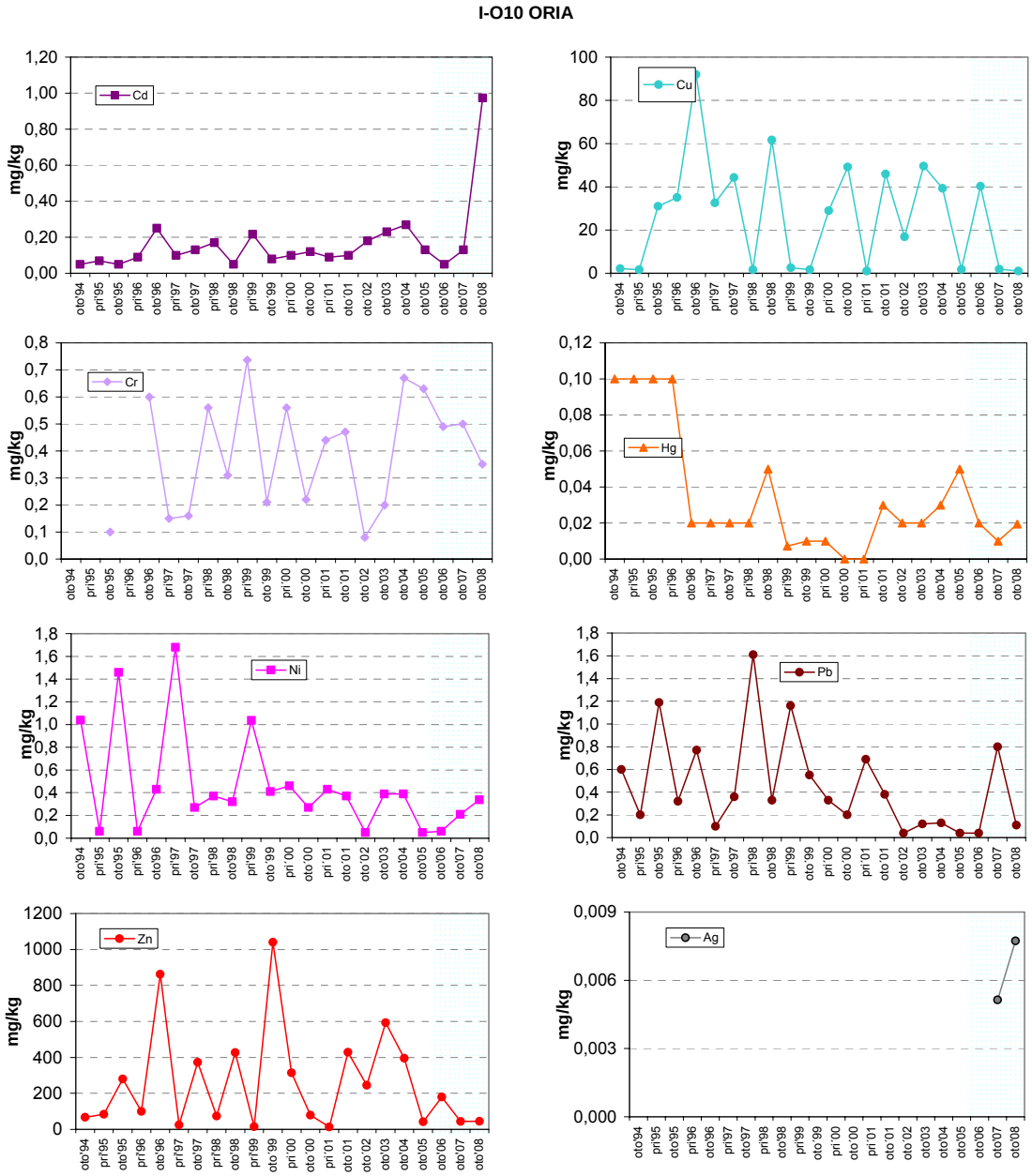


Figura 225 Evolución de la concentración de metales en moluscos (mg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-O10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2008).

COMPUESTOS ORGÁNICOS

En este apartado se contemplan diversas sustancias de origen antrópico. En su mayoría, se caracterizan por ser utilizadas como biocidas o pesticidas, pero también son utilizados por la industria. Como no hay legislación española específica para la mayoría de estas sustancias, nos hemos basado en NAUEN (1983) para recopilar lo existente en otros países del entorno y obtener los valores límites.

En la Figura 226 se muestra la evolución de la concentración de compuestos orgánicos en moluscos (µg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-O10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2008).

En el caso de los policlorobifenilos **(PCBs)** se han sumado las concentraciones de los 7 congéneres analizados, con objeto de poder compararlas con las de otros lugares. Hay que tener en cuenta que el dato puede variar al ser diferente el número de congéneres estudiados en otras zonas. En la estación I-O10, en el muestreo de otoño de 2008 la concentración de PCBs alcanza el valor de 6,4 µg kg^{-1}, el valor más bajo desde 2002. Teniendo en cuenta que los valores que se dan para la concentración de PCBs en moluscos (NAUEN, 1983) oscilan entre 1 a 5 ppm, se toma como valor límite 2 ppm (2.000 µg kg^{-1}). Por lo tanto, ni la concentración

máxima de PCBs observada en otoño de 1994 (1.016 µg kg^{-1}) supera este valor.

La concentración de **DDT** corresponde a la suma de los tres compuestos de DDT analizadas (p-p'DDE, p-p'DDD, p-p'DDT). La concentración de otoño de 2008 no superó el límite de detección (0,6 µg kg^{-1}). A lo largo del periodo de estudio, la concentración máxima se ha observado en la primavera de 1995 (35,1 µg kg^{-1}). Incluso en esta ocasión, el valor límite (2 ppm = 2.000 µg kg^{-1}) se encuentra muy alejado.

La concentración de **HCH** corresponde a la suma de α-HCH y γ-HCH (lindano). En otoño de 2008 la concentración es inferior al límite de detección, 0,08 µg kg^{-1}. La concentración más elevada de HCH en el estuario del Oria se dio en primavera de 1996, 1,40 µg kg^{-1}. Teniendo en cuenta que el valor límite sólo para el lindano es 200 µg kg^{-1}, incluso este máximo se encuentra muy por debajo de dicho límite.

Las concentraciones de **HCB** a lo largo del periodo de estudio, en general, no superan los límites de detección correspondientes, ni el valor límite para este compuesto, 200 µg kg^{-1}.

En cuanto a las concentraciones de los **drines** (aldrín, dieldrín, e isodrín) en raras ocasiones se superan los límites de detección correspondientes.

Por último, desde otoño de 2002 se estudian los **PAHs** en moluscos (Borja *et al.,* 2003); en esa campaña, ninguno de los compuestos analizados superó el límite de detección correspondiente. Sin embargo, se ha observado un aumento en la concentración de la suma de PAHs en este punto de muestreo; alcanzando el máximo en otoño de 2007 (188 µg kg^{-1}), seguido por un descenso en 2008 (77 µg kg^{-1}). La concentración de benzo(a)pireno es 4,6 µg kg^{-1}), inferior al máximo permitido para el consumo según el Reglamento (CE) n° 208/2005.

I-O10 ORIA

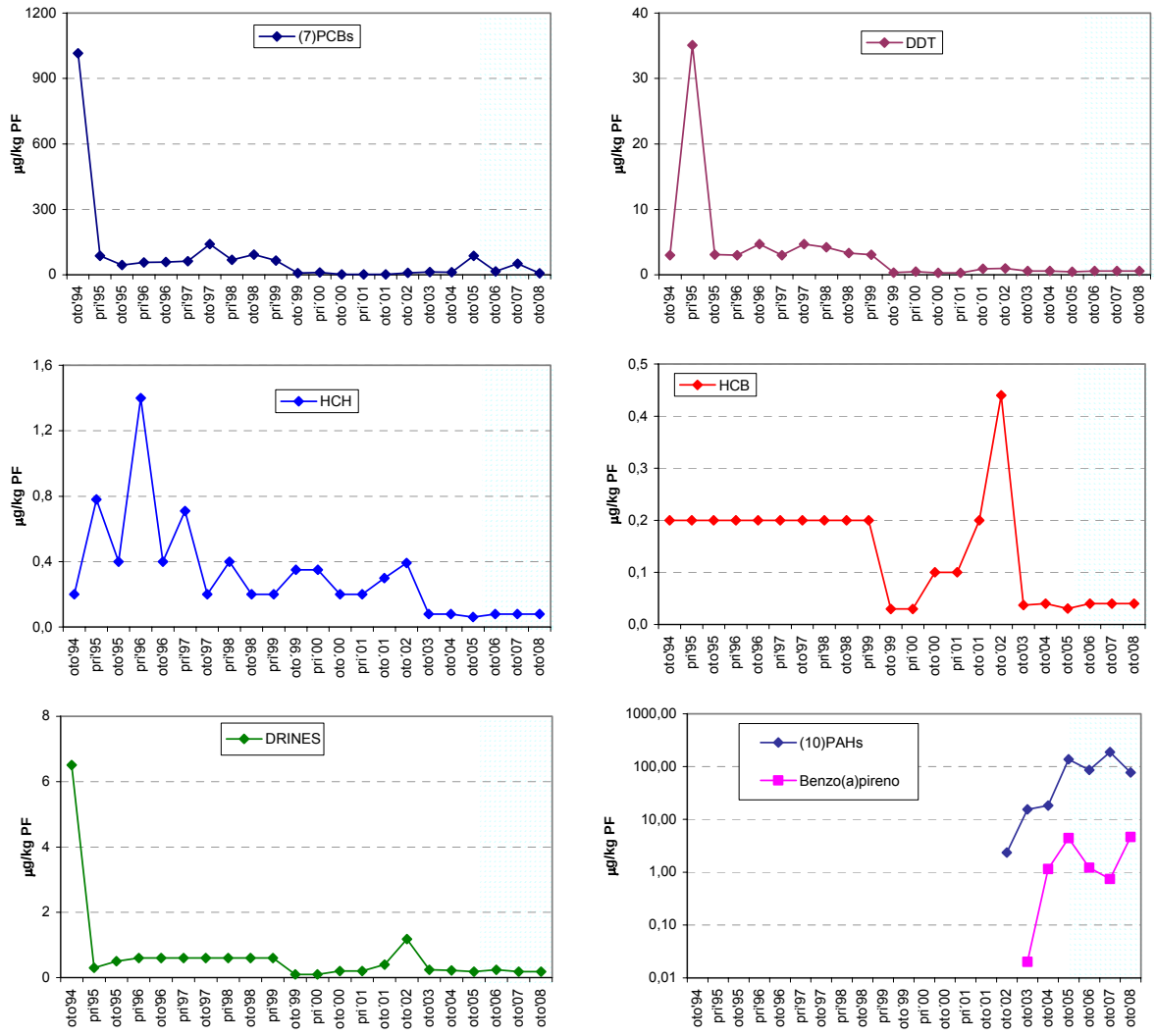


Figura 226 Evolución de la concentración de compuestos orgánicos en moluscos (µg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-O10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2008).

NORMATIVAS Y DIRECTIVAS

En este caso sería de aplicación la Directiva de comercialización de moluscos, en la que, a la vista de la concentración de bacterias existentes la calificación sería de Zona A (permitido el marisqueo), aunque debería clasificarse como zona C, debido a los elevados valores de coliformes fecales registrados recientemente.

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

Para la clasificación de la contaminación de los metales pesados se han tenido en cuenta los niveles de fondo para el País Vasco (Borja *et al.,* 1996) y se ha utilizado la misma metodología que para el cálculo de los ICC para sedimentos (véase Borja *et al.,* 2003). A partir de las concentraciones de metales obtenidas en otoño de 2008 en los moluscos recolectados en el estuario del Oria la clasificación general sería de no contaminada, aunque con contaminación ligera de cromo y níquel, y contaminación media de Cd.

En cuanto a los compuestos orgánicos, rara vez alcanzan los límites de detección, por lo que se puede considerar que los moluscos de este estuario no están contaminados por compuestos orgánicos, excepto para PAHs, -se superan los límites recomendados por la OMS (200 $\mu g\ kg^{-1}$, en peso seco, para la suma de 6 PAHs) y la EPA (500 $\mu g\ kg^{-1}$, en peso seco, para la suma de 16 PAHs) para el consumo-.

12.7. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

Durante los últimos años las actuaciones antrópicas en el tramo exterior y tramo medio del estuario han sido bastante importantes. Por un lado, el estuario ha cambiado su morfología en la parte externa pues, además de la construcción de tres espigones transversales a la corriente, los espigones de salida han sido alargados, se ha construido un puerto deportivo en una marisma junto al puente de la autopista y se ha rellenado el espacio que quedaba entre los espigones transversales. Por otro lado, el canal de acceso al puerto de Orio ha sido dragado sucesivamente durante los últimos años. A todo esto, habría que añadir la presencia continua de vertidos difusos, industriales y urbanos a lo largo de todo el estuario y la extracción de áridos realizada en la parte más externa del estuario. Así pues, por todo ello, se considera la situación como **'Buena' en la parte interna y 'Aceptable' en la externa.**

Es un estuario con posibilidades de recuperación y restauración de varias partes inundables, lo que mejoraría mucho su hidromorfología. Además está bastante canalizado en su parte externa, sufriendo aún algunos vertidos en el estuario y entradas de contaminantes por el río, que se han ido reduciendo los últimos años.

RED DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LAS AGUAS DE TRANSICIÓN Y COSTERAS DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO

13. MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL URUMEA

Pasaia, junio de 2009

ÍNDICE

TOMO 13.- MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL URUMEA 353

13.1. RESUMEN ESTADO ECOLÓGICO. URUMEA 355

13.2. ESTACIONES DE MUESTREO 356

13.3. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS 357
13.3.1 PARÁMETROS ESTRUCTURALES 357
13.3.2 CALIDAD BIOLÓGICA 358

13.4. FAUNA ICTIOLÓGICA 358
13.4.1 ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD 358
13.4.2 CALIDAD BIOLÓGICA 359

13.5. VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO 361
13.5.1 FITOPLANCTON 361
13.5.2 MACROALGAS 363

13.6. INDICADORES FISICOQUÍMICOS 363
13.6.1 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN AGUAS 363
13.6.2 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS 367
13.6.3 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN BIOTA (MOLUSCOS) 372

13.7. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS 375

13.1. RESUMEN ESTADO ECOLÓGICO. URUMEA

En 2004 se realizó el estudio de presiones e impactos en esta Masa de agua.

Respecto a las fuerzas motrices, en el Urumea, se da la presión directa de 181.900 habitantes empadronados en Donostia-San Sebastián (62 km^2), lo que da lugar a una densidad de 2.957,7 habitantes km^{-2}, que ejercen una presión más directa sobre dicha masa de agua y la zona costera adyacente. Respecto a establecimientos industriales el estuario, que cruza el término municipal de Donostia, dispone de 19.329 establecimientos, con un total de 73.324 empleos, donde el sector industria y energía sólo queda representado por 835 (4%). Respecto a la ocupación por suelo no urbanizado ni industrial hay que destacar el estuario del Urumea, debido a que la mayor parte del suelo no ocupado corresponde a suelo improductivo (34% con 2.122 Ha). La capital es precisamente la principal responsable de tal superficie de suelo improductivo.

Los 52 aliviaderos de tormentas localizados suponen la presión más importante en número para la masa de agua que nos ocupa. Estos aliviaderos representan el 36% del total de presiones identificadas. Muy por debajo en número se encuentran las presiones relacionadas con la regulación del cauce, con 30 tramos (21% de las presiones) identificados entre canalizaciones por diques, escolleras y/o lezones, o regulados por medio de presas o azudes. También son importantes en número los vertidos de aguas residuales urbanas con 21 puntos de vertido (algunos a través de salidas condenadas, pero que presentan fugas) y las infraestructuras (17).

Esta masa de agua está prácticamente encauzada desde Loyola a la desembocadura y además soporta numerosos vertidos urbanos e industriales (incluyendo zincado) en diversos puntos del cauce, especialmente en la zona de Martutene, si bien los caudales no son muy elevados. Una parte importante de la contaminación viene a través del río. Globalmente la presión en la masa de agua es baja.

En la Tabla 181 se presenta el Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado Ecológico en la masa de agua del Urumea.

	ELEMENTOS BIOLOGICOS				ESTADO BIOLÓGICO	ELEMENTOS Físico-Químicos	QUÍMICA		ELEMENTOS Morfológicos	ESTADO ECOLÓGICO	Equivalencia	Tanto por Uno	Valor global	CALIFICACIÓN EST. ECOLÓGICO MASA DE AGUA
	Fitoplanc.	Algas	Bentos	Peces			>LD	>NC						
E-UR5	B	A	D	A	D	MB	Sí	No	B	D	4	0.36	1.44	5.28
E-UR10	MB	A	B	D	A	MB	Sí	No	B	A	6	0.64	3.84	

Tabla 181 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado Ecológico en masa de agua del Urumea en 2008.

En el estuario del Urumea, en 2002, se incorporó al seguimiento la estación E-UR5. Esta estación presenta un aceptable estado ecológico, como queda reflejado por todos los elementos biológicos, excepto el fitoplancton que está en buen estado. En años precedentes, en la Red de Calidad de Ríos, se ha detectado que a lo largo del eje del tributario principal hay una buena calidad, pero al llegar al estuario empeora. A pesar de que hay desvío de vertidos, siguen existiendo algunos importantes vertidos al estuario en Martutene y Loyola, lo que se traduce en una pérdida de calidad. Sin embargo, en los últimos años había mejorado algo la calidad biológica, aunque ha empeorado en 2008. Por el contrario, el estado químico cumple este año. En el caso de los sedimentos, la contaminación fue incrementándose a lo largo del tiempo, hasta alcanzar valores que sobrepasaron claramente el nivel de contaminación, aunque posteriormente ha ido decreciendo y ahora se encuentra en el límite de contaminación. El origen de esto puede deberse al cierre de las minas de la cuenca o en la composición geológica de ésta.

Por su parte, la estación E-UR10 ha experimentado notables cambios en su grado de contaminación desde el comienzo del seguimiento, lo cual se puede relacionar con actuaciones de saneamiento, desvío de vertidos y obras de encauzamiento. En 2008 esta estación presenta un estado ecológico aceptable, ya que, aunque han mejorado las macroalgas, el bentos y los peces han empeorado.

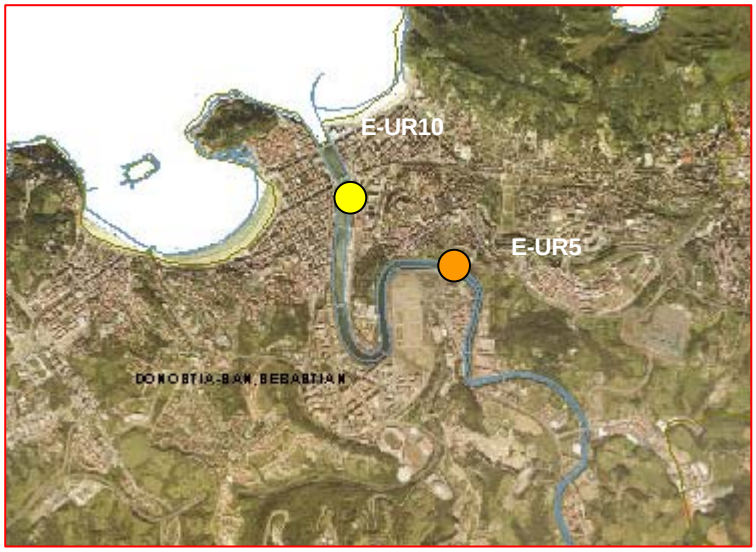


Figura 227 Calificación del Estado Ecológico y ubicación de estaciones en la masa de agua del Urumea: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Aceptable; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

13.2. ESTACIONES DE MUESTREO

En la masa de agua del Urumea, la Red de Vigilancia cuenta con dos estaciones estuáricas, y una estación de moluscos, que se muestrean anualmente. Por otro lado, en 2004 y 2007, se analizaron tres estaciones para vida piscícola y 7 estaciones para macroalgas en estuarios. Sus posiciones pueden verse en la Tabla 182.

Cod_Estación	Estación	UTMX	UTMY	Tipo de Estación
E-UR10	Donostia (puente de Santa Catalina) (Urumea)	582961,58	4796742,54	Estuarios
E-UR5	Donostia (Loiola)(Urumea)	583702,82	4796437,26	
M-EUR1	Urumea Zona 01. Estuario Macroalgas	582877,00	4797317,00	Estuarios (Macroalgas)
M-EUR2	Urumea Zona 02. Estuario Macroalgas	582961,00	4796981,00	
M-EUR3	Urumea Zona 03. Estuario Macroalgas	582926,00	4796449,00	
M-EUR4	Urumea Zona 04. Estuario Macroalgas	583024,00	4795791,00	
M-EUR5	Urumea Zona 05. Estuario Macroalgas	583283,00	4796232,00	
M-EUR6	Urumea Zona 06. Estuario Macroalgas	584038,00	4796309,00	
M-EUR7	Urumea Zona 07. Estuario Macroalgas	584052,00	4795973,00	
I-UR10	Donostia (puente del Kursaal) (Urumea)	582797,74	4797559,45	Estuarios (Moluscos)
URUE	Urumea (Arrastre zona exterior estuario)	582888,00	4797301,00	Estuarios (Vida piscícola)
URUI	Urumea (Arrastre zona interior estuario)	584061,00	4796281,00	
URUM	Urumea (Arrastre zona media estuario)	583312,00	4795808,00	

Tabla 182 Estaciones de muestreo en el estuario del Urumea.

13.3. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

13.3.1 PARÁMETROS ESTRUCTURALES

Los parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Urumea, en invierno de 2008 pueden verse en la Tabla 183.

PARÁMETRO	UNIDAD	ESTACIÓN	
		E-UR5	E-UR10
Densidad	nº·m^{-2}	225	20
Biomasa	g·m^{-2}	0,176	0,026
Riqueza	nº	5	6
Diversidad número	bit·ind^{-1}	0,79	2,42
Diversidad biomasa	bit·g^{-1}	1,31	1,12
Equitabilidad número		0,34	0,93
Equitabilidad biomasa		0,56	0,43
Diversidad máxima	bits	2,32	2,58
AMBI		5,630	3,310
Clasificación AMBI		Alteración Fuerte	Alteración Moderada

Tabla 183 Parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Urumea.

Los sedimentos de la estación de muestreo E-UR5 del estuario del Urumea están formados por un 30% de limos, 26% de arenas y 44% de gravas. El contenido en materia orgánica es del 4,0%.

Como viene siendo habitual en las diferentes campañas anuales, la comunidad de esta estación presenta parámetros estructurales pobres. En 2008 se han identificado 5 *taxa*, en el rango de las riquezas estimadas a lo largo del seguimiento (mínimo: 4 *taxa* en 2003; máximo: 8 *taxa* en 2007). Los valores de la diversidad y equitabilidad estimados a partir de las densidades son muy bajos (Tabla 183) debido a la fuerte dominancia del grupo de los oligoquetos (87% de los efectivos de la estación).

El *taxon* dominante, como viene siendo habitual, es el de los oligoquetos (196 ind·m^{-2}). El resto de *taxa* identificados en 2008 han sido: *Hediste diversicolor* (15 ind·m^{-2}), nematodos (7 ind·m^{-2}), *Scrobicularia plana* (5 ind·m^{-2}) y *Cyathura carinata* (3 ind·m^{-2}).

La densidad (225 ind·m^{-2}) es la más baja del periodo de estudio (máxima: 837 ind·m^{-2} en 2002), mientras que la biomasa (0,2 g·m^{-2}) es la máxima. En este sentido, cabe destacar los bajos valores de la biomasa a lo largo del período de seguimiento (mínimo: 0,03 g·m^{-2} en 2005 y 2006). También es destacable la clara tendencia negativa que presentan los valores de densidad desde que se comenzara el seguimiento de la estación en 2002 (Figura 228).

La fuerte dominancia de los oligoquetos hace que, del mismo modo que a lo largo de todo el seguimiento (Figura 229), el grupo ecológico V sea el que presenta mayor abundancia relativa (87% en 2008). El resultado es que la estación presenta alteración fuerte (Tabla 183) con un valor de AMBI (5,6) en el rango de los que se ha venido estimando desde que comenzara a evaluarse la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la zona en 2002 (AMBI=5,6-6,0).

En la segunda estación muestreada en la masa de agua de transición del Urumea (E-UR10) se confirma la tendencia al descenso de las densidades y biomasas que se apuntó en el informe correspondiente a la pasada campaña de 2007. Así, por una parte, la riqueza específica disminuye de 14 *taxa* en 2006 (máximo de todo el período de estudio) a 6 *taxa* en 2007 y 2008. No obstante, a falta de una clara dominancia por parte de alguna de las especies, la diversidad estimada a paritr de las densidades (2,42 bit·ind^{-1}) es relativamente alta en comparación con la de otros estuarios. La biomasa, por el contrario, es muy baja (0,03 g·m^{-2}).

La densidad (20 ind·m^{-2}) es también muy baja, tanto en relación a los valores estimados para esta estación en campañas previas (Figura 228), como en relación a estaciones muestreadas en otros estuarios.

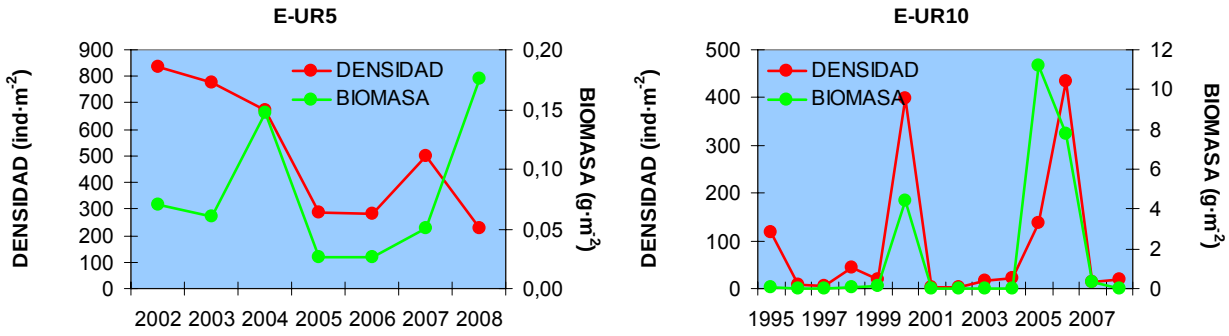


Figura 228 Evolución de la densidad y biomasa en las estaciones E-UR5 y E-UR10 (Urumea).

En cuanto a la valoración de la comunidad bentónica en función de AMBI, en la presente campaña de 2008 se considera que la estación presenta alteración moderada (AMBI=3,3) (Tabla 183), con clara dominancia del grupo ecológico III (87% de la densidad de la estación). AMBI no presenta una tendencia clara, pero parece que a partir de 2003 el grupo ecológico V va siendo desplazado por los grupos ecológicos I y III, con el consiguiente descenso en los valores de AMBI (Figura 229).

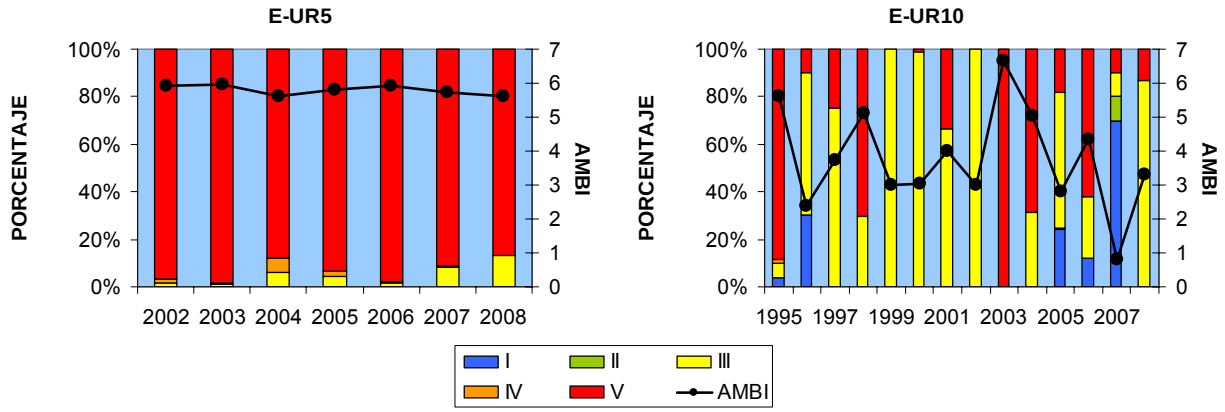


Figura 229 Evolución del porcentaje de cada grupo ecológico y de AMBI en las estaciones E-UR5 y E-UR10 del Urumea.

13.3.2 CALIDAD BIOLÓGICA

En lo lo referente a la evaluación del estado ecológico de los macroinvertebrados bentónicos, la calificación obtenida por la estación **E-UR5** a partir de M-AMBI es de **'Estado Deficiente'** (Figura 230). La estación no presenta tendencias claras si se toma en consideración el seguimiento completo desde 2002 (EQR=0,45), pero sí parece detectarse cierta evolución positiva a partir de 2003, con un progresivo aumento del valor de EQR de 0,19 en 2003 a 0,33 en 2008 (a pesar del ligero descenso entre 2007 y 2008). Es importante que dicha tendencia se mantenga para que la estación pueda alcanzar Buen Estado en un futuro próximo.

En cuanto a la estación **E-UR10**, ésta presenta **'Buen Estado'** (Figura 230). A diferencia de la estación anterior, ésta se viene controlando desde 1995 y, hasta 2003, presentó una clara tendencia negativa por la que se pasó de Estado Aceptable a Mal Estado (el EQR disminuyó de 0,41 a 0,05, mínimo de la serie). Sin embargo, a partir de 2003 se ha detectado una clara mejoría por la que entre 2005 y 2007 la estación presentó Muy Buen Estado (EQR=0,90-1,00). En cualquier caso, es importante señalar que el valor mínimo de las cuatro últimas campañas se ha alcanzado precisamente en 2008 y que la tendencia para este periodo es negativa, por lo que es importante seguir la evolución de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos para evitar que se produzca una nueva regresión en el estado ecológico.

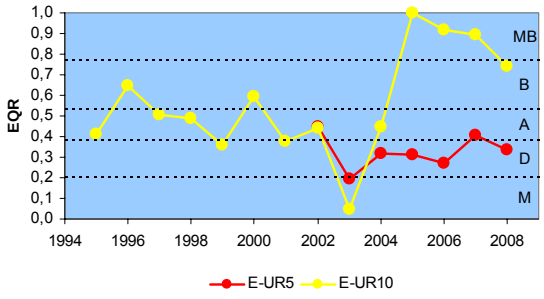


Figura 230 Evolución de EQR para las estaciones de la masa de agua de transición del Urumea.

13.4. FAUNA ICTIOLÓGICA

13.4.1 ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD

Las muestras de fauna demersal fueron recogidas durante la campaña de campo del 2007, no en 2008. Por tanto, en este informe se re-analizan los datos obtenidos con anterioridad. En dicho año 2007 se encontraron un total de cinco taxones (un pez y cinco crustáceos) en las distintas estaciones del estuario, siendo todas ellas habituales de estos ecosistemas que soportan amplios rangos de salinidad, principal condicionante de la vida en estas zonas de transición.

En este estuario existen datos del año 2004 (Borja et al., 2005) pertenecientes al estudio "Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la comunidad autónoma del País Vasco", y datos anteriores pertenecientes a los años 1995 (Borja et al., 1997) y 1988 (San Vicente et al., 1988); sin embargo, los transectos estudiados y la metodología empleada en el estudio del año 1988 no son equiparables al empleado actualmente. El total de especies identificadas en 2004 fue de nueve (cuatro peces y cinco crustáceos), siete en el estudio de 1995 (cuatro crustáceos y tres peces) y siete en el estudio de 1988 (tres crustáceos y cuatro peces).

El numero de especies distribuidos por todo el estuario fue de una especie en 2007 (*Carcinus maenas)*, valor muy inferior al de los años de 2004 y 1995, donde las especies distribuidas por todo el estuario fueron de cuatro: *Pomatoschistus minutus, Palaemon serratus, Crangon crangon y Pachygrapsus marmoratus* en 2004; y *Pomatoschistus minutus, Platichthys flesus, Palaemon serratus* y *Carcinus maenas* en 1996.

La estación media y la interior presentan los valores más altos de riqueza total e igual número de taxones de peces y crustáceos. No obstante, el número de individuos recogidos en la estación interior es superior al de la estación exterior. En cambio, en la estación exterior (AURE) todos los parámetros obtienen valores inferiores a los obtenidos tanto en 1996 y como en 2004. La estación interior (AURM) presenta una diversidad mayor que las obtenidas en 1996 y 2004, mientras que la estación interior (AURI) y la estación exterior (AURE) presentan los valores más bajos obtenidos hasta ahora. Destaca además, el hecho de que en la estación exterior la diversidad es nula.

En líneas generales, la tendencia de los parámetros estructurales es la siguiente: a) en la zona exterior todos los parámetros tienden a disminuir gradualmente su valores, alcanzando los valores mínimos en 2007 (diversidad nula, riqueza total de un taxon (solo un crustáceo), 4 efectivos y una densidad de 25.79); b) en la zona media la riqueza total (5) se mantiene (la pérdida de taxones de peces se contrarresta con el aumento de crustáceos), la densidad y el número de individuos parece que se recuperan ligeramente respecto a 2004, y la diversidad (2.02) aumenta gradualemente desde 1995 c) en la zona interior, la riqueza total y el número de individuos han disminuido considerablemente respecto al 2004 (debido principalmente a una disminución fuerte de taxones de peces), la densidad se mantiene más o menos igual al año 2004 y la diversidad ha alcanzado el valor más bajo de toda la serie de datos (1.02).

13.4.2 CALIDAD BIOLÓGICA

En este apartado se hace referencia a la tendencia temporal y espacial de la calidad biológica. Para ello, se han utilizado los datos obtenidos en los muestreos realizados los años 1995 y 2004. La metodología aplicada para establecer la calidad biológica en peces en estuarios ha sido explicada en el Tomo 1. En la Tabla 184 se expresan los valores obtenidos para cada indicador considerado en el cálculo del estado para cada tramo de estuario objeto de estudio.

Como ya se especifica en el apartado inicial, el Urumea es un estuario que presenta un cauce muy regulado (desde Loyola hasta la desembocadura) y recoge algunos vertidos urbanos e industriales (incluyendo zincados).

Estación/año	AURE			AURM			AURI		
Parámetros	1995	2004	2007	1995	2004	2007	1995	2004	2007
Riqueza	3	3	1	3	3	3	3	3	3
Especies introducidas	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Esp. Ind. contaminación	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Salud piscícola	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Peces planos	1	3	1	3	1	1	3	1	1
Omnívoros	3	3	1	1	3	3	3	3	1
Piscívoros	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Especies residentes (nº)	5	3	1	3	3	3	3	5	3
Especies residentes (%)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PUNTUACIÓN	29	29	21	27	27	27	29	29	25
AFI	0.556	0.556	0.333	0.500	0.500	0.500	0.556	0.556	0.444
CALIDAD BIOLÓGICA	A	A	D	A	A	A	A	A	A

Tabla 184 Valores de los indicadores seleccionados para estimar la calidad biológica en cada estación (AURI interna, AURM media y AURE externa) y rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): ≥ 0.82; Bueno (B): 0.56 -0.82; Aceptable (A): 0.56 - 0.34; Deficiente (D): 0.34- 0.17; Malo (M): ≤ 0.17. AFI: AZTI's Fish Index.

Al igual que en el resto de estuarios, los indicadores que hacen referencia a la ausencia de especies introducidas, indicadoras de la contaminación y salud piscícola son los que favorecen la calidad biológica, alcanzando los valores máximos. El % de la presencia de

peces planos presenta valores mínimos en las tres estaciones. La riqueza alcanza un valor medio en el tramo medio e interior, y un valor mínimo en exterior.

En cuanto a la composición trófica de peces demersales, esta es variable en los distintos tramos del estuario alcanzando el valor medio en omnívoros solo en la zona media y el valor mínimo en el resto. En la estación media existe una existe una relación no equilibrada en la relación entre omnívoros y piscívoros (3:1), mientras que en la estación exterior e interior, esta relación aún siendo equilibrada, alcanza un valor muy bajo (1:1). Según los rangos establecidos para la clasificación de la calidad, el tramo medio e interior del estuario están en un nivel 'Aceptable'; el tramo exterior en un nivel de 'deficiente', rozando el límite con aceptable.

En la Figura 231 se resume como ha variado la calidad biológica del estuario del Urumea entre los años 1995, 2004 y 2007. El estado de la calidad biológica piscícola alcanzado en el tramo exterior (AURE) el año 2007 ha sido peor que el alcanzado los años 1996 y 2004, anos en los que la calidad se situaba en torno al límite con bueno. Este empeoramiento se debe a la disminución del valor de la riqueza, el % de piscívoros, especies residentes y a la nula presencia de peces planos. En el tramo interior (AURI) sucede algo similar pero la pérdida de la calidad biológica es más leve. El único tramo que se mantiene al mismo nivel que los años anteriores es el tramo medio (AURM), que además, obtiene el mismo valor que en 2004 para cada uno de los parámetros.

Para establecer la calidad biológica en peces de toda la masa de agua de transición se aplica la metodología que ha sido explicada en el Tomo 1. La Figura 232 muestra la evolución de la calidad biológica en la masa de transición del Urumea entre los años 1995 y 2007. La gráfica muestra como el valor de la calidad biológica es bastante peor que el de años anteriores, pasando del buen estado alcanzado tanto en 1995 como en 2004 a un estado aceptable en 2007.

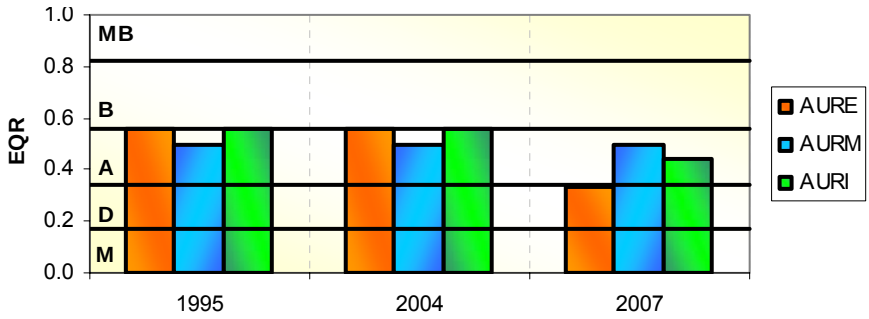


Figura 231 Valores de la calidad biológica obtenidos para cada estación en los años 1995, 2004 y 2007. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): ≥ 0.82; Bueno (B): 0.56 -0.82; Aceptable (A): 0.56 - 0.34; Deficiente (D): 0.34- 0.17; Malo (M): ≤ 0.17; Malo: ≤ 0.152. Interior (AURI), medio (AURM) y exterior (AURE).

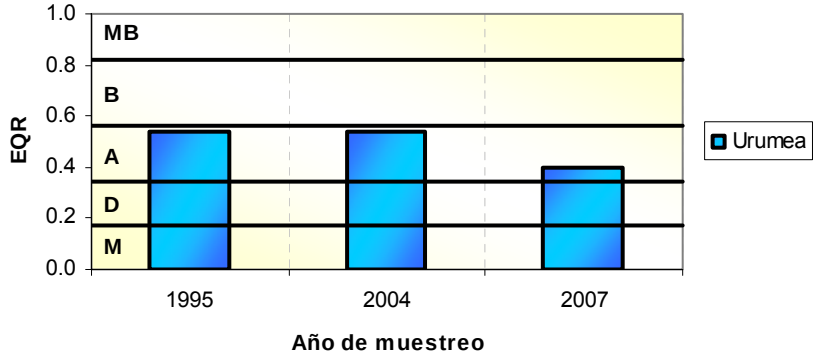


Figura 232 Valores de la calidad biológica obtenidos en la masa de transición del Urumea entre los años 1995 y 2007. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): ≥ 0.82; Bueno (B): 0.56 -0.82; Aceptable (A): 0.56 - 0.34; Deficiente (D): 0.34- 0.17; Malo (M): ≤ 0.17.

Según datos del informe realizado por Ikaur-Ekolur para la Diputación Foral de Gipuzkoa, en las aguas dulces del Urumea se ha detectado la presencia de especies migradoras como el *Salmo salar* (salmón atlántico –anádroma-), el *Salmo truttta morpha trutta* (trucha de mar –anádroma-) y la *Anguilla anguilla* (anguila -catádroma-). La presencia de *Alosa alosa* (sábalo –anádroma-) se reduce a la aparición de ejemplares aislados los últimos años. Por otro lado, se considera que las poblaciones de la especie migradora *Petromyzon marinus* (lamprea de mar –anádroma-) están extinguidas.

Los obstáculos generados por la construcción de centrales hidroeléctricas, las ferrerías, la presa de Añarbe y la sobrepesca mediante nasas, redes, explosivos y demás artilugios de pesca hasta el siglo XIX, debilitaron sobremanera las poblaciones de peces. Si a esto añadimos el efecto de los vertidos de las papeleras (que empezaron a funcionar en los años 40), las consecuencias fueron devastadoras: desaparición del salmón y otras especies. Entre 1970 y 1990 se llevaron a cabo los primeros saneamientos de aguas urbanas e industriales de la zona, detectándose una mejora de la fauna piscícola a partir de finales de los 80. Las detracciones de caudal y las modificaciones morfológicas también han sido dos hechos que han afectado las poblaciones de peces. La única especie que no se extinguió fue la anguila, aunque se desconoce el estado en que quedaron sus poblaciones.

Cabe destacar que en estos momentos la Diputación Foral de Gipuzkoa tiene un plan de reintroducción para el salmón atlántico, lo cual además, ha permitido que la recuperación de la trucha de mar, y por lo que parece, una mejora de las poblaciones de sábalo.

A pesar de que el Urumea históricamente ha sido una cuenca donde la presión antropológica ha provocado la desaparición de casi todas las poblaciones de peces, a día de hoy, la situación global de estas poblaciones es bastante mejor que la existente en las cuencas del Deba, Urola y Oria. No obstante, aún se deben eliminar o evitar: i) algunos obstáculos que dificultan/anulan las migraciones; ii) algunas detracciones que provocan situaciones en las que no se llega siquiera a tener el caudal mínimo; iii) encauzamientos previstos desde Hernani a Loiola.

13.5. VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO

13.5.1 FITOPLANCTON

CLOROFILA

En el estuario del Urumea se midió la concentración de clorofila en dos puntos: cabecera (E-UR5) y zona media-inferior (E-UR10). Las muestras se tomaron sólo en superficie. Considerando todo el conjunto de situaciones de muestreo (pleamar y bajamar; en cuatro ocasiones a lo largo del año) se tomaron 16 muestras, que cubrieron un gradiente de salinidad desde 0,1 hasta 34,3 USP. La concentración de clorofila estuvo comprendida en un rango de 0,2 a 9,9 µg l^{-1} (Figura 233).

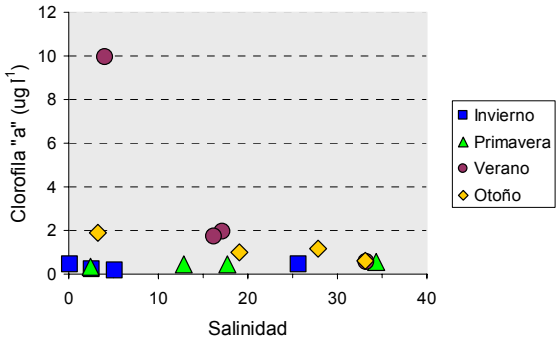


Figura 233 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino del estuario del Urumea en las cuatro épocas de estudio durante 2008. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

El máximo de clorofila en el Urumea se encontró en verano, en la estación de cabecera y en bajamar. La salinidad correspondiente fue característica de aguas oligohalinas (4 USP), sin embargo no se observaron concentraciones muy elevadas de nutrientes. El resto de los valores de clorofila medidos a lo largo del año fueron inferiores o cercanos a 2 µg l^{-1}. La biomasa fitoplanctónica, por lo tanto, se mantuvo en niveles relativamente bajos y bastante similares a la mayoría de los estuarios de la costa vasca (exceptuando el estuario del Oka donde la concentración de clorofila fue muy elevada, y los estuarios del Artibai y del Urola donde en verano se observaron picos de unos 20-30 µg l^{-1}).

COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DEL FITOPLANCTON

En la Tabla 185 se presentan las variables que describen la estructura de la comunidad fitoplanctónica en el estuario. Se dispone de datos de las dos estaciones de muestreo (cabecera y zona media-inferior) en primavera y en verano. En otoño y en invierno no se tomaron muestras, ya que este estuario presenta generalmente condiciones de salinidad <30 USP. Por ello, se asume que se encuentra bastante influido por el arrastre producido por las descargas fluviales, que generalmente son más frecuentes en las épocas frías del año. Además, la turbiedad característica de las aguas de los estuarios puede limitar el crecimiento del fitoplancton durante las épocas del año de menor insolación (invierno y otoño).

La abundancia osciló entre valores del orden de 10^5-10^6 células l^{-1}. El máximo se encontró en verano, en la estación de cabecera ($2{,}5 \cdot 10^6$ células l^{-1}). Las muestras para la identificación del fitoplancton se tomaron en pleamar, por lo tanto, no fue posible caracterizar el máximo de clorofila observado en verano, ya que éste fue registrado durante la bajamar.

La zona media-inferior del estuario (estación E-UR10) presentó una mayor riqueza (número de especies) que la zona de cabecera en ambas épocas de muestreo.

En primavera, la comunidad estuvo dominada por diatomeas (60-70% de la abundancia total), entre las que destacaron *Chaetoceros* sp. En la cabecera también se observaron diatomeas pennales. En la desembocadura los pequeños flagelados constituyeron un componente importante de la abundancia fitoplanctónica (30%).

En la muestra tomada en verano en la cabecera del estuario se observó una floración de varias especies de criptofitas, acompañadas también por un alto número de diatomeas centrales (10 µm). En la zona media-inferior, las criptofitas fueron también cuantitativamente importantes en verano. Pero, se observaron otros taxones con abundancia relativamente alta que no aparecían en la cabecera. Así, se han de mencionar: haptofitas, pequeños flagelados, diatomeas pennales y *Cyclotella* sp. (5-10 µm).

En cuanto a las especies potencialmente tóxicas, se contabilizó a la diatomea *Pseudo-nitzschia* spp. en la estación E-UR10, con una abundancia cercana a 5.000 células l^{-1} en primavera y 45.000 células l^{-1} en verano. Además, la haptofita potencialmente nociva para los ecosistemas, *Chrysochromulina* spp. presentó una abundancia del orden de 10^5 células l^{-1} en la misma zona, en verano.

Estación	E-UR5	E-UR10
Fecha	06/05/2008	06/05/2008
Abundancia (Células/ml)	520	947
Diversidad (bit/cel)	2,2	2,0
Riqueza (Nº especies)	16	34
Estación	E-UR5	E-UR10
Fecha	10/09/2008	10/09/2008
Abundancia (Células/ml)	2.506	1.357
Diversidad (bit/cel)	2,6	3,4
Riqueza (Nº especies)	13	27

Tabla 185 Índices relacionados con Fitoplancton. Estuario del Urumea. Los datos son de superficie, en pleamar.

CALIDAD BIOLÓGICA

A partir de 2007 se comienza a aplicar un nuevo criterio de evaluación para el fitoplancton en las aguas costeras, que ha sido acordado en las reuniones europeas de Intercalibración para la Directiva Marco del Agua. Este nuevo método no ha sido aún intercalibrado en aguas de transición, las cuales, por lo tanto, se evalúan en el presente informe con el mismo método que en años anteriores. Así, el fitoplancton en el estuario del Urumea se evalúa con los datos de los últimos cinco años (periodo 2004-2008). La evaluación se realiza en base a cuatro indicadores (clorofila, abundancia de fitoplancton tóxico, abundancia de fitoplancton nocivo para los ecosistemas y abundancia total de fitoplancton) y el estado global del fitoplancton en cada una de las estaciones corresponde al que presenta el indicador peor clasificado (Tabla 186).

En los últimos cinco años, en la cabecera del estuario (estación E-UR5) se registraron ocasionalmente valores de clorofila superiores a 16 µg l^{-1}, límite establecido en la metodología como indicador de eutrofia en aguas de transición. Estas concentraciones (16-30 µg l^{-1}) se observaron en las épocas de primavera y verano, en tres ocasiones de 40 muestreos realizados (8%). En la zona inferior del estuario (estación E-UR10) no se registraron valores por encima del límite de eutrofia durante este periodo de evaluación. Por lo tanto, en base a los datos de clorofila el estado ecológico se considera "muy bueno" en las ambas estaciones de muestreo.

En base a los datos de abundancia de fitoplancton perjudicial para la salud humana o para la salud de los ecosistemas, el estado se clasifica también como "muy bueno" en el último periodo de evaluación, ya que la abundancia de dichas especies nunca ha superado el umbral de 10^6 células l^{-1}. Por otra parte, las floraciones fitoplanctónicas, o "blooms", considerando el total de especies se producen una frecuencia < 20%, lo cual hace que este indicador se clasifique también como "muy bueno" en ambas estaciones.

Finalmente, como se indica en la Tabla 186, integrando ambos elementos, clorofila y comunidad fitoplanctónica, el **estado global del fitoplancton** se clasifica como **"muy bueno"** en ambas estaciones del estuario del Urumea.

ESTACIÓN	Clorofila	Salud Humana	Salud Ecosistemas	Blooms	GLOBAL
E-UR5	Bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Bueno
E-UR10	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno

Tabla 186 Estuario del Urumea. Calificación en función de clorofila y fitoplancton

13.5.2 MACROALGAS

Para su estudio, en 2007 la masa de agua de transición del Urumea se dividió en 7 zonas, numeradas del 1 al 7 desde la desembocadura al interior. Ahora se han utilizado esos datos para la evaluación de 2008.

En la Tabla 187 se observan los datos obtenidos para el estuario del Urumea en 2007 (comparados con los de 2004), con objeto de calificar cada tramo del estuario. La metodología utilizada se explica en el Tomo 1.

La calificación, al igual que en 2004, es de '**Aceptable'** para los dos tramos en los que se divide la masa de agua (que se adscriben a las estaciones E-UR10 y E-UR5). Sin embargo, a pesar de mantenerse la calificación global, es importante destacar los cambios positivos detectados en el ratio entre las algas verdes y el resto de los macrófitos en las zonas M-EUR1, M-EUR2 y M-EUR5, que han bajado de 3,3 a 2,1, de 4,2 a 2,1 y de 1,6 a 0,8, respectivamente.

La valoración global para la masa de agua, aplicando al conjunto de zonas delimitadas la misma media ponderada que se hace para el cálculo por tramo, es de **'Estado Aceptable'** (igual que en 2004).

URUMEA	2004						
INDICADORES	M-EUR1	M-EUR2	M-EUR3	M-EUR4	M-EUR5	M-EUR6	M-EUR7
1- Riqueza	3	3	3	1	3	3	3
3- Cobertura indicadores contaminación	3	3	3	5	3	5	5
4- Cobertura media algas sin indic. cont.	3	3	3	1	1	1	1
5- Ratio verdes/resto	1	1	3	1	3	3	3
SUMA=	10	10	12	8	10	12	12
CALIFICACIÓN AREA=	A	A	A	D	A	A	A
EQUIVALENCIA=	6	6	6	4	6	6	6
LONGITUD DE LA ZONA=	1,48	2,48	3,48	4,48	5,48	6,48	7,48
PORCENTAJE SOBRE EL TRAMO=	0,12	0,21	0,29	0,38	0,28	0,33	0,38
VALOR GLOBAL=	0,74	1,25	1,75	1,50	1,69	2,00	2,31
EQUIVALENCIA TRAMO=	5,25				6,00		
CALIFICACIÓN TRAMO=	A				A		
ESTACIÓN RED ASIGNADA=	E-UR10				E-UR5		

URUMEA	2007						
INDICADORES	M-EUR1	M-EUR2	M-EUR3	M-EUR4	M-EUR5	M-EUR6	M-EUR7
1- Riqueza	3	3	3	1	3	3	3
3- Cobertura indicadores contaminación	3	3	3	5	3	5	5
4- Cobertura media algas sin indic. cont.	3	3	3	1	1	1	1
5- Ratio verdes/resto	3	3	3	1	5	3	3
SUMA=	12	12	12	8	12	12	12
CALIFICACIÓN AREA=	A	A	A	D	A	A	A
EQUIVALENCIA=	6	6	6	4	6	6	6
LONGITUD DE LA ZONA=	1,48	2,48	3,48	4,48	5,48	6,48	7,48
PORCENTAJE SOBRE EL TRAMO=	0,12	0,21	0,29	0,38	0,28	0,33	0,38
VALOR GLOBAL=	0,74	1,25	1,75	1,50	1,69	2,00	2,31
EQUIVALENCIA TRAMO=	5,25				6,00		
CALIFICACIÓN TRAMO=	A				A		
ESTACIÓN RED ASIGNADA=	E-UR10				E-UR5		

Tabla 187 Calificación de cada indicador de macroalgas y las equivalencias para la calificación de cada tramo del estuario, asignado a cada estación de muestreo de la Red de Calidad, en 2004 y 2007.

13.6. INDICADORES FISICOQUÍMICOS

13.6.1 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN AGUAS

CONSIDERACIONES GENERALES

La incorporación de la estación E-UR5 al control de la calidad físico-química de las aguas del estuario del Urumea en 2002 incrementa la resolución espacial de la vigilancia a lo largo del eje del estuario. La estación E-UR5 denota un incremento muy importante de la presencia de agua de origen fluvial respecto a la estación E-UR10. La respuesta a la dualidad entre pleamar y bajamar en la estación E-UR5 depende del caudal del río Urumea. Tanto en superficie como en fondo en algunas ocasiones se detecta la presencia casi exclusiva de agua fluvial, sobre todo en bajamar. En los registros de 2008 se constata el predominio del agua fluvial en la estación interior E-UR5 (53-70%) mientras que en la estación exterior E-UR10 predomina el agua de origen marino (agua fluvial ~35%).

En la Tabla 188 se muestran los datos medios anuales para las diferentes variables básicas analizadas en el estuario del Urumea.

Variable	Unidad	E-UR5-S	E-UR5-F	E-UR10-S	E-UR10-F
Temperatura	°C	15,08	15,49	15,72	15,82
Salinidad	USP	10,76	16,62	22,52	23,52
Agua fluvial	%	69,78	53,33	36,74	33,93
Saturación O2	%	82,38	73,38	89,41	81,19
pH		7,72	7,71	7,72	7,82
Silicato	µmol.dm^{-3}	79,38		41,31	
Amonio	µmol.dm^{-3}	9,09		4,84	
Nitrito	µmol.dm^{-3}	0,89		0,55	
Nitrato	µmol.dm^{-3}	36,34		20,53	
Nitrógeno Total	µmol.dm^{-3}	72,25		39,58	
Fosfato	µmol.dm^{-3}	0,81		0,54	
Fósforo Total	µmol.dm^{-3}	1,53		1,04	
Carbono O. Total	µmol.dm^{-3}	96,18		97,13	

Tabla 188 Estuario del Urumea. Valores medios de variables relacionadas con el estado trófico y presencia de agua de origen fluvial. F: fondo, S: superficie.

En el año 2008, la temperatura media varía entre 15.08º C y 15.82º C entre los distintos puntos de muestreo. Los valores medios de salinidad muestran el incremento característico hacia la desembocadura del estuario (E-UR10) y hacia el fondo de la columna. El oxígeno disuelto también aumenta hacia la zona exterior del estuario registrando valores superiores al 81% de saturación.

En los datos generales se observa la influencia de la estacionalidad a través de la temperatura y de las fluctuaciones en el caudal y composición de los aportes. También, ocasionalmente, se aprecia la influencia del estado de la marea.

En cuanto a los nutrientes, puede destacarse el predominio de las formas de nitrógeno oxidadas (nitrato y nitrito) frente a las reducidas (amonio), acorde con la distribución general de los valores de concentración de oxígeno disuelto. Como suele ser habitual en los estuarios, las concentraciones de silicato indican un patrón de distribución conservativo, con valores más o menos proporcionales al contenido en agua fluvial. Dicho patrón se repite también para la mayoría de los nutrientes excepto para la concentración de COT que es similar en las dos estaciones muestreadas. Como resulta habitual en la mayoría de los casos, el predominio de los materiales con un importante componente detrítico se traduce en un predominio del carbono frente al nitrógeno y, de forma algo menos marcada y generalizada, del nitrógeno frente al fósforo.

Las concentraciones de nutrientes registradas en 2008 se encuentran en los rangos habituales de este estuario y son similares a las de los estuarios similares del entorno.

EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LAS VARIABLES HIDROGRÁFICAS GENERALES

En las series de datos disponibles no se observan tendencias que indiquen un incremento o descenso significativo y mantenido de los valores de las variables de tipo general y de las relacionadas con el estado trófico. Tal como se señala en estudio de presiones e impactos (Borja *et al.,* 2006a), el nivel de presión relacionado con la entrada de nutrientes es medio en el estuario del Urumea. Tanto para el NID como para la concentración de fosfato, prevalece una alta variabilidad asociada a los ciclos estacionales, al estado y amplitud de la marea y, especialmente a las fluctuaciones de caudal del río. Sólo en los últimos registros se podría considerar una reducción de la frecuencia de aparición de máximos muy marcados pero no hay una tendencia consolidada a la reducción de las concentraciones (Figura 234). Esto puede explicarse a que debido a la relación entre el tamaño de la cuenca y las dimensiones del estuario puede enmascararse parcialmente la reducción de la carga de nutrientes de origen urbano.

La Figura 235 muestra la evolución temporal del oxígeno disuelto en el estuario del Urumea (estaciones E-UR5 y E-UR10). En la gráfica se aprecia el ciclo estacional, con máximos en la época invernal y mínimos en la estival. El Urumea mostró un aumento de oxígeno disuelto alcanzando valores de sobresaturación entre 1994 y 2001. Posteriormente, se da un descenso en la saturación hasta finales de 2003, y a partir de entonces, la situación se estabiliza mostrando valores superiores al 60%.

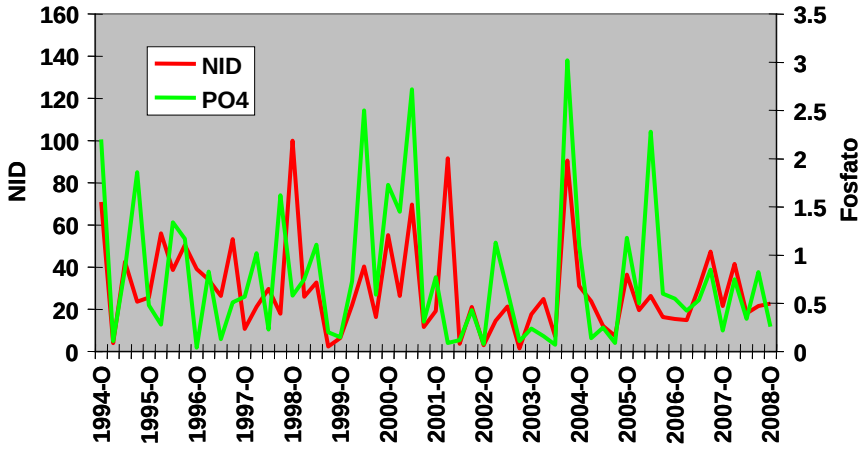


Figura 234 Evolución trimestral, entre otoño de 1994 y otoño de 2008, de la concentración de Nitrógeno Inorgánico Disuelto (NID) y fosfato, ambos en micromoles por litro, en aguas de superficie (media de pleamar y bajamar), en la estación E-UR10.

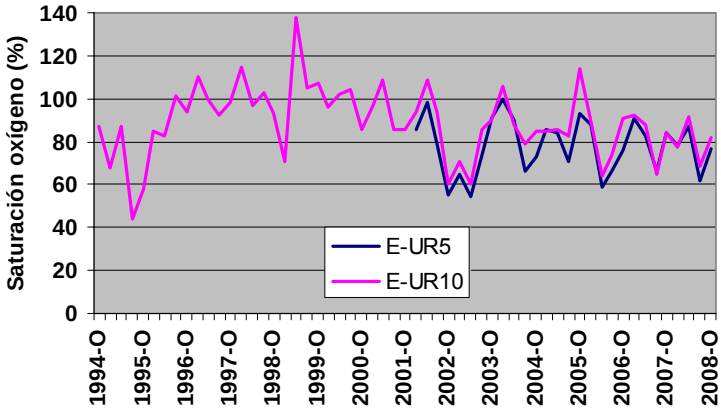


Figura 235 Evolución temporal del porcentaje de saturación de oxígeno disuelto en el estuario del Urumea (estaciones E-UR5 y E-UR10), media de pleamar y bajamar, superficie y fondo.

METALES DISUELTOS

Las concentraciones de cromo (trivalente y hexavalente) y de mercurio en las aguas de superficie en las estaciones del estuario del Urumea, se mantienen, como en la mayoría de los casos precedentes, por debajo de sus respectivos límites de detección (2,3 y 0.3 $\mu g \cdot l^{-1}$).

En la Figura 236 se muestra la evolución de la concentración media del resto de los metales para el periodo comprendido entre otoño de 1994 y verano de 2008. Los valores empleados son medias correspondientes a los datos de pleamar y bajamar para las dos estaciones de muestreo del estuario (E-UR5 y E-UR10), hasta el año 2006, desde 2007 solamente se han muestreado las estaciones en bajamar.

Como se puede observar en la Figura 236, algunos metales como cobre, níquel y zinc, presentan oscilaciones a lo largo de los años, pero en ningún caso se superan los objetivos de calidad fijados para cada metal, hasta el año 2007 donde el cobre supera el objetivo de calidad establecido (25 $\mu g \cdot l^{-1}$) en la estación E-UR10 con concentraciones de 34 y 46 $\mu g \cdot l^{-1}$ en invierno y verano, respectivamente. Este año por el contrario la concentración de cobre ha disminuyendo drásticamente, llegando a obtener valores cercanos a 1 $\mu g \cdot l^{-1}$ en las dos estaciones. A igual que en el cobre la concentración del plomo disminuye al orden de 1 $\mu g \cdot l^{-1}$ respecto a los valores obtenidos el año pasado. El zinc llega a pasar el objetivo de calidad establecido (60 $\mu g \cdot l^{-1}$) en la estación E-UR10 con un valor de 64 $\mu g \cdot l^{-1}$. Sin embargo, en el caso del cadmio, y hierro, los valores registrados han sido prácticamente constantes a lo largo de los últimos años y muy próximos a los limites de detección, aun así este año se ha sobrepasado el objetivo de calidad establecido para el cadmio (0,2 $\mu g \cdot l^{-1}$) en la estación E-UR5 (0,4 $\mu g \cdot l^{-1}$). El resto de los metales Fe, Mn y ni mantienen la concentración sin grandes variaciones respecto a los años anteriores.

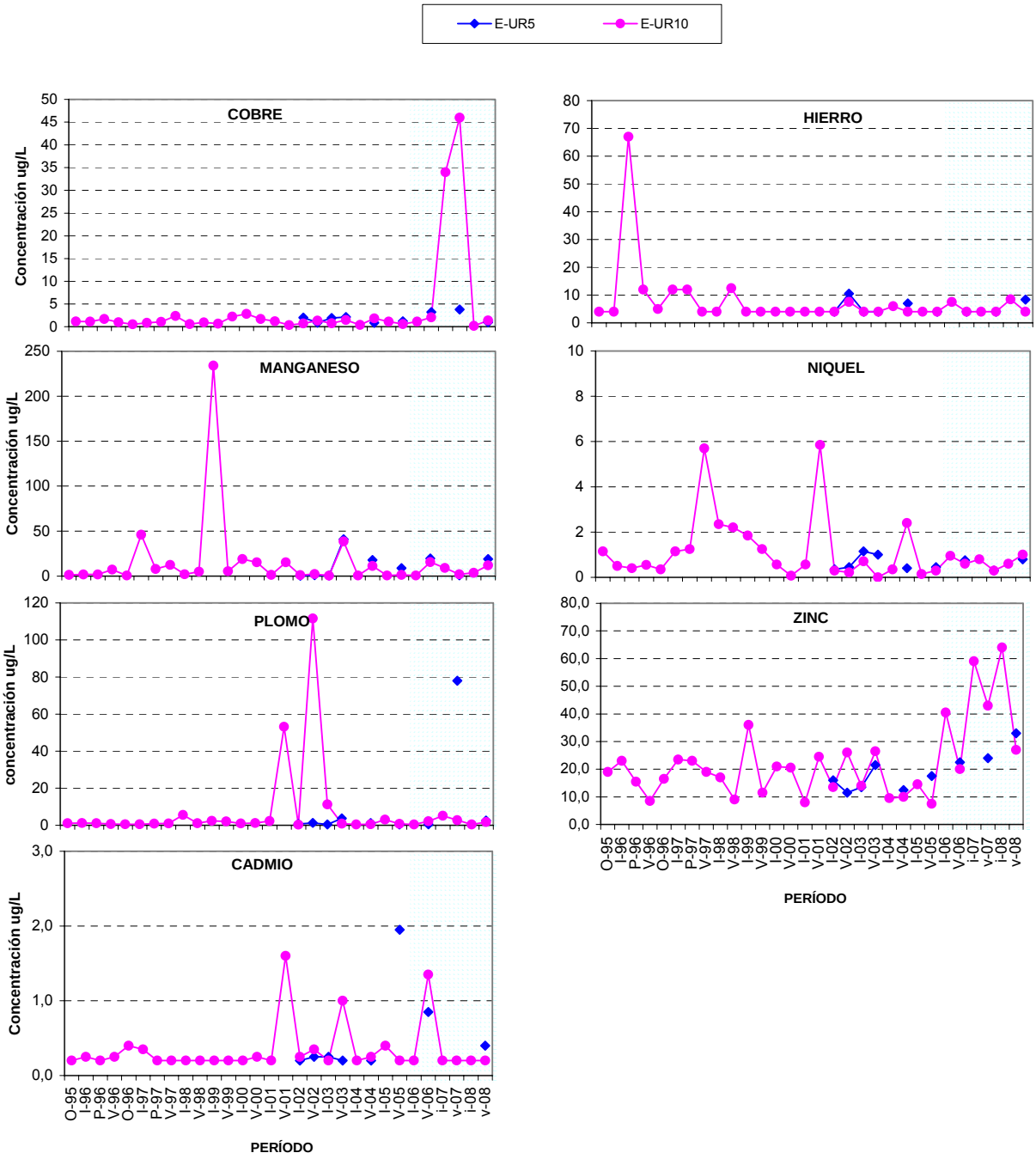


Figura 236 Evolución temporal de la concentración media (pleamar-bajamar) para cada metal en las estaciones del estuario del Urumea en el periodo que abarca desde otoño de 1995 al verano de 2006, desde el año 2007 solo se han tenido en cuenta los datos de bajamar.

CONTAMINANTES ORGÁNICOS Y OTROS CONTAMINANTES ESPECÍFICOS

En los resultados obtenidos en 2008 se aprecian concentraciones significativas de algunos PAH derivados del naftaleno y fenantreno en la campaña de verano, pero sin sobrepasar los objetivos de calidad establecidos para cada uno de los compuestos.

ESTADO EN FUNCIÓN DE LOS INDICADORES FÍSICO-QUÍMICOS

En En 2008, la calidad físico-química de la masa de agua se puede calificar como: **'Muy buena'** en ambas estaciones

En cuanto a los objetivos de calidad físico-química, ambas estaciones cumplen para todas las variables.

ESTADO QUÍMICO

Teniendo en cuenta las Directivas europeas y la normativa española, referida a aguas (ver Tomo 1), se puede decir que en este estuario **'No Cumple'** la estación E-UR5 por presencia de cadmio, pero cumple la estación E-UR10.

13.6.2 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS

PARÁMETROS SEDIMENTOLÓGICOS DE CARÁCTER GENERAL

En la Tabla 189 se recogen los resultados de los análisis realizados en la campaña de invierno de 2008. Los datos muestran la distinta naturaleza de las estaciones, la E-UR10, situada en el exterior del estuario, presenta granulometría gruesa y bajo contenido en materia orgánica, y E-UR5, situada en el interior del estuario, es limo-arenosa y con alto contenido de materia orgánica. La diferencia en los valores C/N en ambas muestras es considerable, registrándose un valor mucho mayor en E-UR10, acorde con su menor contenido en la fracción limosa y materia orgánica.

ESTACIÓN	INVIERNO - 2008							
	GRAVA (%)	ARENA (%)	FINO (%)	M.O. (%)	REDOX (mV)	C.O.P. (mol·Kg^{-1})	N.O.P. (mol·Kg^{-1})	C / N
E-UR5	0,26	57,89	41,84	7,44	8	3,24	0,21	15,8
E-UR10	34,49	64,15	1,36	0,40	420	2,35	0,02	117,9

Tabla 189 Parámetros sedimentológicos correspondientes a los muestreos de invierno de 2008 en cada estación. (GRAVA > 2 mm > ARENA > 63 µm > FINO). M.O.: materia orgánica; REDOX: potencial redox; C.O.P.: carbono orgánico particulado; N.O.P.: nitrógeno orgánico particulado; C / N: relación carbono / nitrógeno.En la Figura 237 se muestra la evolución temporal de la composición granulométrica, contenido en materia orgánica, y relación carbono/nitrógeno de la estación E-UR10 (desde 1994) y la estación E-UR5 (desde 2002).

La estación más cercana a la zona costera (E-UR10) presenta en la mayoría de los muestreos un contenido en la fracción limosa inferior al 1%. Sin embargo, la estación más interna (E-UR5) presenta una elevada variabilidad temporal en el contenido de la fracción limosa.

Los máximos porcentajes de materia orgánica se observan, generalmente, en aquellos periodos de tiempo en que los datos reflejan un mayor contenido en limos, como se puede observar en el pico de materia orgánica en verano de 1997, con un máximo de 20,07%, que coincide con el menor contenido en arenas encontradas para esta estación E-UR10. Aparte de este pico, el rango de variabilidad de la materia orgánica para la estación E-UR10 está entre 0,7 y 6,9%. En la estación E-UR5 se registra en 2006 el máximo contenido de materia orgánica con un valor de 17%.

La relación C/N muestra una gran variabilidad temporal. Los valores más altos se encuentran en la estación externa E-UR10, con una tendencia ascendente discontinua desde 2004. En la estación más interna, E-UR5, el valor de C/N, en invierno de 2005, ha sido el más bajo del estuario (15,4), debido a altas concentraciones de NOP (0,14 mol kg^{-1} en 2005), características de zonas ricas en materia orgánica con escasa actividad detrítica como puede ser la zona interna del Urumea. Esta estación interna muestra una tendencia descendente suave y discontinua.

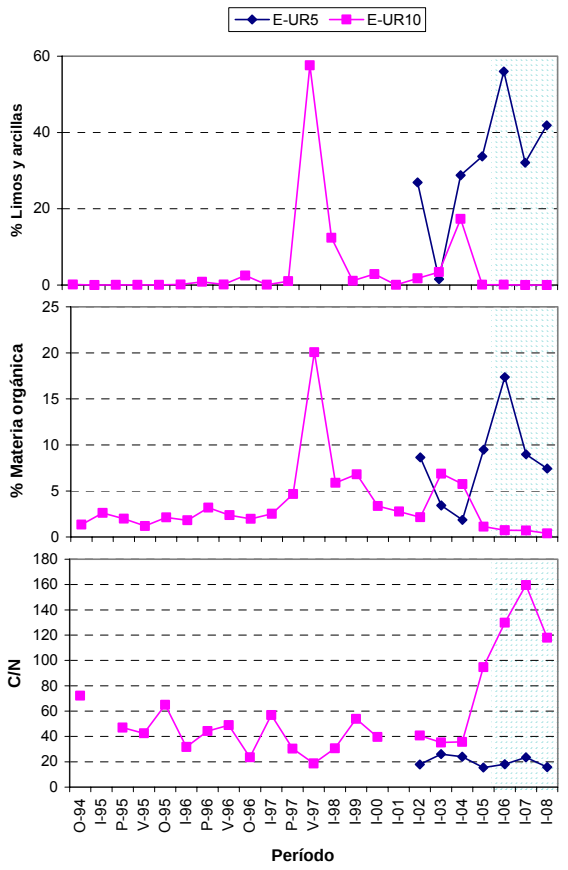


Figura 237 Gráficas de evolución temporal del contenido en limos y arcillas (*i.e.*, fracción inferior a 63 µm), contenido en materia orgánica y relación C/N de los sedimentos de la masa de agua de la transición del Urumea desde 1994.

METALES PESADOS

Las concentraciones de los metales pesados analizadas en la campaña de invierno 2008, en las dos estaciones estuáricas consideradas, se resumen en la Tabla 190. Se indican también los valores medios para cada metal y la desviación estándar.

En la muestra E-UR5, situada en la zona de Loyola, se obtienen concentraciones superiores en todos los metales menos el Cd.

La variación temporal para cada uno de los metales se puede estudiar analizando los valores del factor de contaminación y se ilustra en la Figura 238, donde se incluyen los valores hasta ahora obtenidos en la estación E-UR5 (cuyo muestreo se inició en la campaña de invierno 2002).

En la estación E-UR10 se observa una cierta tendencia creciente en alguno de los metales hasta el año 2002 y una disminución posterior (Cd, Fe, Zn, Pb y Ni), donde Cr, Cu y Hg se han mantenido más o menos constantes después del descenso de concentración comenzado en 2002, posiblemente asociado a la eliminación de vertidos en la cuenca, que también se ha dejado notar en la estación más interna E-UR5. El Mn presenta un patrón de variabilidad temporal ligeramente distinto, ya que máximo en ambas estaciones fue alcanzado en 2004. Destaca en 2008 el elevado valor de Cd en la estación más externa.

ESTACIÓN	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn
	mg·Kg^{-1}								
E-UR5	0,84	48,2	53,8	40256	0,54	385,0	42,3	192,1	329,1
E-UR10	13,45	19,4	31,0	23280	0,13	309,3	23,2	71,5	62,4
MEDIA	7,14	33,8	42,4	31768	0,34	347,2	32,8	131,8	195,8
DESV. EST	8,92	20,3	16,1	12004	0,29	53,6	13,5	85,2	188,6

Tabla 190 Concentración de metales pesados en los sedimentos en la campaña de invierno de 2008 en masa de agua de la transición del Urumea.

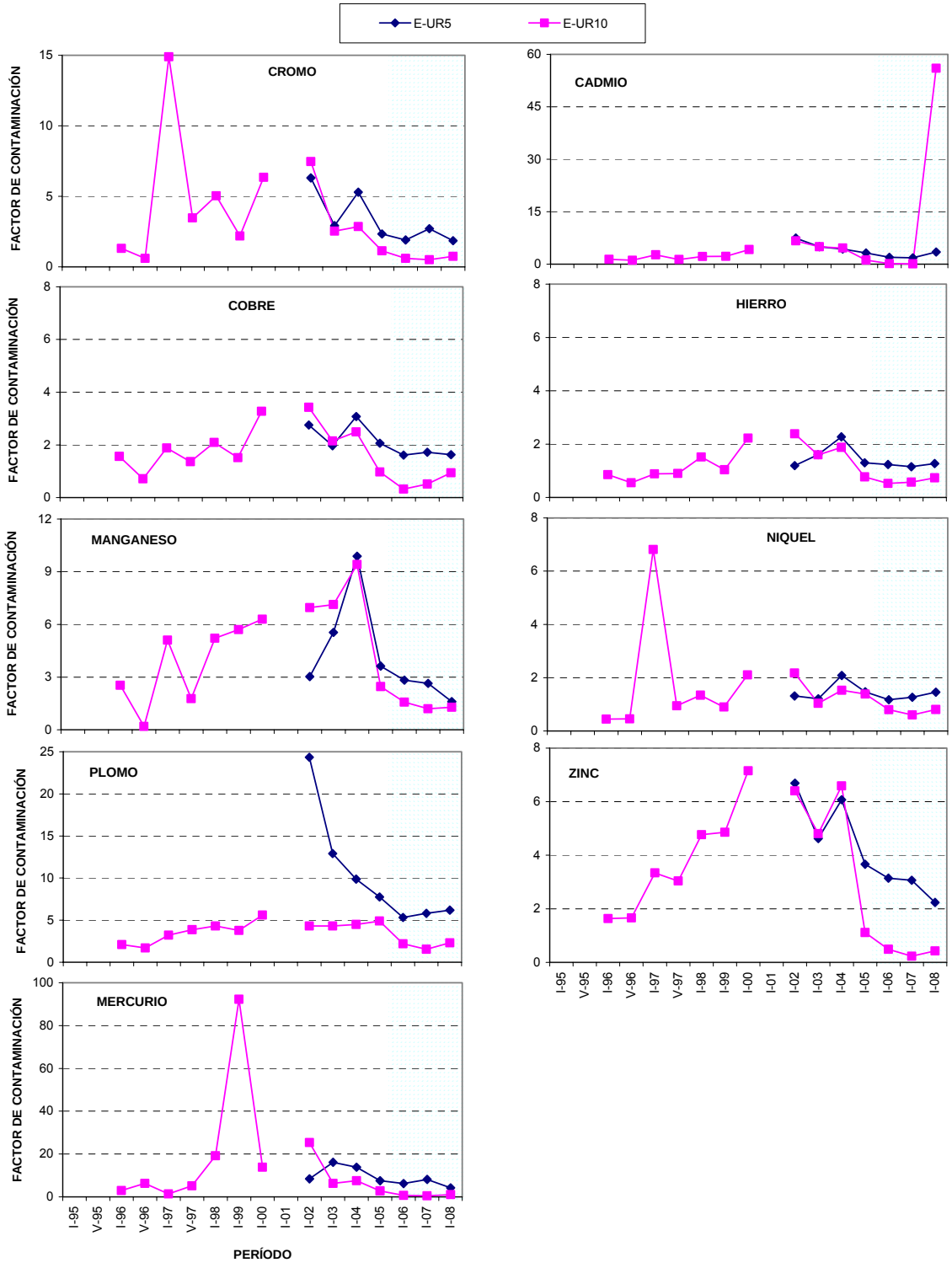


Figura 238 Evolución temporal de los factores de contaminación calculados para cada metal en la estación E-UR10 desde 1996 y la estación E-UR5 desde 2002.

COMPUESTOS ORGÁNICOS

En la Figura 239 se ha representado, en seis familias de compuestos, la evolución en la concentración de los contaminantes orgánicos analizados para las estaciones del estuario del Urumea: desde 1995 en la E-UR10 y a partir del 2002 en la E-UR5.

Comenzando por los PCBs, cabe destacar la tendencia a la subida de PCBs en la estación E-UR5 desde el 2005, mientras que las concentraciones se estabilizan en la estación más cercana a la desembocadura (E-UR10). Esta elevada tendencia a la subida observada en la estación estuárica más interna es un hecho que se repite en varios estuarios, principalmente de Gipuzkoa, como Deba, Urola y Oria.

En lo que respecta al DDT y sus derivados generalmente están presentes en concentraciones próximas o inferiores al nivel de detección, excepto el máximo registrado en 2007 en la estación más interna.

En cuanto a los HCH y los compuestos drin, existen pocos datos por encima de los límites de detección, con excepción de 2004 y 2005, en la estación E-UR10. En los años posteriores las concentraciones han disminuido considerablemente, manteniéndose de nuevo alrededor del límite de detección. Respecto a los compuesto hexaclorobenceno (HCB) se mantienen en los límites de detección durante los últimos años, sin que se pueda destacar ninguna variación considerable.

En relación a los PAHs, se observa una gran variabilidad temporal en ambas estaciones sin presencia de tendencias dominantes en los últimos años. Destaca el máximo observado en 2002 en la estación más interna.

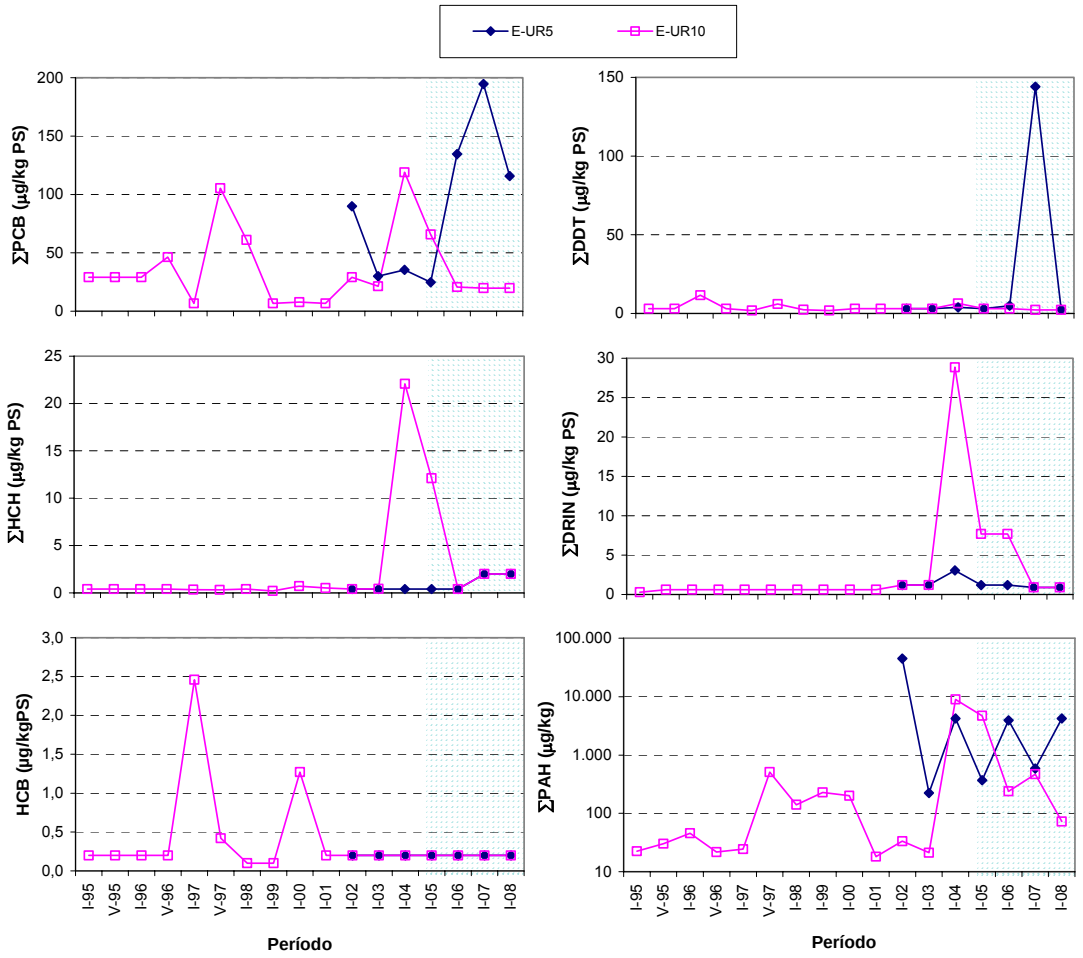


Figura 239 Evolución temporal de la concentración de compuestos orgánicos (µg kg^{-1}) desde 1995.

NORMATIVAS

Como se ha explicado en el capítulo de metodología, a nivel estatal no existe una legislación por la que se regule la gestión de sedimentos contaminados, sino que las actuaciones en este campo se hallan controladas por las correspondientes autorizaciones que, en su caso, concedan las administraciones correspondientes.

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

Siguiendo la metodología expuesta en Borja *et al.* (2003), para establecer el grado de contaminación en los

sedimentos, se ha calculado el índice de carga contaminante global (ICC) para cada estación y para todos los metales. En la Tabla 191 se presenta la clasificación de la contaminación en los sedimentos estuáricos del Urumea en función de la concentración de metales pesados registrada en 2008, basada en los Factores de Contaminación e Índices de Carga Contaminante (ICC) (Müller, 1979).

Se ha encontrado una contaminación global ligera en ambas estaciones. A esta contaminación contribuyen todos los metales, especialmente el Cd y el Pb.

También se ha estudiado su evolución temporal como evolución del índice de carga contaminante global de metales pesados, desde 1996. El resultado se ilustra en la Figura 240. La línea negra indica el límite de contaminación. Se incluyen los ICC globales en las estaciones E-UR5 y E-UR10 calculados con los datos de las últimas campañas.

La Figura 240 indica que el ICC fue incrementando a lo largo del tiempo, hasta alcanzar valores superiores a 5, sobrepasando notoriamente el nivel de contaminación. Desde 2002 existe un descenso discontinuo en ambas estaciones, presentando desde 2005 valores que se sitúan por debajo del límite de contaminación.

Como primera aproximación para estimar la potencial toxicidad de los sedimentos se utilizan como referencia los niveles de toxicidad calculados por Long *et al.* (1995). A la vista de estos valores y de las concentraciones de metales analizadas en la campaña de 2008 se infiere que las concentraciones de Ni y Pb superan el nivel bajo de toxicidad en ambas estaciones. La concentración de Cu, Hg y Zn supera el nivel bajo de toxicidad en la estación interior (E-UR5). La concentración de Cd supera el nivel medio de toxicidad en la estación exterior (E-UR10). Estos resultados representan un cierto riesgo de efectos biológicos en este estuario.

Para los compuestos orgánicos se siguen los criterios utilizados para la evaluación de la contaminación, tal como se explica en Borja *et al.* (2003a). Siguiendo estos criterios, las concentraciones de compuestos orgánicos obtenidas en la campaña de 2008 resultan en contaminación ligera en la estación E-UR5 donde contribuyen, sobre todo, los PCBs y PAHs. Comparando con los valores de Long *et al.* (1995), se obtienen concentraciones por encima de los niveles bajos de toxicidad de PCBs y PAHs en E-UR5.

ESTACIÓN	FACTORES DE CONTAMINACIÓN									ICC GLOBAL
	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn	
E-UR5	C	CL	CL	CL	C	CL	CL	C	CL	CL
E-UR10	CE	NC	NC	NC	CL	CL	NC	CL	NC	CL
TOTAL	CF	CL	CL	NC	CL	CL	CL	C	NC	CL

Tabla 191 Clasificación de la contaminación en los sedimentos de la masa de agua de la transición del Urumea en función de los metales pesados en 2008, basada en los Factores de Contaminación e Índices de Carga Contaminante (ICC) (Müller, 1979). CE: contaminación extrema; C: contaminación media; CL: contaminación ligera; NC: no contaminado. Se presentan también los ICC globales por estación y por metal.

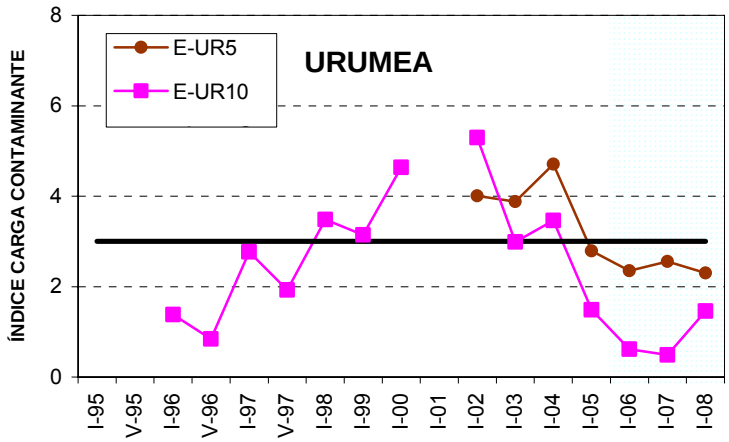


Figura 240 Evolución del índice de carga contaminante global de metales pesados, desde 1996. La línea negra indica el límite de contaminación.

13.6.3 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN BIOTA (MOLUSCOS)

En el estuario del Urumea el 27 de octubre de 2008 se recolectaron mejillones junto al puente del Kursaal (I-UR10). Los datos de la campaña de otoño de 2008 correspondientes a bacteriología, metales pesados y compuestos orgánicos se presentan en la Base de Datos.

BACTERIOLOGÍA

La evolución de las concentraciones de bacterias en el estuario del Urumea se representa en la Figura 241. La concentración de coliformes fecales (470 NMP·100 ml^{-1}) es la más baja de las observadas desde 2001. Dado que se superan los 300 NMP·100 ml^{-1}, se clasifica como zona tipo B, es decir, permitido marisqueo tras depuración.

En cuanto a los **estreptococos fecales**, la concentración en otoño de 2008 (470 NMP·100 ml^{-1}) es intermedia a las registradas en años recientes.

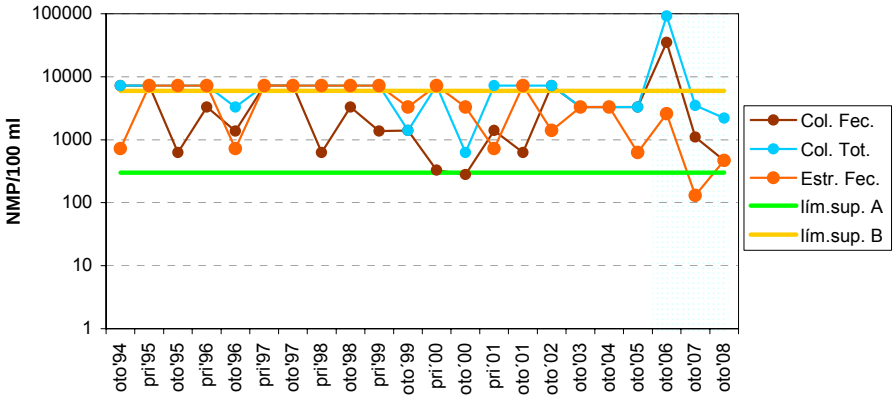


Figura 241 Evolución de la concentración de bacterias en la estación I-UR10 a lo largo del periodo de estudio (otoño de 1994-otoño de 2008).

METALES PESADOS

En la Figura 242 se muestra la evolución de la concentración de metales en moluscos (mg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-UR10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2008).

La concentración de **cadmio** (0,12 mg kg^{-1}) en 2008 es similar a la registrada en el muestreo anterior. En esta estación, en ningún muestreo se ha superado el límite legal (1 mg kg^{-1}), ni el valor de referencia dado por el CIEM (0,4 mg kg^{-1}).

El **cromo** presenta una concentración en 2008 de 0,58 mg kg^{-1}, dentro del rango de los valores medidos en las campañas más recientes. En cuanto al cumplimiento de la legislación, incluso la máxima concentración que se dio en otoño de 1996 (1,38 mg kg^{-1}) es inferior a los 1,8 mg kg^{-1} contemplados para el cromo.

El **cobre** presenta en 2008 una concentración de 1,45 mg kg^{-1}, dentro del rango de los valores medidos en las campañas más recientes. A lo largo del periodo de estudio, el rango de concentraciones va desde 0,10 mg kg^{-1}, en primavera de 1996, a 102 mg kg^{-1} en primavera de 2000. Por lo tanto, el límite legal para el cobre en los mejillones, 20 mg kg^{-1}, se supera en varias ocasiones.

En cuanto al **mercurio**, en otoño de 2008 la concentración es de 0,04 mg kg^{-1}, rompiendo la tendencia descendente observada desde 2004 a 2007. En general, las concentraciones observadas han sido inferiores a los límites de detección correspondientes para cada campaña, por lo que en ningún caso se han superado ni el límite legal (0,5 mg kg^{-1}), ni el valor de referencia del CIEM (0,2 mg kg^{-1}).

En otoño de 2008, el **níquel** presenta una concentración (0,53 mg kg^{-1}) superior a las observadas desde la campaña de 2002. Aunque para el níquel no hay establecido un límite legal, existe un valor de referencia dado por el CIEM, 1,5 mg kg^{-1}. Este valor no se ve superado ni por la concentración máxima observada en el estuario del Urumea en otoño de 1996, 1,46 mg kg^{-1}.

Para el **plomo**, en otoño de 2008 la concentración es de 0,49 mg kg^{-1}, superior a los tres años anteriores. El límite legal para su consumo (1 mg kg^{-1}) se ha superado en muestreos previos.

Por último, en cuanto al **zinc**, la concentración en otoño de 2008 (55 mg kg^{-1}) es la más elevada en esta estación desde otoño de 2000. La máxima concentración de zinc (1.069 mg kg^{-1}) se observó en otoño de 1999. A lo largo del seguimiento, este es el único caso en el que se

han superado tanto el valor de referencia dado por el CIEM, 600 mg kg^{-1}, como el límite legal, 1.000 mg kg^{-1}.

La concentración de **plata**, se comenzó a medir en los moluscos en la campaña de 2007 con un valor de 0,007 mg kg^{-1}, seguido por un incremento en 2008 (0,01 mg kg^{-1}).

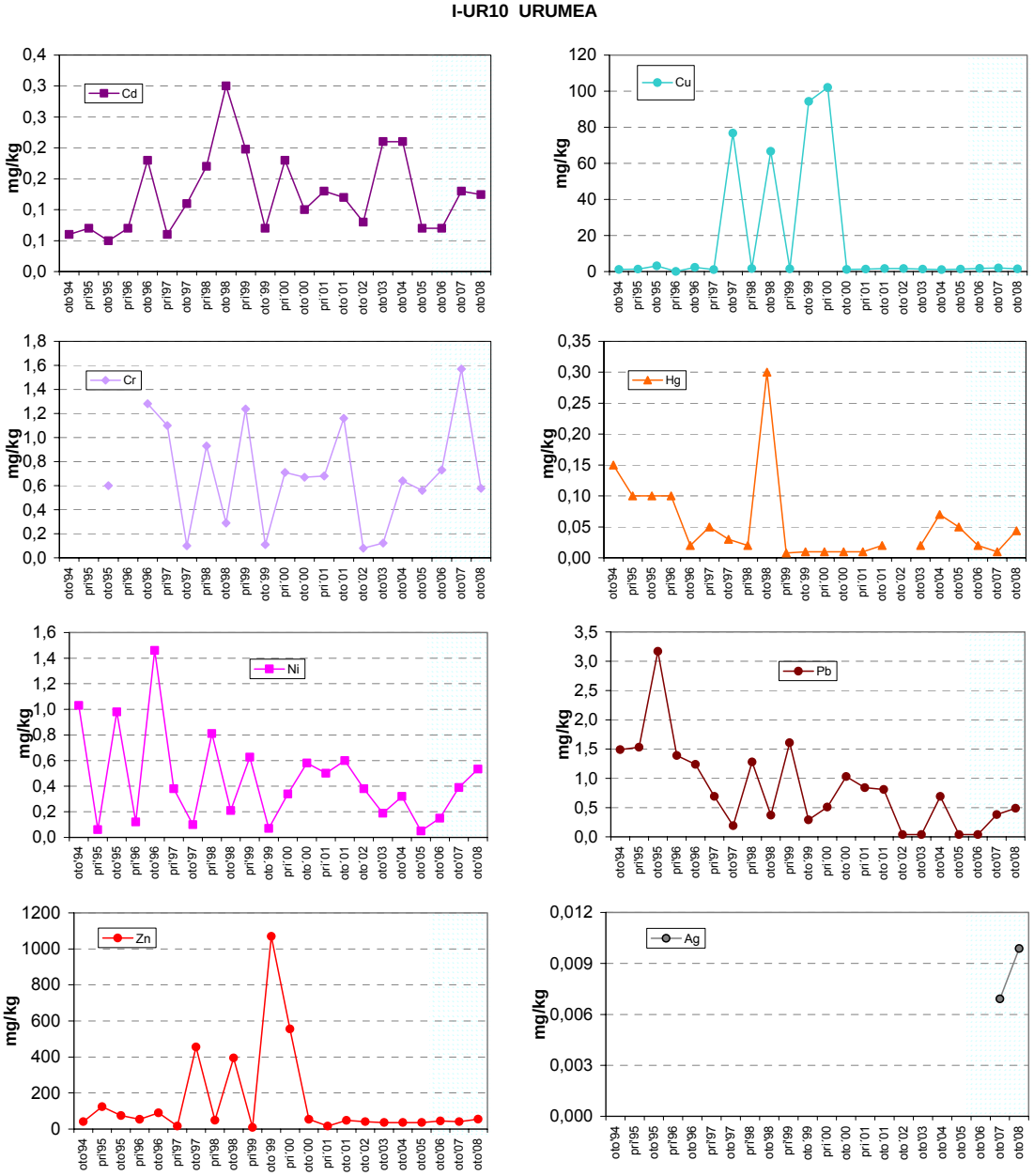


Figura 242 Evolución de la concentración de metales en moluscos (mg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-UR10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2008).

COMPUESTOS ORGÁNICOS

En este apartado se contemplan diversas sustancias de origen antrópico. En su mayoría, se caracterizan por ser utilizadas como biocidas o pesticidas, pero también son utilizados por la industria. Como no hay legislación española específica para la mayoría de estas sustancias, nos hemos basado en NAUEN (1983) para recopilar lo existente en otros países del entorno y obtener los valores límites.

En la Figura 243 se muestra la evolución de la concentración de compuestos orgánicos en moluscos (µg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-UR10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2008).

En el caso de los policlorobifenilos **(PCBs)** se han sumado las concentraciones de los 7 congéneres analizados, con objeto de poder compararlas con las de otros lugares. Hay que tener en cuenta que el dato puede variar al ser menos o más los congéneres estudiados en otras zonas.

I-UR10 URUMEA

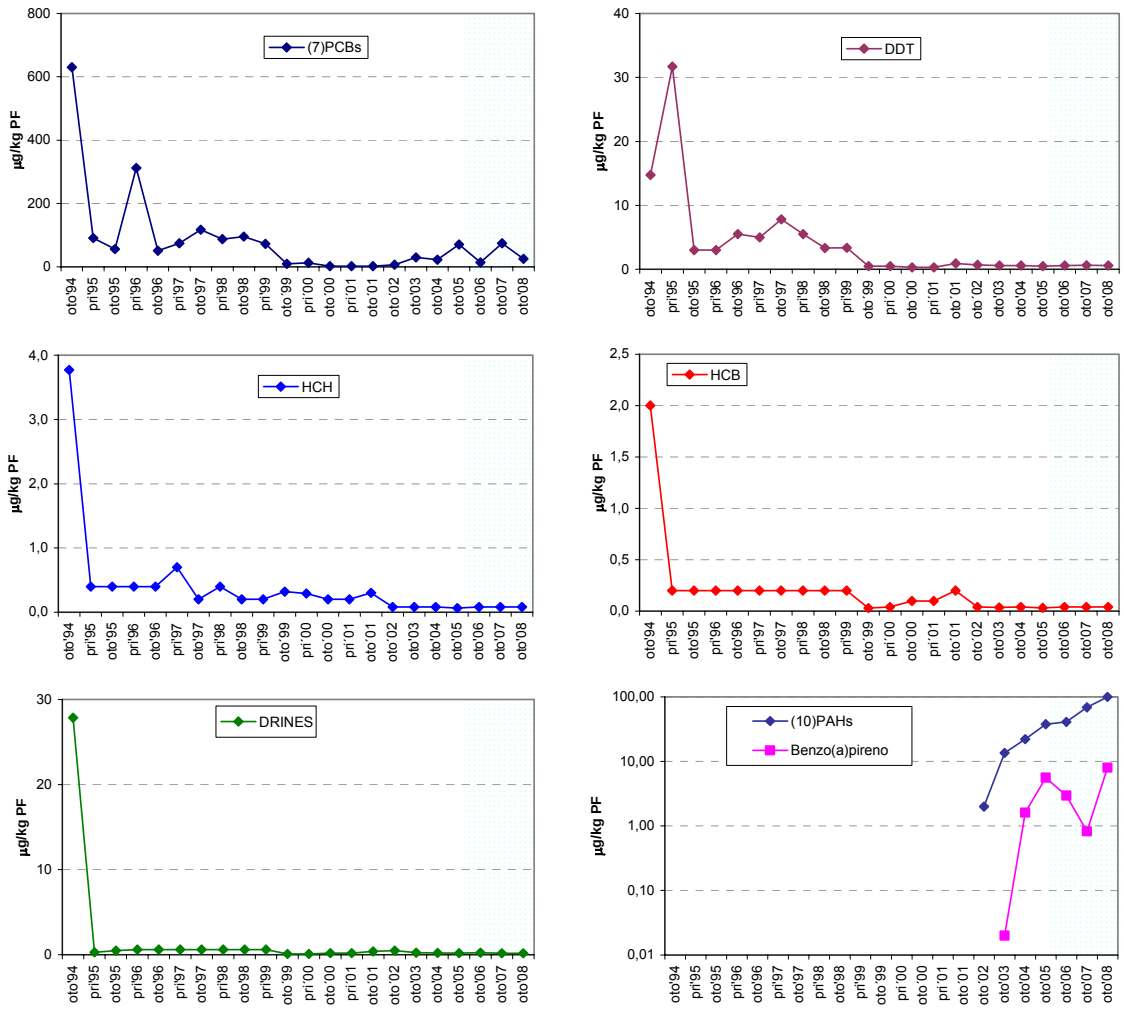


Figura 243 Evolución de la concentración de compuestos orgánicos en moluscos (µg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-UR10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2008).

Se observa que la concentración de PCBs en los moluscos ha ido decreciendo a lo largo del periodo de estudio, siendo la concentración máxima la observada en otoño de 1994, 630 µg kg^{-1}. En los últimos muestreos se observa un ligero incremento, en promedio, alcanzándose los 25 µg kg^{-1} en otoño de 2008. Los valores que se dan para la concentración de PCBs en moluscos (NAUEN, 1983) oscilan entre 1 y 5 ppm. Si se toma como valor límite 2 ppm (2.000 µg kg^{-1}), se observa que las concentraciones de PCBs encontradas a lo largo del periodo de estudio son inferiores a este valor.

La concentración de **DDT** corresponde a la suma de los tres compuestos de DDT analizadas (p-p'DDE, p-p'DDD, p-p'DDT). La concentración de otoño de 2008 es inferior al límite de detección (0,6 µg kg^{-1}). A lo largo del periodo de estudio la concentración de DDT más elevada se dio en primavera de 1995, cuando se alcanzó el valor de 31,69 µg kg^{-1}. Sin embargo, incluso en este caso el valor límite (2 ppm = 2.000 µg kg^{-1}) se encuentra muy alejado.

La concentración de **HCH** corresponde a la suma de α-HCH y γ-HCH (lindano). En otoño de 2008 la concentración no ha alcanzado el límite de detección (0,08 µg kg^{-1}).

La concentración más elevada de HCH en el estuario del Urumea se dio en otoño de 1994, 3,77 µg kg^{-1}. Teniendo en cuenta que el valor límite sólo para el lindano es 200 µg kg^{-1}, esta concentración se encuentra muy por debajo de dicho límite.

Las variaciones observadas en la concentración de **HCB** a lo largo del periodo de estudio se deben al cambio en el nivel de detección. Por lo tanto, estas concentraciones son muy inferiores al valor límite para este compuesto, 200 µg kg^{-1}.

En cuanto a las concentraciones los **drines** (aldrín, dieldrín e isodrín) en raras ocasiones se superan los límites de detección correspondientes.

Por último, desde otoño de 2002 se estudian los **PAH** en moluscos (Borja *et al.,* 2003). Desde otoño de

2003 los niveles de detección de la mayoría de los compuestos halogenados han sido superados, observándose un incremento continuo en la concentración del sumatorio total hasta los 100 µg kg^{-1}, medidos en la campaña de 2008. La concentración de benzo(a)pireno (8 µg kg^{-1}) es inferior al máximo permitido para el consumo según el Reglamento (CE) n° 208/2005 (10 µg kg^{-1}).

NORMATIVAS Y DIRECTIVAS

En este caso sería de aplicación la Directiva de comercialización de moluscos, en la que, a la vista de la concentración de bacterias existentes la calificación sería de Zona B (marisqueo para depuración). Sin embargo las elevadas concentraciones registradas recientemente implicarían calificar como Zona C (cerrada al marisqueo).

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

Para la clasificación de la contaminación de los metales pesados se han tenido en cuenta los niveles de fondo para el País Vasco (Borja *et al.,* 1996) y se ha utilizado la misma metodología que para el cálculo de los ICC para sedimentos (véase Borja *et al.,* 2003). A partir de las concentraciones de metales obtenidas en otoño de 2008 en los moluscos recolectados en el estuario del Urumea, la clasificación general sería de no contaminado, con contaminación ligera de níquel y cromo.

En cuanto a los compuestos orgánicos, rara vez alcanzan los límites de detección, por lo que se puede considerar que los moluscos de este estuario no están contaminados por compuestos orgánicos. En el caso de PAHs se supera el límite recomendado por la OMS (200 µg kg^{-1}, en peso seco, para la suma de 6 PAHs) para el consumo.

13.7. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

Este es un estuario que está muy encauzado, por lo que se halla muy dominado por el río. Históricamente el cauce del Urumea ha estado sometido a grandes alteraciones físicas, ganando una gran cantidad de terrenos a éste. Esto puede producir una inestabilidad hidrodinámica, ya que los sedimentos arenosos están sometidos a fuerte lavado en el tramo final. En todo caso, en el último año, no han tenido lugar actuaciones que hayan alterado la hidromorfología más de lo que ya estaba previamente. Una vez alcanzada esta situación se puede decir que no es posible que vuelva a ser un estuario funcional, en el sentido de la presencia de marismas, extensas zonas intermareales, etc. Se puede calificar su situación de '**Buena'.**

RED DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LAS AGUAS DE TRANSICIÓN Y COSTERAS DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO

14. MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL OIARTZUN

Pasaia, junio de 2009

ÍNDICE

TOMO 14.- MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL OIARTZUN 377

14.1. RESUMEN ESTADO ECOLÓGICO. OIARTZUN 379

14.2. ESTACIONES DE MUESTREO 381

14.3. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS 381
14.3.1 PARÁMETROS ESTRUCTURALES 381
14.3.2 CALIDAD BIOLÓGICA 384

14.4. FAUNA ICTIOLÓGICA 385
14.4.1 ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD 385
14.4.2 CALIDAD BIOLÓGICA 386

14.5. VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO 387
14.5.1 FITOPLANCTON 387
14.5.2 MACROALGAS 390

14.6. INDICADORES FISICOQUÍMICOS 390
14.6.1 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN AGUAS 390
14.6.2 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS 396
14.6.3 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN BIOTA (MOLUSCOS) 401

14.7. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS 405

14.1. RESUMEN ESTADO ECOLÓGICO. OIARTZUN

En 2004 se realizó el estudio de presiones e impactos en esta Masa de agua.

En el Oiartzun se da la presión directa de un importante número de habitantes, con 242.884 habitantes empadronados en los términos municipales por los que pasa, los cuales ocupan una superficie de 113 km^2. Sin embargo, hay que destacar que 181.900 residen en Donostia, que ejerce una mayor presión sobre la masa de agua del estuario del Urumea (es difícil establecer qué parte de la población ejerce presión sobre cada masa de agua).

Respecto a la industria, la masa de agua correspondiente al estuario del Oiartzun tiene contabilizados 24.164 establecimientos industriales y 94.294 empleos. Cobrando importancia el sector de banca, seguros y servicios a empresas, y otra vez Donostia es el municipio con mayor peso en el estuario. Sin embargo, aunque tal vez no en número pero si en relevancia, son destacables actividades industriales de siderurgia, papel… Nuevamente hay que tener en cuenta las consideraciones realizadas para la población, ya que muchos establecimientos corresponden a Donostia, repartida entre las masas de agua del Urumea, Oiartzun y zona costera adyacente.

El puerto de Pasajes es un puerto natural de carácter pesquero y comercial, al que pueden acceder buques de hasta 185 m de eslora y 30 m de manga, con un calado de 8,8 m. Sus muelles tienen una longitud de 1.200 m para los pesqueros y unos 3.250 m para los comerciales, destinándose el resto a la construcción y reparación de buques y a otras actividades auxiliares. El 33% del tráfico del puerto corresponde a la importación de chatarras para abastecer la industria del acero de la provincia. Por otro lado, el 20% de las mercancías corresponde a la exportación de productos manufacturados por esas empresas del sector siderúrgico. La exportación de vehículos ha hecho que desde 1980 hayan pasado por Pasaia más de 3 millones. Los tráficos en forma de granel (además de la chatarra, se mueve carbón, abonos naturales y artificiales y cemento) suponen más de la mitad del movimiento de mercancías. Actualmente se manipulan 0,5 millones de toneladas de carbón anuales que se utilizan, principalmente, como combustible en la central térmica de Iberdrola. En cuanto a los graneles líquidos, el puerto dispone de un muelle para el tratamiento del petróleo y sus derivados, destacando la importación de gas-oil. También se trabaja con madera, pasta de papel y papel (debido a su importancia en la zona de influencia del puerto) y se mueven magnesitas, cereales, potasas, maquinaria, aluminio, granito, fosfato, pizarra, etc.

Respecto a la ocupación por suelo no urbanizado ni industrial hay que destacar que la mayor parte corresponde a suelo improductivo (24% con 2.741 Ha de suelo improductivo). La capital Donostia, es precisamente la principal responsable de tal superficie de suelo improductivo, con 2.122 Ha.

Los aliviaderos de tormentas son también en el estuario del Oiartzun la presión más importante en número. Se han encontrado 31 aliviaderos, lo cual supone el 22% de las presiones identificadas para la masa de agua. Les siguen, en número, las presiones relacionadas con los asentamientos portuarios, con 29 presiones (20%) entre amarres, fondeaderos, canalizaciones, dragados... También son importantes los vertidos de aguas residuales urbanas (24 puntos de vertido). Menos importantes son las presiones relacionadas con estructuras para la regulación del cauce (14), los astilleros, rampas y varaderos (12), algunas infraestructuras como puentes, túneles, etc. (11) y zonas de almacenamiento (10).

Esta masa de agua presenta numerosas presiones, como vertidos industriales (siderurgia, energía, químico, etc.) y algunos urbanos (regata Txingurri) (todos ellos totalizan 280 10^6 $m^3.a^{-1}$), a pesar de ello, actualmente la mayor presión proviene del mismo puerto (ocupa el 92% de la masa de agua), lo que incluye tráfico marítimo, astilleros, dragados (aunque desde 2005 no hayan sido importantes), canalización, amarres, etc., y una evidente degradación. Globalmente la presión en la masa de agua es alta.

En la Tabla 192 se presenta el Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado Ecológico en la masa de agua del Oiartzun.

En el estuario del Oiartzun la estación E-OI10 presentó una contaminación extrema, con ausencia total de especies, hasta 1997. Debido al desvío de las aguas residuales en 1996, en el verano de 1997 bajó progresivamente el coeficiente biótico, lo que parece indicar que el sistema está tratando de evolucionar hacia una situación de "normalidad" (en paralelo al aumento de oxígeno disuelto), que en los últimos años está en mucha mejor situación. En todo caso, esta estación presenta un estado ecológico aceptable, debido a varios elementos

biológicos, pero también a la contaminación que resta en sus aguas. De hecho, en sedimentos superan el límite de calidad para varios elementos, como el zinc, mercurio y plomo, en E-OI10. Hay una diferencia río-estuario que contrasta con lo que sucede en otros estuarios, ya que aquí el tributario principal tiene un buen estado ecológico. Hay que hacer notar que aguas arriba de Rentería casi no hay población y es en las cercanías del estuario donde se recibe la principal carga contaminante. Además, el hecho de que el estuario sea un puerto y su tasa de renovación sea muy baja, determina en gran medida su calificación.

La estación E-OI15 (incorporada en 2002), por su parte, presenta un deficiente estado ecológico, fundamentalmente debido a los vertidos de la regata Txingurri (con mal estado físico-químico), que afectan a las comunidades bentónicas, y a su confinamiento. Este confinamiento, por modificaciones morfológicas, hace que los sedimentos hayan atrapado históricamente gran cantidad de contaminantes (metales, compuestos orgánicos), que hacen de este estuario uno de los más contaminados en sedimentos de la costa vasca (reflejado también en los ensayos de toxicidad realizados en 2006). Sin embargo, su situación biológica es mejor de lo esperable a partir de la contaminación existente. La otra estación estuárica (E-OI20) presenta un estado ecológico aceptable, habiendo mejorado en los últimos años. En general, la mejora se observa en todo el estuario, con un gradiente interior-exterior.

	ELEMENTOS BIOLOGICOS				ESTADO BIOLÓGICO	ELEMENTOS Físico-Químicos	QUÍMICA		ELEMENTOS Morfológicos	ESTADO ECOLÓGICO	Equivalencia	Tanto por Uno	Valor global	CALIFICACIÓN EST. ECOLÓGICO MASA DE AGUA
	Fitoplanc.	Algas	Bentos	Peces			>LD	>NC						
E-OI10	B	D	B	A	A	MB	Sí	Sí	D	A	6	0.48	2.88	5.7
E-OI15	D	A	A	D	D	M	Sí	No	D	D	4	0.15	0.6	
E-OI20	A	A	MB	B	A	B	Sí	No	D	A	6	0.37	2.22	

Tabla 192 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado Ecológico en la masa de agua del Oiartzun en 2008.

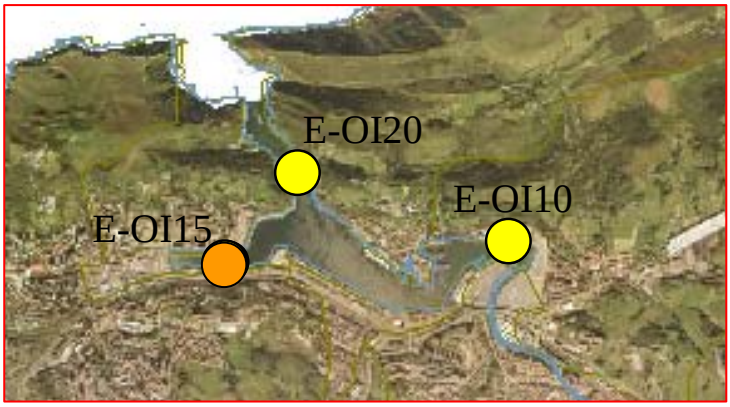


Figura 244 Calificación del Estado Ecológico y ubicación de estaciones en la Masa de agua Oiartzun: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Aceptable; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo

14.2. ESTACIONES DE MUESTREO

En la masa de agua del Oiartzun, la Red de Vigilancia cuenta con tres estaciones estuáricas, y una estación de moluscos, que se muestrean anualmente. Por otro lado, en 2004 y 2007, se analizaron tres estaciones para vida piscícola y 5 estaciones para macroalgas en estuarios. Las posiciones se pueden observar en la Tabla 193.

Cod_Estación	Estación	UTMX	UTMY	Tipo de Estación
E-OI10	Lezo (Oiartzun)	588983,79	4797454,32	Estuarios
E-OI15	Pasaia de San Pedro (Dársena de Herrera)(Oiartzun)	586773,00	4797377,94	
E-OI20	Pasaia (San Pedro) (Oiartzun)	587571,07	4797828,68	
M-EOI1	Oiartzun Zona 01. Estuario Macroalgas	587418,00	4798128,00	Estuarios (Macroalgas)
M-EOI2	Oiartzun Zona 02. Estuario Macroalgas	586900,00	4797380,00	
M-EOI3	Oiartzun Zona 03. Estuario Macroalgas	588045,00	4797260,00	
M-EOI4	Oiartzun Zona 04. Estuario Macroalgas	588013,00	4796939,00	
M-EOI5	Oiartzun Zona 05. Estuario Macroalgas	589041,00	4796785,00	
I-OI10	Pasaia (desembocadura) (Oiartzun)	587134,29	4798539,98	Estuarios (Moluscos)
OIAE	Oiartzun (Arrastre zona exterior estuario)	587295,00	4798309,00	Estuarios (Vida piscícola)
OIAI1	Oiartzun (Arrastre zona interior 1 estuario)	588661,00	4797464,00	
OIAI2	Oiartzun (Arrastre zona interior 2 estuario)	586938,00	4797384,00	
OIAM	Oiartzun (Arrastre zona media estuario)	587661,00	4797511,00	

Tabla 193 Estaciones de muestreo en el estuario del Oiartzun.

14.3. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

14.3.1 PARÁMETROS ESTRUCTURALES

Los parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Oiartzun, en invierno de 2008 pueden verse en la Tabla 194.

PARÁMETRO	UNIDAD	ESTACIÓN		
		E-OI10	E-OI15	E-OI20
Densidad	nº·m^{-2}	5.076	77	2.938
Biomasa	g·m^{-2}	22,088	0,060	11,242
Riqueza	nº	25	7	44
Diversidad número	bit·ind^{-1}	1,87	2,32	3,53
Diversidad biomasa	bit·g^{-1}	2,50	1,60	2,06
Equitabilidad número		4,64	2,81	5,46
Equitabilidad biomasa		0,40	0,83	0,65
Diversidad máxima	bits	0,54	0,57	0,38
AMBI		5,215	4,875	2,125
Clasificación AMBI		Alteración Fuerte	Alteración Moderada	Alteración Ligera

Tabla 194 Parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Oiartzun.

La biocenosis analizada en la estación E-OI10, la más interna de las tres estaciones muestreadas en la masa de agua de transición del Oiartzun, rompió en 2003 la tendencia negativa en densidad que se había ido observando desde 1998 hasta 2002 (Figura 245). Así, la densidad registrada en 2002 (92 ind·m^{-2}) fue la más baja desde que en 1998 se identificaran por primera vez macroinvertebrados bentónicos en la estación. Sin embargo el extraordinario desarrollo sobre todo de la población del capitélido *Capitella capitata*, hizo que los valores de las abundancias de la biocenosis se disparasen hasta 43.724 ind·m^{-2} en 2006, volviendo a disminuir luego hasta los 5.076 ind·m^{-2} en 2008. En cualquier caso, la especie dominante sigue siendo el poliqueto *C. capitata*.

Los elevados contendidos en materia orgánica (11,2%) y altas proporciones de limos (75%), favorecen el desarrollo de especies oportunistas propias de medios contaminados por materia orgánica como *C. capitata* (3.336 ind·m^{-2}), que vienen siendo dominantes a lo largo de todo el seguimiento. También son abundantes *Pseudopolydora paucibranchiata* (624 ind·m^{-2}) y *Polydora cornuta* (330 ind·m^{-2}). La persistencia de estas especies como dominantes desde 1998 muestra la gran capacidad de desarrollo de las mismas en medios altamente cargados de materia orgánica. Muchas de las especies restantes halladas en esta área, aunque menos abundantes, son también frecuentes en medios contaminados (BELLAN, 1967; GRASSLE y GRASSLE, 1974; HILY, 1984; PLANAS, 1986; REISH, 1972, 1980; WARREN, 1977).

La especie más abundante en todos los muestreos desde 1998, *C. capitata*, es una especie oportunista que puede desarrollarse extraordinariamente en medios con alto contenido en materia orgánica y concentraciones de oxígeno mínimas, siendo considerada buena indicadora de polución orgánica, así como de medios bentónicos

alterados (REISH, 1959, GRASSLE y GRASSLE, 1974, 1976; PLANAS y MORA 1984), aunque también puede presentarse en densidades elevadas en medios no alterados (MUUS, 1967; WOLFF, 1973; WARREN, 1977).

Otro dato también característico de la estación E-OI10 es la ausencia de especies típicas de los estuarios que caracterizan a la Comunidad de *Scrobicularia-Cerastoderma*. No obstante, aunque en pequeñas densidades, aparecieron ocasionalmente *Hydrobia ulvae* (en 1999) y *Hediste diversicolor* (en 2000).

Hay datos que apoyan la hipótesis de una recuperación de la zona en la que se ubica la estación, como lo es el hecho de que la riqueza específica aumenta de 13 *taxa*, máximo registrado en 2003, a 20 *taxa* en 2005. De hecho, a partir de 2003 comienzan a aparecer especies ausentes hasta entonces. Este proceso de complejización de la estructura de la biocenosis se ratifica en 2008. No obstante, hay que recordar que la biocenosis parece estar sometida a un alto estrés como lo denota el gran desarrollo de las especies oportunistas indicadoras de polución por materia orgánica.

Debido precisamente a la mejor distribución de las abundancias relativas de las especies, las diversidades estimadas a partir de los datos de densidad alcanzan valores relativamente altos para la estación (1,87 bit·ind^{-1}, con una equitabilidad de 0,40). Este dato podría estar indicando una mejora de la "salud" de la comunidad que, como ya se ha comentado previamente, se viene observando desde 1998.

La biomasa, también alta, alcanza el segundo máximo de todo el periodo de estudio: 22,1 g·m^{-2} (el máximo se alcanzó en 2006 con 55,2 g·m^{-2}) (Figura 245). La mayor contribución a este parámetro la hacen *Nassarius nitidus* (7,1 g·m^{-2}), *Acanthocardia paucicostata* (6,6 g·m^{-2}) y *Corbula gibba* (3,7 g·m^{-2}).

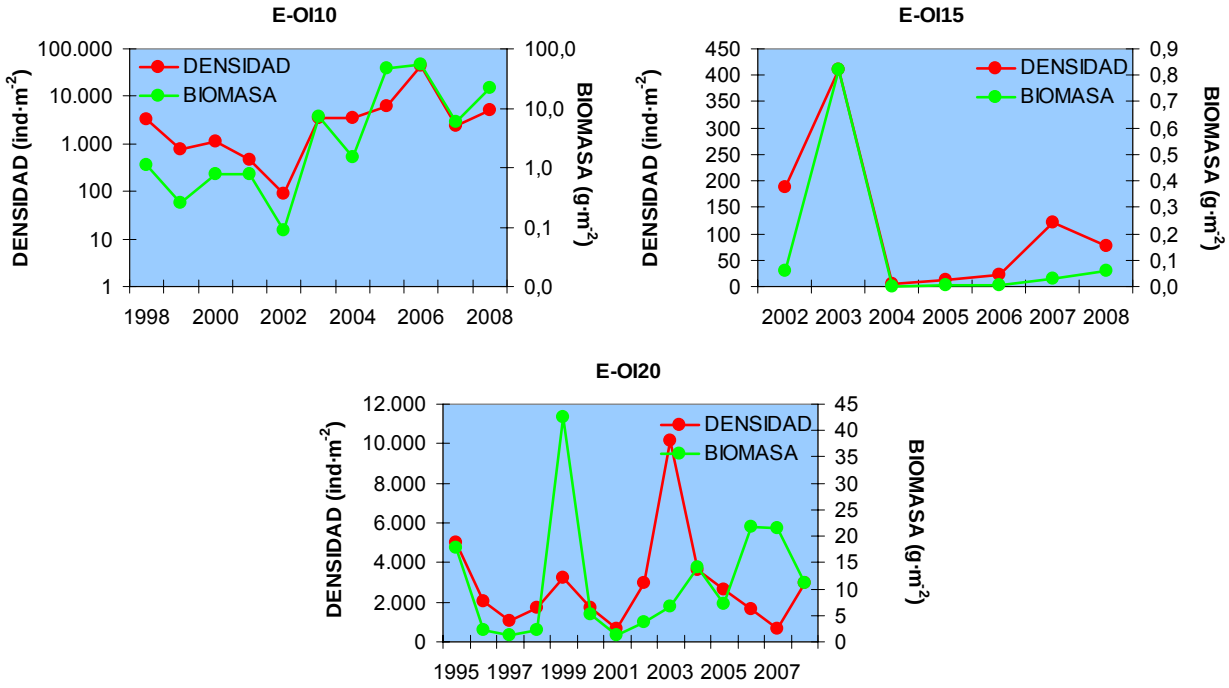


Figura 245 Evolución de la densidad y biomasa en las estaciones E-OI10, E-OI15 y E-OI20 (Oiartzun).

Se han identificado todos los grupos tróficos considerados: los detritívoros subsuperficiales (66%) representados fundamentalmente por ejemplares de *C. capitata*; los detritívoros superficiales (31%), representados fundamentalmente por ejemplares de poliquetos de los géneros *Polydora* o *Pseudopolydora*; carnívoros (2%); omnívoros (<1%); y filtradores/suspensívoros (<1%).

AMBI presenta una lenta pero constante tendencia hacia valores cada vez menores (de 7,0 en 1995-1997 a 5,2 en 2008) que ha permitido que la calificación de la estación pase de alteración extrema a alteración fuerte (Tabla 194; Figura 246). Este cambio es posible gracias a que las especies oportunistas de primer orden, que comenzaron a colonizar la zona en 1998, están siendo progresivamente desplazadas sobre todo por oportunistas de segundo orden, y por una proporción cada vez mayor (aunque todavía testimonial) de especies adscritas a los grupos ecológicos I, II y III.

Los sedimentos de la estación E-OI15 presentan en 2008 características granulométricas semejantes a los de la estación anterior, con contenido en materia orgánica

ligeramente superior (13,6%). En campañas anteriores la comunidad estuvo constituida por especies oportunistas adaptadas a desarrollarse en condiciones de estrés, donde otras especies o no pueden o tienen dificultades para hacerlo. Hay que destacar que en la presente edición de 2008, al igual que en 2002-2004, 2006 y 2007 la especie dominante ha sido *C. capitata* (36 ind·m^{-2}). En 2008 le han seguido en dominancia los grupos de los nematodos y de los oligoquetos, igual que en 2003, y las larvas de dípteros (9 ind·m^{-2}, en los tres casos).

El número de especies identificadas sigue siendo bajo: al igual que en la pasada campaña de 2007, se han identificado 7 *taxa* (máximo de la serie temporal; mínimo, 1 especie en 2004).

En relación al reparto de la densidad entre grupos ecológicos, sigue dominando el grupo ecológico V (59%), por lo que la estación presenta alteración fuerte (AMBI=4,9) (Tabla 194). Desde que comenzara el seguimiento de la estación en 2002, se observa cierta tendencia hacia valores cada vez menores de AMBI (de 6,0 en 2002 a 4,9 en 2008), con densidades relativas crecientes de los Ges IV y III, al menos los tres últimos años de seguimiento (Figura 246). Sin embargo, los procesos de recolonización suelen ser lentos y, al igual que ocurre en las estaciones más interiores de la masa de agua de transición del Nerbioi Interior, se espera una lenta recuperación con episodios de avances y retrocesos.

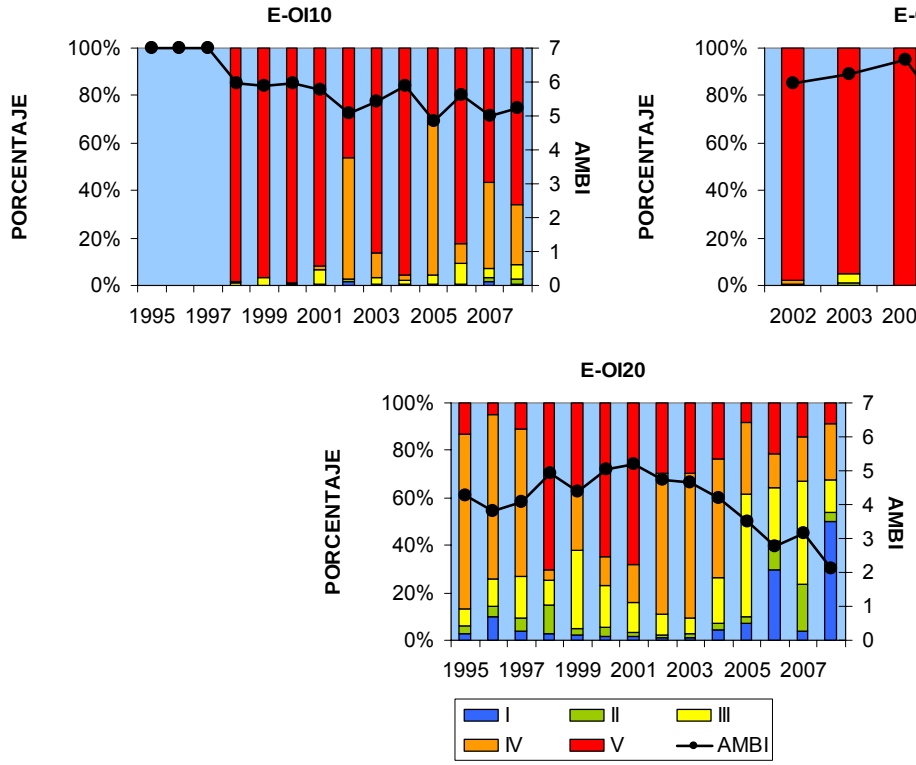


Figura 246 Evolución del porcentaje de cada grupo ecológico y de AMBI en las estaciones E-OI10, E-OI15 y E-OI20 del Oiartzun.

La tercera estación muestreada en la masa de agua de transición del Oiartzun (E-OI20), la más próxima al mar, presenta una comunidad con valores de la riqueza específica (44 *taxa*) y de diversidad estimada a partir de los datos de densidad (3,53 bit·ind^{-1}) mayores que los de las comunidades de las estaciones más internas (E-OI10 y E-OI15), posiblemente debido a la menor carga de contaminación y a la mayor estabilidad de ciertos factores como son el hidrodinamismo, la salinidad, la turbidez, etc. En 2008 los sedimentos de esta estación presentan contenido en limo relativamente alto (62%) y porcentaje en materia orgánica moderado (7,8%).

En la Figura 245 se aprecia que la densidad desciende entre 1995 (4.993 ind·m^{-2}) y 1997 (1.041 ind·m^{-2}). Posteriormente, durante 1998 y 1999 se observa un incremento (3.219 ind·m^{-2}), para volver a descender durante el 2000 y el 2001 (672 ind·m^{-2}). En 2002 y 2003 se volvió a producir un aumento de la densidad de la comunidad, hasta alcanzar la mayor densidad de todo el periodo de estudio (10.160 ind·m^{-2}). Entre 2004 y 2007, la densidad volvió a disminuir hasta alcanzar el mínimo de todo el período de estudio (612 ind·m^{-2}). En 2008 se observa una nueva recuperación, alcanzando un valor similar a los de 2002 y 2005 (2.938 ind·m^{-2}). En la Figura 245 también puede apreciarse que el valor de la biomasa (9,9 g·m^{-2}) se encuentra en el rango de variación de este parámetro para esta estación.

El valor de la diversidad referida a las densidades (3,53 bit·ind^{-1}) es alto en relación a los estimados desde 1995 para esta estación. Además, también se considera relativamente alto para tratarse de una estación estuárica. La tendencia que presenta la estación entre 1995 y 1999 hacia el aumento de este parámetro podría ser indicadora de una disminución del estrés medioambiental de la estación. No obstante, entre 1999 y 2003 la diversidad estimada a partir de los datos de densidad disminuyó de 3,13 bit·ind^{-1} a 2,09 bit·ind^{-1}, valor que no se considera bajo en comparación con otras estaciones estuáricas. De todas formas, en 2005, este parámetro alcanzó valores más elevados, aumento que se volvió a constatar en 2006 y 2007, alcanzando los valores máximos del periodo de estudio. Como ya se ha indicado, en 2008 se detecta un ligero descenso.

En 2008, en la estación E-OI20, el poliqueto *Spiochaetopterus costarum* es el único que destaca en cuanto a su dominancia (41% de la densidad relativa). Muchas de las especies restantes presentan abundancias que, sin llegar a ser dominantes, son importantes. Este hecho contribuye a que la diversidad estimada a partir de los datos de densidad sea elevada.

En E-OI20 todos los grupos tróficos están representados. El grupo trófico de los detritívoros superficiales es dominante (80%), seguido por el de los detritívoros subsuperficiales (14%). Los carnívoros están representados por un 4% de los ejemplares, los omnívoros por un 2% y los filtradores/suspensívoros por menos del 1% de la comunidad. El hecho de que todos los grupos tróficos estén representados denota mejor estructura y mayor estabilidad de la biocenosis, aunque la presencia notable de especies oportunistas indicadoras de polución por materia orgánica sugiere una situación de estrés en la que la acumulación de materia orgánica posiblemente desempeña un papel fundamental.

En cuanto al resultado de AMBI, la estación presenta alteración ligera (AMBI=2,1) (Tabla 194). Dominan las especies sensibles (50%), aunque también se han identificado especies oportunistas de segundo orden, y especies tolerantes a la alteración del medio en densidades relativas más o menos importantes (23% y 14%, respectivamente). La tendencia temporal que presenta la estación es positiva (Figura 246), especialmente a partir de la campaña de 2001 con una disminución de los valores de AMBI de 5,2 en dicha campaña a 2,1 en 2008. Esta tendencia se explica por el progresivo desplazamiento de oportunistas de primer orden por oportunistas de segundo orden, y de estos últimos por especies tolerantes y sensibles.

14.3.2 CALIDAD BIOLÓGICA

En lo referente a la evaluación del estado ecológico del compartimento de los macroinvertebrados bentónicos, la calificación obtenida por la estación **E-OI10** a partir de M-AMBI es de **'Buen Estado'** (Figura 247). La estación presenta una clara tendencia positiva desde el inicio de su seguimiento, pasando de EQR=0 en 1995-1997 a EQR=0,54 en la presente campaña de 2008. A pesar de ello, los valores de EQR estimados son próximos al límite con el Estado Aceptable, por lo que es conveniente prestar especial atención a la zona para evitar un retroceso que lleve al incumplimiento del objetivo de mantener el Buen Estado en 2015.

En cuanto a la estación **E-OI15**, ésta presenta **'Estado Aceptable'** (Figura 247). El seguimiento de esta estación comenzó en 2002 y, desde entonces, mantiene una tendencia positiva, aunque con avances (en 2004 ya presentaba Estado Aceptable) y retrocesos (en 2006 se encontraba en Mal Estado). Como ya se ha indicado anteriormente, en una estación en proceso de recolonización como es la que nos ocupa, es habitual encontrar avances y retrocesos. Como ya se indicó en el informe correspondiente a la pasada campaña de 2007, lo importante es que la tendencia a medio-largo plazo es positiva y cabe esperar que continue siéndolo.

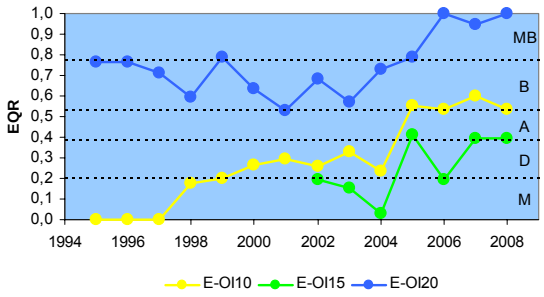


Figura 247 Evolución de EQR para las estaciones de la masa de agua de transición del Urumea.

Por último, la estación **E-OI20** presenta **'Muy Buen Estado'** (Figura 247). Esta estación presentaba cierta tendencia negativa entre 1995 y 2001, campaña en la que alcanzó el EQR mínimo (0,53). Sin embargo, a partir de la campaña de 2003 los valores de EQR han ido aumentando progresivamente hasta alcanzar el máximo en 2006 (EQR=1,00). A pesar del pequeño retroceso en la campaña de 2007 (EQR=0,95), en la presente campaña nuevamente se alcanza la máxima puntuación para el EQR (1,00).

14.4. FAUNA ICTIOLÓGICA

14.4.1 ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD

Las muestras de fauna demersal recogidas durante la campaña de campo del 2007 y 2004, no en 2008. Por tanto, en este informe se recuerdan los datos obtenidos con anterioridad, teniendo en cuenta la metodología actualizada que ha sido explicada en el Tomo 1 (cambios establecidos en relacióna a las tipologías: en las masas de agua de Tipología III el análisis temporal se hará en función de los peces, excluyendo los crustáceos).

En dicho año 2007 se encontró un total de cuatro taxones en las distintas estaciones del estuario, siendo todas ellas especies habituales de estos ecosistemas que soportan amplios rangos de salinidad, principal condicionante de la vida en estas zonas de transición. En el estudio realizado en 2004 (Borja *et al.,* 2005) el total de especies identificadas en dicho muestreo fue también de cuatro peces.

A su vez, en el Oiartzun existen datos obtenidos en muestreos de años anteriores. En concreto, datos del año 2001 (Franco *et al.,* 2002) analizados en el "Estudio de las comunidades de fauna demersal en los estuarios de Oiartzun y Bidasoa", y datos del año 1995 (Borja *et al.,* 1996) incluidos en el informe inédito "Estudio de la calidad biológica de los sedimentos de los estuarios interiores de los ríos Bidasoa, Oiartzun y Urumea". El número de taxones registrados en 2001 fue de cinco especies de peces y, en 1995 de tres.

Así, en la Figura 248 se expresan los valores obtenidos para cada indicador considerado en el cálculo del estado para cada tramo de estuario objeto de estudio (AOIE externa, AOIM media, AOII-1 y AOII-2, ambas internas).

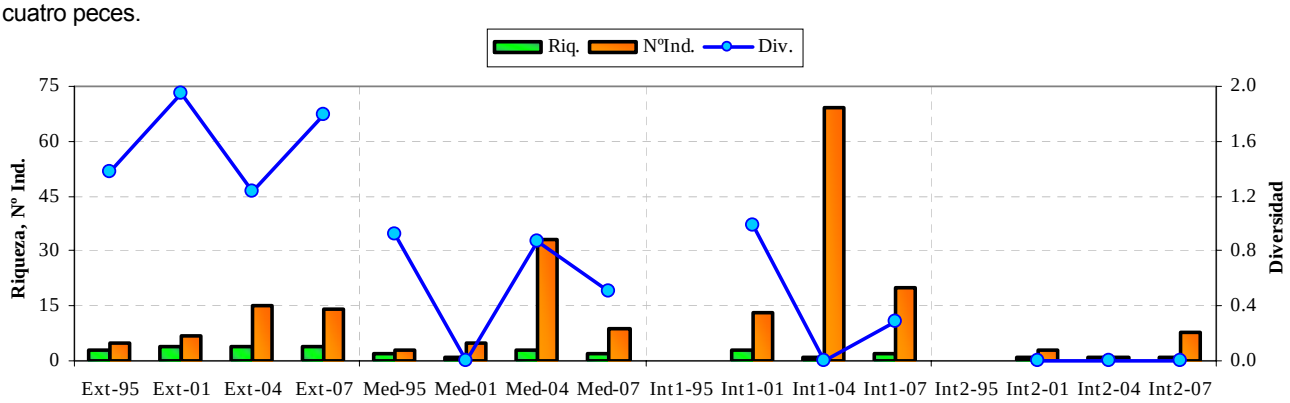


Figura 248 Riqueza, número de individuos y diversidad en las distintas estaciones y en los años 1995, 2001, 2004 y 2007. Interior 2 (Int-2), interior 1 (Int-1), media (Med) y exterior (Ext).

Entre los taxones de peces demersales destaca la presencia de *Pomatochistus minutus* (cabuxinos) en las cuatro estaciones, *Solea solea* (lenguado) que poco a poco parece que va colonizando todo el estuario y, la presencia de especies identificadas en años anteriores: como *Arnoglossus laterna* (soldado). En la estación exterior (Ext.) la riqueza y el número de individuos presentan valores similares a años anteriores (el número de individuos ligreramente inferior al alcanzado el año 2004). No ostante, la diversidad aumenta (1,79) pero queda por debajo del valor obtenido en 2001 (1.95).

En la estación media (Med) todos los parámetros disminuyen respecto a 2004, alcanzando valores similares a los obtenidos en 1995 y 2001. En el tramo interior1 (Int-1) los valores de riqueza y número de individuos son menores que los obtenidos en 2004; incluso en el 2001 el valor de la riqueza fue superior. La diversidad se recupera (0.29) pero sin alcanzar el valor obtenido en 2001 (0.99). En el tramo interior 2 (Int-2) la riqueza de peces mantiene el mismo valor mínimo de los años anteriores (1) aunque el número de individuos aumenta. Como consecuencia, la diversidad sigue alcanzado el valor nulo.

Los valores obtenidos para la riqueza y la diversidad de especies aumentan gradualmente hacia el exterior del estuario, a excepción del año 2001, donde en el tramo interior 1 (Int-1) se obtenían valores ligeramente superiores al tramo medio (Med). A excepción del año 1995 (año en los que la estación interna 1 (Int-1) no registro capturas y la estación interna2 (Int-2) no fue muestreada), el número de individuos toma el valor el máximo en la estación interior 1 (Int-1) y el mínimo en la estación interna2 (Int-2).

14.4.2 CALIDAD BIOLÓGICA

En este apartado se hace referencia a la tendencia temporal y espacial de la calidad biológica, a partir de los datos obtenidos en 2004, que fue el primer año en que se muestreaba este estuario dentro de la Red de Calidad, aunque en años anteriores se han realizado estudios similares para otras administraciones (Borja et al., 1996; Franco et al, 2002), lo que permite establecer una comparación.

La metodología aplicada para establecer la calidad biológica en peces en estuarios ha sido explicada en el Tomo 1. En la Tabla 195 se expresan los valores obtenidos para cada indicador considerado en el cálculo del estado para cada tramo de estuario objeto de estudio (AOIE externa, AOIM media, AOII-1 y AOII-2, ambas internas).

Estación/año	AOIE		AOIM		AOII1		AOII2	
Parámetros	2004	2007	2004	2007	2004	2007	2004	2007
Riqueza	3	3	1	1	1	1	1	1
Esp. Indicadoras contaminación	5	5	5	5	5	5	5	5
Especies introducidas	5	5	5	5	5	5	5	5
Salud piscícola	5	5	5	5	5	5	5	5
Peces planos	3	3	3	5	1	3	1	1
Omnívoros	1	1	1	1	1	1	1	1
Piscívoros	1	5	1	1	1	1	1	1
Especies residentes (nº)	3	1	1	1	1	1	1	1
Especies residentes (%)	1	5	1	1	1	1	1	1
PUNTUACIÓN	27	33	23	25	21	23	21	21
AFI	0.500	0.667	0.389	0.444	0.333	0.389	0.333	0.333
CALIDAD BIOLÓGICA	A	B	A	A	D	A	D	D

Tabla 195 Valores de los indicadores seleccionados para estimar la calidad biológica de peces demersales en cada estación (AOII-1 interna 1, AOII-2 interna 2, AOIM media y AOIE externa) y rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: (MB): ≥ 0.82; Bueno (B): 0.56 -0.82; Aceptable (A): 0.56 - 0.34; Deficiente (D): 0.34- 0.17. AFI: AZTI's Fish Index.

La ausencia de especies introducidas, la salud piscícola y la ausencia de especies indicadoras de contaminación son los indicadores que contribuyen con un valor más alto, de 5, a la calidad biológica. Este valor se alcanza en todos los tramos del estuario, AOII-2 interior, AOII-1 interior, AOIM medio y AOIE exterior. El valor de la presencia de peces planos es máximo en la estación media (AOIM), alcanza un valor medio en el tramo exterior (AOIE) e interior1 (AOII1) y el mínimo en el tramo interior2 (AOII2).

La riqueza alcanza un valor mínimo en todas las estaciones excepto en la exterior (AOIE), donde alcanza un valor medio. En cuanto a la composición trófica de peces demersales, existe una relación no equilibrada en la relación entre omnívoros y piscívoros en la estación exterior (valor porcentual 1:5) y una equilibrada pero de valores mínimos en el resto (valor porcentual 1:1).

La estación exterior (AOIE) alcanza la puntuación máxima lograda hasta ahora (0.667) y es calificada como **'Bueno'**. La **estación media (AOIM) y la interior (AOII-1)** obtienen la misma calificación: **'Aceptable'**, sin embargo la puntuación obtenida no es la misma: la estación interna-1 (AOII-1) La estación **interior-2 (AOII-2)**, al igual que en años anteriores logra la valoración más baja (21), y la calificación de **'Deficiente',** rozando el límite con el de aceptable.

Al aplicar la misma metodología a años anteriores, se ha podido constatar que las estaciones que muestran una mejoría son la AOIE que alcanza el valor más alto de toda la serie (bueno) y la estación AOII-2 (aceptable) que se recupera respecto a 2004 (en el límite de deficiente/aceptable) y alcanza el valor obtenido en 2001. La estación AOIM incrementa su valor gradualmente desde 2001 y la estación AOII-2 se mantienen al mismo nivel que los años anteriores (deficiente, rozando el aceptable).

La mejora progresiva de la calidad biológica de este estuario se debe principalmente a que en verano del año 1996 el vertido aguas residuales urbanas de las poblaciones de Oiartzun, Errenteria y Lezo, así como gran parte de las aguas residuales industriales de la zona, se desvío a la cala Murgita. La evolución de la concentración de oxígeno disuelto muestra oscilaciones entre los años 1997 y 2000, para a partir de entonces mostrar una clara tendencia de mejora. No obstante, en la zona de Herrera (estación AOII-2) la calidad biológica sigue obteniendo la misma calificación debido a que se siguen vertiendo aguas residuales urbanas e industriales a través la regata Txingurri (baja desde la zona de Altza) y la regata Trintxerpe (antigua regata que baja desde la calle Pescadería y que se utiliza como colector). Por otro lado, cabe destacar que la bahía de Pasaia ha sido dragada anualmente desde 1982 hasta 2003.

Aplicando la metodología establecida en el Tomo 1 para la calidad biológica de peces en toda la masa de transición obtenemos los valores de calidad biológica

para cada uno de los años de estudio. Así, la Figura 250 muestra la evolución de la calidad biológica en la masa de transición del Oiartzun entre los años 1995 y 2007, mostrando como la calidad biológica se mantiene en 'aceptable' años tras año, oscilando ligeramente.

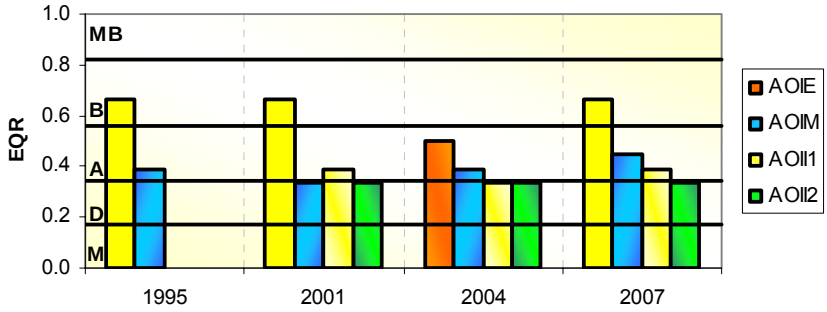


Figura 249 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenidos para cada estación en los años 1995, 2001, 2004 y 2007. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: (MB): ≥ 0.82; Bueno (B): 0.56 -0.82; Aceptable (A): 0.56 - 0.34; Deficiente (D): 0.34- 0.17. Interior 1 (AOII-1), interior 2 (AOII-2), medio (AOIM) y exterior (AOIE).

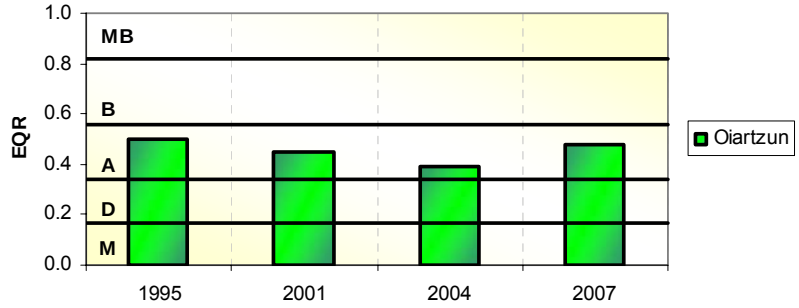


Figura 250 Valores de la calidad biológica obtenidos en la masa de transición del Oiartzun entre los años 1995 y 2007. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): ≥ 0.82; Bueno (B): 0.56 -0.82; Aceptable (A): 0.56 - 0.34; Deficiente (D): 0.34- 0.17; Malo (M): ≤ 0.17

Según datos del informe realizado por Ikaur-Ekolur para la Diputación Foral de Gipuzkoa, en las aguas dulces del Oiartzun se ha detectado la presencia de especies migradoras como *Salmo salar* (salmón atlántico –anádroma-), *Salmo truttta morpha trutta* (trucha de mar –anádroma-) y *Anguilla anguilla* (anguila –catádroma-). Esta última parece ser que nunca ha desaparecido, pero durante una época la presencia de estas especies migradoras fue nula. De hecho, aún no se ha detectado la presencia de *Petromyzon marinus* (lamprea de mar –anádroma-) ni de *Alosa alosa* (sábalo –anádroma-). La presencia de todas estas especies se debe principalmente a la mejora de la calidad de las aguas y a la construcción de pasos piscícolas adecuados en zonas de nula o poca accesibilidad. Por otro lado, cabe destacar que en estos momentos la Diputación Foral de Gipuzkoa tiene un plan de reintroducción para el salmón atlántico.

14.5. VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO

14.5.1 FITOPLANCTON

CLOROFILA

La concentración de clorofila se midió en tres estaciones (E-OI10, E-OI15 y E-OI20) y a dos profundidades, superficie y fondo. Los muestreos se realizaron en pleamar y bajamar, obteniéndose un total de 48 datos. La salinidad varió entre 26,4 y 35,2 USP. Durante la mayor parte del año la salinidad indicó el carácter euhalino de este estuario. Sin embargo, en otoño se encontraron valores de salinidad inferiores a 30 USP. Como ya se ha indicado, los muestreos realizados en varios de los estuarios en la época de otoño en 2008 estuvieron caracterizados por una fuerte influencia de las lluvias que originaron un elevado aporte de agua dulce y consiguiente descenso de la salinidad.

La concentración de clorofila osciló entre 0,3 y 4,8 µg l^{-1} (Figura 251). Los máximos se encontraron en primavera y verano. El máximo absoluto se registró en la estación E-OI15 en superficie. Durante el resto del año las concentraciones no superaron los 2 µg l^{-1}, valores que están dentro del rango habitual para las aguas de transición de carácter euhalino.

Los picos de clorofila en el estuario del Oiartzun fueron de escasa magnitud, teniendo en cuenta que en

otros estuarios los máximos estuvieron en torno a 8-10 µg l^{-1} y en algún caso, incluso se llegaron a registrar picos cercanos a 20-30 µg l^{-1} (aguas de transición del Artibai y del Urola) y 80-100 µg l^{-1} (aguas de transición del Oka interior y del Oka exterior). Sin embargo, en aquellos otros, los picos de clorofila se asociaron a masas de agua de carácter oligo-, meso- o polihalino, mientras que en el estuario del Oiartzun las aguas fueron euhalinas y, por lo tanto, cabe esperar que sus características físico-químicas fueran más oligotróficas.

El estuario del Oiartzun tiene características hidromorfológicas más similares a los estuarios del Nerbioi y del Bidasoa, que los diferencia del resto. Estos estuarios, en su tramo inferior tienen un volumen de agua elevado y presentan pocas zonas intermareales. En este tipo de bahías el tiempo de residencia del agua es de semanas o meses, superior al resto de los estuarios donde el agua reside únicamente horas o días. Un mayor tiempo de residencia beneficia la acumulación de fitoplancton, al encontrarse menos sometido a procesos de advección. Por lo tanto, estas aguas, aunque tengan un carácter euhalino, podrían presentar niveles de biomasa fitoplanctónica superiores a los que se dan en la desembocadura de otros estuarios y en las aguas costeras. También hay que tener en cuenta que, respecto a estas últimas, disponen de un mayor aporte de nutrientes, ya que se encuentran más próximas al medio terrestre y a los sedimentos. El estuario del Oiartzun recibe a la altura de la estación E-OI15 los aportes de aguas residuales urbanas ricas en amonio y fosfato. Esto, junto con el elevado tiempo de residencia del agua explica que en estuario del Oiartzun se observen concentraciones de clorofila superiores a las encontradas en otros estuarios en sus segmentos euhalinos.

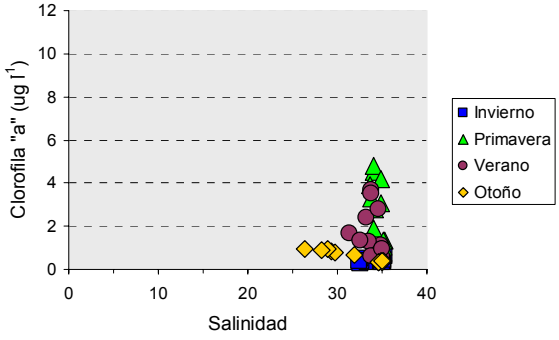


Figura 251 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino del estuario del Oiartzun en las cuatro épocas de estudio durante 2008. Los datos son de superficie y fondo, en pleamar y bajamar.

COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DEL FITOPLANCTON

En la Tabla 196 se presentan las variables que describen la estructura de la comunidad fitoplanctónica en el estuario. La estación situada en la cabecera (E-OI10) se muestreó únicamente en primavera y verano. Las estaciones E-OI15 y E-OI20 se muestrearon para dichas variables en las cuatro épocas del año. A la hora de diseñar esta estrategia se tuvo en cuenta el carácter generalmente euhalino de las estaciones E-OI15 y E-OI20, y se asumió que en dichas zonas las poblaciones de fitoplancton podrían crecer en las épocas lluviosas y de menor insolación (invierno y otoño), al estar menos influidas por la turbiedad y los arrastres fluviales.

Estación	E-OI10	E-OI15	E-OI20
Fecha	-	08/01/2008	08/01/2008
Abundancia (Células/ml)	-	112	191
Diversidad (bit/cel)	-	2,1	2,6
Riqueza (Nº especies)	-	8	13
Estación	E-OI10	E-OI15	E-OI20
Fecha	23/05/2008	23/05/2008	23/05/2008
Abundancia (Células/ml)	668	1.017	2.319
Diversidad (bit/cel)	1,8	2,2	2,5
Riqueza (Nº especies)	18	18	24
Estación	E-OI10	E-OI15	E-OI20
Fecha	12/09/2008	12/09/2008	12/09/2008
Abundancia (Células/ml)	2.684	13.190	7.944
Diversidad (bit/cel)	2,4	1,4	2,2
Riqueza (Nº especies)	21	19	21
Estación	E-OI10	E-OI15	E-OI20
Fecha		31/10/2008	31/10/2008
Abundancia (Células/ml)		276	138
Diversidad (bit/cel)		1,1	1,5
Riqueza (Nº especies)		6	5

Tabla 196 Índices relacionados con Fitoplancton. Estuario del Oiartzun. Los datos son de superficie, en pleamar.

La abundancia total del fitoplancton en el estuario presentó un rango de valores del orden de 10^5-10^7 células L^{-1}. El máximo absoluto se observó en la estación E-OI15 ($13 \cdot 10^6$ células L^{-1}).

Las muestras de otoño y de invierno tuvieron valores de abundancia relativamente bajos (inferiores a 300.000 células L^{-1}) y fueron también pobres en número de especies. Las comunidades de invierno y otoño estuvieron constituidas mayoritariamente por pequeños flagelados y cocoides autótrofos (formas no identificadas). Las diatomeas fueron muy poco abundantes y sólo se detectaron del tipo pennales, que podrían ser de origen bentónico y llegar a la columna de agua por la resuspensión del sedimento.

En primavera, se observó un considerable aumento en la abundancia de fitoplancton, de un orden de magnitud. Además, el número de especies también fue más alto. En primavera, las diatomeas del género *Chaetoceros* fueron el grupo más abundante, especialmente en la estación E-OI20 donde superaron el

millón de células. También se detectaron en elevada abundancia los pequeños flagelados y las formas cocoides.

En verano, se observó de nuevo un fuerte aumento en la abundancia de fitoplancton, que mostró sus valores máximos anuales en todas las estaciones de muestreo. Se pudieron observar floraciones de diatomeas en las tres zonas del estuario. En este caso estuvieron formadas por fitoplancton de tamaño muy pequeño: diatomeas centrales sin identificar de 4-5 µm, *Skeletonema* sp. (2 µm) y *Skeletonema* cf. *menzelii* (5-8 µm). Las diatomeas constituyeron el 94% de la abundancia total en la estación E-OI15, el 79% en la estación de la desembocadura (E-OI20) y el 47% en la estación de cabecera (E-OI10). Otros taxones que presentaron elevada abundancia fueron: las criptofitas, los pequeños flagelados y los dinoflagelados de pequeño tamaño *Heterocapsa* cf. *pypmaea* y *Heterocapsa* cf. *rotundata*. Hay que destacar la elevada similitud en composición fitoplanctónica que presentó el estuario del Oiartzun con el del Nerbioi en verano. Como ya se ha comentado en el anterior apartado, ambos estuarios presentan aguas de carácter euhalino con tiempos de residencia generalmente largos. La abundancia fitoplanctónica en el estuario del Nerbioi fue menor, sin embargo, a la detectada en el Oiartzun durante los muestreos de septiembre.

Los valores de abundancia que superan 10^6 células l^{-1} pueden ser indicadores de eutrofización en el estuario, como respuesta del fitoplancton a la disponibilidad de de nutrientes. Hay que señalar que la concentración de amonio en las aguas de superficie de la estación E-OI15 fue generalmente superior a 20 µM, llegando a alcanzar hasta 156 µM. Asimismo, el fosfato fue generalmente superior a 2 µM, llegando a alcanzar hasta 17 µM. Comparando estos valores con los que se consideran característicos de aguas euhalinas estuáricas en mal estado físico-químico (20 µM para el amonio y 2 µM para el fosfato), se puede deducir que la zona del estuario cercana a la estación E-OI15 estuvo sometida a vertidos de aguas residuales durante todo el año. En la estación E-OI20 en bajamar también se observaron concentraciones de amonio y fosfato cercanas a las correspondientes a mal estado. Estas condiciones son propicias para las floraciones de ciertas especies oportunistas, que pueden proliferar y desplazar al resto en aguas con características físico-químicas muy alteradas.

En cuanto a las especies potencialmente nocivas para los ecosistemas, en verano se detectaron el dinoflagelado *Prorocentrum triestinum* (máximo ~20.000 células L^{-1}), la rafidofícea *Heterosigma akashiwo* (máximo ~10.000 células L^{-1}) y la haptofita *Chrysochromulina* spp. (máximo ~500.000 células L^{-1}). En cuanto a las especies potencialmente tóxicas sólo se detectó en muy baja concentración *Pseudo-nitzschia* spp. (presencia), en primavera y verano.

CALIDAD BIOLÓGICA

A partir de 2007 se comienza a aplicar un nuevo criterio de evaluación para el fitoplancton en las aguas costeras, que ha sido acordado en las reuniones europeas de Intercalibración para la Directiva Marco del Agua. Este nuevo método no ha sido aún intercalibrado en aguas de transición, las cuales, por lo tanto, se evalúan en el presente informe con el mismo método que en años anteriores. Así, el fitoplancton en el estuario del Oiartzun se evalúa con los datos de los últimos cinco años (periodo 2004-2008). La evaluación se realiza en base a cuatro indicadores (clorofila, abundancia de fitoplancton tóxico, abundancia de fitoplancton nocivo para los ecosistemas y abundancia total de fitoplancton) y el estado global del fitoplancton en cada una de las estaciones corresponde al que presenta el indicador peor clasificado (Tabla 197).

En los últimos cinco años, la concentración de clorofila nunca superó el límite establecido en la metodología como indicador de eutrofia en aguas de transición (16 µg l^{-1}). El máximo de concentración de todo el periodo fue cercano a 11 µg l^{-1} (estación E-OI15). La concentración media durante el periodo de evaluación fue bastante similar entre las tres zonas del estuario y se mantuvo por debajo de 2 µg l^{-1}.

Los datos de composición y abundancia fitoplanctónica, sin embargo, advierten de la ocurrencia de floraciones (especies no perjudiciales para la salud humana o la de los ecosistemas, pero sí causantes de "blooms"). Entre éstas, se han llegado a registrar máximos de ~$14 \cdot 10^6$ células l^{-1}, que han correspondido a blooms estivales, compuestos mayoritariamente por diatomeas de pequeño tamaño, en la estación E-OI15.

Finalmente, como se indica en la Tabla 197, integrando ambos elementos, clorofila y comunidad fitoplanctónica, el **estado global del fitoplancton** se clasifica como **"bueno"** en la estación E-OI10, **"deficiente"** en la estación E-OI15 y **"aceptable"** en la estación E-OI20.

ESTACIÓN	Clorofila	Salud Humana	Salud Ecosistemas	Blooms	GLOBAL
E-OI10	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
E-OI15	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Deficiente	Deficiente
E-OI20	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Aceptable	Aceptable

Tabla 197 Estuario del Oiartzun. Calificación en función de clorofila y fitoplancton.

14.5.2 MACROALGAS

Para su estudio, en 2007, la masa de agua de transición del Oiartzun se dividió en 5 zonas, numeradas del 1 al 5 desde la desembocadura del Oiartzun al interior. Ahora se han utilizado esos datos para la evaluación de 2008.

En la Tabla 198 se muestran los datos obtenidos para el estuario del Oiartzun en 2007 (comparados con los de 2004), con objeto de calificar cada tramo del estuario. La metodología utilizada se explica en el Tomo 1.

La calificación fue de Aceptable para los dos tramos exteriores (representados por las estaciones E-OI20 y E-OI15) y Deficiente para el tramo más interior (adscrito a la estación E-OI10). Comparadas con las calificaciones obtenidas para 2004, se detecta cierta regresión en el tramo que se adscribe a la estación E-OI20, motivada por una pérdida de riqueza que se tradujo en una menor cobertura de especies de macrófitos no indicadores de contaminación en la zona M-EOI1 (la riqueza bajó de 6 a 5 *taxa* y la cobertura de macrófitos no indicadores de contaminación bajó del 32% al 15%). En el resto del estuario no se apreciaron cambios que modificaran la valoración de los diferentes indicadores analizados.

La valoración global para la masa de agua, aplicando al conjunto de zonas delimitadas la misma media ponderada que se hace para el cálculo por tramo, fue de **'Estado Deficiente'** (igual que en 2004).

OIARTZUN	2004					2007				
INDICADORES	M-EOI1	M-EOI2	M-EOI3	M-EOI4	M-EOI5	M-EOI1	M-EOI2	M-EOI3	M-EOI4	M-EOI5
1- Riqueza	5	1	3	3	3	3	1	3	3	3
3- Cobertura indicadores contaminación	3	3	1	3	3	3	3	1	3	3
4- Cobertura media algas sin indic. cont.	5	1	1	1	1	3	1	1	1	1
5- Ratio verdes/resto	3	5	5	1	1	1	5	5	1	1
SUMA=	16	10	10	8	8	10	10	10	8	8
CALIFICACIÓN AREA=	B	A	A	D	D	A	A	A	D	D
EQUIVALENCIA=	8	6	6	4	4	6	6	6	4	4
LONGITUD DE LA ZONA=	1,48	2,48	3,48	4,48	5,48	1,48	2,48	3,48	4,48	5,48
PORCENTAJE SOBRE EL TRAMO=	1,00	0,42	0,58	0,45	0,55	1,00	0,42	0,58	0,45	0,55
VALOR GLOBAL=	8,00	2,50	3,50	1,80	2,20	6,00	2,50	3,50	1,80	2,20
EQUIVALENCIA TRAMO=	8,00	6,00		4,00		6,00	6,00		4,00	
CALIFICACIÓN TRAMO=	B	A		D		A	A		D	
ESTACIÓN RED ASIGNADA=	E-OI20	E-OI15		E-OI10		E-OI20	E-OI15		E-OI10	

Tabla 198 Calificación de cada indicador de macroalgas y las equivalencias para la calificación de cada tramo del estuario, asignado a cada estación de muestreo de la Red de Calidad, en 2004 y 2007.

14.6. INDICADORES FISICOQUÍMICOS

14.6.1 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN AGUAS

CONSIDERACIONES GENERALES

La incorporación de la estación E-OI15 al control de la calidad físico-química de las aguas del estuario del Oiartzun en 2002 incrementa la resolución espacial de la vigilancia a lo largo del eje del estuario y da una mayor representatividad a la influencia de los aportes introducidos por los afluentes secundarios (Regata Txingurri) y a los efectos derivados de una menor tasa de renovación de las aguas (Dársena de Herrera). A diferencia de otras nuevas estaciones de control establecidas en 2002, por la morfología del estuario, la estación E-OI15 no representa una zona con un incremento importante de la presencia de agua de origen fluvial respecto a las estaciones E-OI10 y E-OI20, pero denota la diferencia en la concentración de contaminantes en los aportes. Como en las restantes estaciones, las variaciones en la proporción de agua continental y marina responden más a las fluctuaciones de caudal del afluente que a la dualidad entre pleamar y bajamar.

En la Tabla 199 se muestran los datos medios anuales para las diferentes variables básicas analizadas en el estuario del Oiartzun.

En el 2008, la temperatura media oscila entre 16.4º C y 16.9º C, valores ligeramente superiores a los registrados en otros estuarios. A partir de los datos de salinidad obtenidos en la serie de muestreos del año 2008, puede observarse que incluso en el nivel superficial, predomina netamente el agua de origen marino. A diferencia de lo observado en otros estuarios, las concentraciones de las sustancias disueltas medidas, en especial los nutrientes, no guarda una clara proporcionalidad con la salinidad, lo cual indica la presencia de aportes puntuales en el propio estuario. En este sistema los aportes directos y los tiempos de residencia resultan más determinantes sobre las concentraciones medidas y la calidad general de las aguas que los procesos de mezcla y dilución entre las aguas dulces y las marinas.

Así pues, la proporcionalidad respecto al porcentaje de agua de origen fluvial, representado por la salinidad, es casi excepcional entre las tres estaciones de control establecidas en el estuario del Oiartzun.

Variable	Unidad	E-OI10-S	E-OI10-F	E-OI15-S	E-OI15-F	E-OI20-S	E-OI20-F
Temperatura	°C	16,95	16,57	16,62	16,74	16,43	16,53
Salinidad	USP	32,96	34,89	32,94	34,77	32,09	35,10
Agua fluvial	%	7,41	2,01	7,48	2,32	9,85	1,40
Saturación O2	%	86,50	89,25	59,12	69,13	88,50	96,63
pH		8,12	8,14	8,03	8,05	8,12	8,18
Silicato	µmol.dm^{-3}	55,03		41,31		40,58	
Amonio	µmol.dm^{-3}	13,08		118,88		23,22	
Nitrito	µmol.dm^{-3}	0,99		4,97		0,99	
Nitrato	µmol.dm^{-3}	41,86		45,36		36,53	
Nitrógeno Total	µmol.dm^{-3}	92,25		271,88		106,13	
Fosfato	µmol.dm^{-3}	2,33		8,03		1,57	
Fósforo Total	µmol.dm^{-3}	3,56		11,39		2,74	
Carbono O. Total	µmol.dm^{-3}	147,44		333,13		154,50	

Tabla 199 Estuario del Oiartzun. Valores medios de variables relacionadas con el estado trófico y presencia de agua de origen fluvial. F: fondo, S: superficie.

En este sentido, algunos de los máximos y mínimos que indican una situación más desfavorable (exceso de nutrientes, déficit de oxígeno) se concentran en la estación E-OI15 como consecuencia de los aportes procedentes de la regata Txingurri sobre una zona de escasa renovación de las aguas. Éste es el caso del amonio, el nitrito, el nitrógeno total, el fosfato, el fósforo total y el COT, cuyos máximos en la mencionada estación son un claro reflejo de la influencia de los vertidos.

Por otra parte, en los datos generales se observa la influencia de la estacionalidad a través de la temperatura y de las fluctuaciones en el caudal y composición de los aportes. También se aprecia la influencia del estado de la marea. No obstante, el estuario del Oiartzun es, junto con el estuario del Nerbioi, uno de los pocos estuarios en los que el volumen en bajamar es notablemente mayor que el volumen del prisma mareal. Además, el caudal del río es bajo en relación con el volumen total del estuario, por lo que las estas fluctuaciones entre pleamar y bajamar son relativamente menores que en los estuarios dominados por el río y por el flujo y reflujo de la marea.

En cuanto a los nutrientes, pueden destacarse las diferentes proporciones entre las formas oxidadas y reducidas del nitrógeno en función de los aportes mencionados y de la concentración de oxígeno disuelto. En las estaciones más influenciadas por el río suele predominar el nitrato sobre el amonio, mientras que en la estación E-OI15 predomina el amonio, lo cual refleja, una vez más, la influencia de los vertidos de aguas residuales en dicha estación. Se observa un exceso relativo del nitrógeno inorgánico disuelto (NID o suma de amonio, nitrito y nitrato) respecto al fosfato. Por otra parte, como resulta habitual en la mayoría de los casos, el predominio de los materiales con un importante componente detrítico se traduce en un predominio del carbono frente al nitrógeno y, de forma algo menos marcada y generalizada, del nitrógeno frente al fósforo.

EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LAS VARIABLES HIDROGRÁFICAS GENERALES

En la mayoría de las series de datos disponibles no se observan tendencias que indiquen un incremento o descenso significativo y mantenido de los valores de las variables de tipo general y de las relacionadas con el estado trófico. En general predominan las situaciones alternantes, con una distribución de tipo “dientes de sierra” en la que se observa la incidencia de la estacionalidad y de las condiciones hidrológicas. Tal como se señala en estudio de presiones e impactos (Borja et al., 2006a), el nivel de presión relacionado con la entrada de nutrientes es alto.

Las series de datos correspondiente a la estación E-OI20 refleja una tendencia descendente de NID y concentración de fosfatos o, al menos una reducción de la entidad y frecuencia de aparición de concentraciones muy elevadas de nutrientes (Figura 252).

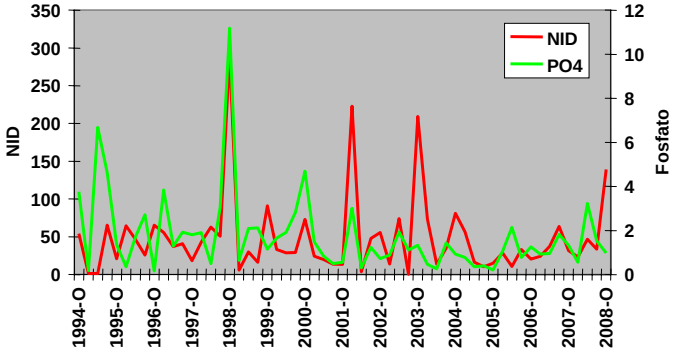


Figura 252 Evolución trimestral, entre otoño de 1994 y otoño de 2008, de la concentración de Nitrógeno Inorgánico Disuelto (NID) y fosfato, ambos en micromoles por litro, en aguas de superficie (media de pleamar y bajamar), en la estación E-OI20.

Aunque de una manera menos acusada, se observa una reducción del rango de las concentraciones de nutrientes, especialmente por la cuantía de los máximos de concentración de amonio, como forma reducida del nitrógeno inorgánico, y por la disminución de la frecuencia de las situaciones en las que las bajas concentraciones de nitrato indicaban la existencia de procesos de desnitrificación. Con las salvedades indicadas para la estación E-OI15, las concentraciones más bajas de nitrato registradas en las últimas series de muestreo aparecen más relacionadas con la reducción de los aportes y la dilución general en función de las condiciones hidrológicas que con los procesos de desnitrificación.

En la Figura 253 se presenta la evolución temporal del oxígeno disuelto en el estuario del Oiartzun (estaciones desde la más interior, E-OI10, hasta la más exterior, E-OI20). Se aprecia que es la estación de Herrera (E-OI15) la que presenta las concentraciones más bajas, mientras que las aguas más oxigenadas corresponden a la estación más exterior. Cabe destacar que el ciclo estacional resulta menos evidente que en otros estuarios.

Con todo, puede destacarse la tendencia ascendente para el porcentaje de saturación de oxígeno. La mejora más notable se ha registrado en las estaciones E-OI10 y E-OI20. Como se puede apreciar en la Figura 253, el "salto" en la mejoría de las condiciones de oxigenación se produjo tras el desvío de vertidos a cala Murgita en verano de 1996. Sin embargo, se observa una ralentización de la mejora en los últimos años de la serie pero, de nuevo, puede destacarse una reducción de la frecuencia y la intensidad de las situaciones de hipoxia.

En la estación E-OI15 se produjo una primera fase de recuperación de la concentración de oxígeno y una reducción de la frecuencia de las situaciones de hipoxia severa que se debió fundamentalmente a la mejora de la oxigenación de las aguas de otros segmentos del estuario con las que se renuevan parcialmente las aguas de la dársena (Figura 253). No obstante, como indican los resultados obtenidos en 2008, siguen dándose situaciones de hipoxia severa (un 8% de saturación de oxígeno en primavera), con desnitrificación y episodios de sulfatorreducción relativamente frecuentes.

Con esta salvedad, las tendencias de mejoría han sido también observadas en otros trabajos (Franco *et al.*, 2003) y se relaciona con el desvío, primero a cala Murgita, y posteriormente a la depuradora y al emisario submarino, de la mayor parte de los vertidos que se realizaban directamente al estuario.

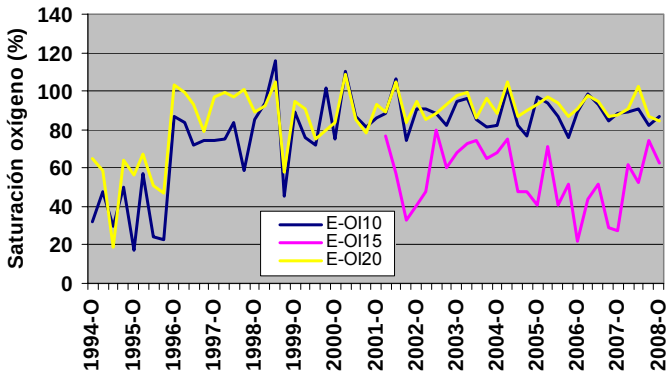


Figura 253 Porcentaje de saturación de oxígeno en la columna de agua en la zona interior del estuario Oiartzun (estaciones E-OI10, E-OI15 y E-OI20). Se muestra el promedio para cada época del año (invierno, primavera, verano y otoño) desde 1994 hasta 2008. La media se ha realizado con los datos tomados en superficie y fondo, y en dos situaciones de marea (pleamar y bajamar).

METALES DISUELTOS

Las concentraciones de cromo (trivalente y hexavalente) y de mercurio en las aguas de superficie en las estaciones del estuario del Urumea, se mantienen, como en la mayoría de los casos precedentes, por debajo de sus respectivos límites de detección (2,3 y 0.3 $\mu g \cdot l^{-1}$).

En la Figura 254 se muestra la evolución de la concentración media del resto de los metales para el periodo comprendido entre otoño de 1994 y verano de 2008. Los valores empleados son medias correspondientes a los datos de pleamar y bajamar para las tres estaciones de muestreo del estuario (E-OI20, E-OI15 y E-OI10), hasta el año 2006, desde 2007 solamente se han muestreado las estaciones en bajamar.

Como se puede observar en la Figura 254, algunos metales como manganeso y níquel, presentan oscilaciones a lo largo de los años, con diferencias apreciables en la concentración entre las diferentes estaciones de muestreo, pero en la actualidad, en ningún caso se superan los objetivos de calidad fijados para cada metal.

En el caso concreto del zinc, algunos metales como manganeso y níquel, presentan oscilaciones a lo largo de los años, con diferencias apreciables en la concentración entre las diferentes estaciones de muestreo, pero en la actualidad, en ningún caso se superan los objetivos de calidad fijados para cada metal. Este año 2008 las concentraciones de estos metales junto al plomo y cadmio se han mantenido sin grandes variaciones respecto al año anterior. En el caso del cadmio la concentración de verano 2007 en la estación E-OI10 que sobrepasaba el objetivo de calidad establecido (0,2 $\mu g \cdot l^{-1}$) se ha recuperado favorablemente obteniendo valores por debajo del objetivo de calidad.

En el caso concreto del zinc, se aprecia un claro gradiente de concentración, siendo las máximas concentraciones en la parte más interna del estuario, E-OI10 (Lezo), y las más bajas en la parte más externa, E-OI20 (Pasaia San Pedro). La concentración media de los últimos años de este metal en el estuario de Oiartzun se podría establecer alrededor de 30 $\mu g \cdot l^{-1}$. No obstante, cabe mencionar la importante mejoría que presenta la concentración de zinc en este estuario en los últimos años, ya que se habían llegado a registrar concentraciones incluso tres veces superiores a objetivo de calidad. Este año la concentración de zinc se mantiene en la línea de los años anteriores por debajo del objetivo de calidad establecido.

Este año, en el cobre se observa una disminución ligera respecto al año pasado en la estación E-OI15 pero bastante superior al resto de las estaciones. Cabe apuntar que la concentración en verano es mayor que en invierno.

En general, en 2008 se puede observar una tendencia ligera diminuir y mantener las concentraciones respecto al año anterior.

Al igual que en el estuario del Nerbioi el Oiartzun también se denomina como una 'masa de agua con presión muy alta'. En este estuario se siguen recibiendo importantes vertido contaminados y persisten algunas áreas degradas (Borja et al., en prensa b). La relación paralela, existente entre los vertidos de metales al río (datos proporcionados por la Agencia Vasca del Agua) y las concentraciones de metales disueltos (Mn, Fe, Ni y Zn) en el estuario, se muestra en la Figura 255. El tratamiento de aguas llevado a cabo en la cuenca, junto con el cierre de las minas cercanas, ha implicado una reducción en la concentración de metales (sobre todo Zn) en las aguas del río y, como se puede observar, también en las aguas del estuario. Además, esta mejoría en la calidad de las aguas del estuario del Oiartzun, ha llevado a una recuperación de la calidad del bentos y peces, en el mismo periodo (Borja et al., 2006b, en prensa b; Uriarte y Borja, en prensa).

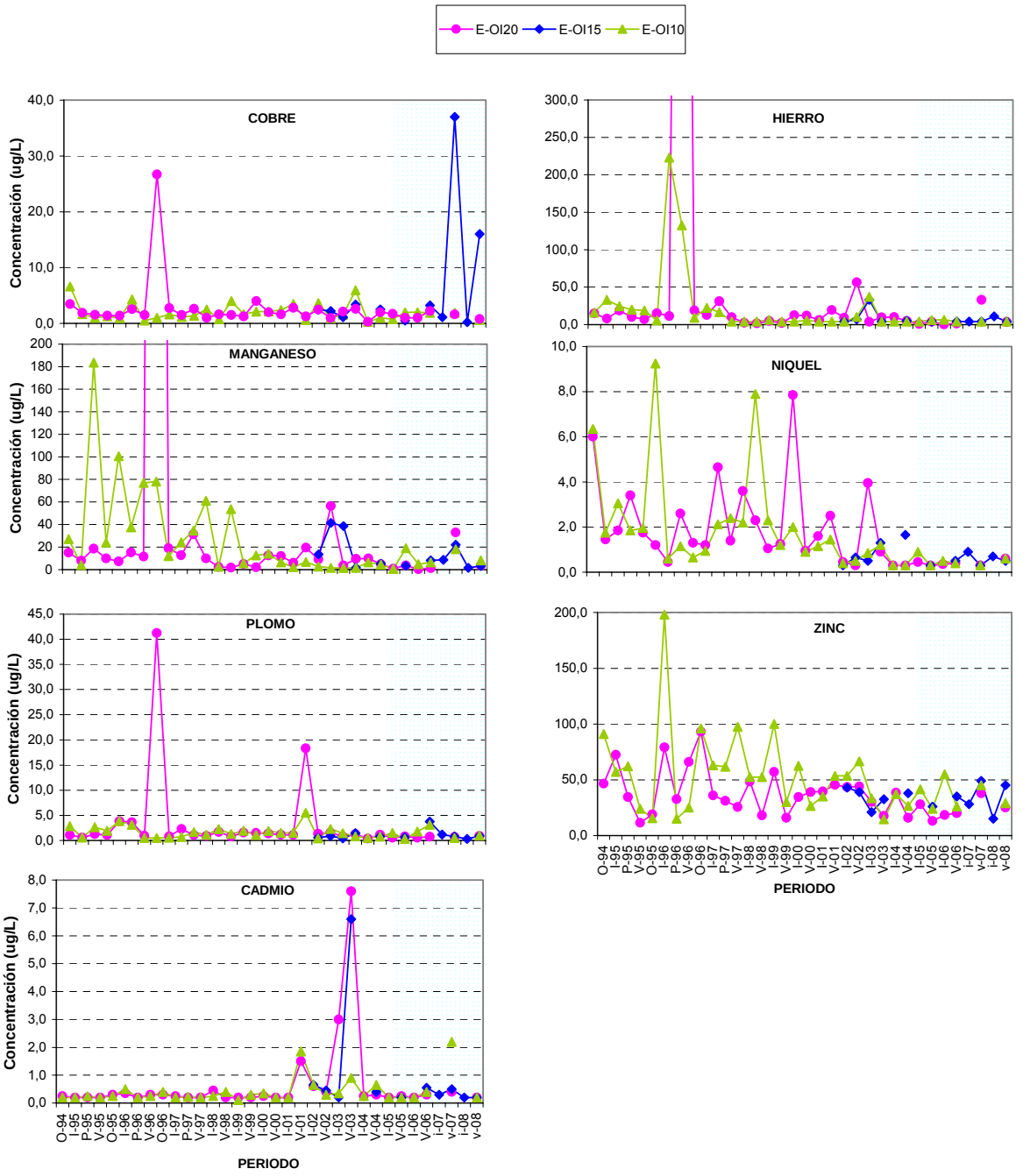


Figura 254 Evolución temporal de la concentración media (pleamar-bajamar) para cada metal en las estaciones del estuario del Oiartzun en el periodo que abarca desde otoño de 1994 a verano de 2006, desde el 2007 sólo se ha tenido en cuenta los datos de bajamar.

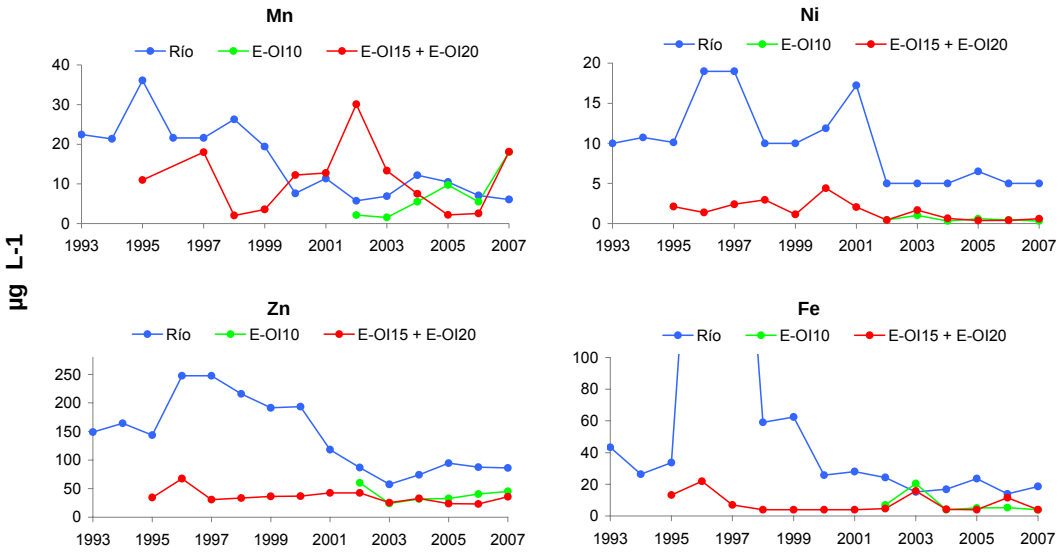


Figura 255 Comparación de la concentración media anual para Ni, Fe, Mn y Zn en aguas de los tramos polihalino y euhalino del estuario del Oiartzun y una estación del río Oiartzun. Los datos de los ríos han sido proporcionados por la Agencia Vasca del Agua.

Muestreos mensuales

Se ha estudiado la evolución de la concentración de mercurio, cadmio, níquel y plomo durante todos los meses del año 2008 en la estación E-OI15 que corresponde a la masa de agua de la transición del Oiartzun.

En la Figura 256 se puede observar la evolución mensual del año 2008 en la estación descrita anteriormente. Se han observado concentraciones de mercurio por debajo del límite de detección (0,3 $\mu g \cdot l^{-1}$).

En el caso del cadmio el objetivo de calidad (0,2 $\mu g \cdot l^{-1}$) se sobrepasa en Mayo y Junio con valores de 1 y 2.2 $\mu g \cdot l^{-1}$, respectivamente, así la media anual es superior al objetivo de calidad. Se observan valores significativamente más altos en campañas de primavera y verano, que es cuando se supera el objetivo de calidad establecido.

En el caso del plomo no se observa ninguna tendencia definida en el estudio mensual. Las medias anuales, al contrario que el cadmio, se encuentran por debajo del objetivo de calidad (7,2 $\mu g \cdot l^{-1}$). Se supera el objetivo de calidad en Agosto con un valor de 12 $\mu g \cdot l^{-1}$.

Respecto al níquel, se observa una tendencia ascendente en primavera-verano y descendente en otoño-invierno sin superar el objetivo de calidad (20 $\mu g \cdot l^{-1}$).

Dado que se han observado concentraciones de mercurio por debajo del límite de detección (0,3 $\mu g \cdot l^{-1}$), la evolución de este metal no está representado. El resto de los metales, excepto el Ni, sobrepasan el objetivo de calidad por lo menos una vez durante el año. Sin embargo, las medias anuales de los metales analizados en las diferentes estaciones se mantienen por debajo del objetivo de calidad establecido.

En el caso del cadmio tanto el objetivo de calidad (1 $\mu g \cdot l^{-1}$) como la media anual calculada se sobrepasan en enero y marzo. En lo que repecta al plomo, el objetivo de calidad de plomo (10 $\mu g \cdot l^{-1}$) y la media anual calculada se superan en enero y julio; en abril también se supera la media anual calculada.

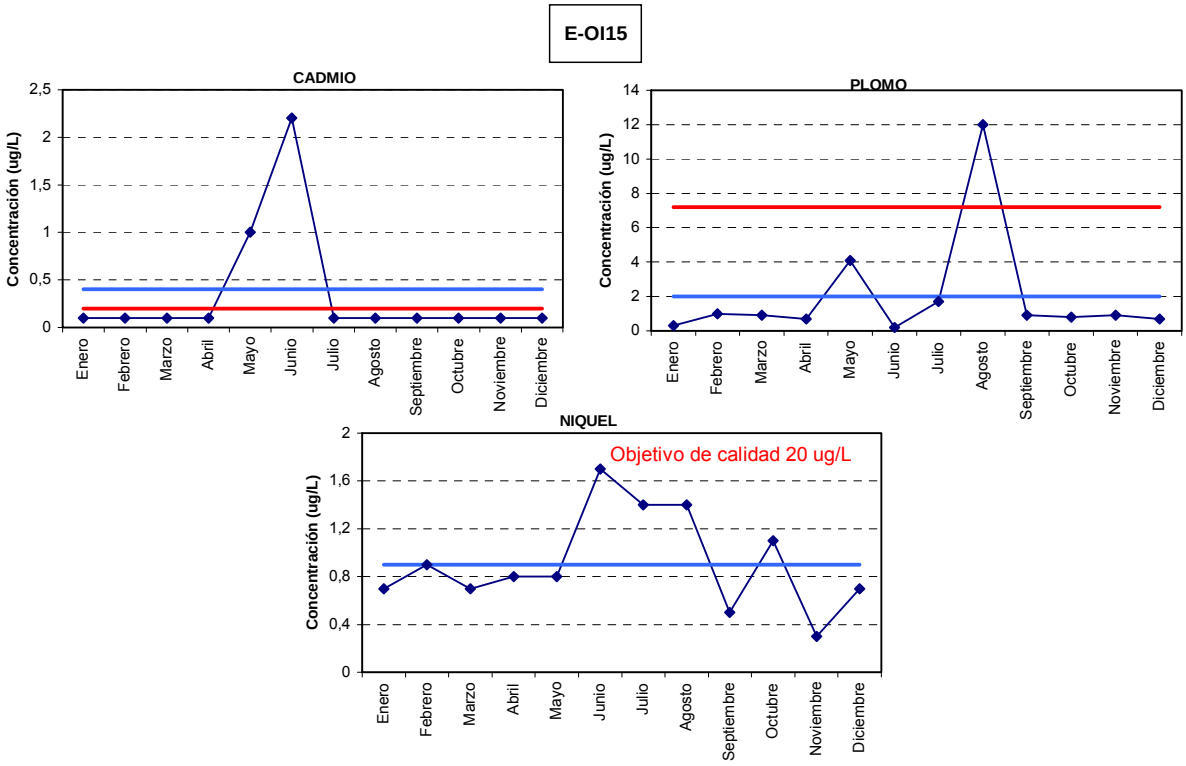


Figura 256 Evolución mensual del 2008 de la estación E-OI15 para el cadmio, plomo y níquel. Donde la línea roja indica el objetivo de calidad para cada metal y la azul la media anual de los datos obtenidos.

CONTAMINANTES ORGÁNICOS Y OTROS CONTAMINANTES ESPECÍFICOS

En los resultados obtenidos en 2008 se mantiene la ausencia de concentraciones significativas (por encima de los respectivos límites de detección) de derivados de PAHs, excepto para los derivados de fenantreno, naftaleno y acenafteno que se encuentran por encima del limite de detección pero sin llegar a sobrepasar el objetivo de calidad establecido para cada compuesto.

Muestreos mensuales

De los resultados obtenidos de los PAH analizados, se aprecia la presencia de algunos congéneres como los derivados del naftaleno y el fenantreno por encima de los respectivos límites de detección, pero sin sobrepasar los objetivos de calidad establecidos para compuesto.

ESTADO EN FUNCIÓN DE LOS INDICADORES FÍSICO-QUÍMICOS

En 2008, la calidad físico-química de la masa de agua se puede calificar como: **'Muy buena'** en E-OI10, **'Mala'** en E-OI15 y **'Buena'** en E-OI20.

En cuanto a los objetivos de calidad físico-química, la estación E-OI10 no cumple para turbidez; la estación E-OI15 no cumple para oxígeno, turbidez y ningún nutriente; mientras que la estación E-OI20 no cumple para los nutrientes ni turbidez.

ESTADO QUÍMICO

Teniendo en cuenta las Directivas europeas y la normativa española, referida a aguas (ver Tomo 1), se puede decir que la estación E-OI15 **'No Cumple'** por presencia de Cd, pero **'Cumplen'** el resto de las estaciones.

14.6.2 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS

PARÁMETROS SEDIMENTOLÓGICOS DE CARÁCTER GENERAL

En la Tabla 200 se recogen los resultados de los análisis obtenidos en la última campaña realizada en 2008.

Los datos obtenidos muestran que los sedimentos del estuario del Oiartzun son sedimentos reducidos, con un porcentaje de material fino entre 62-75%, unos valores C/N entre 15-23 y un porcentaje medio de materia orgánica de 11 %, todo ello indicativo de la influencia antropogénica en este estuario. Los sedimentos más reducidos y con mayor contenido en materia orgánica se encuentran en la estación E-OI15, situada en Herrera.

ESTACIÓN	INVIERNO - 2008							
	GRAVA (%)	ARENA (%)	FINO (%)	M.O. (%)	REDOX (mV)	C.O.P. (mol·Kg^{-1})	N.O.P. (mol·Kg^{-1})	C / N
E-OI10	0,00	24,68	75,32	11,23	-139	4,04	0,26	15,3
E-OI15	0,31	29,28	70,41	13,60	-280	8,37	0,45	18,8
E-OI20	0,89	37,13	61,97	7,82	-180	5,27	0,23	23,1

Tabla 200 Parámetros sedimentológicos correspondientes a los muestreos de invierno de 2008 en cada estación. (GRAVA > 2 mm > ARENA > 63 µm > FINO). M.O.: materia orgánica; REDOX: potencial redox; C.O.P.: carbono orgánico particulado; N.O.P.: nitrógeno orgánico particulado; C / N: relación carbono / nitrógeno.

En la Figura 257 se muestra la evolución temporal de la composición granulométrica, contenido en materia orgánica y relación carbono/nitrógeno en los sedimentos de la transición del Oiartzun desde 1994.

Las tres estaciones presentan una elevada variabilidad temporal en el contenido de la fracción de limos y arcillas. De forma generalizada, la estación más externa presenta un sedimento más grueso que las dos estaciones más internas, acorde con las características hidrodinámicas de sus localizaciones.

En cuanto al contenido en materia orgánica, la estación situada en la zona de Lezo (E-OI10) es la que, en general, ha presentado mayores porcentajes, siendo en otoño de 1995 cuando se alcanzó el máximo. A partir de julio de 1996 se procedió al desvío de gran parte de las aguas residuales al colector que desagua en cala Murgita. Este hecho se ha reflejado en una disminución en el contenido en materia orgánica de los sedimentos de esta zona. La estación más exterior, E-OI20, es la que presenta menores valores de materia orgánica, si bien no dejan de ser altos, variando desde 19 % a 3,5%. En la estación interior, situada en la dársena de Herrera (E-OI15), el contenido en materia orgánica varía entre 11 y 18%. En los últimos años de muestreo, los valores promedio de las dos estaciones más internas son relativamente similares, en torno al 15%.

La relación C/N presenta en general valores bajos, pero con mucha variabilidad interanual. En promedio, es en la estación E-O15 donde se observan los menores valores de la relación C/N. En las tres estaciones se observaron máximos relativos en 2002 y 2007.

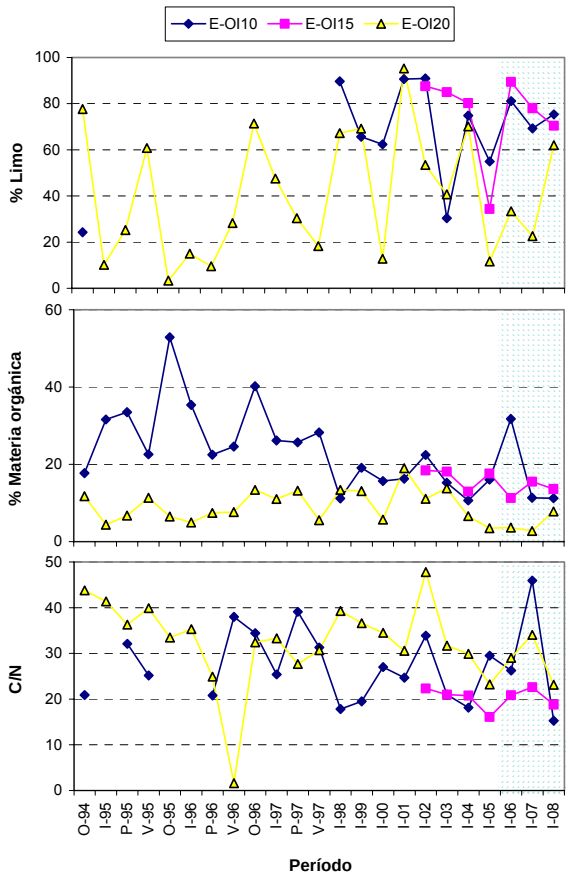


Figura 257 Gráficas de evolución temporal del contenido en arenas, contenido en materia orgánica y relación C/N de los sedimentos de la transición del Oiartzun desde otoño del 1994.

METALES PESADOS

Las concentraciones de metales pesados analizadas en la campaña de invierno 2008 en las tres estaciones estuáricas consideradas se resumen en la Tabla 201. Se indican también los valores medios y la desviación estándar para cada metal.

ESTACIÓN	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn
	mg·Kg^{-1}								
E-OI10	2,66	47,9	53,9	45428	0,44	679,4	36,4	280,5	1001,7
E-OI15	0,73	74,5	151,6	39766	0,70	200,6	46,0	169,6	554,5
E-OI20	0,60	58,6	68,5	43732	0,79	226,4	35,1	140,8	353,6
MEDIA	1,33	60,3	91,3	42975	0,64	368,8	39,2	197,0	636,6
DESV. EST	1,15	13,4	52,7	2906	0,18	269,3	5,9	73,7	331,8

Tabla 201 Concentración de metales pesados en los sedimentos en la campaña de invierno de 2008 en la masa de agua de la transición del Oiartzun.

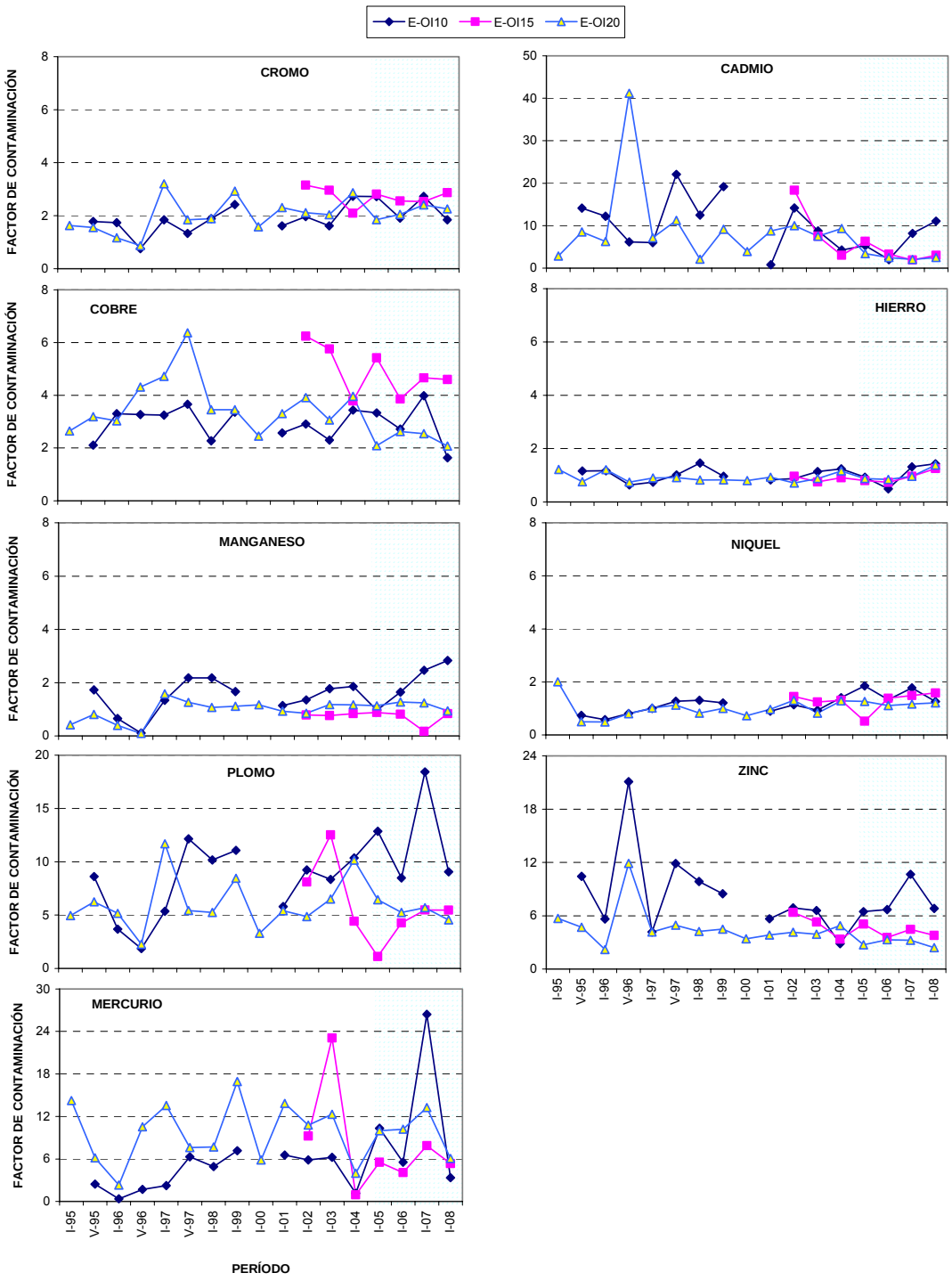


Figura 258 Evolución temporal de los factores de contaminación calculados para cada metal en las estaciones E-OI10 y E-OI20, desde 1995, y la estación E-OI15, desde 2002.

Los datos recogidos en la Tabla 201 indican que las concentraciones máximas des Cd, Fe, Mn, Pb y Zn se localizan en la estación interior E-OI10. El máximo de Cr, Cu y Ni se localiza en la estación interior E-OI15. El máximo de Hg se localiza en la estación exterior E-OI20.

La variación temporal para cada uno de los metales se puede estudiar analizando los valores del factor de contaminación y se ilustra en la Figura 258, donde se incluyen los valores de la estación E-OI15 añadida en invierno 2002.

Las estaciones estuáricas muestran una evolución bastante distinta para cada metal, pero algunos de los metales muestran un comportamiento parecido y un gradiente decreciente desde el interior hacia el exterior. Este es el caso de las concentraciones de Fe, Cr, Ni y Zn, que generalmente registran el valor mínimo en la estación más exterior, E-OI20, y máximo en la estación E-OI10.

En la Figura 258 se puede observar como el factor de contaminación del Cr se ha estabilizado en los últimos años en torno a 2,5 en las tres estaciones. El factor de

contaminación del Cd muestra elevada variabilidad en las tres estaciones, observándose un descenso discontinuo en las estaciones y E-OI20 y E-OI15 con valores próximos a 2 en los años más recientes. El factor de contaminación del Cu muestra elevada variabilidad sin presentar tendencias notables en los últimos años. El factor de contaminación del Fe presenta valores próximos a la unidad, con una ligera tendencia ascendente en los tres últimos años. El factor de contaminación del Mn presenta valores próximos a la unidad en las estaciones y E-OI20 y E-OI15, presentando tendencia ascendente durante los años más recientes en E-OI10. El factor de contaminación del Ni se ha estabilizado en los últimos años en torno a 1,5 en las tres estaciones. El factor de contaminación del Pb muestra elevada variabilidad sin presentar tendencias notables en los últimos años, presentando valores centrados en torno a 5 en las estaciones E-OI20 y E-OI15, y entre 8 y 20 en la estación E-OI10. El factor de contaminación del Zn muestra una estabilización en los años más recientes con valores en torno a 3 en las estaciones E-OI20 y E-OI15. Sin embargo en la estación E-OI15 sigue mostrando una elevada variabilidad temporal durante los años más recientes. El factor de contaminación del Hg muestra elevada variabilidad sin presentar tendencias notables en los últimos años.

COMPUESTOS ORGÁNICOS

En la Figura 259 se ha representado en seis grupos de compuestos la evolución en la concentración (en $\mu g\ kg^{-1}$) de los contaminantes orgánicos medida para las estaciones estuáricas E-OI10 y E-OI20 desde 1995 (excepto para 1999 que no se dispone de datos) y E-OI15, a partir de 2002.

El sumatorio de PCBs, en promedio presenta mayores valores en los últimos tres años, en comparación a los años anteriores. En relación al DDT, hexaclorociclohexano (HCH), drines y hexaclorobenceno (HCB), en los últimos años las concentraciones eran inferiores al límite de detección o próximas a él, con la excepción del 2004 (DDT y aldrines en E-OI10 y E-OI20) y 2007 (HCB en E-OI10). El aparente incremento en HCH desde 2006 a 2007 es debido a un incremento en los límites de detección.

Por último, hay que mencionar la variabilidad que se observa en la distribución de PAHs a lo largo del tiempo, en la que parecen distinguirse dos períodos; uno anterior a 1999 en el que la concentración en las estaciones E-OI10 y E-OI20 se mantiene relativamente baja, y otro posterior en el que, a excepción del dato de 2001, las concentraciones son superiores, lo cual parece indicar un empeoramiento en las condiciones del medio en lo que respecta a estos compuestos. Es destacable la estabilización desde 2004 en la estación E-OI15 en el sumatorio de PAHs con valores en torno a 10.000 $\mu g\ kg^{-1}$.

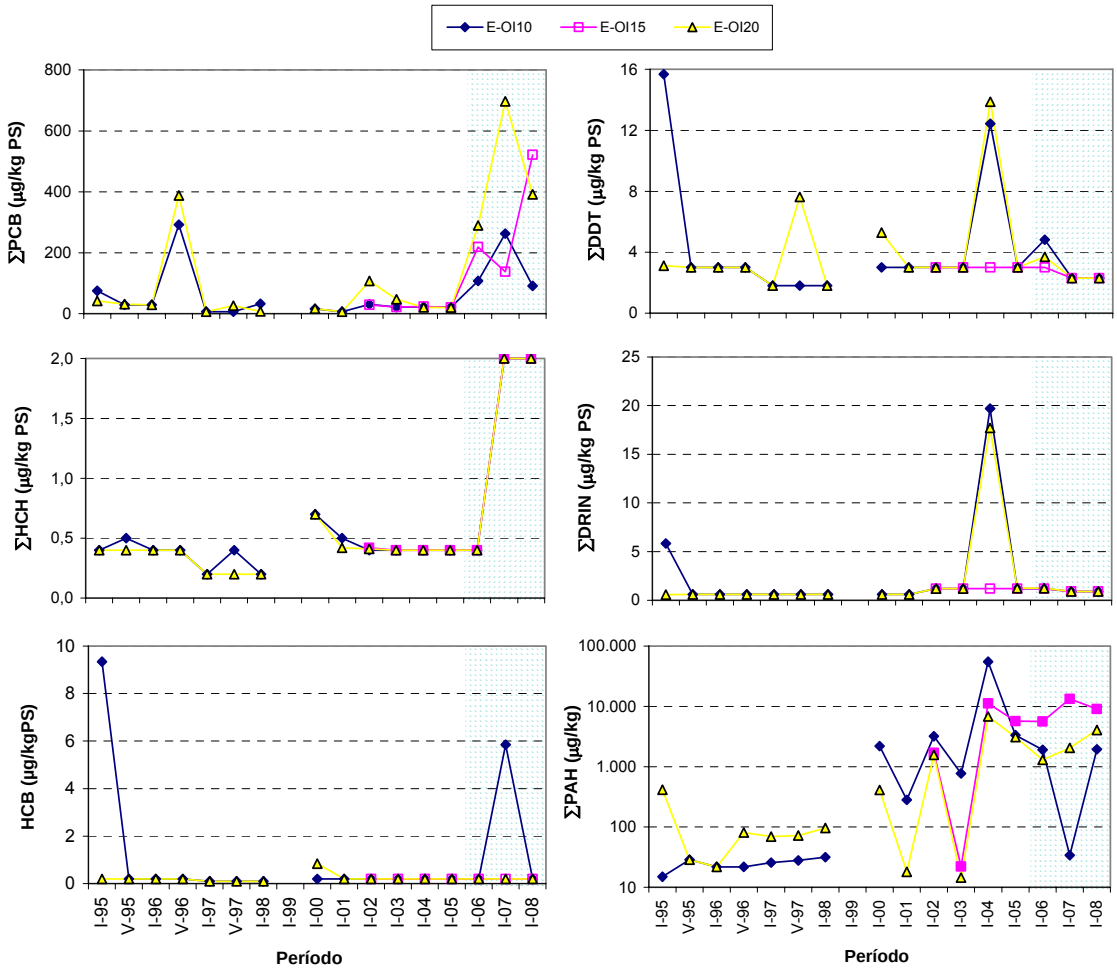


Figura 259 Evolución temporal de la concentración de compuestos orgánicos (µg kg^{-1}) desde 1995.

NORMATIVAS

Como se ha explicado en el capítulo de metodología, a nivel estatal no existe una legislación por la que se regule la gestión de sedimentos contaminados, sino que las actuaciones en este campo se hallan controladas por las correspondientes autorizaciones que, en su caso, concedan las administraciones correspondientes.

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

Siguiendo la metodología expuesta en Borja *et al.* (2003), para establecer el grado de contaminación en los sedimentos, se ha calculado el índice de carga contaminante global (ICC) para cada estación y para todos los metales.

En la Tabla 202 se muestra la clasificación de la contaminación en los sedimentos de la masa de agua de la transición del Oiartzun en función de los metales pesados en 2008, basada en los Factores de Contaminación e Índices de Carga Contaminante (ICC) (Müller, 1979). De los datos se deduce un nivel de contaminación ligera en masa de agua de la transición del Oiartzun, siendo la estación E-OI10 la de mayor ICC (3,20: contaminación media). De forma global en la masa de agua, Cd, Hg, Pb y Zn presentan contaminación media.

También se ha estudiado su evolución temporal. El resultado de este estudio se ilustra en la Figura 260. La línea negra indica el límite de contaminación.

El ICC varía a lo largo del tiempo en un rango global comprendido entre 1,3 y 3,6. Durante los años más recientes el ICC se mantiene por debajo de 3 en las estaciones E-OI15 y E-OI20, pero superándose este valor en tres años, desde 2005, en la estación E-OI10.

ESTACIÓN	FACTORES DE CONTAMINACIÓN									ICC
	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn	GLOBAL
E-OI10	C	CL	CL	CL	C	CL	CL	C	C	C
E-OI15	C	CL	C	CL	C	NC	CL	C	C	CL
E-OI20	CL	CL	CL	CL	C	NC	CL	C	CL	CL
TOTAL	C	CL	CL	CL	C	CL	CL	C	C	CL

Tabla 202 Clasificación de la contaminación en los sedimentos de la masa de agua de la transición del Oiartzun en función de los metales pesados en 2008, basada en los Factores de Contaminación e Índices de Carga Contaminante (ICC) (MÜLLER, 1979). CE: contaminación extrema; C: contaminación media; CL: contaminación ligera; NC: no contaminado. Se presentan también los ICC globales por estación y por metal.

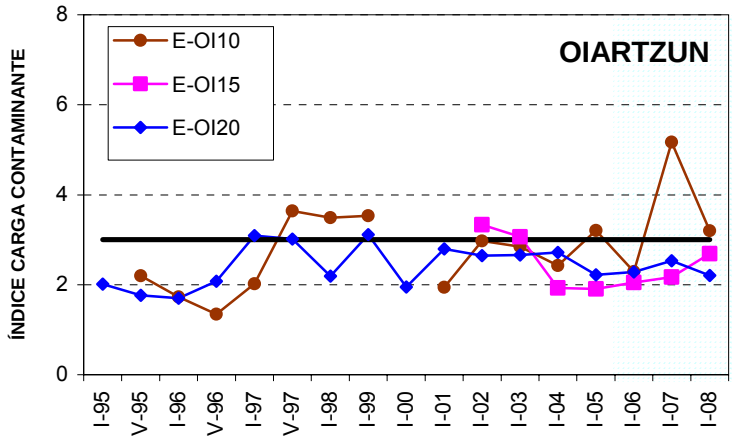


Figura 260 Evolución del índice de carga contaminante global de metales pesados, desde 1995. La línea negra indica el límite de contaminación.

Como primera aproximación para estimar la potencial toxicidad de los sedimentos se utilizan como referencia los niveles de toxicidad calculados por Long *et al.* (1995). A la vista de estos valores y de las concentraciones de metales analizadas en la campaña de 2008, se infiere que el nivel medio de toxicidad se supera para el Zn (en E-OI15 y E-OI10), en Pb (en E-OI10) y el Hg (en E-OI10), y el nivel bajo en el resto de las estaciones. La concentración de Cu y Ni supera el nivel bajo de toxicidad en todas las estaciones. Estos resultados representarían un riesgo de efectos biológicos en estas estaciones, especialmente debido a las altas concentraciones de Zn, Hg y Pb.

Para los compuestos orgánicos se siguen los criterios utilizados para la evaluación de la contaminación, tal como se explica en Borja *et al.* (2003a). Considerando estos criterios, las concentraciones de compuestos orgánicos obtenidas en la campaña de 2008 indican contaminación ligera en las tres estaciones estuáricas (principalmente debido a las concentraciones de PCBs y PAHs). Al compararlos con los valores de Long *et al.* (1995), para poder realizar una aproximación de su toxicidad, se observa que el nivel medio de toxicidad se supera para los PCBs en las estaciones E-OI15 y E-OI20 y el nivel bajo se supera también para PCBs en la estación E-OI10 y para PAHs en E-OI15 y E-OI20, con lo cual es indicativo de cierto riesgo para el medio.

14.6.3 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN BIOTA (MOLUSCOS)

En el estuario del Oiartzun el 12 de noviembre de 2008 se recolectaron mejillones en el canal de la desembocadura (I-OI10). Los datos correspondientes a bacteriología, metales pesados y compuestos orgánicos de la campaña de otoño de 2008 se pueden observar en la Base de Datos.

BACTERIOLOGÍA

La evolución de las concentraciones de bacterias en el estuario del Oiartzun se representa en la Figura 261. En 2008, la concentración de **coliformes fecales** (470 NMP·100 ml^{-1}) es intermedia a las observadas en los muestreos más recientes. Por lo tanto, como presenta menos de 6000 NMP·100 ml^{-1}, se clasifica como zona tipo B, es decir, permitido el marisqueo para depuración.

En cuanto a los **estreptococos fecales**, la concentración en otoño de 2008 (470 NMP·100 ml^{-1}) es intermedia a las registradas en años más recientes.

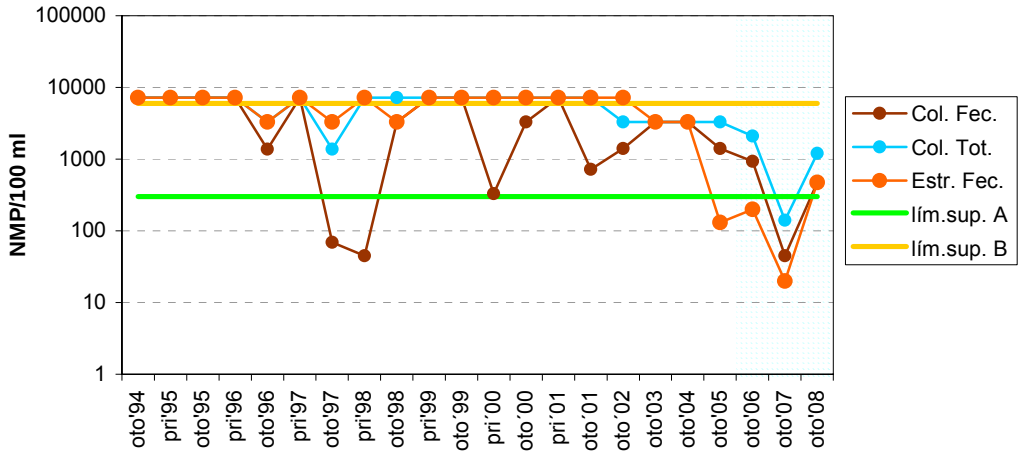


Figura 261 Evolución de la concentración de bacterias en la estación I-OI10 a lo largo del periodo de estudio (otoño de 1994-otoño de 2008).

METALES PESADOS

En la Figura 262 se muestra la evolución de la concentración de metales en moluscos (mg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación en la estación I-OI10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2008).

La concentración de **cadmio** en otoño de 2008 (0,3 mg kg^{-1}) es superior a la determinada en los tres años anteriores. En esta estación en ningún caso se supera el límite legal (1 mg kg^{-1}), aunque las concentraciones de otoño de 1996 (0,41 mg· kg^{-1}), primavera de 1999 (0,51 mg kg^{-1}) y otoño de 2004 (0,47 mg· kg^{-1}) son superiores al valor de referencia del CIEM (0,4 mg· kg^{-1}).

En otoño de 2008 el **cromo** presenta una concentración (0,11 mg kg^{-1}) inferior a las observadas desde 2003. En cuanto al cumplimiento de la legislación, incluso la máxima concentración, que se dio en otoño de 1996 (1,59 mg kg^{-1}), es inferior a los 1,8 mg kg^{-1} contemplados para el cromo.

El **cobre** presenta una concentración de 1,90 mg kg^{-1} en otoño de 2008, intermedia a los valores medidos en los muestreos más recientes. En esta estación, sólo en el muestreo de primavera de 1998 (20,77 mg kg^{-1}) se superó los 20 mg kg^{-1}, límite legal para el cobre en los mejillones.

En cuanto al **mercurio**, en la mayoría de los casos, las concentraciones observadas son inferiores o muy próximas a los límites de detección correspondientes, que han ido variando a lo largo del periodo de estudio. En 2008 la concentración es de 0,04 mg kg^{-1}. Además, en ningún caso se han superado ni el límite legal, 0,5 mg kg^{-1}, ni el valor de referencia del CIEM, 0,2 mg kg^{-1}.

El **níquel** presenta una concentración (0,20 mg kg^{-1}) en otoño de 2008, superior a los cuatro muestreos anteriores. Aunque para este metal no hay establecido un límite legal, existe un valor de referencia dado por el CIEM, 1,5 mg kg^{-1}. Este valor sólo se ve superado por la concentración observada en otoño de 1995, 1,99 mg kg^{-1}.

La concentración de **plomo** en otoño de 2008 es de 0,47 mg kg^{-1}, siendo un valor intermedio a los registrados en los muestreos más recientes. El límite legal para su consumo (1 mg kg^{-1}) también se ha superado en muestreos previos.

Por último, en cuanto al **zinc**, la concentración en otoño de 2008 (76 mg kg^{-1}) es la más elevada desde 2001. La máxima concentración de zinc (236 mg kg^{-1}) se observó en primavera de 1998, sin embargo, a lo largo del seguimiento en ningún caso se han superado ni el límite legal, 1.000 mg kg^{-1}, ni el valor de referencia dado por el CIEM, 600 mg kg^{-1}.

La concentración de **plata**, se comenzó a medir en los moluscos en la campaña de 2008 con un valor de 0,02 mg kg^{-1}, que descendió en 2008 hasta 0,01 mg kg^{-1}

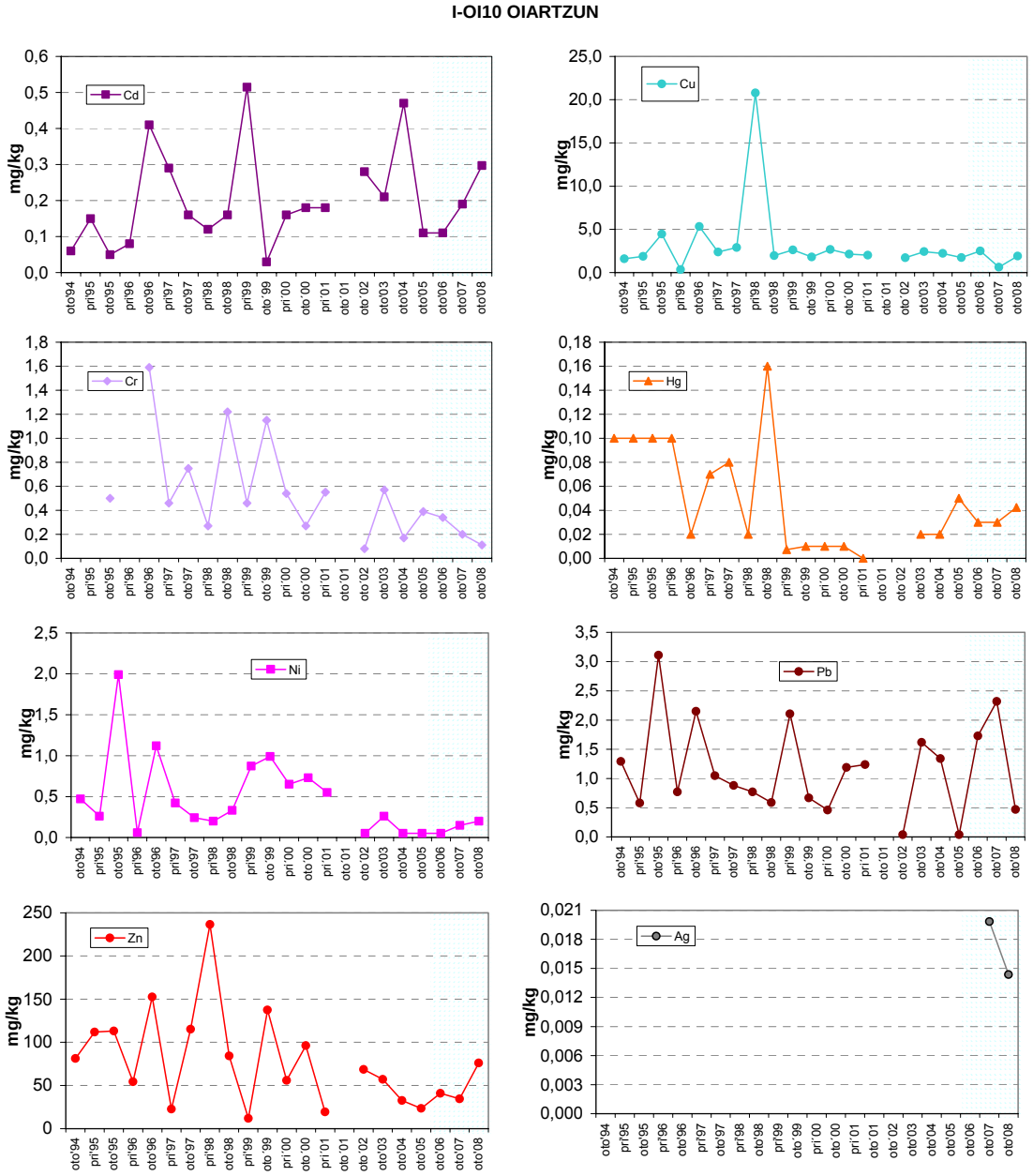


Figura 262 Evolución de la concentración de metales en moluscos (mg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-OI10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2008).

COMPUESTOS ORGÁNICOS

En este apartado se contemplan diversas sustancias de origen antrópico. En su mayoría, se caracterizan por ser utilizadas como biocidas o pesticidas, pero también son utilizados por la industria. Como no hay legislación española específica para la mayoría de estas sustancias, nos hemos basado en NAUEN (1983) para recopilar lo existente en otros países del entorno y obtener los valores límites.

En la Figura 263 se muestra la evolución de la concentración de compuestos orgánicos en moluscos (µg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-OI10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 208).

En el caso de los policlorobifenilos **(PCBs)** se han sumado las concentraciones de los 7 congéneres analizados, con objeto de poder compararlas con las de otros lugares. Hay que tener en cuenta que el dato puede variar al ser más o menos los congéneres analizados en otras zonas. En otoño de 2008 el sumatorio de PCBs (81 µg kg^{-1}) está dentro del rango de los valores registrados en los muestreos más recientes.

Los valores que se dan para la concentración de PCBs en moluscos (NAUEN, 1983) oscilan entre 1 a 5 ppm. Si se toma como valor límite 2 ppm (2.000 µg kg^{-1}), se observa que las concentraciones de PCBs encontradas a lo largo del periodo de estudio están muy alejadas de este valor.

I-OI10 OIARTZUN

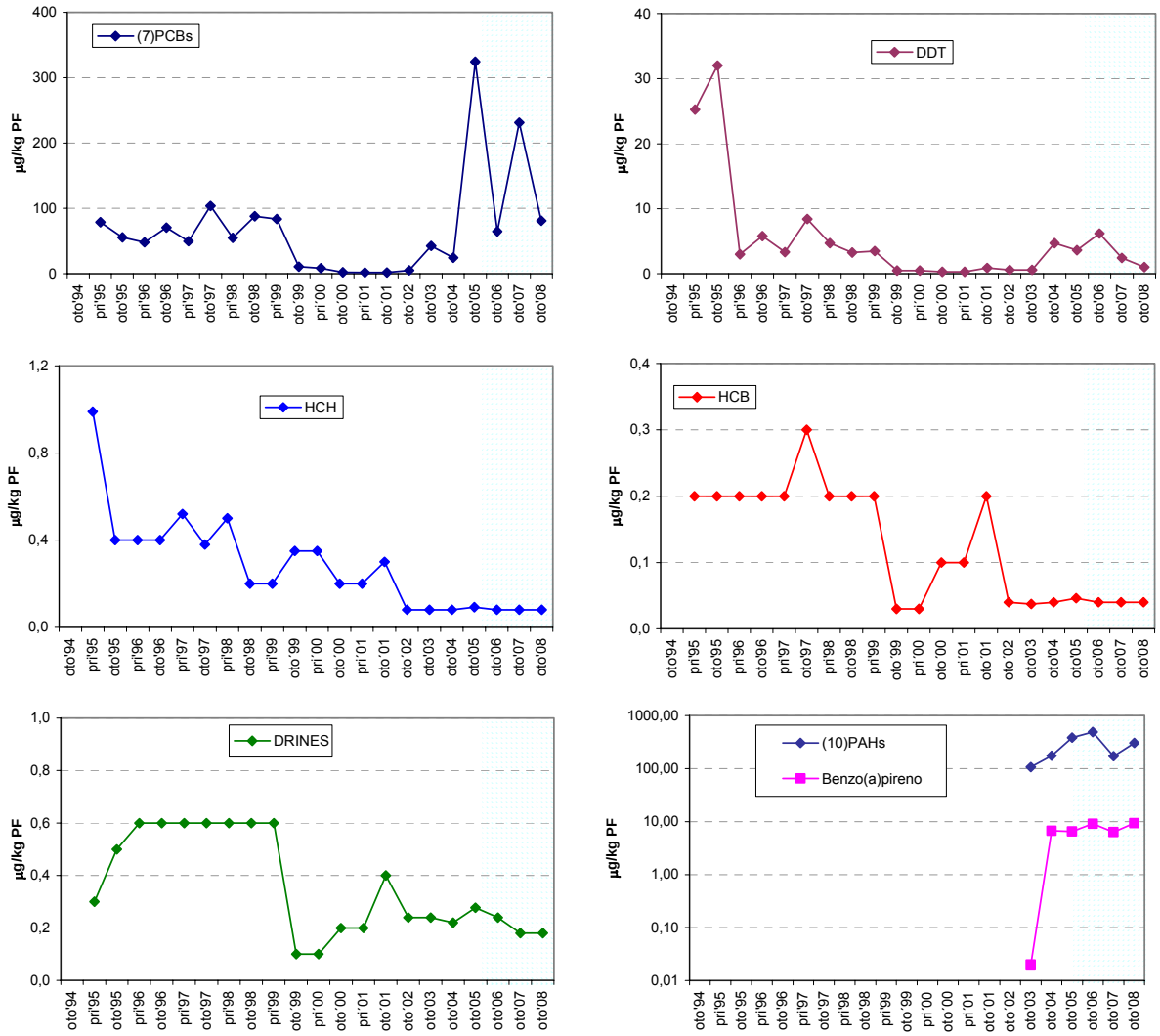


Figura 263 Evolución de la concentración de compuestos orgánicos en moluscos (µg kg-1 de Peso Fresco), en la estación I-OI10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2008).

La concentración de **DDT** corresponde a la suma de los tres compuestos de DDT analizadas (p-p'DDE, p-p'DDD, p-p'DDT). La concentración de otoño de 2008 (1 µg kg^{-1}) disminuye con respecto a la observada en los dos muestreos anteriores. A lo largo del periodo de estudio la concentración de DDT más elevada se dio en otoño de 1995, cuando se alcanzó el valor de 32 µg kg^{-1}. Sin embargo, incluso en este caso el valor guía límite (2 ppm = 2.000 µg kg^{-1}) se encuentra muy alejado.

La concentración de **HCH** corresponde a la suma de α-HCH y γ-HCH (lindano). En otoño de 2008, al igual que en años recientes, la concentración es inferior al límite de detección (0,08 µg kg^{-1}). La concentración más elevada de HCH en el estuario del Oiartzun se dio en primavera de 1995, 0,99 µg kg^{-1}. Teniendo en cuenta que el valor límite sólo para el lindano es 200 µg kg^{-1}, esta concentración se encuentra muy por debajo de dicho límite.

Las variaciones observadas en la concentración de **HCB** a lo largo del periodo de estudio se deben, en general, al cambio en el límite de detección. Así, sólo en el otoño de 1997 se ha superado el límite de detección correspondiente (0,20 µg kg^{-1}) y se ha alcanzado una concentración de 0,30 µg kg^{-1}, valor muy alejado del valor límite para este compuesto, 200 µg kg^{-1}.

En cuanto a las concentraciones de **drines** (aldrín, dieldrín, e isodrín) en raras ocasiones se superan los límites de detección correspondientes.

Por último, desde otoño de 2002 se estudian los **PAH** en moluscos (Borja *et al.,* 2003a), aunque para el estuario del Oiartzun no se dispone de concentración de PAH en otoño de 2002. En el resto de las campañas los niveles de detección de la mayoría de los compuestos halogenados han sido superados, dando lugar a unas concentraciones totales en aumento. La concentración máxima (487 µg kg^{-1}, peso fresco) respectivamente se ha

observado en 2006, descendiendo hasta 171 µg kg^{-1} en 2007 y aumentando en 2008 a 305 µg kg^{-1}. La concentración de benzo(a)pireno (9,4 µg kg^{-1}, peso fresco) está próxima al máximo permitido para el consumo según el Reglamento (CE) n° 208/2005 (10 µg kg^{-1}, peso fresco).

NORMATIVAS Y DIRECTIVAS

En este caso sería de aplicación la Directiva de comercialización de moluscos, en la que, a la vista de la concentración de bacterias existentes la calificación sería de Zona B (apta con depuración), pero, teniendo en cuenta que la probabilidad de encontrar concentraciones por encima de 6.000 coliformes es elevada, también se podría clasificar como zona C.

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

Para la clasificación de la contaminación de los metales pesados se han tenido en cuenta los niveles de fondo para el País Vasco (Borja *et al*., 1996) y se ha utilizado la misma metodología que para el cálculo de los ICC para sedimentos (véase Borja *et al*., 2003a). A partir de las concentraciones de metales obtenidas en otoño de 2008 en los moluscos recolectados en el estuario del Oiartzun la clasificación general sería de no contaminado, con contaminación ligera de cadmio.

En cuanto a los compuestos orgánicos, rara vez alcanzan los límites de detección, por lo que se puede considerar que los moluscos de este estuario no están contaminados por compuestos orgánicos, excepto para PAHs. En 2008 las concentraciones de PAHs superan los límites recomendados por la OMS y la EPA para el consumo de moluscos.

14.7. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

Al igual que lo comentado para el Nerbioi, el estuario del Oiartzun puede considerarse como una masa de agua modificada, en el sentido de la Directiva. En todo caso, la ausencia de áreas intermareales, los dragados producidos al ser un área portuaria (aunque en 2005-2007 no hayan sido muy intensos) y la irreversibilidad de su situación como estuario funcional, hace que califiquemos su situación respecto de los indicadores hidromorfológicos como de **'Deficiente'.**

RED DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LAS AGUAS DE TRANSICIÓN Y COSTERAS DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO

15. MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL BIDASOA

Pasaia, junio de 2009

ÍNDICE

TOMO 15.- MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL BIDASOA 407

15.1. RESUMEN ESTADO ECOLÓGICO. BIDASOA 409

15.2. ESTACIONES DE MUESTREO 411

15.3. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS 411
15.3.1 PARÁMETROS ESTRUCTURALES 411
15.3.2 CALIDAD BIOLÓGICA 414

15.4. FAUNA ICTIOLÓGICA 414
15.4.1 ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD 414
15.4.2 CALIDAD BIOLÓGICA 415

15.5. VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO 417
15.5.1 FITOPLANCTON 417
15.5.2 MACROALGAS 419

15.6. INDICADORES FISICOQUÍMICOS 421
15.6.1 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN AGUAS 421
15.6.2 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS 425
15.6.3 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN BIOTA (MOLUSCOS) 430

15.7. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS 433

15.1. RESUMEN ESTADO ECOLÓGICO. BIDASOA

En 2004 se realizó el estudio de presiones e impactos en esta Masa de agua.

Respecto a las fuerzas motrices, se debe considerar que sufre la presión de una población de 73.071 habitantes, con una densidad de 1.020,5 habitantes km^{-2}. Respecto a los establecimientos industriales se le asocia a esta masa un total de 7.013 establecimientos de una industria muy diversa.

Asociados a esta masa se contabilizan un total de 5 puertos. Así, Hondarribia cuenta con un puerto pesquero y un nuevo puerto deportivo que pretende dar respuesta al carácter de centro turístico del municipio, que da lugar a una importante demanda por la importante flota de embarcaciones de recreo existente. Cuenta con un astillero (La Marina) y 2 carros varaderos. El puerto pesquero cuenta con una flota de bajura compuesta por 54 barcos que suman un tonelaje de 3.420 TRB y una potencia de 20.280 BHP, y dan empleo a 543 marineros. La dársena deportiva tiene unas dimensiones de 190×320 m y dispone de 680 plazas de atraque en pantalanes, con tomas de agua y electricidad en armarios, para embarcaciones de hasta 15 m de eslora. El puerto deportivo de Hendaia que, con la reciente ampliación, acoge a cerca de 850 barcos de dimensiones variadas. Además, existe también una zona de amarre pesquero y un pequeño puerto en el casco antiguo. Por último, en el estuario fondean multitud de embarcaciones.

Respecto a la explotación agrícola-ganadera se le asocia al estuario del Bidasoa un total de 707 explotaciones en 4.935 Ha. Por otro lado, también cabría destacar los trabajos de regeneración que se están llevando a cabo en este estuario, siendo 12 las áreas que se están modificando.

En el Bidasoa la presión más importante en número es la que resulta de los aliviaderos de tormentas, con 65 detectados (24% de las presiones identificadas en el estuario). Les siguen las estructuras relacionadas con la regulación del cauce (58) que suponen el 22% de las presiones. También son importantes las presiones derivadas de los asentamientos portuarios (31; 12% de las presiones del estuario), así como los vertidos de aguas residuales urbanas (25; 9%). Se han contabilizado 24 astilleros, rampas y varaderos (9% de las presiones) y 23 infraestructuras del tipo de puentes, túneles y presas (9%).

Las presiones más importantes de este estuario se centran en los vertidos (fundamentalmente en la parte francesa, ya que en la española están casi todos suprimidos, lo que ha producido una mejora considerable en la calidad en los últimos años, que ha llevado a permitir el marisqueo), la canalización de algunos tramos, y la presencia de varios puertos (a pesar de haber cinco, su superficie total representa poco más del 3% de la masa de agua) con una gran cantidad de amarres dentro y fuera de ellos (esto conlleva dragados, introducción de especies alóctonas, derrames, etc.). Globalmente la presión en la masa de agua es moderada.

En la Tabla 203 se presenta el Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado Ecológico en la masa de agua del Bidasoa.

	ELEMENTOS BIOLOGICOS				ESTADO BIOLÓGICO	ELEMENTOS Físico-Químicos	QUÍMICA		ELEMENTOS Morfológicos	ESTADO ECOLÓGICO	Equivalencia	Tanto por Uno	Valor global	CALIFICACIÓN EST. ECOLÓGICO MASA DE AGUA
	Fitoplanc.	Algas	Bentos	Peces			>LD	>NC						
E-BI5	MB	D	B	A	A	MB	Sí	No	MB	A	6	0.33	1.98	6.44
E-BI10	B	B	B	A	B	MB	Sí	No	MB	B	8	0.22	1.76	
E-BI20	A	MB	A	A	A	MB	Sí	No	MB	A	6	0.45	2.7	

Tabla 203 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado Ecológico en la masa de agua del Bidasoa en 2008.

En el **estuario del Bidasoa** existen actualmente tres estaciones de muestreo: la E-BI5, la más interior, se incorporó a la Red de Vigilancia en 2002, mientras que las estaciones E-BI10 y E-BI20 se vienen muestreando desde el comienzo del seguimiento.

La estación E-BI5 presenta un estado ecológico aceptable, debido a las macroalgas, mientras que el resto de elementos oscila entre aceptable (peces) y muy bueno (fitoplancton), y, en general, han ido mejorando en los últimos años. La estación E-BI10 ha presentado notables cambios en su clasificación a lo largo de tiempo, variando

entre contaminación ligera y fuerte, sin una tendencia clara, hasta los últimos años. El factor más importante de evolución negativa de esta estación fue que en 1995 se concentró cerca de este punto un vertido que era el resultado de interceptar los que se realizaban aguas arriba del puente internacional. En los últimos años, con el avance del saneamiento, se aprecian mejoras en todos los parámetros y elementos analizados, si bien en 2008 los peces están en aceptable estado. Ambas estaciones han mejorado en el estado químico.

En la estación más externa (E-BI20) también se aprecian notables cambios en la clasificación desde el comienzo del seguimiento, variando entre contaminación ligera y fuerte, hasta ser Buena a partir de 2003 y hasta 2007 (dejando algunos elementos biológicos de estar en situación de aceptable y pasando todos a bueno). Sin embargo, en 2008 ha habido un retroceso en la calidad de fitoplancton, bentos y peces, lo que sugiere que hay algún tipo de presión en esta zona que no conocemos.

En los últimos años se han realizado obras de construcción de puertos deportivos (Hendaia, Hondarribia) y pesqueros (puerto exterior), que han podido ejercer alguna influencia en la calificación del estado ecológico. En todo caso, el principal problema de este estuario han sido los vertidos urbanos e industriales, si bien en los últimos años la evolución ha sido muy positiva, reduciéndose la contaminación. Hay que decir que en la parte francesa todavía existen unos 10 vertidos urbanos (aunque a lo largo de 2008 se han acometido algunas obras para su desvío, lo que explicaría algunas mejoras), especialmente entre la isla de los Faisanes y los puentes internacionales (Santiago) y entre el puerto viejo de Hendaia y el puerto pesquero de Hendaia. Además se han realizado obras de recuperación de las marismas de Jaizubía que pueden ayudar a una mejora de la calidad medioambiental.

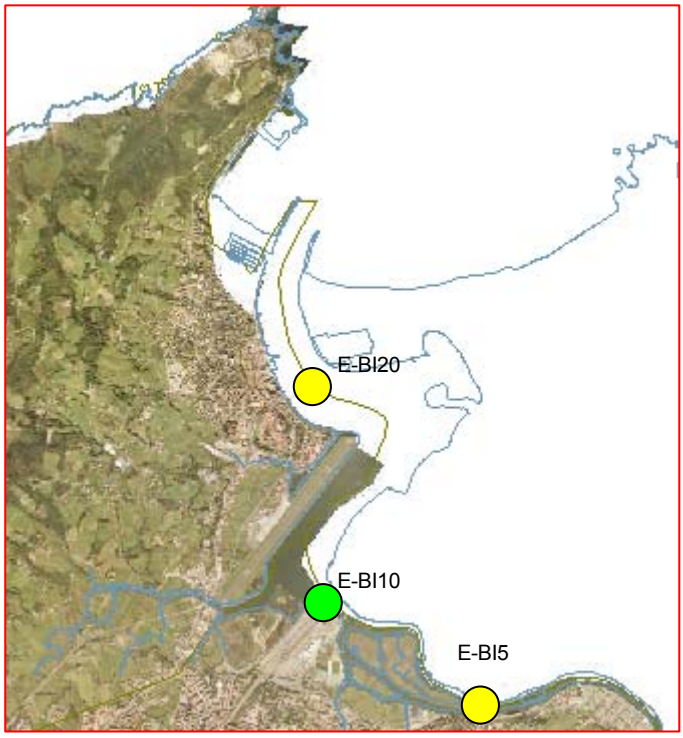


Figura 264 Calificación del Estado Ecológico y ubicación de estaciones en la Masa de agua Bidasoa: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Aceptable; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

15.2. ESTACIONES DE MUESTREO

En la masa de agua del Bidasoa, la Red de Vigilancia cuenta con tres estaciones estuáricas, y una estación de moluscos, que se muestrean anualmente. Sus posiciones pueden verse en la Tabla 204. Por otro lado, en 2004 y 2007 se muestrearon también las macroalgas y los peces.

Estación	Estación	UTMX	UTMY	Tipo de Estación
E-BI10	Irun (Amute) (Bidasoa)	598063,04	4800851,14	Estuarios
E-BI20	Hondarribia (Txingudi)(Bidasoa)	598130,52	4802793,33	
E-BI5	Irun (Behobia) (Bidasoa)	600444,11	4799965,99	
M-EBI1	Bidasoa Zona 01. Estuario Macroalgas	598118,00	4802325,00	Estuarios (Macroalgas)
M-EBI2	Bidasoa Zona 02. Estuario Macroalgas	598200,00	4801669,00	
M-EBI3	Bidasoa Zona 03. Estuario Macroalgas	598254,00	4801360,00	
M-EBI4	Bidasoa Zona 04. Estuario Macroalgas	597681,00	4800586,00	
M-EBI5	Bidasoa Zona 05. Estuario Macroalgas	598099,00	4800622,00	
M-EBI6	Bidasoa Zona 06. Estuario Macroalgas	598627,00	4799976,00	
M-EBI7	Bidasoa Zona 07. Estuario Macroalgas	599875,00	4799740,00	
M-EBI8	Bidasoa Zona 08. Estuario Macroalgas	598819,00	4799958,00	
M-EBI9	Bidasoa Zona 09. Estuario Macroalgas	598737,00	4800268,00	
M-EBI10	Bidasoa Zona 10. Estuario Macroalgas	599055,00	4800113,00	
M-EBI11	Bidasoa Zona 11. Estuario Macroalgas	598901,00	4800195,00	
M-EBI12	Bidasoa Zona 12. Estuario Macroalgas	600175,00	4799831,00	
M-EBI13	Bidasoa Zona 13. Estuario Macroalgas	599392,00	4802880,00	
M-EBI14	Bidasoa Zona 14. Estuario Macroalgas	599574,00	4802288,00	
M-EBI15	Bidasoa Zona 15. Estuario Macroalgas	599192,00	4801733,00	
M-EBI16	Bidasoa Zona 16. Estuario Macroalgas	598728,00	4801387,00	
M-EBI17	Bidasoa Zona 17. Estuario Macroalgas	598491,00	4800959,00	
M-EBI18	Bidasoa Zona 18. Estuario Macroalgas	598882,00	4800458,00	
M-EBI19	Bidasoa Zona 19. Estuario Macroalgas	599274,00	4800085,00	
M-EBI20	Bidasoa Zona 20. Estuario Macroalgas	599975,00	4799812,00	
I-BI10	Hondarribia (desembocadura) (Bidasoa)	598044,54	4802718,33	Estuarios (Moluscos)
BIDE	Bidasoa (Arrastre zona exterior estuario)	598054,00	4803111,00	Estuarios (Vida piscícola)
BIDI	Bidasoa (Arrastre zona interior estuario)	598866,00	4800421,00	
BIDM	Bidasoa (Arrastre zona media estuario)	598350,00	4801257,00	

Tabla 204 Estaciones de muestreo en el estuario del Bidasoa.

15.3. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

15.3.1 PARÁMETROS ESTRUCTURALES

Los parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Bidasoa, en invierno de 2008 pueden verse en la Tabla 205.

PARÁMETRO	UNIDAD	ESTACIÓN		
		E-BI5	E-BI10	E-BI20
Densidad	$n^o \cdot m^{-2}$	4.900	2.639	3
Biomasa	$g \cdot m^{-2}$	1,141	2,445	0,002
Riqueza	n^o	11	8	2
Diversidad número	$bit \cdot ind^{-1}$	0,78	1,39	1,00
Diversidad biomasa	$bit \cdot g^{-1}$	0,69	0,71	0,96
Equitabilidad número		0,23	0,46	1,00
Equitabilidad biomasa		0,20	0,24	0,96
Diversidad máxima	bits	3,46	3,00	1,00
AMBI		3,238	3,285	2,333
Clasificación AMBI		Alteración Ligera	Alteración Ligera	Alteración Ligera

Tabla 205 Parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Bidasoa.

La estación E-BI5, la más interna de las muestreadas en la masa de agua de transición del Bidasoa, presenta un sedimento que contiene mayores proporciones de arena (58%) que de limo (40%) y gravas (2%), con contenido relativamente alto de materia orgánica (7,4%).

La comunidad de esta estación registró en 2002 (primer año de muestreo para esta estación) una densidad de 605 $ind \cdot m^{-2}$, descendiendo prácticamente a la mitad en 2003 (Figura 265). A partir de 2004, se dio una recuperación, alcanzando los mayores valores del seguimiento en 2005 y 2006 (484 $ind \cdot m^{-2}$, 1.913 $ind \cdot m^{-2}$ y 1.836 $ind \cdot m^{-2}$, respectivamente). Sin embargo, en 2007 se produjo un nuevo retroceso, pasando a presentar el valor mínimo del periodo de estudio (195 $ind \cdot m^{-2}$). Por último, en la presente campaña de 2008, se produce un nuevo incremento de la densidad, alcanzándose el máximo absoluto de la serie temporal (4.900 $ind \cdot m^{-2}$). Del

mismo modo, también la biomasa es la máxima del periodo de seguimiento (1,1 g·m^{-2}).

Igual que ocurrió en 2004 y en 2005, la especie dominante ha sido el crustáceo anfípodo *Corophium multisetosum* (4.248 ind·m^{-2}). Le han seguido en dominancia el grupo de los oligoquetos (353 ind·m^{-2}) (dominante en 2006 y 2007) y el poliqueto *Hediste diversicolor* (228 ind·m^{-2}).

En 2008, la riqueza específica (11 *taxa*) se puede considerar moderada en relación al resto de las estaciones estuáricas. No obstante, la diversidad estimada a partir de las densidades (0.78 bit·ind^{-1}) es la mínima de las registradas en esta estación, debido a la fuerte dominancia de *C. multisetosum*.

La clasificación según AMBI indica que la estación presenta alteración ligera (AMBI=3,2) (Tabla 205), con dominancia de especies tolerantes (93%). En el informe correspondiente a la pasada campaña de 2007 se incidía sobre la tendencia negativa que se venía observando en E-BI5, donde la abundancia relativa de oportunistas de primer orden aumentaba a lo largo del seguimiento, en detrimento de especies adscritas al grupo ecológico III, lo que explicaba un incremento en los valores de AMBI. Sin embargo, a partir de 2006, la tendencia parece haberse invertido, produciéndose una recuperación en la densidad relativa de especies tolerantes y valores de AMBI en decremento (Figura 266). Sería interesante mantener el control de la estación para verificar que el cambio de tendencia se mantiene a medio plazo y que las comunidades de macroinvertebrados bentónicos de la zona se asemejan cada vez más a las esperables en un ambiente estuárico no sometido a presiones significativas.

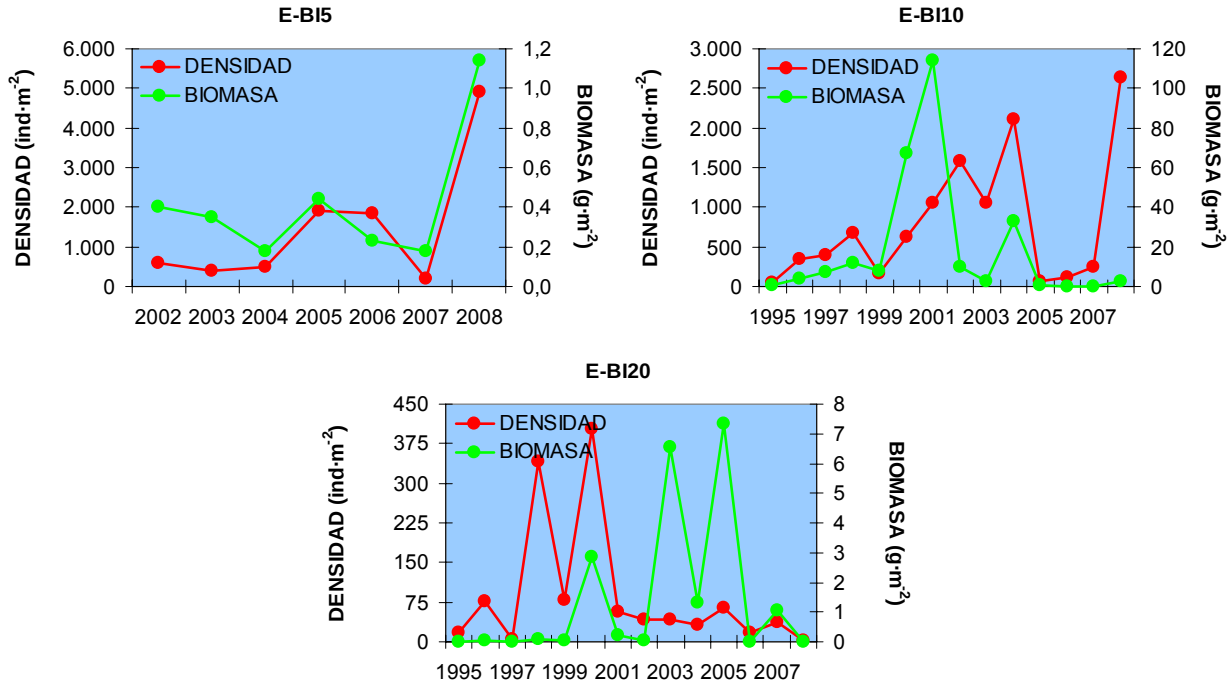


Figura 265 Evolución de la densidad y biomasa en las estaciones E-BI5, E-BI10 y E-BI20 (Bidasoa).

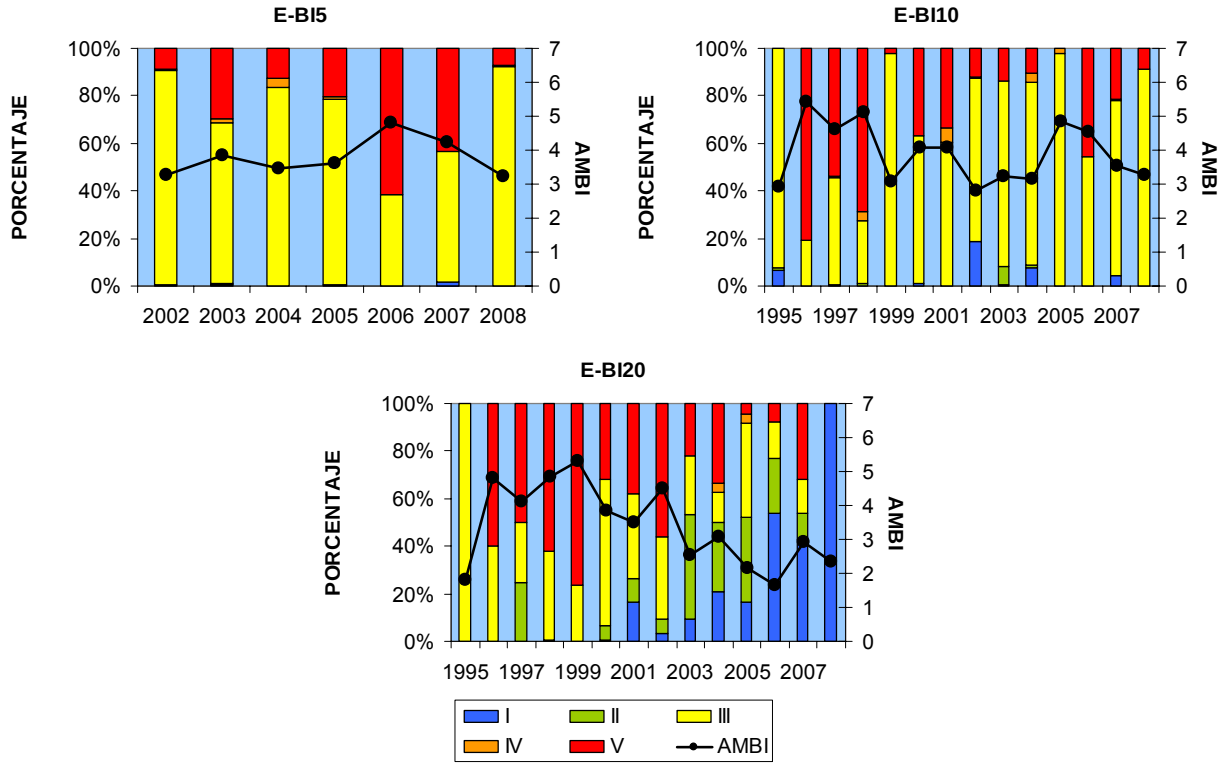


Figura 266 Evolución del porcentaje de cada grupo ecológico y de AMBI en las estaciones E-BI5, E-BI10 y E-BI20 del Bidasoa.

Algunos de los parámetros estructurales de la comunidad de la estación E-BI10 de la masa de agua de transición del Bidasoa muestran valores extremos en relación a los de años anteriores. Así, por ejemplo, en 2008 se alcanza la densidad máxima desde que comenzara el seguimiento (2.639 ind·m^{-2}), mientras que biomasa es de las más bajas (2,4 g·m^{-2}) (Figura 265). La riqueza específica, en cambio, se encuentra en el rango de las estimadas en campañas previas (8 *taxa*; mínimo: 3 *taxa* en 2005; máximo: 22 *taxa* en 2004).

La especie dominante en 2008 (al igual que en 2006 y 2007) ha sido el poliqueto *H. diversicolor* (1.944 ind·m^{-2}). Le han seguido en abundancia el grupo de los oligoquetos (232 ind·m^{-2}) y el poliqueto *Streblospio shurbsolii* (203 ind·m^{-2}).

La estación presenta alteración ligera en función de AMBI (3,3) (Tabla 205), con clara dominancia de especies tolerantes a la alteración del medio (91%). No se detecta ninguna tendencia temporal más o menos clara a lo largo del seguimiento (Figura 266), siendo habitual a lo largo del seguimiento la dominancia del grupo ecológico III (salvo en el periodo 1996-1998, en que dominó el grupo ecológico V).

La tercera estación muestreada en la masa de agua de transición del Bidasoa (E-BI20), la más próxima a la desembocadura, presenta en 2008 unos valores de los parámetros estructurales muy bajos. Únicamente se han identificado dos individuos pertenecientes a dos especies (*Eurydice affinis* y *Eurydice pulchra*). Por tanto, el resto de valores tales como biomasa, riqueza específica, diversidades, etc., son muy bajos. De hecho, la estación ha mostrado a lo largo del periodo 1995-2008 oscilaciones alternas de máximos y mínimos tanto en densidad como en biomasa (Figura 265).

En cuanto a AMBI, la estación presenta alteración ligera (AMBI=2,3) (Tabla 205), con presencia exclusiva de especies sensibles a la alteración del medio (Figura 266), aunque una de las réplicas resultó ser azóica. Además, como ya se ha comentado previamente, en las otras dos réplicas se ha identificado un único individuo en cada una. En este punto, es importante recordar que, debido a esta baja densidad y a la baja riqueza de la comunidad, el valor de AMBI obtenido hay que valorarlo con cautela (MUXIKA y BORJA, 2005). Parece probable, que la presente campaña se haya muestreado una comunidad de macroinvertebrados bentónicos similar a la que habitualmente se encuentra en la estación E-M10, formada por poblaciones muy poco densas de crustáceos característicos de zonas batidas y sedimentos móviles (comunidad de *Pontocrates-Eurydice*).

15.3.2 CALIDAD BIOLÓGICA

En lo referente a la evaluación del estado ecológico del compartimento de los macroinvertebrados bentónicos, la calificación obtenida por la estación **E-BI5** a partir de M-AMBI es de **'Buen Estado'** (Figura 267). La estación parece presentar cierta tendencia negativa entre 2002 y 2006 (el EQR disminuye de 0,82 a 0,62). Sin embargo, en 2007 mostró un nuevo máximo relativo (EQR=0,83) que interrumpía esa regresión y, aunque en la presente campaña de 2008 el valor de EQR vuelve a disminuir (0,65), sigue manteniéndose por encima del estimado para la campaña de 2006. Por tanto, parece importante vigilar la evolución futura de la zona para asegurarse de que esa posible tendencia negativa no fuese debida más que a la propia variabilidad natural de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos de la zona.

Del mismo modo, también la estación **E-BI10** presenta **'Buen Estado'** (Figura 267). Sin embargo, en este caso, la positiva evolución que venía observándose entre 1995 y 2004 (el EQR pasó de 0,84 a 1,00) se vio interrumpida por una brusca pérdida de calidad en 2005 (se pasó de Muy Buen Estado a Estado Deficiente). A pesar de este importante revés, ya en 2006 se detectó una importante recuperación (de EQR=0,26 a EQR=0,58), recuperación que se confirmaba en 2007 (EQR=0,78). Aunque en la presente campaña de 2008, el valor de EQR vuelve a disminuir ligeramente (0,65), se espera que esta regresión no implique un cambio en la tendencia positiva que la estación viene presentando en las últimas campañas.

Por último, la estación **E-BI20** presenta **'Estado Aceptable'** (Figura 267). Esta estación presentaba una clara tendencia postiva hasta la campaña de 2005 (de EQR=0,50 a EQR=0,96), pero en 2006 se pasó a Buen Estado (EQR=0,61) y, a pesar de que en 2007 se observara un ligero incremento en el valor de EQR (0,70), en la presente campaña de 2008 se ha producido una importante regresión (EQR=0,42). Por tanto, parece que la pérdida de calidad que se viene detectando desde 2005 pueda estar relacionada con una mayor presión en el entorno del punto de muestreo, aunque se desconoce el motivo.

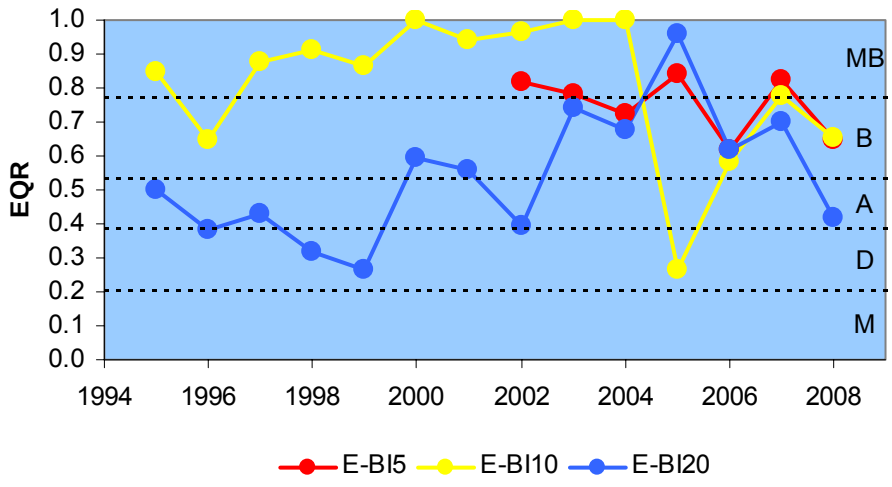


Figura 267 Evolución de EQR para las estaciones de la masa de agua de transición del Urumea.

15.4. FAUNA ICTIOLÓGICA

15.4.1 ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD

Las muestras de fauna demersal fueron recogidas durante la campaña de campo del 2007 y 2004, no en 2008. Por tanto, en este informe se reanalizan los datos obtenidos con anterioridad mediante la metodología actualizada que ha sido explicada en el Tomo 1 (cambios establecidos en relacióna a las tipologías: en las masas de agua de Tipología III el análisis tempora se hará en función de los peces, excluyendo los crustáceos).

En dicho año 2007 se encontraron un total de nueve taxones de peces en las distintas estaciones del estuario, siendo todas ellas especies habituales de estos ecosistemas que soportan amplios rangos de salinidad,

principal condicionante de la vida en estas zonas de transición.

A su vez, en el Bidasoa existen datos obtenidos en muestreos de años anteriores. En concreto, datos del año 2005 correspondientes al estudio inédito realizado para el Instituto Cemagref (Burdeos), datos del año 2004 pertenecientes al estudio "Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la comunidad autónoma del País Vasco" (Borja et al., 2005), datos del año 2001 (Franco et al., 2002) analizados en el "Estudio de las comunidades de fauna demersal en los estuarios de Oiartzun y Bidasoa", y datos del año 1995 (Borja et al., 1996) incluidos en el informe inédito "Estudio de la calidad biológica de los sedimentos de los estuarios interiores de los ríos Bidasoa, Oiartzun y Urumea". El número de taxones registrados en 2005 fue de cuatro peces, de dos en 2004, de cuatro en 2001 y, en 1995 de seis peces (Figura 268).

El numero de especies distribuidos por todo el estuario es el mismo todos los años: uno, *Pomatoschistus minutus* (cabuxino). En la se expresan los valores obtenidos para cada indicador considerado en el cálculo del estado para cada tramo de estuario objeto de estudio (ABIE externa, ABIM media y ABIIB).

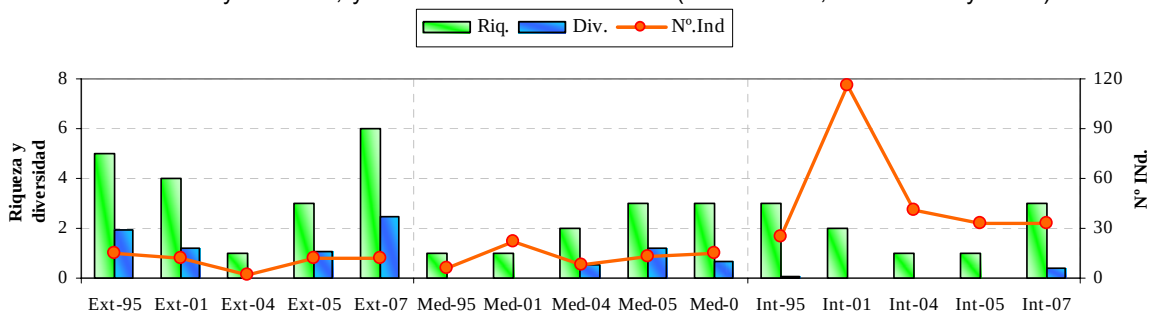


Figura 268 Riqueza, número de individuos y diversidad en las distintas estaciones y en los años 1995, 2001, 2004 y 2007. Interior 1 (Int), media (Med) y exterior (Ext).

La evolución de los parámetros estructurales varía en función del tipo de parámetro y estación. Así, en la estación exterior (Ext) la tendencia a la mejora en la riqueza (6) y diversidad (2.46) respecto a años anteriores es evidente, obteniendo en 2007 los valores máximos de toda la serie. El número de individuos de peces (12) se mantiene igual que en 2005 y 2007, pero con un valor inferior al alcanzado en 1995.

En la estación media (Med) la riqueza (3) se mantiene con valores similares al de 2005 (los valores más altos obtenidos hasta ahora) y el número de individuos (15) alcanza un valor superior al obtenido en 2005 y 2004. La diversidad un valor medio (0.90) respecto al alcanzado en 2005 (1.22, el maximo hasta la fecha) y respecto a 2004 (0.54). La evolución del tramo interior (Int) muestra como en 2007 la riqueza (3) y la diversidad (0.39) alcanzan los valores máximos de toda la serie. En cuanto al número de individuos (33), el valor obtenido es similar al de 2005 pero significativamente menor que el obtenido en 2001 y 2004.

15.4.2 CALIDAD BIOLÓGICA

Este apartado hace referencia a la tendencia temporal y espacial de la calidad biológica. Aunque en 2004 fue el primer año en que se muestreaba este estuario dentro de la Red de Calidad, en años anteriores y posteriores se han realizado estudios similares para otras administraciones (Franco et al., 1996; Borja et al., 2005), lo que permite establecer una comparación.

La metodología aplicada para establecer la calidad biológica en peces en estuarios ha sido explicada en el Tomo 1. En la Tabla 206 se expresan los valores obtenidos para cada indicador considerado en el cálculo del estado para cada tramo de estuario objeto de estudio (ABIE externa, ABIM media, ABII interior) en las campañas de los años 2004 y 2007.

Al igual que en el resto de estuarios, los indicadores que hacen referencia a la ausencia de especies introducidas, la salud piscícola y la ausencia de especies indicadores de contaminación son los indicadores que contribuyen con un valor más alto, de 5, a la calidad biológica. Este valor se alcanza en todos los tramos del estuario, ABII (interior), ABIM (medio) y ABIE (exterior). La riqueza obtiene un valor medio en el tramo exterior (ABIE) y el valor mínimo en el tramo medio (ABIM) e interior (ABII). El valor de la presencia de peces planos es máximo en la estación exterior (ABIE), valor medio en la estación media (ABIM) y un valor mínimo en la interior (ABII).

El indicador que evalúa la composición trófica de peces demersales presenta un valor de 1 para el

porcentaje de piscívoros en todos los tramos del estuario, y un valor de 5 para el porcentaje de omnívoros en el tramo medio e interior y de 1 en el tramo exterior. Así, en todos los tramos del estuario existe una relación no equilibrada en la relación entre omnívoros y piscívoros (valor porcentual de 5:1 en los tramos medio e interior, y de 3:1 en el exterior). En suma, las **estaciones exterior, media e interna** presentan una calidad biológica **'Aceptable'**.

En la Figura 269 se muestra la evolución de la calidad biológica del Bidasoa para las tres estaciones teniendo en cuenta los estudios realizados para otras administraciones (Franco *et al.,* 1996; Borja *et al.,* 2005), lo que permite establecer una comparación.

Estación/año	ABIE		ABIM		ABII	
Parámetros	2004	2007	2004	2007	2004	2007
Riqueza	1	3	1	1	1	1
Esp. Indicadoras contaminación	5	5	5	5	5	5
Especies introducidas	5	5	5	5	5	5
Salud piscícola	5	5	5	5	5	5
Peces planos	1	5	1	3	1	1
Omnívoros	1	1	5	5	1	5
Piscívoros	1	1	1	1	1	1
Especies residentes (nº)	1	3	1	1	1	1
Especies residentes (%)	1	1	1	1	1	1
PUNTUACIÓN	21	29	25	27	21	25
AFI	0.333	0.556	0.444	0.500	0.333	0.444
CALIDAD BIOLÓGICA	D	A	A	A	D	A

Tabla 206 Valores de los indicadores seleccionados para estimar la calidad biológica en cada estación (ABIE externa, ABIM media, ABII interior) y rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: ≥ 0.82; Bueno: 0.56 -0.82; Aceptable: 0.56 - 0.34 Deficiente: 0.34 -0.17; Malo: ≤ 0.17. AFI: AZTI's Fish Index.

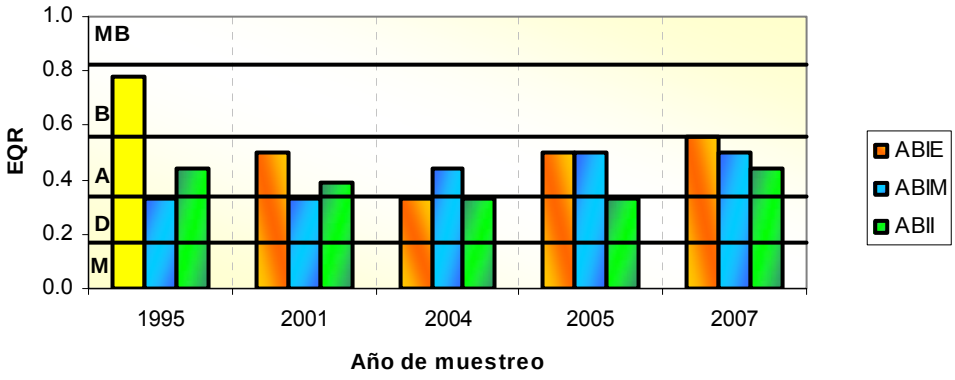


Figura 269. Valores de la calidad biológica obtenidos para cada estación en los años 1995, 2001, 2004, 2005 y 2007. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): ≥ 0.82; Bueno (B): 0.56 -0.82; Aceptable (A): 0.56 - 0.34; Deficiente (D): 0.34-0.17; Malo (M): ≤ 0.17. Interior (ABII), media (ABIM) y exterior (ABIE).

En la estación exterior, en 2007, se ha obtenido una mejor puntuación (29) que en años anteriores aunque menor que la obtenida en 1995 (máximo valor alcanzado). El valor más bajo se obtuvo en 2004, aunque desde entonces mejora progresivamente. En el tramo medio el valor obtenido es el mayor alcanzado hasta ahora (0.50, cerca del límite inferior de bueno), apreciándose una mejoría gradual y continuada (pasa de obtener una puntuación cercana al límite con deficiente a obtener una puntuación cercana al límite con bueno). El valor alcanzando en la estación interior en 2007 es el más alto de toda la serie y el mismo que el obtenido en 1995 (0.50), siendo esta mejoría importante pero ni gradual ni continuada.

Para establecer la calidad biológica en peces de toda la masa de agua de transición se aplica la metodología que ha sido explicada en el Tomo 1. La Figura 270 muestra la evolución de la calidad biológica en la masa de transición del Bidasoa entre los años 1995 y 2007. Cabe recordar que en el estuario del Bidasoa todavía se vierten aguas residuales, que presenta zonas canalizadas, que suele ser dragado y que alberga además, cinco puertos con gran número de amarres (repartidos a lo largo de las dos márgenes). No obstante, la gráfica muestra como los esfuerzos realizados en saneamiento están generando una mejora progresiva, alcanzando el año 2007 el valor más alto tras el estado de **'Bueno'** alcanzado en 1995.

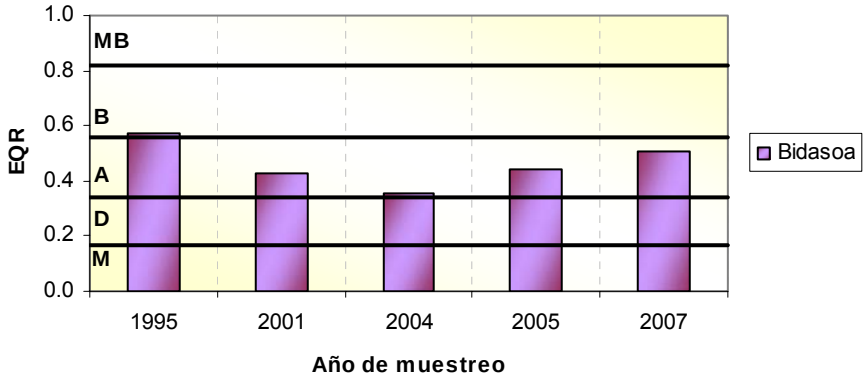


Figura 270 Valores de la calidad biológica obtenidos en la masa de transición del Bidasoa entre los años 1995 y 2007. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): ≥ 0.82; Bueno (B): 0.56 -0.82; Aceptable (A): 0.56 - 0.34; Deficiente (D): 0.34- 0.17; Malo (M): ≤ 0.17.

Según datos del informe realizado por Ikaur-Ekolur para la Diputación Foral de Gipuzkoa en la cuenca en general se realizan detracciones del caudal de agua, existen numerosos azudes y centrales hidroeléctricas que dificultan el paso de especies migradoras y en algunas zonas la calidad de las aguas no tiene la calidad suficiente para albergar fauna piscícola (es el caso de las regatas de Jaizubia y Artia).

A su vez, este informe señala que en las aguas dulces del Bidasoa se ha detectado la presencia de especies migradoras como *Salmo salar* (salmón atlántico –anádroma-), *Salmo truttta morpha trutta* (trucha de mar – anádroma-), *Anguilla anguilla* (anguila –catádroma), *Alosa alosa* (sábalo –anádroma-) y *Petromyzon marinus* (lamprea de mar –anádroma-). La presencia de todas estas especies se debe principalmente a la mejora de la calidad de las aguas y a la construcción de pasos piscícolas adecuados en zonas de nula o poca accesibilidad. En el caso de la lamprea de mar, el informe señala que esta especie parece ser que esta recolonizando el estuario desde hace dos o tres años; y en el caso del salmón atlántico, destaca que durante los años 80 el Gobierno Foral de Navarra empezó a desarrollar un plan de reintroducción que parece que está dando sus frutos. Por último, también cita que en 1982 el vertido de un tóxico por una empresa en Lesaka provocó una mortandad masiva de peces en la parte baja del río.

15.5. VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO

15.5.1 FITOPLANCTON

CLOROFILA

En el estuario del Bidasoa se midió la concentración de clorofila en tres puntos: en la cabecera (estación E-BI5), en la zona media (E-BI10) y en la zona inferior (E-BI20). Las muestras se tomaron sólo en superficie. Considerando todo el conjunto de situaciones de muestreo (pleamar y bajamar; en cuatro ocasiones a lo largo del año) se cubrió un gradiente de salinidad desde 0,1 hasta 34,4 USP. La concentración de clorofila "a" osciló entre valores cercanos a cero y un valor máximo de 10 µg l^{-1} (Figura 271)).

El máximo de biomasa fitoplanctónica se detectó en verano, en la estación de cabecera (E-BI5) durante la bajamar. La salinidad en esas condiciones supuso aproximadamente 5 USP. Este pico de clorofila estuvo en el rango de los encontrados en muchos de los estuarios de la costa vasca durante 2008 en la época estival. Estas concentraciones no se consideran elevadas para aguas de transición de carácter oligohalino. Además, son relativamente menores a los picos observados en el estuario del Oka (80-100 µg l^{-1}) y los estuarios del Artibai y el Urola (20-30 µg l^{-1}) en la misma época de muestreo. En cuanto a los nutrientes que indican aportes de aguas residuales urbanas, los máximos de amonio (25 µM) y fosfato (2 µM) de la zona interior y media del estuario no alcanzaron los valores que se consideran característicos de mal estado físico-químico en aguas meso- y polihalinas.

En la zona exterior del estuario tampoco se registraron concentraciones de nutrientes indicadoras de eutrofización. En esta zona, durante el muestreo de primavera se observó la concentración máxima de clorofila (2,8 µg l^{-1}) en aguas de salinidad cercana a 34 USP. Este valor de clorofila, un poco más alto de lo esperado para aguas de carácter euhalino (normalmente suele ser inferior a 2 µg l^{-1}) puede explicarse por el tiempo de residencia del agua en la zona exterior del estuario del

Bidasoa. Este estuario, en su tramo inferior tiene un volumen de agua elevado y no presenta zonas intermareales. En este tipo de bahías el tiempo de residencia del agua es de semanas o meses, superior al resto de los estuarios donde el agua reside únicamente horas o días. Un mayor tiempo de residencia beneficia la acumulación de fitoplancton, al encontrarse menos sometido a procesos de advección. Por lo tanto, la zona inferior del estuario del Bidasoa podría presentar niveles de biomasa fitoplanctónica superiores a las de la desembocadura de otros estuarios y a las masas de agua costeras.

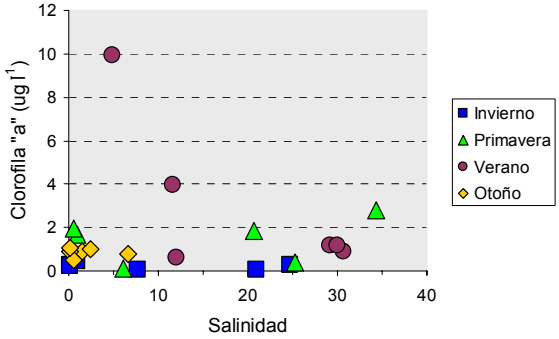


Figura 271 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino del estuario del Bidasoa en las cuatro épocas de estudio durante 2008. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar

COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DEL FITOPLANCTON

En la Tabla 207 se presentan las variables que describen la estructura de la comunidad fitoplanctónica en el estuario. Se dispone de datos para las tres estaciones de muestreo, en primavera y en verano, durante la pleamar. En otoño y en invierno no se tomaron muestras, ya que este estuario presenta generalmente condiciones de salinidad <30 USP durante dichas épocas en la zona de desembocadura. Por ello, se asume que se encuentra bastante influido por el arrastre producido por las descargas fluviales. Además, la turbiedad característica de las aguas de los estuarios puede limitar el crecimiento del fitoplancton durante las épocas del año de menor insolación (invierno y otoño).

Estación	E-BI5	E-BI10	E-BI20
Fecha	05/05/2008	05/05/2008	05/05/2008
Abundancia (Células/ml)	372	410	637
Diversidad (bit/cel)	1,5	3,8	3,5
Riqueza (Nº especies)	12	33	31
Estación	E-BI5	E-BI10	E-BI20
Fecha	03/09/2008	03/09/2008	03/09/2008
Abundancia (Células/ml)	446	866	1.415
Diversidad (bit/cel)	3,5	3,5	3,6
Riqueza (Nº especies)	18	21	29

Tabla 207 Índices relacionados con Fitoplancton. Estuario del Bidasoa. Los datos son de superficie, en pleamar.

La abundancia del fitoplancton fue del orden de 10^5 células l^{-1} en la mayoría de las muestras. Sin embargo, se observó un pico de $1{,}4 \cdot 10^6$ células l^{-1}, en verano, en la estación de la desembocadura (E-BI20).

La estación de cabecera (E-BI5) presentó los valores mínimos de abundancia, así como de riqueza de especies. En primavera dominaron en esta zona del estuario las diatomeas pennales (posiblemente de origen bentónico), clorofitas y pequeños flagelados. En verano la comunidad estuvo mayoritariamente constituida por diatomeas pennales, criptofitas, clorofitas, haptofitas y pequeños flagelados.

En la zona media (E-BI10) se observaron valores de abundancia y riqueza de especies más altos que en la cabecera. En primavera la comunidad fue muy rica en taxones del grupo de las diatomeas (*Chaetoceros* spp., *Leptocylindrus danicus*, *Melosira nummuloides*, *Thalassiossira* cf. *kushirensis*, pennales, etc.), que aportaron hasta el 60% a la abundancia total. En verano se observó una abundancia similar de diatomeas, pero aumentó la concentración de las criptofitas y las haptofitas.

En la desembocadura del estuario (E-BI20), en primavera la comunidad presentó una gran variedad de dinoflagelados que aportaron el 14% a la abundancia total. Las diatomeas aportaron hasta el 43%, siendo las más abundantes las del género *Chaetoceros*. También fueron relativamente importantes las pequeñas formas flageladas y cocoides sin identificar. En verano, el pico de abundancia se debió a una comunidad mixta en la que dominaron las diatomeas (varias especies), criptofitas y haptofitas.

En cuanto a las especies de fitoplancton potencialmente tóxico, en la zona media y en la desembocadura del estuario se detectó a la diatomea *Pseudo-nitzschia* spp. Este taxón presentó un máximo de ~100.000 células l^{-1} en verano en la estación E-BI20. En esa misma muestra, la haptofita potencialmente nociva para los ecosistemas *Chrysochromulina* spp. presentó un máximo de 400.000 células l^{-1}. Además se identificaron en las muestras de la desembocadura, en primavera: un dinoflagelados potencialmente nocivo, *Ceratium furca* (~2.000 células l^{-1}) y otro potencialmente tóxico, *Dinophysis acuminata* (~10.000 células l^{-1}).

CALIDAD BIOLÓGICA

A partir de 2007 se comienza a aplicar un nuevo criterio de evaluación para el fitoplancton en las aguas costeras, que ha sido acordado en las reuniones europeas de Intercalibración para la Directiva Marco del

Agua. Este nuevo método no ha sido aún intercalibrado en aguas de transición, las cuales, por lo tanto, se evalúan en el presente informe con el mismo método que en años anteriores. Así, el fitoplancton en el estuario del Bidasoa se evalúa con los datos de los últimos cinco años (periodo 2004-2008). La evaluación se realiza en base a cuatro indicadores (clorofila, abundancia de fitoplancton tóxico, abundancia de fitoplancton nocivo para los ecosistemas y abundancia total de fitoplancton) y el estado global del fitoplancton en cada una de las estaciones corresponde al que presenta el indicador peor clasificado (Tabla 208).

En los últimos cinco años, la concentración de clorofila no superó nunca el límite establecido en la metodología como indicador de eutrofia en aguas de transición (16 µg l^{-1}). No obstante, ocasionalmente, durante el verano de 2004, se registraron concentraciones cercanas a dicho límite en la estación E-BI20 (desembocadura). Por lo tanto, en base a los datos de clorofila el estado ecológico se considera "muy bueno" en las tres estaciones del Bidasoa.

En base a los datos de abundancia de fitoplancton perjudicial para la salud humana o para la salud de los ecosistemas, el estado se clasifica también como "muy bueno" en el último periodo de evaluación, ya que la abundancia de dichas especies nunca supera el umbral de 10^6 células l^{-1}. Por otra parte, las floraciones fitoplanctónicas, o "blooms", considerando el total de especies se producen una frecuencia del 33% en la estación E-BI10 y del 44% en la estación E-BI20, lo cual hace que este indicador se clasifique peor en la zona media e inferior de estuario. De forma contraria, en la zona superior (estación E-BI5) la abundancia total nunca ha superado el umbral de 10^6 células l^{-1}, con lo cual, el indicador de "blooms" se clasifica como "muy bueno" en dicha zona.

Finalmente, como se indica en la Tabla 208, integrando ambos elementos, clorofila y comunidad fitoplanctónica, el **estado global del fitoplancton** se clasifica como "**muy bueno"** en la estación E-BI5 (zona superior), **"bueno"** en la estación E-BI10 (zona media) y **"aceptable"** en la estación E-BI20 (zona inferior).

ESTACIÓN	Clorofila	Salud Humana	Salud Ecosistemas	Blooms	GLOBAL
E-BI5	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy bueno	Muy bueno
E-BI10	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Bueno	Bueno
E-BI20	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Aceptable	Aceptable

Tabla 208 Estuario del Bidasoa. Calificación en función de clorofila y fitoplancton.

15.5.2 MACROALGAS

Para su estudio, en 2007, la masa de agua de transición del Bidasoa se dividió en 22 zonas, numeradas del 1 al 22 desde la desembocadura al interior. Ahora se han utilizado esos datos para la evaluación de 2008.

En la Tabla 209, Tabla 210 y Tabla 211 se muestran los datos obtenidos para el estuario del Bidasoa en 2007 (comparados con los de 2004), con objeto de calificar cada tramo del estuario. La metodología utilizada se explica en el Tomo 1.

La calificación fue de Muy Buena para el tramo exterior (representado por la estación E-BI20), Buena para el tramo medio (representado por la estación E-BI10) y para las marismas de Jaitzubia, y Deficiente para el tramo interior (representado por la estación E-BI5). Comparadas con las calificaciones obtenidas para 2004, se detecta cierta regresión en el tramo que se adscribe a la estación E-BI5, que pasa de estado Aceptable a Deficiente, motivada por un incremento en la cobertura relativa de algas verdes respecto a la cobertura total en la zona M-EBI20 (la más extensa del tramo). Por el contrario, en los tramos medio y exterior, se aprecia cierto incremento de la valoración, aunque no es suficientemente grande como para justificar una calificación mejor.

Por último, cabe recordar que la zona de las marismas de Jaitzubia no se evaluó en 2004, por lo que no se pueden realizar comparaciones. Sin embargo, es importante destacar que se trata de una zona que se sometió a un proceso de restauración ambiental precisamente en 2004, por lo que no es descabellado pensar que el estado ecológico es mejor en la actualidad que entonces. Sería interesante comprobar si el proceso continúa y en la próxima campaña las marismas obtienen una calificación aún mejor (Muy Buen Estado).

La valoración global para la masa de agua, aplicando al conjunto de zonas delimitadas la misma media ponderada que se hace para el cálculo por tramo, fue de **'Buen Estado'** (igual que en 2004), tanto si sólo se tienen en cuenta las mismas zonas que se valoraron en 2004, como si se incorporan las dos nuevas zonas correspondientes a las marismas de Jaitzubia.

BIDASOA	2004						2007					
INDICADORES	M-EBI1	M-EBI2	M-EBI3	M-EBI13	M-EBI14	M-EBI15	M-EBI1	M-EBI2	M-EBI3	M-EBI13	M-EBI14	M-EBI15
1- Riqueza	3	3	3	3	3	3	3	5	3	5	5	5
3- Cobertura indicadores contaminación	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	3
4- Cobertura media algas sin indic. cont.	5	1	3	1	5	3	5	3	3	3	5	5
5- Ratio verdes/resto	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
SUMA=	18	12	16	14	18	16	18	18	16	16	18	18
CALIFICACIÓN AREA=	MB	A	B	B	MB	B	MB	MB	B	B	MB	MB
EQUIVALENCIA=	10	6	8	8	10	8	10	10	8	8	10	10
LONGITUD DE LA ZONA=	1.67	0.71	1.73	0.55	0.90	0.58	1.67	0.71	1.73	0.55	0.90	0.58
PORCENTAJE SOBRE EL TRAMO=	0.27	0.12	0.28	0.09	0.15	0.09	0.27	0.12	0.28	0.09	0.15	0.09
VALOR GLOBAL=	2.72	0.69	2.25	0.72	1.47	0.76	2.72	1.16	2.25	0.72	1.47	0.94
EQUIVALENCIA TRAMO=	8,61						9,26					
CALIFICACIÓN TRAMO=	MB						MB					
ESTACIÓN RED ASIGNADA=	E-BI20						E-BI20					

Tabla 209 Calificación de cada indicador de macroalgas y las equivalencias para la calificación del tramo de estuario asignado a la estación de muestreo de la Red de Calidad E-BI20, en 2004 y 2007.

BIDASOA	2004										
INDICADORES	M-EBI4	M-EBI5	M-EBI6	M-EBI8	M-EBI9	M-EBI10	M-EBI11	M-EBI16	M-EBI17	M-EBI18	M-EBI19
1- Riqueza	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
3- Cobertura indicadores contaminación	3	1	3	1	1	3	1	1	3	3	3
4- Cobertura media algas sin indic. cont.	5	5	1	3	5	5	5	1	5	5	5
5- Ratio verdes/resto	5	5	3	3	5	5	5	3	5	5	5
SUMA=	16	14	10	10	14	16	14	8	16	16	16
CALIFICACIÓN AREA=	B	B	A	A	B	B	B	D	B	B	B
EQUIVALENCIA=	8	8	6	6	8	8	8	4	8	8	8
LONGITUD DE LA ZONA=	0.64	0.34	0.43	0.62	0.47	0.66	0.68	0.29	0.46	0.95	0.55
PORCENTAJE SOBRE EL TRAMO=	0.11	0.06	0.07	0.10	0.08	0.11	0.11	0.05	0.08	0.16	0.09
VALOR GLOBAL=	0.84	0.45	0.42	0.61	0.62	0.87	0.89	0.19	0.60	1.25	0.72
EQUIVALENCIA TRAMO=	7,46										
CALIFICACIÓN TRAMO=	B										
ESTACIÓN RED ASIGNADA=	E-BI10										

BIDASOA	2007										
INDICADORES	M-EBI4	M-EBI5	M-EBI6	M-EBI8	M-EBI9	M-EBI10	M-EBI11	M-EBI16	M-EBI17	M-EBI18	M-EBI19
1- Riqueza	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3
3- Cobertura indicadores contaminación	3	1	3	1	1	3	3	3	3	5	5
4- Cobertura media algas sin indic. cont.	5	5	3	3	5	5	5	1	5	3	5
5- Ratio verdes/resto	5	5	5	3	5	5	5	1	5	5	5
SUMA=	16	16	14	10	14	16	16	8	16	16	18
CALIFICACIÓN AREA=	B	B	B	A	B	B	B	D	B	B	MB
EQUIVALENCIA=	8	8	8	6	8	8	8	4	8	8	10
LONGITUD DE LA ZONA=	0.64	0.34	0.43	0.62	0.47	0.66	0.68	0.29	0.46	0.95	0.55
PORCENTAJE SOBRE EL TRAMO=	0.11	0.06	0.07	0.10	0.08	0.11	0.11	0.05	0.08	0.16	0.09
VALOR GLOBAL=	0.84	0.45	0.56	0.61	0.62	0.87	0.89	0.19	0.60	1.25	0.90
EQUIVALENCIA TRAMO=	7,79										
CALIFICACIÓN TRAMO=	B										
ESTACIÓN RED ASIGNADA=	E-BI10										

Tabla 210 Calificación de cada indicador de macroalgas y las equivalencias para la calificación del tramo de estuario asignado a la estación de muestreo de la Red de Calidad E-BI10, en 2004 y 2007.

BIDASOA	2004			2007		
INDICADORES	M-EBI7	M-EBI12	M-EBI20	M-EBI7	M-EBI12	M-EBI20
1- Riqueza	3	3	3	3	3	3
3- Cobertura indicadores contaminación	3	3	3	5	3	3
4- Cobertura media algas sin indic. cont.	1	1	1	1	1	1
5- Ratio verdes/resto	3	5	3	1	5	1
SUMA=	10	12	10	10	12	8
CALIFICACIÓN AREA=	A	A	A	A	A	D
EQUIVALENCIA=	6	6	6	6	6	4
LONGITUD DE LA ZONA=	0.68	0.25	0.77	0.68	0.25	0.77
PORCENTAJE SOBRE EL TRAMO=	0.40	0.15	0.45	0.40	0.15	0.45
VALOR GLOBAL=	2.40	0.88	2.72	2.40	0.88	1.81
EQUIVALENCIA TRAMO=	6,00			5,09		
CALIFICACIÓN TRAMO=	A			D		
ESTACIÓN RED ASIGNADA=	E-BI5			E-BI5		

BIDASOA	2007	
INDICADORES	M-EB21	M-EBI22
1- Riqueza	3	3
3- Cobertura indicadores contaminación	3	3
4- Cobertura media algas sin indic. cont.	5	5
5- Ratio verdes/resto	5	5
SUMA=	16	16
CALIFICACIÓN AREA=	B	B
EQUIVALENCIA=	8	8
LONGITUD DE LA ZONA=	1.00	1.15
PORCENTAJE SOBRE EL TRAMO=	0.47	0.53
VALOR GLOBAL=	3.72	4.28
EQUIVALENCIA TRAMO=	8,00	
CALIFICACIÓN TRAMO=	B	

Tabla 211 Calificación de cada indicador de macroalgas y las equivalencias para la calificación del tramo de estuario asignado a la estación de muestreo de la Red de Calidad E-BI5, en 2004 y 2007, y para el nuevo tramo estudiado (Jaitzubia) que no se puede asignar a ninguna de las estaciones de la Red de Calidad de la masa de agua de transición del Bidasoa.

15.6. INDICADORES FISICOQUÍMICOS

15.6.1 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN AGUAS

CONSIDERACIONES GENERALES

En la Tabla 212 se indican los datos medios anuales para las diferentes variables básicas analizadas en el estuario del Bidasoa.

La incorporación de la estación E-BI5 al control de la calidad físico-química de las aguas del estuario del Bidasoa en 2002 incrementa la resolución espacial de la vigilancia a lo largo del eje del estuario y da una mayor representatividad a la influencia de los aportes introducidos por el río principal. Como en otros casos, la estación E-BI5 denota un importante incremento de la presencia de agua de origen fluvial respecto a la estación E-BI10 pero, en las condiciones de caudal y de estado de la marea durante las series de muestreo de 2008 las aguas de superficie sólo reflejan ocasionalmente y de forma difusa la dualidad entre pleamar y bajamar (Tabla 212).

Variable	Unidad	E-BI5-S	E-BI5-F	E-BI10-S	E-BI10-F	E-BI20-S	E-BI20-F
Temperatura	°C	14,37	14,60	15,04	15,79	15,39	16,23
Salinidad	USP	3,18	7,06	9,88	19,04	21,89	29,47
Agua fluvial	%	91,06	80,16	72,25	46,52	38,51	17,23
Saturación O2	%	91,60	83,34	80,78	73,68	91,75	87,38
pH		7,86	7,77	7,72	7,79	8,04	8,08
Silicato	μ mol.dm^{-3}	78,13		73,53		40,49	
Amonio	μ mol.dm^{-3}	4,13		9,90		5,10	
Nitrito	μ mol.dm^{-3}	0,63		1,35		0,46	
Nitrato	μ mol.dm^{-3}	55,50		60,33		34,71	
Nitrógeno Total	μ mol.dm^{-3}	90,61		108,63		58,00	
Fosfato	μ mol.dm^{-3}	0,99		1,18		0,85	
Fósforo Total	μ mol.dm^{-3}	1,83		2,21		1,59	
Carbono O. Total	μ mol.dm^{-3}	99,13		144,92		127,59	

Tabla 212 Estuario del Bidasoa. Valores medios de variables relacionadas con el estado trófico y presencia de agua de origen fluvial.

A partir de los datos de salinidad obtenidos en la serie de muestreos del año 2008, puede observarse que la presencia media de agua de origen fluvial en cada estación decrece desde la estación E-BI5 (80-91%) hasta la E-BI20 (17-38%). En general, con la dilución producida por el incremento de la proporción de agua de mar disminuye la concentración de silicato, una sustancia relacionada con los aportes terrestres.

No obstante, la proporcionalidad no se mantiene en el resto de los casos y valores registrados en las estaciones E-BI10 y E-BI20 indican la influencia de otros afluentes secundarios y aportes directos. En este sentido cabe destacar que las concentraciones medias más elevadas para las variables indicadoras de aportes de nutrientes (excepto silicato) y materia orgánica corresponden a la estación E-BI10. En relación con lo anterior, también pueden destacarse los valores mínimos de saturación de oxígeno en dicha estación.

Por otra parte, en los datos generales se observa la influencia de la estacionalidad a través de la temperatura y de las fluctuaciones en el caudal y composición de los aportes. También se aprecia la influencia del estado de la marea, especialmente en las estaciones E-BI10 y E-BI20. En general, los valores registrados en la situación de bajamar indican una mayor alteración de la calidad de las aguas coincidente con una mayor influencia de los aportes citados y, recíprocamente, con una menor regulación y acondicionamiento por las aguas costeras y de la parte exterior del estuario.

En cuanto a los nutrientes, pueden destacarse las diferentes proporciones entre las formas oxidadas y reducidas del nitrógeno en función de los aportes mencionados y de la concentración de oxígeno disuelto. Como indican los valores medios del cuadro anterior, en las tres estaciones predomina el nitrato sobre el amonio. También se observa un exceso relativo del nitrógeno inorgánico disuelto (NID o suma de amonio, nitrito y nitrato) respecto al fosfato, exceso que se mantiene si se considera la relación entre las concentraciones totales de nitrógeno y fósforo. La relación entre el carbono y nitrógeno indica que aunque la proporción de carbono es superior a la del nitrógeno las diferencias se reducen por lo que se deduce que hay una menor incidencia de materiales detríticos que en años anteriores.

EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LAS VARIABLES HIDROGRÁFICAS GENERALES

En las series de datos disponibles no se observan tendencias que indiquen un incremento o descenso significativo y mantenido de los valores de las variables de tipo general y de las relacionadas con el estado trófico. En general predominan las situaciones alternantes, con una distribución de tipo “dientes de sierra” en la que se observa la incidencia de la estacionalidad y de las condiciones hidrológicas. Las series de datos no reflejan una tendencia descendente de concentraciones de NID y fosfatos y sólo ocasionalmente una reducción de la entidad y frecuencia de aparición de concentraciones muy elevadas de nutrientes (Figura 272). Por el contrario, tras algunos valores que aparentaban una mejoría de las condiciones en la estación E-BI20, se registran situaciones con concentraciones muy elevadas de nutrientes (Figura 272).

En la Figura 273 se presenta la evolución temporal del oxígeno disuelto en el estuario del Bidasoa (estaciones E-BI5, E-BI10 y E-BI20). Resulta evidente el ciclo estacional, muy regular a lo largo del seguimiento, con máximos en la época invernal y mínimos en la estival. La evolución global de esta variable muestra una tendencia hacia el ascenso entre 1994 y el año 2000. A partir de entonces, la tendencia es decreciente hasta el año 2002, pero empieza a mostrar una ligera recuperación que continúa hasta el 2008, presentando valores en torno al 80% de saturación.

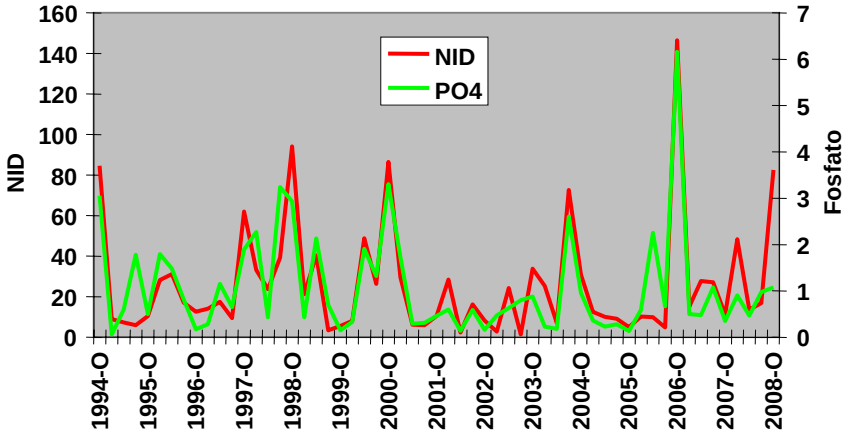


Figura 272 Evolución trimestral, entre otoño de 1994 y otoño de 2008, de la concentración de Nitrógeno Inorgánico Disuelto (NID) y fosfato, ambos en micromoles por litro, en aguas de superficie (media de pleamar y bajamar), en la estación E-BI20.

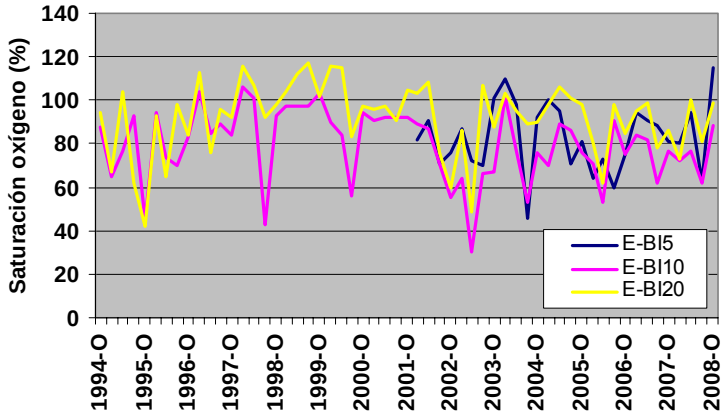


Figura 273 Porcentaje de saturación de oxígeno en la columna de agua en la zona interior del estuario Bidasoa (estaciones E-BI5, E-BI10 y E-BI20). Se muestra el promedio para cada época del año (invierno, primavera, verano y otoño) desde 1994 hasta 2008. La media se ha realizado con los datos tomados en superficie y fondo, y en dos situaciones de marea (pleamar y bajamar).

METALES DISUELTOS

Las concentraciones de cromo (trivalente y hexavalente) y de mercurio en las aguas de superficie en las estaciones del estuario del Bidasoa, se mantienen, como en la mayoría de los casos precedentes, por debajo de sus respectivos límites de detección (2,3 y 0.3 $\mu g \cdot l^{-1}$).

En la Figura 274 se muestra la evolución de la concentración media del resto de los metales para el periodo comprendido entre otoño de 1994 y verano de 2008. Los valores empleados son medias correspondientes a los datos de pleamar y bajamar para las tres estaciones de muestreo del estuario (E-BI5, E-BI10 y E-BI20) hasta el año 2006, desde 2007 solamente se han muestreado las estaciones en bajamar.

Como se puede observar en la Figura 274, algunos metales como manganeso, plomo y zinc, presentan oscilaciones a lo largo de los años, con diferencias apreciables en la concentración entre las diferentes estaciones de muestreo, y en algunos casos superando los objetivos de calidad fijados para cada metal (120, 7,2 y 60 $\mu g \cdot l^{-1}$ para manganeso, plomo y zinc, respectivamente). En 2008 se puede apreciar una disminución de la concentración en manganeso y hierro. Tanto el plomo como el níquel mantienen sin grandes variaciones la concentración respecto a años anteriores.

Se ha detectado un aumento de la concentración en cobre y zinc en las estaciones E-BI5 y E-BI10 respectivamente, mientras el resto de las estaciones mantienen la concentración respecto a los años anteriores.

En el caso del cadmio este año la concentración ha disminuido hasta valores inferiores al objetivo de calidad establecido en las tres estaciones (0.2 $\mu g \cdot l^{-1}$).

En términos general se puede observar una tendencia a disminuir la concentración en todos los metales.

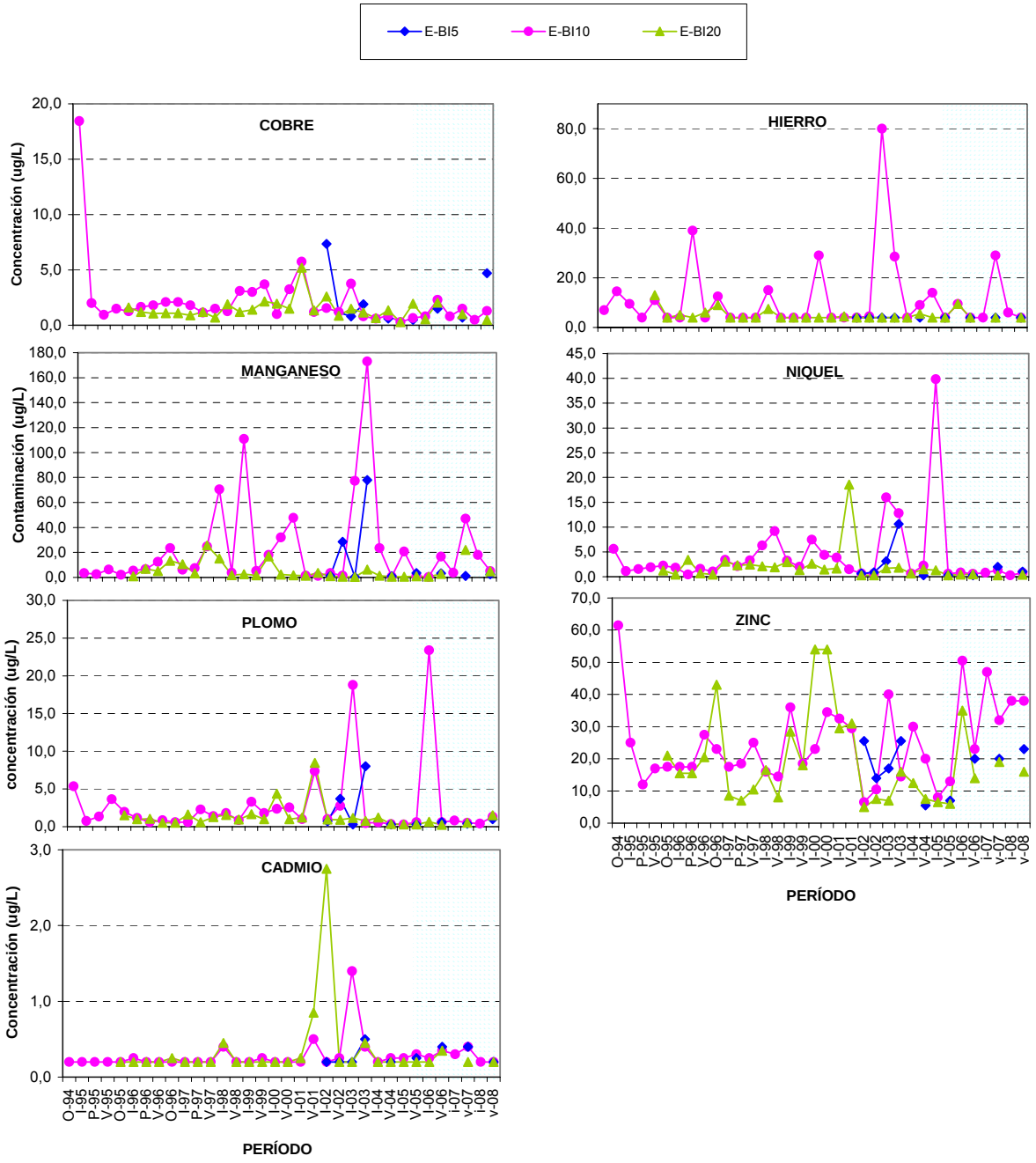


Figura 274 Evolución temporal de la concentración media (pleamar-bajamar) para cada metal en las estaciones del estuario del Bidasoa en el periodo que abarca desde otoño de 1994 a verano de 2006, desde el año 2007 sólo se ha tenido en cuenta los datos de bajamar.

CONTAMINANTES ORGÁNICOS Y OTROS CONTAMINANTES ESPECÍFICOS

En los resultados obtenidos en 2008 se ha observado la presencia de PAHs derivados del naftaleno y fenantreno sobre todo en las campañas de verano y más puntualmente en el resto de las campañas de congéneres de acenafteno, fluoreno y fluoaranteno pero en ningún caso se sobrepasa en objetivo de calidad establecido para cada uno de estos compuestos.

ESTADO EN FUNCIÓN DE LOS INDICADORES FÍSICO-QUÍMICOS

En 2008, la calidad físico-química de la masa de agua se puede calificar como: **'Muy buena'** en las tres estaciones de muestreo.

En cuanto a los objetivos de calidad físico-química, las medias de las variables en las estaciones E-BI5 y E-BI10 cumplen en 2008. Sin embargo, en E-BI no cumple el promedio de turbidez.

ESTADO QUÍMICO

Teniendo en cuenta las Directivas europeas y la normativa española, referida a aguas (ver Tomo 1), se **'No Cumple'** la estación E-BI10 por presencia de cadmio, pero **'Cumplen'** el resto de las estaciones (E-BI5 y E-BI20).

15.6.2 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS

PARÁMETROS SEDIMENTOLÓGICOS DE CARÁCTER GENERAL

En la Tabla 213 se recogen los resultados de los análisis realizados sobre los parámetros sedimentológicos correspondientes a los muestreos de invierno de 2008 en cada estación.

En estos datos se observa una diferenciación entre la zona más interna (E-BI5) y la media y externa (E-BI10, E-BI20), presentando la primera mayor contenido en la fracción fina y materia orgánica, acorde con la menor energía cinética. La relación C/N muestra una tendencia creciente desde el interior al exterior del estuario, como se ha visto en la mayoría de los estuarios.

ESTACIÓN	INVIERNO - 2008							
	GRAVA (%)	ARENA (%)	FINO (%)	M.O. (%)	REDOX (mV)	C.O.P. (mol·Kg^{-1})	N.O.P. (mol·Kg^{-1})	C / N
E-BI5	2,27	57,61	40,12	7,41	-65	3,09	0,23	13,4
E-BI10	2,44	62,08	35,48	2,55	-90	3,66	0,25	14,8
E-BI20	0,00	100,00	0,00	0,67	246	1,94	0,02	106,0

Tabla 213 Parámetros sedimentológicos correspondientes a los muestreos de invierno de 2008 en cada estación. (GRAVA > 2 mm > ARENA > 63 µm > FINO). M.O.: materia orgánica; REDOX: potencial redox; C.O.P.: carbono orgánico particulado; N.O.P.: nitrógeno orgánico particulado; C / N: relación carbono / nitrógeno.

Desde el año 1994 se tienen datos de composición granulométrica, contenido en materia orgánica, potencial redox y contenido en carbono y nitrógeno orgánico particulado en la estación más externa e intermedia del estuario, E-BI20 y E-BI10 respectivamente. Para la estación interna E-BI5 hay datos desde la campaña de invierno de 2002.

En la Figura 275 se muestra la evolución temporal del contenido en limos y arcillas, contenido en materia orgánica y relación C/N de los sedimentos del estuario del Bidasoa desde 1994.

Como puede observarse en la Figura 275, la variabilidad temporal, en cuanto al contenido en arcillas y limos, es más acusada en las dos estaciones más internas. En la estación exterior, E-BI20, el porcentaje de limos es próximo a 0, exceptuando en 2004.

En la estación más externa la materia orgánica apenas alcanza valores del 4% en la mayoría de los casos, observándose un descenso discontinuo desde 2001. En las dos más internas se observa una elevada variación temporal, llegándose a alcanzar valores superiores al 14%.

En cuanto a la relación C/N, los valores más elevados se han detectado en la estación más cercana al litoral, E-BI20, con una relación máxima en invierno de 2006 (188), debido a un elevado contenido en COP y bajo de NOP. En las estaciones internas se observa menor variabilidad temporal, presentando valores inferiores a 20 desde 2005.

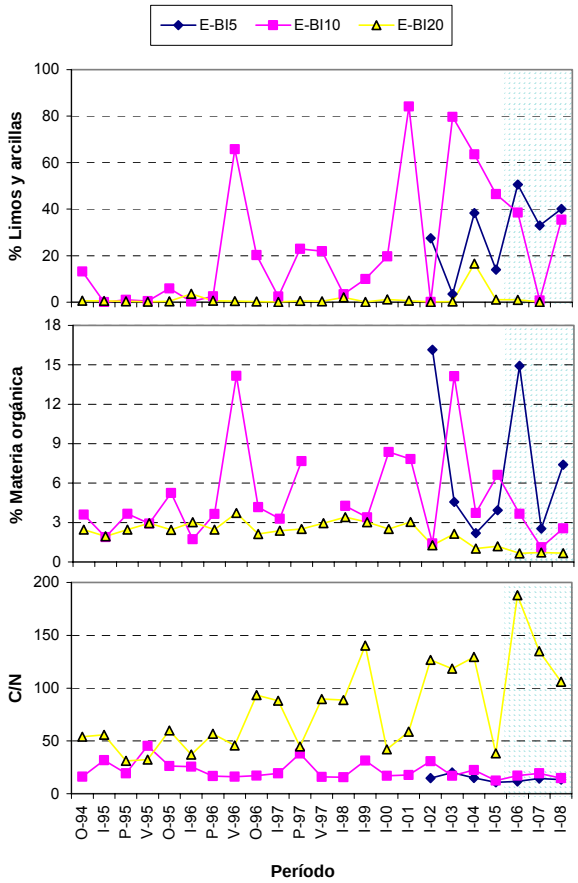


Figura 275 Gráficas de evolución temporal del contenido en la fracción de limos y arcillas (*i.e.*, < 63 µm), contenido en materia orgánica y relación C/N de los sedimentos del estuario del Bidasoa desde 1994.

METALES PESADOS

Las concentraciones de metales pesados en los sedimentos en la campaña de invierno de 2008 en la masa de transición del Bidasoa se indican en la Tabla 214. Se incluyen también los valores medios para cada metal y la desviación estándar.

En invierno de 2008, la estación E-BI5, registra las concentraciones máximas de todos los metales determinados, excepto Cd.

ESTACION	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn
	mg·Kg^{-1}								
E-BI5	0,35	25,1	89,1	141629	4,71	1520,3	46,5	122,8	298,0
E-BI10	0,79	9,9	32,2	36142	0,14	609,7	32,3	57,2	139,9
E-BI20	0,56	14,2	8,5	19920	0,04	246,3	21,5	21,9	53,9
MEDIA	0,57	16,4	43,3	65897	1,63	792,1	33,5	67,3	163,9
DESV. EST	0,22	7,9	41,4	66086	2,67	656,3	12,5	51,2	123,8

Tabla 214 Concentración de metales pesados en los sedimentos en la campaña de invierno de 2008 en el estuario del Bidasoa.

La variación temporal para cada uno de los metales analizados se estudia a partir del factor de contaminación y se ilustra en la Figura 276, donde se han incluido los valores obtenidos en la estación E-BI5, desde invierno de 2002. En la estación más externa (E-BI20) se observa que la mayoría de los metales presentan valores de factor de contaminación próximos a la unidad durante los años más recientes, con la excepción del Cd, que tras una tendencia decreciente desde 2003 hasta 2007, aumentó hasta 2,3 en 2008.

La estación E-BI10 es la que presenta, de forma global, mayor variabilidad temporal en la concentración de metales. En esta estación destacan los máximos relativos determinados en 2004-2007 en Cr, Cu, NI, Pb, Zn y Hg. El factor de contaminación de Cd muestrea elevada variabilidad temporal en la estación E-BI10, con valores entre 2 y 4 en los años más recientes. El factor de contaminación de Fe presenta valores centrados a la unidad en los años más recientes. El factor de contaminación de Mn presenta valores centrados a 2 en los años más recientes, con una tendencia ascendente desde 2005.

La estación E-BI5 presenta factores de contaminación centrados entre la unidad y 2 en la mayoría de los metales, con la excepción del Fe, Mn y Hg (máximo en 2008).

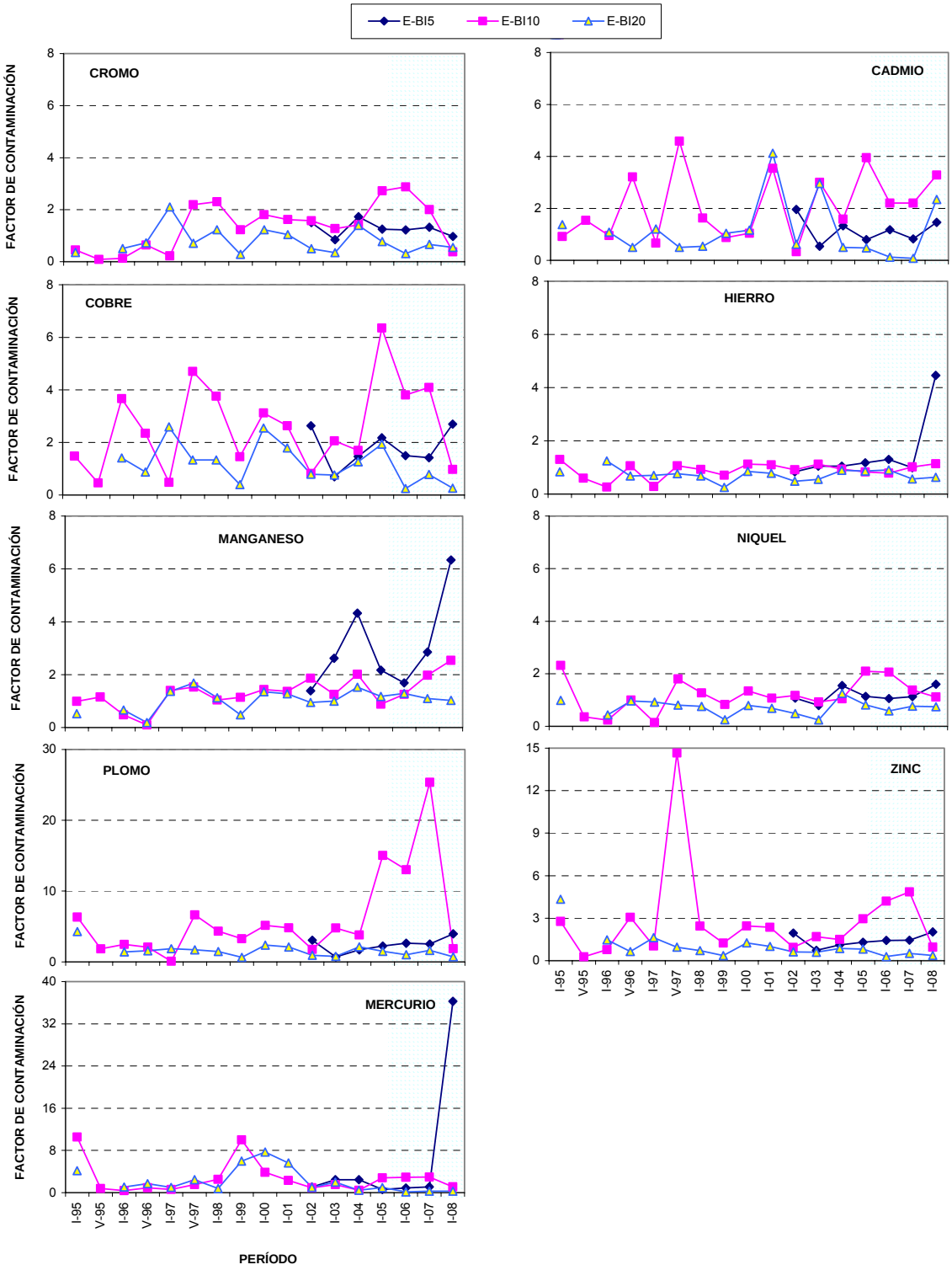


Figura 276 Evolución temporal de los factores de contaminación calculados para cada metal en las estaciones E-BI10 y E-BI20, desde 1995, y en la estación E-BI5 desde 2002.

COMPUESTOS ORGÁNICOS

En la Figura 277 se muestra la evolución temporal de la concentración de compuestos orgánicos (µg kg^{-1}), agrupados en función de sus características en seis grupos. En ella se representa la evolución desde 1995 para las estaciones E-BI10 y E-BI20, y desde 2002 para la E-BI5.

La concentración de PCBs en esta masa de agua, presenta valores próximos o inferiores al nivel de detección. En los años más recientes, destaca el máximo 2008 en la estación intermedia (E-BI10).

En relación al DDT, hexaclorociclohexano (HCH), drines y hexaclorobenceno (HCB), desde el 2002 las concentraciones eran inferiores al límite de detección o próximas a él. El aparente incremento de HCH desde 2006 a 2007 es debido a un incremento en los límites de detección.

Por último, con respecto a los PAHs, hay que mencionar la elevada variabilidad encontrada en las tres estaciones de esta masa de agua. En las estaciones más internas E-BI5 y E-BI10, el promedio de los años más recientes (desde 2005) es superior al período anterior, aunque con ausencia de tendencias dominantes. En la estación más externa E-BI20, el promedio del sumatorio de PAHs es inferior a las otras dos estaciones, siendo el año 2005 dónde se registró el máximo desde 1998.

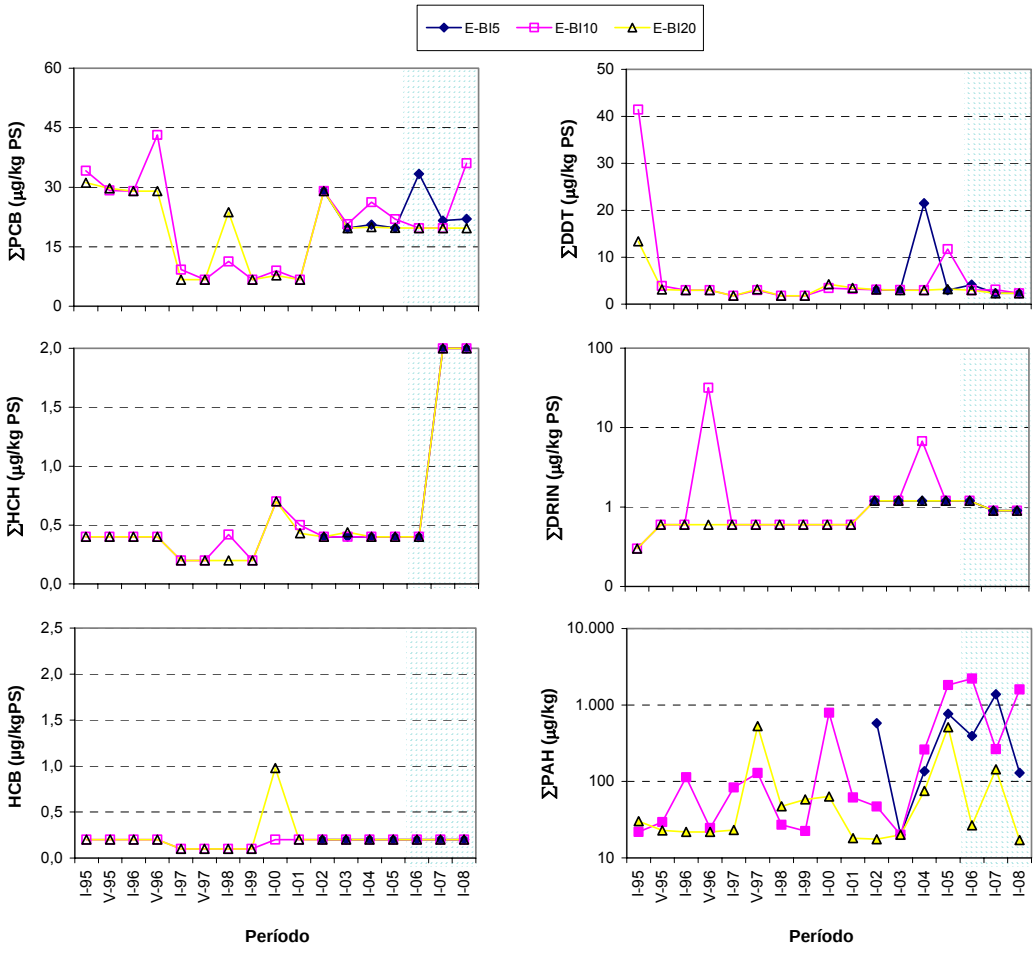


Figura 277 Evolución temporal de la concentración de compuestos orgánicos (µg kg^{-1}) desde 1995.

NORMATIVAS

Como se ha explicado en el capítulo de metodología, a nivel estatal no existe una legislación por la que se regule la gestión de sedimentos contaminados, sino que las actuaciones en este campo se hallan controladas por las correspondientes autorizaciones que, en su caso, concedan las administraciones correspondientes.

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

Siguiendo la metodología expuesta en Borja *et al.* (2003) para establecer el grado de contaminación en los sedimentos, se ha calculado el índice de carga contaminante global (ICC) para cada estación y para todos los metales En la Tabla 215 se presenta la clasificación de la contaminación en los sedimentos estuáricos del Bidasoa en función de los metales pesados en 2008, basada en los Factores de Contaminación e Índices de Carga Contaminante (ICC) (Müller, 1979).

ESTACION	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn	ICC GLOBAL
E-BI5	CL	NC	CL	C	CF	C	CL	C	CL	C
E-BI10	C	NC	NC	CL	CL	CL	CL	CL	NC	CL
E-BI20	CL	NC	NC	NC	NC	CL	NC	NC	NC	NC
TOTAL	CL	NC	NC	CL	CL	CL	CL	CL	NC	CL

Tabla 215 Clasificación de la contaminación en los sedimentos estuáricos del Bidasoa en función de los metales pesados en 2008, basada en los Factores de Contaminación e Índices de Carga Contaminante (ICC) (MÜLLER, 1979). CE: contaminación extrema; C: contaminación media; CL: contaminación ligera; NC: no contaminado. Se presentan también los ICC globales por estación y por metal.

De los datos de la Figura 278 se deduce un ICC global para cada estación que disminuye del interior hacia el exterior: contaminación media en la E-BI5, ligera en la E-BI10 y no contaminada en la E-BI20. Para el conjunto del estuario, de forma global, la contaminación es ligera.

La evolución temporal del ICC se muestra en la Figura 278. Se incluye el ICC global en la estación E-BI5 calculado con los datos desde la campaña de invierno de 2002. La línea negra indica el límite de contaminación. El ICC varía a lo largo del tiempo con una cierta tendencia ascendente para la estación E-BI10 desde 2002 hasta 2007, descendiendo en 2008. En la estación más interna (E-BI5) se alcanza en 2008 el máximo, superando el límite de contaminación de 3. EN la estación más externa, el ICC presenta valores próximos a la unidad en los años más recientes.

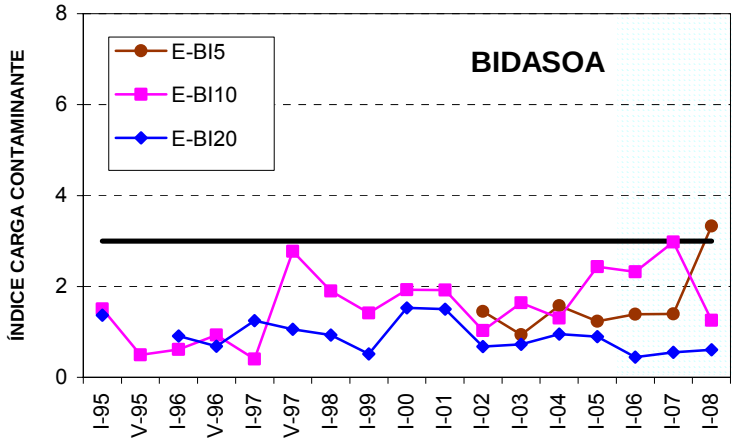


Figura 278 Evolución del índice de carga contaminante global de metales pesados, desde 1995. La línea negra indica el límite de contaminación.

Como primera aproximación para estimar la potencial toxicidad de los sedimentos se utilizan como referencia los niveles de toxicidad calculados por Long et al. (1995). A la vista de estos valores, y de las concentraciones de metales analizadas en la campaña de 2008, se infiere que de las tres muestras consideradas es la estación E-BI5 la que muestra mayor riesgo de efectos biológicos, ya que la concentración de Hg es superior al nivel medio de toxicidad y Cu, Ni, Pb y Zn por encima del nivel bajo. La concentración de Ni supera el nivel bajo de toxicidad en las otras dos estaciones, y la de Pb en la E-BI10. La elevada concentración de Hg en la estación E-BI5 implica un riesgo de efectos biológicos.

Para los compuestos orgánicos se siguen los criterios utilizados para la evaluación de la contaminación, tal como se explica en Borja et al. (2003). Siguiendo

estos criterios, las concentraciones de compuestos orgánicos obtenidas en la campaña de 2008 indican contaminación ligera en las dos estaciones más internas.

La concentración de PCBs en la estación intermedia E-BI10 supera el nivel bajo de toxicidad de de Long et al. (1995).

15.6.3 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN BIOTA (MOLUSCOS)

En el estuario del Bidasoa el 4 de noviembre de 2008 se recolectaron mejillones en el puerto de Hondarribia (I-BI10). Los datos de la campaña de otoño de 2008 correspondientes a bacteriología, metales pesados y compuestos orgánicos se pueden observar en la Base de Datos.

BACTERIOLOGÍA

La evolución de la concentración de bacterias en la estación I-BI10 a lo largo del periodo de estudio (otoño de 1994-otoño de 2008) se representa en la Figura 279.

La concentración de **coliformes fecales** en otoño de 2008 (760 NMP·100 ml^{-1}) está dentro del rango de los valores registrados en los muestreos más recientes. Dado que la concentración de coliformes fecales en 2008 es inferior a 6.000 NMP·100 ml^{-1}, el puerto de Hondarribia se clasifica como zona tipo B, es decir, apta para el marisqueo destinado a contaminación.

En cuanto a los **estreptococos fecales**, la concentración en otoño de 2008 (470 NMP·100 ml^{-1}) es la menor registrada en este punto de muestreo desde en otoño de 1994.

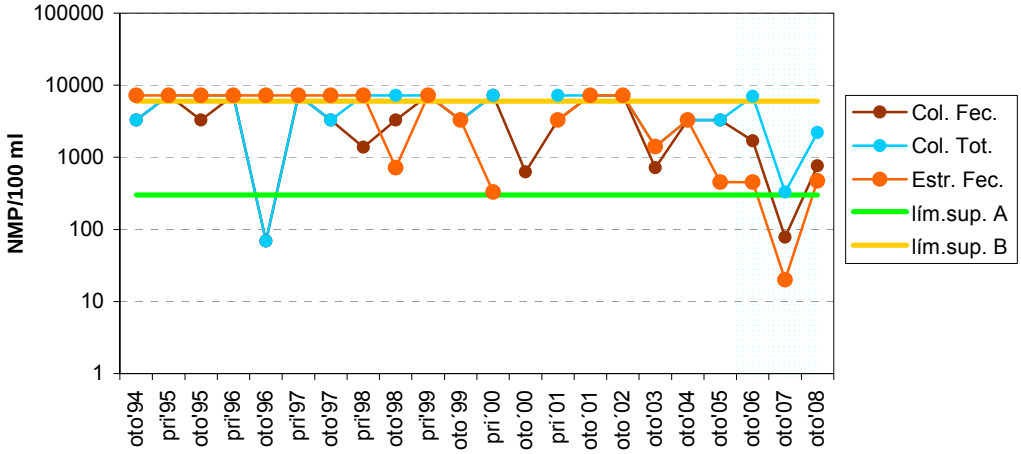


Figura 279 Evolución de la concentración de bacterias en la estación I-BI10 a lo largo del periodo de estudio (otoño de 1994-otoño de 2008).

METALES PESADOS

En la Figura 280 se muestra la evolución de la concentración de metales en moluscos (mg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-BI10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2008).

La concentración de **cadmio** (0,11 mg kg^{-1}) está en el rango de los valores determinados en esta estación en los muestreos más recientes. A lo largo del periodo de estudio ni la concentración máxima (0,44 mg kg^{-1}), que se registró en primavera de 1999, supera el límite legal para este metal (1 mg kg^{-1}), aunque es superior al valor de referencia del CIEM (0,4 mg kg^{-1}).

El **cromo** presenta una concentración (0,2 mg kg^{-1}) inferior a la de los cuatro muestreos anteriores. En cuanto al cumplimiento de la legislación, incluso la máxima concentración, que se dio en otoño de 1997 (1,34 mg kg^{-1}), es inferior a los 1,8 mg kg^{-1} contemplados para el cromo.

A la hora de interpretar la evolución de la concentración de **cobre** a lo largo del periodo de estudio, hay que tener en cuenta que el cobre forma parte de la hemocianina, componente principal del sistema circulatorio de la ostra (BORJA y VALENCIA, 1993). Por lo tanto, sería conveniente diferenciar los años en los que se recolectaron mejillones de aquellos en los que se ha recolectado ostra.

En otoño de 2008, en el que la concentración se ha medido en mejillón, el cobre presenta una concentración de 1,4 mg kg^{-1}. Este valor está próximo al promedio de los valores medidos desde 2002 en esta estación. La concentración máxima en mejillones se observa en primavera de 1999 (56 mg kg^{-1}), y es el único caso en el

que se supera el límite legal de cobre en mejillón (20 mg kg^{-1}). En cuanto a las concentraciones de ostra, la única superior al límite legal y al valor de referencia del CIEM (60 mg kg^{-1}, en ambos casos) es la observada en otoño de 2001 (408 mg kg^{-1}).

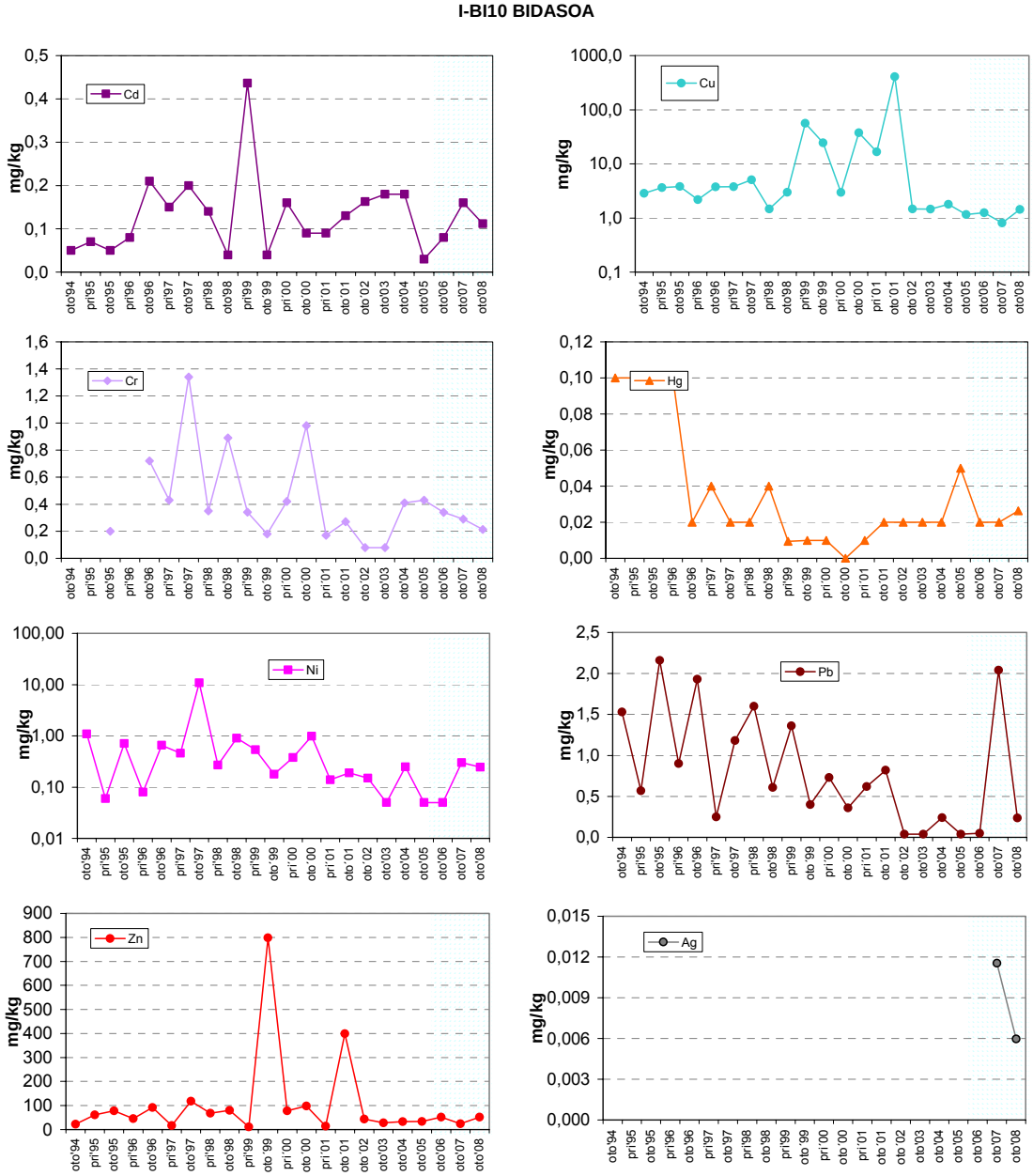


Figura 280 Evolución de la concentración de metales en moluscos (mg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-BI10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2008).

En cuanto al **mercurio**, la concentración observada en otoño de 2004 es próxima al límite de detección (0,03 mg kg^{-1}). En general, las concentraciones observadas a lo largo del periodo de estudio han sido inferiores a los límites de detección que han ido variando. Por ello, en ningún caso se han superado ni el límite legal, 0,5 mg kg^{-1} ni el valor de referencia del CIEM, 0,2 mg kg^{-1}.

En otoño de 2008, la concentración de **níquel** (0,25 mg kg^{-1}) es similar a la registrada en 2007. Aunque para este metal no hay establecido un límite legal, existe un valor de referencia dado por el CIEM, 1,5 mg kg^{-1}. En el estuario del Bidasoa, este valor sólo se ha visto superado en otoño de 1997.

Para el **plomo**, en otoño de 2008 la concentración (0,24 mg kg^{-1}) es un orden de magnitud más baja que la registrada en 2007, que supera el límite legal para su consumo (1 mg kg^{-1}), también superado en muestreos previos.

En cuanto al **zinc**, la concentración en otoño de 2008 (52 mg kg^{-1}) es próximo al promedio de los valores registrados en los muestreos más recientes. Estas concentraciones se midieron en mejillón, que tiene la capacidad de regular la concentración de este metal

(RAINBOW, 1990). Sin embargo, en otoño de 2001 se muestreó ostra, que no dispone de dicha capacidad, y por ello la concentración (399 mg· kg^{-1}) es un orden de magnitud mayor. Por lo tanto, en general, se observan concentraciones de zinc más elevada aquellos años en los que se han recolectado ostras. A lo largo del seguimiento, en ningún caso se ha superado el límite legal, 1.000 mg kg^{-1}, y sólo se supera el valor de referencia para ostra dado por el CIEM, 600 mg kg^{-1}, en otoño de 1999 (798 mg kg^{-1}), cuando la concentración se refiere a ostra.

La concentración de **plata**, se comenzó a medir en los moluscos en la campaña de 2007 con un valor de 0,012 mg kg^{-1}, que disminuyó en 2008 (0,06mg kg^{-1}).

COMPUESTOS ORGÁNICOS

En este apartado se contemplan diversas sustancias de origen antrópico. En su mayoría, se caracterizan por ser utilizadas como biocidas o pesticidas, pero también son utilizados por la industria. Como no hay legislación española específica para la mayoría de estas sustancias, nos hemos basado en NAUEN (1983) para recopilar lo existente en otros países del entorno y obtener los valores límites.

En la Figura 281 se muestra la evolución de la concentración de compuestos orgánicos en moluscos (µg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-BI10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2008).

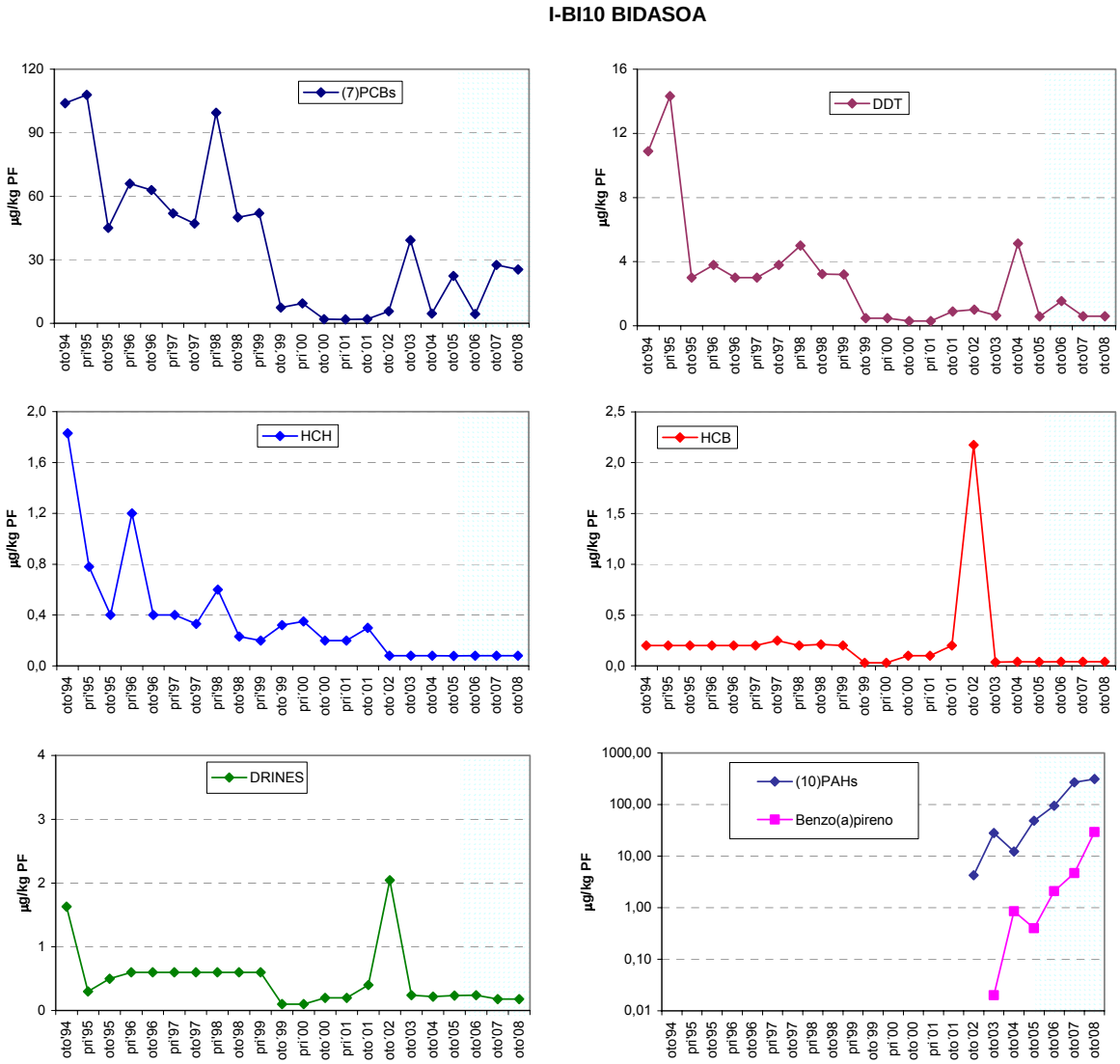


Figura 281 Evolución de la concentración de contaminantes orgánicos en moluscos (µg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-BI10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2008).

En el caso de los policlorobifenilos (**PCBs**) se han sumado las concentraciones de los 7 congéneres analizados, con objeto de poder compararlas con las de otros lugares. Hay que tener en cuenta que el dato puede variar al ser más o menos los congéneres estudiados en otras zonas.

En otoño de 2008 la concentración del sumatorio de PCBs en la estación I-BI10 ha sido de 25 µg kg^{-1}, similar al año 2007.

Los valores que se dan para la concentración de PCBs en moluscos (NAUEN, 1983) oscilan entre 1 a 5 ppm. Si se toma como valor límite 2 ppm (2.000 µg kg^{-1}), se observa que las concentraciones de PCBs encontradas a lo largo del periodo de estudio están muy alejadas de este valor, incluso la máxima observada en primavera de 1995 (108 µg kg^{-1}).

La concentración de **DDT** corresponde a la suma de los tres compuestos de DDT analizadas (p-p'DDE, p-p'DDD, p-p'DDT). En otoño de 2008 los tres compuestos están por debajo del límite de detección (<0,6 µg kg^{-1}).

A lo largo del periodo de estudio, las concentraciones de DDT en los moluscos son, en general, algo superiores al límite de detección, que ha ido variando a lo largo del tiempo. La concentración máxima de la primavera de 1995 (14 µg kg^{-1}) se encuentra muy alejado del valor límite establecido para el DDT, 2 ppm = 2.000 µg kg^{-1}.

La concentración de **HCH** corresponde a la suma de α-HCH y γ-HCH (lindano). En otoño de 2008, la concentración en moluscos del estuario del Bidasoa no ha alcanzado el límite de detección (0,08 µg kg^{-1}). Teniendo en cuenta que el valor límite sólo para el lindano es 200 µg kg^{-1}, incluso el máximo observado en otoño de 1994 (1,83 µg kg^{-1}) se encuentra muy por debajo de dicho límite.

En general, las concentraciones de **HCB** a lo largo del periodo de estudio no superan los límites de detección correspondientes y se encuentran muy alejados del valor límite para este compuesto, 200 µg kg^{-1}.

En cuanto a las concentraciones de los **drines** (aldrín, dieldrín e isodrín) en raras ocasiones se superan los límites de detección correspondientes.

Por último, desde otoño de 2002 se estudian los **PAH** en moluscos (Borja *et al.,* 2003). En otoño de 2002 sólo el Indeno (1,2,3-cd) pireno presentó una concentración superior al límite de detección, mientras que en las cuatro campañas siguientes los límites de detección se superan en más compuestos, mostrando el sumatorio una tendencia ascendente hasta 2008. En octubre de 2008, la concentración de benzo(a)pireno (29 µg kg^{-1}) casi triplica el máximo permitido para el consumo según el Reglamento (CE) n° 208/2005.

NORMATIVAS Y DIRECTIVAS

En este caso sería de aplicación la Directiva de comercialización de moluscos, en la que, a la vista de la concentración de bacterias existentes la calificación sería de Zona B (es necesaria la depuración de los moluscos).

En el estudio de la Red de Calidad de Aguas para Cultivo de Moluscos y Marisqueo, que AZTI realiza para el Departamento de Agricultura y Pesca, se observa que, en los últimos años se ha observado un empeoramiento en la calidad de las aguas en lo que se refiere a bacteriología, por lo que ha cerrado recientemente al marisqueo. Debe de tenerse en cuenta que aunque ambos estudios presentan una localización muy alejada de los puntos de muestreo.

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

Para la clasificación de la contaminación de los metales pesados se han tenido en cuenta los niveles de fondo para el País Vasco (Borja *et al*., 1996) y se ha utilizado la misma metodología que para el cálculo de los ICC para sedimentos (véase Borja *et al.,* 2003). A partir de las concentraciones de metales obtenidas en otoño de 2008 en los moluscos recolectados en el estuario del Bidasoa la clasificación general sería de no contaminado, pero con contaminación ligera de níquel.

En cuanto a los compuestos orgánicos, rara vez alcanzan los límites de detección, por lo que se puede considerar que los moluscos de este estuario no están contaminados por compuestos orgánicos. Sin embargo, la suma de las concentraciones de los 16 PAHs de la EPA (Naftaleno, Acenaftileno, Acenafteno, Fluoreno, Fenantreno, Antraceno, Fluorantreno, Pireno, Benzo[a]antraceno, Criseno, Benzo[b]fluoranteno, benzo[k]fluoranteno, benzo[a]pireno, Dibenzo[ah]antraceno, benzo[ghi]perileno e indeno[1,2,3-cd] pireno), es en 2008 de 2115 µg kg^{-1}, peso seco, supera el límite máximo establecido (500 µg kg^{-1}, peso seco). También se superan el límite máximo establecido para el sumatorio de 6 PAHs de la OMS (200 µg kg^{-1}, peso seco) en 2008: 1044 µg kg^{-1}.

15.7. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

En este estuario, en los últimos años, se han dado algunas acciones que han modificado algo las condiciones hidromorfológicas, como es la construcción de los puertos deportivos de Hendaia y Hondarribia. Además se han dado otras acciones de recuperación de marismas y humedales en la zona de Plaiaundi y, en

parte durante 2003, en la regata de Jaizubia, por lo que la situación general se califica de **'Muy Buena'.**

RED DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LAS AGUAS DE TRANSICIÓN Y COSTERAS DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO

16. MASA DE AGUA COSTERA CANTABRIA-MATXITXAKO

Pasaia, junio de 2009

ÍNDICE

TOMO 16.- MASA DE AGUA COSTERA CANTABRIA-MATXITXAKO 435

16.1. RESUMEN ESTADO ECOLÓGICO. CANTABRIA-MATXITXAKO 437

16.2. ESTACIONES DE MUESTREO 438

16.3. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS 439

16.3.1 PARÁMETROS ESTRUCTURALES 439

16.3.2 CALIDAD BIOLÓGICA 442

16.4. VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO 443

16.4.1 FITOPLANCTON 443

16.4.2 MACROALGAS 446

16.5. INDICADORES FISICOQUÍMICOS 458

16.5.1 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN AGUAS 458

16.5.2 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS 460

16.6. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS 464

16.1. RESUMEN ESTADO ECOLÓGICO. CANTABRIA-MATXITXAKO

En 2004 se realizó el estudio de presiones e impactos en esta masa de agua.

Asociados a esta masa se contabiliza un pequeño puerto pesquero (Armintza) y algunos botes en Bakio. Los vertidos más importantes son los de Petronor, junto a punta Lucero; los vertidos de las depuradoras de Plentzia y Bakio (que sirven a poblaciones relativamente pequeñas); y las entradas desde los estuarios vecinos (fundamentalmente el Nerbioi, pero también Barbadún y Butroe).

Además hay otras dos presiones importantes: los vertidos de sedimentos dragados del puerto de Bilbao, al oeste de la masa de agua; y los antiguos vertidos de escorias de Altos Hornos de Vizcaya, frente a Sopelana. Estos últimos provocan elevados niveles de metales en sedimentos en la zona de Sopelana (L-N20) y en Bakio (L-B20). Sin embargo, en un estudio específico sobre esta presión, Borja *et al.* (2008) determinan que la mayor parte de estos metales están en fracción metálica no biodisponible. De hecho, de todas las muestras estudiadas por estos autores, sólo una resultó positiva al test de toxicidad con anfípodos. Esto indica que estas escorias, actualmente dispersas por el área, no representan un problema para alcanzar el buen estado en el área en 2015.

En la Tabla 216 se presenta el Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado Ecológico en la masa de agua de Cantabria-Matxitxako, junto con la estación de referencia (L-REF30), frente a Bakio, en la plataforma continental.

	ELEMENTOS BIOLOGICOS			ESTADO BIOLÓGICO	ELEMENTOS Físico-Químicos	QUÍMICA		ELEMENTOS Morfológicos	ESTADO ECOLÓGICO	Equivalencia	Tanto por Uno	Valor global	CALIFICACIÓN EST. ECOLÓGICO MASA DE AGUA
	Fitoplancton	Macroalgas	Bentos			>LD	>NC						
L-N10	MB	B	B	B	MB	Sí	No	MB	B	8	0.25	2	8
L-N20	MB	A	B	B	MB	Sí	No	MB	B	8	0.25	2	
L-B10	MB	B	B	B	MB	Sí	No	MB	B	8	0.25	2	
L-B20	MB	MB	B	B	MB	Sí	No	MB	B	8	0.25	2	
L-REF30	MB	-	MB	MB	MB	No	No	MB	MB				MB

Tabla 216 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado Ecológico en la masa de agua de Cantabria-Matxitxako y estación de referencia L-REF30, en 2008.

En general, los elementos biológicos de esta masa de agua de Cantabria-Matxitxako, se encuentran en un estado de buena o muy buena calidad biológica. En dos estaciones (L-N20 y L-B20) en las que en 2007 la calidad del bentos había bajado a aceptable, han mejorado hasta buena en 2008. Las ligeras alteraciones que tienen lugar en esta área podrían deberse a la influencia de las escorias mencionadas, aunque se ha demostrado que las escorias son inertes en su mayor parte (Borja *et al.,* 2008). Además, esta área presenta una gran movilidad de las arenas, ya que se encuentra en una de las zonas más dinámicas de la costa vasca, con altos niveles de energía del oleaje. Por tanto, tras inviernos muy duro en oleaje (como el de 2007), la calidad pueda verse afectada.

Por otro lado, la calidad química y físico-química es buena o muy buena, con incumplimientos puntuales en aguas (Pb en L-N10) o sedimentos (Hg y Pb en L-N20).

En cuanto a la estación de referencia (L-REF30), frente a Bakio, en la plataforma continental, la calidad de todos los elementos es muy buena.

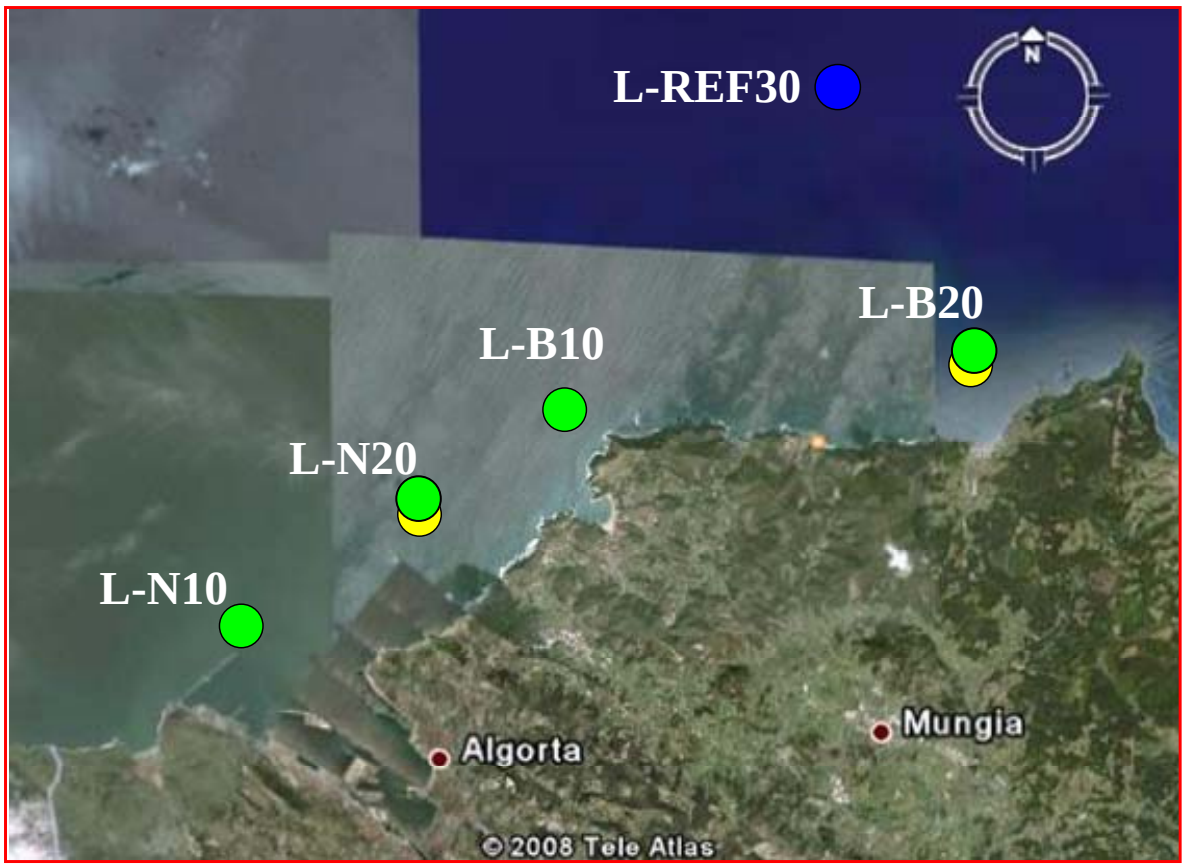


Figura 282 Calificación del Estado Ecológico y ubicación de estaciones en la masa de agua litoral de Cantabria-Matxitxako: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Aceptable; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

16.2. ESTACIONES DE MUESTREO

En la masa de agua de costera de Cantabria-Matxitxako se analiza anualmente un total de 4 estaciones litorales. Aunque fuera de la masa de agua, en esta zona se encuentra también, sobre fondos de 100-110 m, una estación de referencia. Por otro lado, en 2003 se analizaron 6 estaciones para macroalgas litorales, que se volvieron a muestrear en 2007 y cuyas valoraciones se han actualizado en 2008. Sus posiciones se observan en la Tabla 217.

Cod_Estación	Estación	UTMX	UTMY	Tipo de Estación
L-N10	Litoral del Abra (frente al superpuerto) (Ibaizabal)	493465,75	4803511,98	Litoral
L-N20	Litoral de Sopelana (Ibaizabal)	498434,37	4805359,99	Litoral
L-B10	Litoral de Gorliz (cabo Villano) (Butroe)	503722,80	4809562,60	Litorales (Macroalgas)
L-B20	Litoral de Bakio (Butroe)	516021,52	4810728,24	Litorales (Macroalgas)
L-REF30	Estación de Referencia			Litoral
M-LM1	Barbadún Zona 01. Litoral Macroalgas	490224,57	4799789,65	Litorales (Macroalgas)
M-LM2	Barbadún Zona 02. Litoral Macroalgas	490921,83	4800193,79	Litorales (Macroalgas)
M-LN1	Ibaizabal Zona 01. Litoral Macroalgas	495932,40	4801047,55	Litorales (Macroalgas)
M-LN2	Ibaizabal Zona 02. Litoral Macroalgas	497072,17	4802332,05	Litorales (Macroalgas)
M-LB1	Butroe Zona 01. Litoral Macroalgas	504232,43	4807448,59	Litorales (Macroalgas)
M-LB2	Butroe Zona 02. Litoral Macroalgas	504194,63	4807461,19	Litorales (Macroalgas)

Tabla 217 Estaciones de muestreo en la masa de agua costera de Cantabria-Matxitxako.

16.3. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

16.3.1 PARÁMETROS ESTRUCTURALES

Los parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako, en invierno de 2008 pueden verse en la Tabla 218.

La estación L-N10, próxima a la desembocadura del Nerbioi, ha registrado un descenso de los parámetros estructurales contemplados, continuando con la tendencia observada en 2007. Se alcanzan los valores de densidad (12 ind·m^{-2}) y riqueza específica (2 especies) mínimos de la serie temporal.

Si se estudia la evolución de dichos parámetros a lo largo del tiempo, se puede concluir que tanto densidad como número de especies presentan un patrón temporal irregular, observándose valores especialmente bajos en los años 1999, 2004 y 2008 (Figura 283).

Sin embargo, en la presente campaña de 2008, tal y como se verá en otras estaciones litorales, la draga no presentó un funcionamiento correcto, ya que las muestras obtenidas parecen haber sufrido un proceso de lavado y, como consecuencia, pérdida de sedimento y de especies de macroinvertebrados bentónicos. Es por ello, que las réplicas azóicas obtenidas en estaciones litorales se han eliminado de los anlálisis y muchos de los resultados deberan valorarse con cautela.

Según la clasificación de AMBI, una vez eliminadas las dos réplicas azóicas, la estación presenta alteración nula (Tabla 218), con AMBI=0,5, debido a la presencia exclusiva de especies sensibles e indiferentes a la alteración del medio (67% y 33% de la densidad, respectivamente). No se observan tendencias a lo largo del seguimiento (Figura 284), con valores de AMBI que oscilan entre 0,5 y 1,4, salvo en 2004 en que se llegó a 5,3 debido a problemas en el muestreo (BORJA *et al.*, 2005). La dominancia del grupo ecológico I es constante, salvo por la citada campaña de 2005.

PARÁMETRO	UNIDAD	ESTACIÓN				
		L-N10	L-N20	L-B10	L-B20	L-REF30
Densidad	ind·m^{-2}	16	43	59	139	213
Biomasa	g·m^{-2}	0,013	0,159	0,402	0,425	2,951
Riqueza	nº taxa	2	4	8	9	22
Diversidad número	bit·ind^{-1}	0,92	1,55	2,85	1,81	4,08
Diversidad biomasa	bit·g^{-1}	0,81	0,30	1,45	1,78	3,28
Equitabilidad número		0,92	0,77	0,95	0,57	0,92
Equitabilidad biomasa		0,81	0,15	0,48	0,56	0,73
Diversidad máxima	bits	1,00	2,00	3,00	3,17	4,46
AMBI		0,500	0,917	1,214	0,764	1,113
Clasificación AMBI		Alteración Nula	Alteración Nula	Alteración Ligera	Alteración Nula	Alteración Nula

Tabla 218 Parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako.

La estación L-N20, próxima a Sopelana, presenta valores de densidad y riqueza (32 ind·m^{-2} y 4 especies, respectivamente) similares a los de 2001 y 2007, situándose entre las mas pobres del dominio litoral. Todas las especies identificadas pertenecen al *phylum* de los artrópodos, circunstancia poco habitual en el ámbito litoral.

La estación L-N20 presenta alteración nula (AMBI=0,9) (Tabla 218), con presencia exclusiva de especies adscritas a los grupo ecológico I y II (38% y 63%, respectivamente). A largo plazo, la estación presenta cierta tendencia negativa (de AMBI=0,5 en 1995 a AMBI=0,9 en 2008) debido, principalmente, al desplazamiento de especies sensibles a la alteración del medio, por especies indiferentes (Figura 284). En la estación más próxima a la desembocadura del Butroe (L-B10), se ha registrado un descenso de la densidad (44 ind·m^{-2}), volviendo a valores similares a los del periodo 1997-2004 (Figura 283), en el que la densidad no superó los 200 ind·m^{-2}. De igual modo, los 8 *taxa* identificados suponen un descenso de la riqueza específica respecto a 2005-2007 quedando muy lejos de los 77 identificados en 1996.

En cuanto a las diversidades y equitabilidades, estimados tanto a a partir de los datos de densidad como de biomasa, presentan valores intermedios.

A pesar de tratarse de una zona con elevado hidrodinamismo y, por tanto, eminentemente arenosa, cabe resaltar la ausencia, en las cuatro últimas campañas, de crustáceos como *Eurydice* sp., *Anapagurus hyndmanni* o *Diogenes pugilator*, dominantes en este tipo de hábitats.

La estructura trófica de la comunidad está dominada por carnívoros y detritívoros superficiales (representando ambos el 45% de la densidad total de la estación), siendo el de los omnívoros (10%) el otro grupo trófico representado.

En términos de AMBI (1,2), la estación presenta alteración ligera (Tabla 218). Codominan los grupos ecológicos II y III (36% de los efectivos de la estación), a los que sigue el grupo ecológico I (27%). En cuanto a la evolución temporal, no se observa una tendencia clara, aunque el valor mínimo correspondió a la campaña de 1995 (AMBI=0,2) y los valores más altos se han alcanzado en las campañas de 2004 (AMBI=3,7) y 2007 (AMBI=2,0), en ambos casos debido sobre todo a la proliferación de especies adscritas al grupo ecológico III a costa de especies sensibles a la alteración del medio.

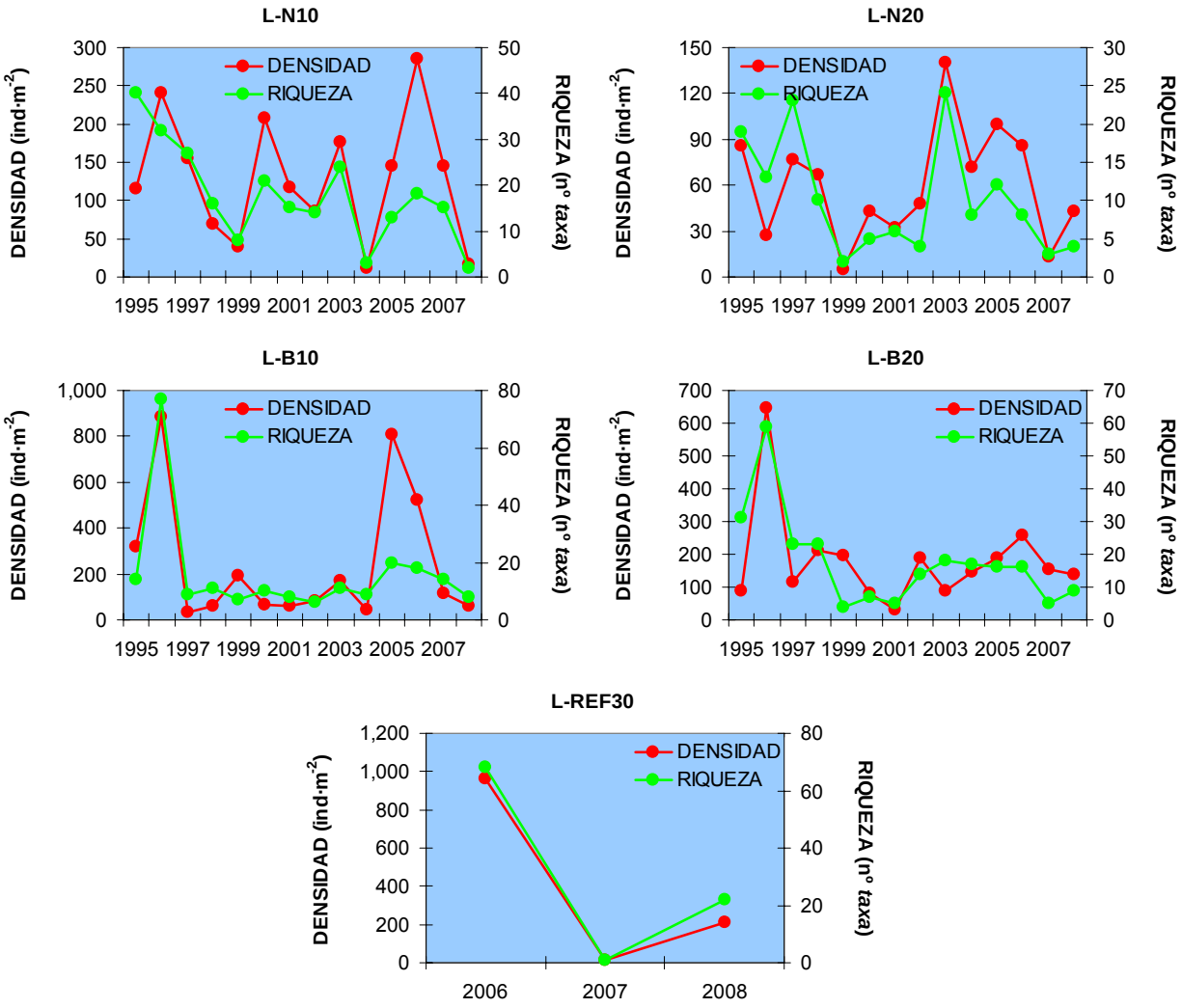


Figura 283 Evolución de la densidad y de la riqueza en las estaciones L-N10, L-N20, L-B10, L-B20 y L-REF30 (Cantabria-Matxitxako).

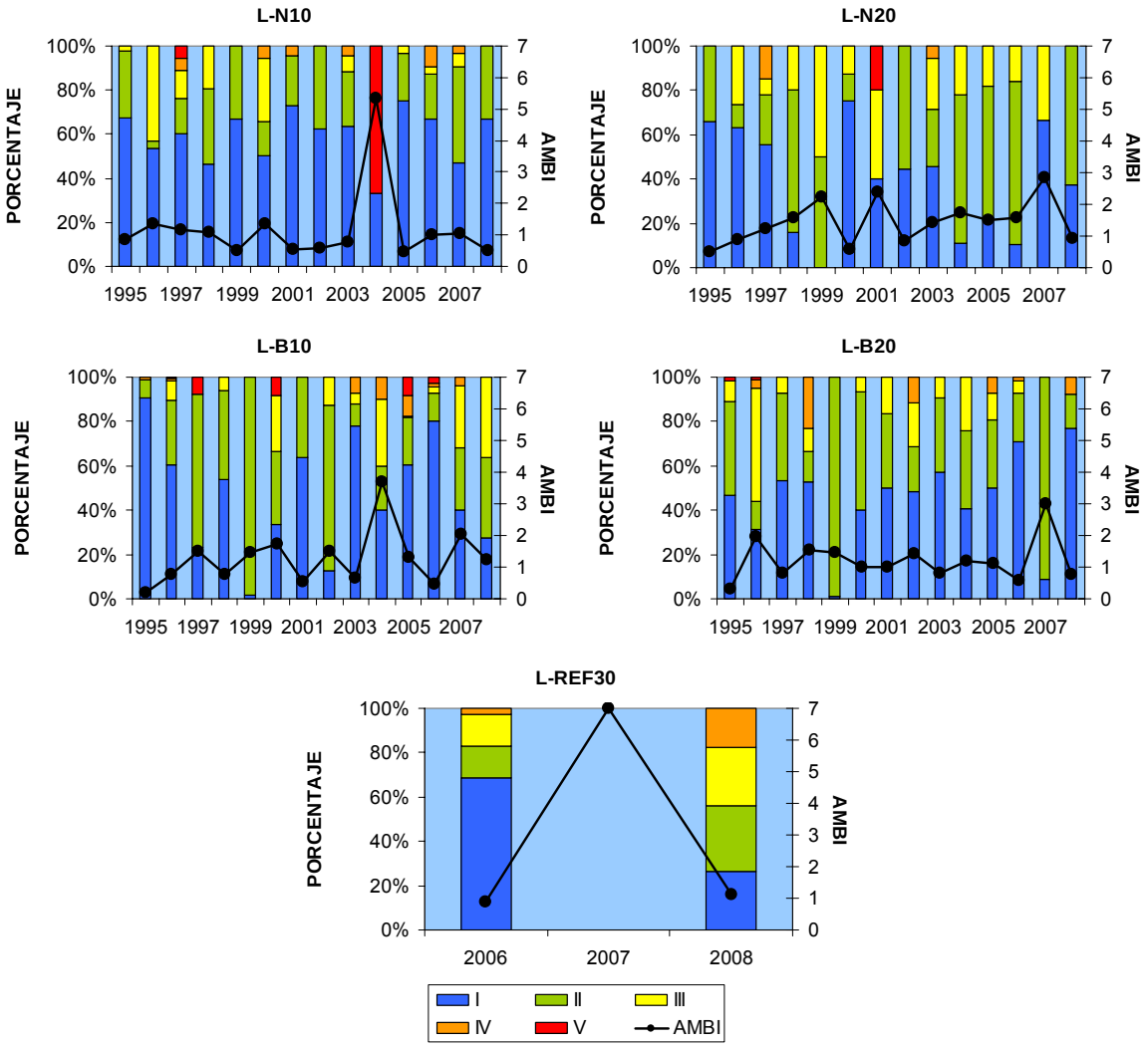


Figura 284 Evolución del porcentaje de cada grupo ecológico y de AMBI en las estaciones L-N10, L-N20, L-B10 y L-B20 de la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako.

Como se constataba en la campaña anterior, la estación L-B20 presenta una riqueza específica (9 especies) en el rango de las estimadas a lo largo del seguimiento (Figura 283). Del mismo modo, también la densidad se encuentra en el rango de las estimadas en campañas previas (104 ind·m^{-2}).

Los detritívoros superficiales son el grupo dominante con el 81% de la densidad total de la estación, debido principalmente al dominio del poliqueto *Magelona johnstoni*, seguidos por carnívoros (15%) y detritívoros subsuperficiales (4%).

La estación presenta alteración ligera (AMBI=1,1) (Tabla 218), con dominancia del grupo ecológico I (77%). Tras haberse alcanzado el máximo valor de AMBI de toda la serie temporal en la pasada campaña de 2007 (Figura 284), debido al desplazamiento de las especies sensibles a la alteración por parte de especies adscritas al grupo ecológico II, la calificación obtenida por la estación la presente campaña de 2008, es similar a la de ediciones anteriores.

Por último, la estación L-REF30, considerada de referencia para la masa de agua y situada a 120 m de profundidad frente al litoral de Bakio, presenta unas características granulométricas poco habituales en esas profundidades (37% gravas, 59% de arenas y 4% de limos).

En esta estación, la composición faunística presenta gran variabilidad en el periodo de estudio, lo que indica una gran heterogeneidad en el área muestreada. El año 2006, el elevado número de especies (68 *taxa*), junto a la alta densidad (960 ind·m^{-2}) y diversidad (4,77 bit·ind^{-1}) caracterizaban esta estación como una de las más ricas del ámbito litoral. Además, se pudo constatar la presencia, en una de las réplicas, de especies típicas de sustrato duro como el hidrozoo *Antennella secundaria*, briozoos del género *Crisia* y el decápodo *Eurynome spinosa*, junto a especies propias de la comunidad de *Amphiura* (*Amphiura filiformis*, *Ampharete finmarchica*, *Terebellides stroemii*, etc.). En la campaña 2007, únicamente se recolectó un individuo de la esponja

Phakellia ventilabrum, indicando que el muestreo se realizó sobre una zona de sustrato duro. Por último, en la campaña 2008, las diferencias entre réplicas vuelven a ser muy significativas, siendo una de las réplicas azóica y presentando otra únicamente 3 individuos (en ambos casos, la causa más probable fue un mal funcionamiento de la draga). La tercera de las réplicas presenta 18 *taxa* de anélidos poliquetos y una diversidad elevada (3,87 bit·ind^{-1}).

En cuanto a la estructura por grupos tróficos, destaca la dominancia de los detritívoros superficiales (45%) y de los carnívoros (40%), estando menos representados los detritívoros subsuperficiales (12%) y los suspensívoros (3%).

Una vez eliminada del análisis la réplica azóica, la estación presenta alteración nula, con un valor de AMBI de 1,1 y dominancia del grupo ecológico II (29% de los efectivos), seguido muy de cerca por los Ges I y III (27% de la densidad). A pesar de la menor dominancia del grupo ecológico I (en comparación con la campaña de 2006), el valor de AMBI es muy similar, ya que en una de las réplicas, el 100% de los individuos pertenecían a especies sensibles a la alteración del medio. Llegados a este punto, es importante señalar que el valor de AMBI de 7,0 correspondiente a la pasada campaña se debe a que, como consecuencia de las condiciones meteorológicas, en ninguna de las réplicas se identificaron macroinvertebrados bentónicos de sustrato blando ya que dos fueron azóicas y, en la tercera, sólo se identificó una esponja de sustrato duro. Por tanto, se debería obviar el resultado obtenido.

16.3.2 CALIDAD BIOLÓGICA

E n lo referente a la evaluación del estado ecológico del compartimento de los macroinvertebrados bentónicos, la calificación obtenida por la estación **L-N10** a partir de M-AMBI, para la única réplica válida, es de **'Buen Estado'** (Figura 285). La estación parece presentar cierta tendencia negativa entre 1995 y 2002 (el EQR disminuye de 1,00 a 0,61), pero tras un pico en 2003 (EQR=0,96) y un nuevo mínimo en 2004 (ajustado por juicio de experto a Buen Estado), el EQR se estabiliza en el periodo 2005-2007 en 0,83-0,84. Por último, en la presente campaña de 2008, se detecta un nuevo descenso en el valor de EQR a 0,58, aunque se considera que se debe al funcionamiento incorrecto de la draga. Sin embargo, como la estación sigue cumpliendo los requerimientos de la DMA, se ha decidido no aplicar juicio de experto para "corregir" la valoración.

Al igual que la anterior, también la estación **L-N20** presenta **'Buen Estado'** (Figura 285). En el informe correspondiente a la campaña de 2006, se decía que se trataba de una estación con valores muy estables, ya que siempre había presentado al menos Buen Estado (salvo en 1999). Sin embargo, la pasada campaña de 2007 la estación volvía a presentar Estado Aceptable, por lo que en el informe correspondiente se decía que ya no se podía hablar de estabilidad: se trata de una estación con una variabilidad relativamente importante a lo largo del seguimiento (EQR=0,46-0,93). Como ya se indicaba entonces, a pesar de que esta zona se encuentra en las cercanías de los históricos vertidos de escorias de Altos Hornos de Vizcaya, BORJA *et al.* (2008a) determinaron que su efecto no es tóxico. Por tanto, la variabilidad en la zona podría achacarse al elevado hidrodinamismo, lo que unido a la escasa cobertura de arena puede hacer que las comunidades presenten una inestabilidad más o menos importante.

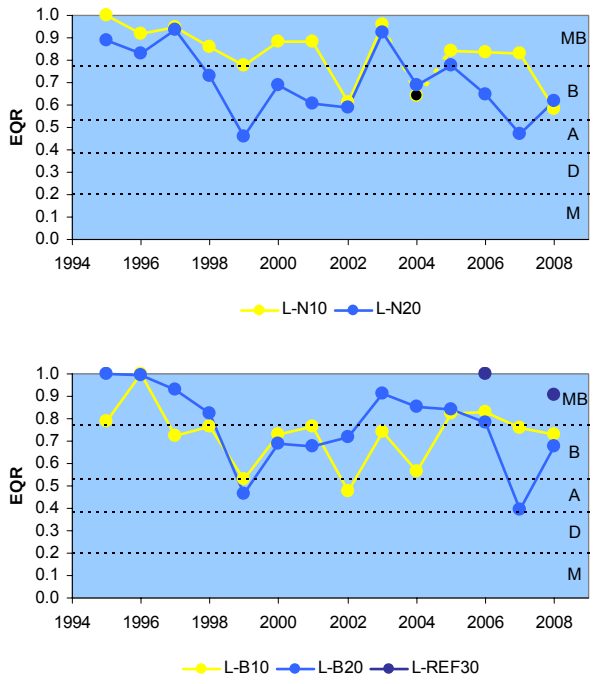


Figura 285 Evolución de EQR para las estaciones de la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako.

La estación **L-B10** presenta **'Buen Estado'** (Figura 285). En este caso, la etación parecía presentar cierta tendencia negativa entre 1995 y 2002 (pasó de EQR=0,79 a EQR=0,48), con máximos y mínimos relativos decrecientes; sin embargo, a partir de dicha campaña, la tendencia parece invertirse y, en el periodo 2005-2007, se han alcanzado valores de EQR similares a los del inicio del seguimiento (EQR=0,73-0,83). Como ya

se indicó en los informes correspondientes a las pasadas campañas de 2006 y de 2007 (Borja *et al.*, 2007, 2008b), estos cambios podrían estar relacionados con el desvío de los vertidos de las aguas residuales urbanas del estuario a la zona costera (en 1997-1998), en las proximidades del punto de muestreo, y la entrada en funcionamiento de las diferentes fases de depuración en la EDAR de Gorliz.

La estación **L-B20** presenta **'Buen Estado'** (Figura 285). Esta estación, al igual que las estaciones L-N20 y L-B10, presenta una tendencia negativa evidente entre 1995 y 1999 (se pasa de EQR=1,00 a EQR=0,47), para luego invertir la evolución y pasar a EQR=0,91 en 2003. A partir de dicha campaña, se observa una lenta disminución de los valores de EQR hasta 2006 (EQR=0,78), que culmina con una brusca caída en la pasada campaña de 2007 (EQR=0,39), alcanzándose el mínimo de la serie. En la presente campaña de 2008, al igual que ocurre en la estación L-N20, se observa una recuperación del valor de EQR a 0,67, por lo que posiblemente el hidrodinamismo tenga que ver con las variaciones detectadas. No hay que olvidar que precisamente en invierno de 2007 se produjeron numerosos temporales con fuerte oleaje, que pudieron influir en la composición de la comunidad.

Por último, señalar la estación **L-REF30**, una vez eliminada la réplica azóica del análisis, presenta **'Muy Buen Estado'** (Figura 285). La pasada campaña de 2007, no se estimó el EQR de dicha estación por considerarse que la única réplica obtenida no era representativa de la condición en la que se encontraba la zona en la que se sitúa, ya que sólo se identificó una esponja. Por tanto, sólo cabe la comparación con el resultado obtenido en 2006 y no se observan diferencias importantes (0,91 en 2008, frente a 1,00 en 2006).

16.4. VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO

16.4.1 FITOPLANCTON

CLOROFILA

En la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako la concentración de clorofila "a" se midió en cuatro estaciones (L-N10, L-N20, L-B10 y L-B20) y a dos profundidades. Los muestreos se realizaron en cuatro épocas (invierno, primavera, verano y otoño). En este apartado también se presentan los resultados correspondientes a una estación considerada de referencia para esta masa de agua (L-REF30), que se sitúa a mayor distancia de la línea de costa que las anteriores.

Con objeto de averiguar si la biomasa fitoplanctónica se distribuía homogéneamente en el eje vertical de la columna de agua o si, por el contrario, existían diferencias significativas entre superficie y fondo, se compararon los valores medios mediante un test "t-student". Así, tomando todos los datos de clorofila de la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako (n=16, para cada profundidad), la clorofila supuso 0,5 ± 0,2 µg l^{-1} en superficie y 0,8 ± 0,4 µg l^{-1} en fondo (media ± desv. típica). Al contrario que en años anteriores, en 2008 se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre ambas profundidades ($p<0,05$). Realizando el mismo análisis estadístico con el conjunto de las estaciones marinas de referencia (L-REF10, L-REF20 y L-REF30) también se detectaron diferencias significativas entre superficie (0,3 ± 0,2 µg l^{-1}) y fondo (0,8 ± 0,5 µg l^{-1}), $p<0,05$.

No obstante, los valores de superficie y fondo se han promediado para cada una de las estaciones estudiadas, con objeto de representar las condiciones generales y poder comparar los resultados con los de años anteriores.

En la Figura 286 se representa la concentración de clorofila en las estaciones costeras y en la estación marina de referencia. En el conjunto de los datos, la concentración de clorofila (promedio de superficie y fondo) osciló entre un mínimo de 0,2 µg l^{-1} y un máximo de 1,2 µg l^{-1}, valores que se encontraron en las campañas de verano y primavera, respectivamente. La concentración de clorofila en las estaciones costeras se encontró en un rango muy similar al de la estación marina de referencia.

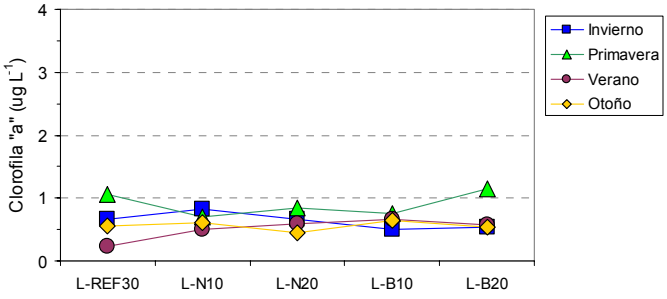


Figura 286 Variación de la concentración de clorofila en la estación marina de referencia y en las estaciones de Cantabria-Matxitxako, en el año 2008. Se muestra el promedio de la clorofila medida a dos profundidades (superficie y fondo) para las cuatro épocas del año.

En años anteriores se había observado un descenso de la biomasa fitoplanctónica durante el verano en las estaciones de referencia y una tendencia contraria en las estaciones costeras (tanto las del Nerbioi, año 2006, como las del Butroe, año 2005). Estas diferencias en la dinámica temporal de la clorofila entre las estaciones de referencia y las aguas costeras se habían explicado en base a distintos factores de limitación de la producción primaria en dichos sistemas. En las aguas costeras existiría un aporte de nutrientes a lo largo de todo el año, lo cual podría permitir el mantenimiento de una mayor biomasa fitoplanctónica en verano, en el momento en que los nutrientes se agotan en las estaciones de referencia, más alejadas del medio terrestre. En el año 2008 estas diferencias en el patrón de variación estacional no fueron tan evidentes en la masa de agua de Cantabria-Matxitxako. Así, aunque la estación de referencia mostró la variación estacional típica de años anteriores, con máximos de clorofila en primavera y mínimos en verano, en las estaciones costeras las concentraciones de clorofila en verano no superaron a las del resto del año, siendo su dinámica temporal muy similar a la de la estación de referencia.

COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DEL FITOPLANCTON

En la Tabla 219 se indica la abundancia, riqueza y diversidad del fitoplancton en la estación marina de referencia L-REF30 y en las estaciones situadas en la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako. Al igual que la biomasa fitoplanctónica (clorofila), estas variables se midieron en las cuatro épocas del año (invierno, primavera, verano y otoño).

En la estación marina de referencia, la densidad de fitoplancton presentó el valor máximo en primavera ($4{,}1 \cdot 10^5$ células l^{-1}) y el mínimo en verano ($0{,}9 \cdot 10^5$ células l^{-1}), siguiendo un patrón similar al de la clorofila. En invierno, se observaron muy pocas diatomeas y los taxones con mayor abundancia fueron haptofitas y criptofitas. En primavera surgió un gran número de especies de diatomeas. Además, se observó una alta diversidad de dinoflagelados, aunque la mayor parte de ellos en muy baja abundancia. En verano, con el mínimo de densidad fitoplanctónica se observó un aumento en la contribución relativa de los dinoflagelados. La comunidad de otoño, aunque presentó cierto aumento de la abundancia, fue muy similar en composición a la comunidad de verano.

En la masa de agua costera, el máximo de abundancia se registró en la estación cercana a la desembocadura del Nerbioi, L-N10, en verano ($6{,}6 \cdot 10^5$ células l^{-1}). El valor mínimo también se registró en una estación del litoral del Nerbioi, L-N20, en invierno ($<10^5$ células l^{-1}).

El invierno, la abundancia en las estaciones costeras estuvo en el mismo rango que la de la estación marina de referencia, con valores relativamente bajos en todas ellas. En primavera, aumentó la riqueza de especies y la densidad de fitoplancton. La comunidad fue muy diversa y, generalmente, la abundancia de cada taxón individual fue del orden de 10^3-10^4 células l^{-1}. La diatomea *Leptocylindrus danicus* fue la especie de mayor abundancia, con $1{,}1 \cdot 10^5$ células l^{-1}. También mostraron una abundancia relativamente alta las haptofitas, criptofitas y los pequeños flagelados. En verano, la riqueza y abundancia de las estaciones costeras contrastó con la estación marina de referencia. En el caso de la estación L-N10, donde se observó el máximo anual de abundancia, los taxones dominantes fueron pequeñas diatomeas centrales (4-5 µm), criptofitas, haptofitas y pequeños flagelados. Esta comunidad fue muy similar a la observada en verano en el Abra (zona exterior del estuario del Nerbioi), aunque con una densidad mucho menor. En otoño la abundancia disminuyó ligeramente en la mayor parte de las estaciones costeras. En la estación L-N10 no se encontraron diatomeas, estando la comunidad mayoritariamente constituida por criptofitas y fitoplancton de pequeño tamaño (clorofitas, flagelados y algunas especies dinoflagelados). En el resto de las estaciones, en el muestreo de otoño se observó un mayor número de diatomeas y haptofitas.

En cuanto a las especies de fitoplancton potencialmente tóxicas en las aguas costeras, hay que citar a la diatomea *Pseudo-nitzschia* spp. (con una abundancia máxima de 15.000 células l^{-1}). En cuanto a las especies potencialmente nocivas para los ecosistemas, se detectó la haptofita *Chrysochromulina* spp. (con un máximo del orden de 10^5 células l^{-1}) y la rafidofícea *Heterosigma akashiwo* (en muy baja abundancia, del orden de 10^3 células l^{-1}). Además, se observaron algunas especies de dinoflagelados tóxicos/nocivos en muy baja abundancia, del orden de 10^3 células l^{-1}.

Estación	L-REF30	L-N10	L-N20	L-B10	L-B20
Fecha	12/02/2008	12/02/2008	12/02/2008	13/02/2008	13/02/2008
Abundancia (Células/ml)	181	135	20	100	140
Diversidad (bit/cel)	3,1	3,7	2,7	3,5	3,5
Riqueza (Nºespecies)	21	29	13	23	21
Estación	L-REF30	L-N10	L-N20	L-B10	L-B20
Fecha	07/05/2008	14/05/2008	14/05/2008	14/05/2008	07/05/2008
Abundancia (Células/ml)	411	507	356	346	249
Diversidad (bit/cel)	3,3	3,7	3,2	3,4	3,7
Riqueza (Nºespecies)	44	35	37	37	35
Estación	L-REF30	L-N10	L-N20	L-B10	L-B20
Fecha	29/08/2008	15/09/2008	29/08/2008	29/08/2008	29/08/2008
Abundancia (Células/ml)	92	658	172	237	299
Diversidad (bit/cel)	2,8	3,3	3,6	3,3	3,1
Riqueza (Nºespecies)	19	31	31	29	29
Estación	L-REF30	L-N10	L-N20	L-B10	L-B20
Fecha	24/10/2008	03/11/2008	24/10/2008	24/10/2008	24/10/2008
Abundancia (Células/ml)	172	435	199	178	201
Diversidad (bit/cel)	2,3	2,9	3,6	2,8	3,1
Riqueza (Nºespecies)	22	19	36	25	24

Tabla 219 Índices relacionados con fitoplancton en cuatro épocas a lo largo de 2008. Se indican para la estación marina de referencia y para las estaciones costeras de Cantabria-Matxitxako.

CALIDAD BIOLÓGICA

A partir de 2007 se comienza a aplicar un nuevo criterio de evaluación para el fitoplancton en las aguas costeras, que ha sido acordado en las reuniones europeas de Intercalibración para la Directiva Marco del Agua. Este nuevo método no ha sido aún intercalibrado en aguas de transición, las cuales, por lo tanto, se evalúan en el presente informe con el mismo método que en años anteriores.

El nuevo método para evaluar el estado del fitoplancton en las aguas costeras tienen en cuenta dos indicadores, uno basado en la biomasa fitoplanctónica (percentil 90 de la concentración de clorofila) y otro, basado en la frecuencia de floraciones fitoplanctónicas (frecuencia con la cual un taxón cualquiera supera el umbral de 750.000 células l^{-1}). Ambos indicadores se evalúan en periodos de seis años. Por lo tanto, el presente ejercicio de evaluación para las aguas costeras integra los datos de 2003-2008.

En la Figura 287 se muestra el valor del indicador calculado con los datos de clorofila "a". El umbral que separa el estado "muy bueno" del estado "bueno" ha sido fijado para las aguas del Cantábrico Oriental en 3,5 µg l^{-1}. Como puede observarse, este valor no es superado en ninguna de las estaciones de muestreo de la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako. En éstas el percentil 90 de la clorofila se sitúa en un rango de 0,9–1,9 µg l^{-1} (n=24). La estación de referencia tampoco lo supera, con un valor de 0,7 µg l^{-1} (n=12).

En la Figura 288 se muestra el valor de indicador basado en la abundancia fitoplanctónica. El umbral que separa el estado "muy bueno" del estado "bueno" ha sido fijado para las aguas del Cantábrico Oriental en 20%. En las estaciones costeras la frecuencia de floraciones fitoplanctónicas oscila entre 8-17%, siendo la frecuencia del 0% en la estación marina de referencia. Por lo tanto, este indicador también considera que todas las estaciones se encuentran en estado "muy bueno".

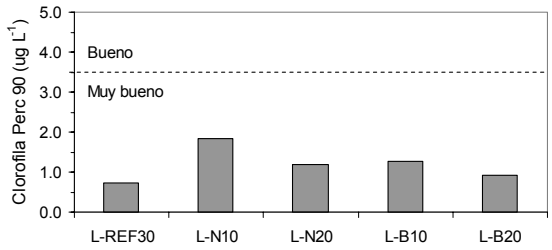


Figura 287 Percentil 90 de la concentración de clorofila en la estación marina de referencia y en las estaciones costeras de Cantabria-Matxitxako. Los datos utilizados han sido los de superficie, de las cuatro épocas del año, desde 2003 hasta 2008.

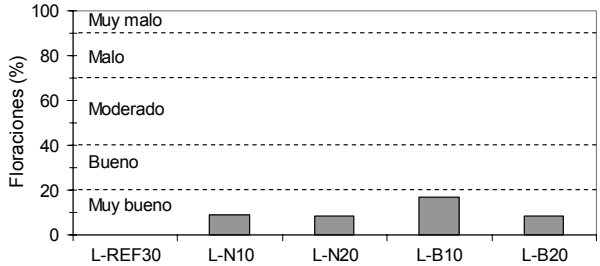


Figura 288 Frecuencia de floraciones fitoplanctónicas (%) en la estación marina de referencia y en las estaciones costeras de Cantabria-Matxitxako. Los datos utilizados corresponden a superficie, en primavera y verano, desde 2003 hasta 2008.

En la Tabla 220 se indica el estado ecológico global del fitoplancton calculado para el periodo 2003-2008 en la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako. Siguiendo la

nueva metodología, ambos indicadores (el que se basa en los datos de clorofila y el que se basa en la abundancia fitoplanctónica) consideran que el estado ecológico es "muy bueno" en todas las estaciones. Por lo tanto, integrando ambos indicadores, **el estado global del fitoplancton** se clasifica como **"muy bueno"** en todas las estaciones de la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako, al igual que en la estación marina de referencia (L-REF30). Hay que señalar que para esta última sólo se dispone de datos de los tres últimos años.

ESTACIÓN	Clorofila	Fitoplancton	GLOBAL
L-REF30	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno
L-N10	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno
L-N20	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno
L-B10	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno
L-B20	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno

Tabla 220 Masa de agua costera Cantabria-Matxitxako. Calificación en función de la concentración de clorofila (percentil 90) y la abundancia de fitoplancton (% floraciones) durante el periodo 2003-2008.

16.4.2 MACROALGAS

Para el estudio de las macroalgas (y los macroinvertebrados que definen comunidades de sustrato duro) de la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako, en la campaña de 2008 tan sólo se han muestreado dos transectos próximos a la desembocadura del Butroe (Figura 289). La nomenclatura, al igual que se ha hecho para las macroalgas de las masas de agua de transición, es la siguiente: M de 'Macroalgas', L de 'Litoral', B de 'Butroe' y luego el número del transecto. El segundo dígito que aparece en cada uno de los diferentes niveles mareales corresponde a las respectivas sub-zonas en que se ha dividido el transecto correspondiente.

La evaluación de la Calidad Biológica se llevará a cabo usando dichos datos, combinados con los de las dos campañas previas, de modo que se pueda abarcar la totalidad de la masa de agua.

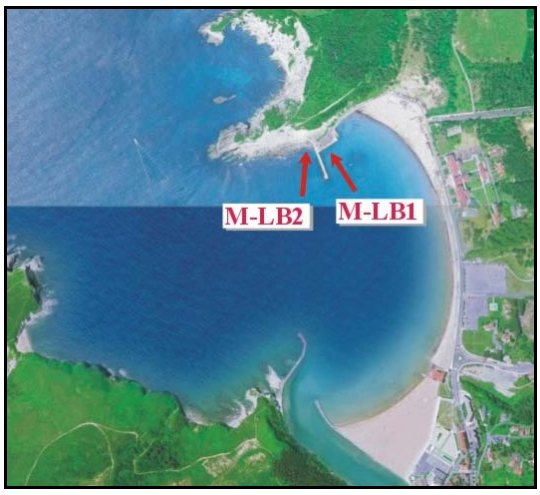


Figura 289 Posición de los transectos muestreados para macroalgas y macrofauna en la costa de Plentzia.

TRANSECTO M-LB1

Está situado en Plentzia, en la Punta de Astondo (entre el dique y la Playa de Gorliz), y discurre al abrigo de la protección que le proporciona el dique construido en la margen derecha de la Playa de Gorliz (Foto 1). El transecto consiste en una extensión de bloques de mediano tamaño que reposan sobre la arena de la playa y cuyo comienzo se localiza en la base del muro que protege el paseo marítimo de la zona. Su orientación es de 147º SE, con una longitud de 17,14 m y 4,61 m de altura máxima.



Desde el punto de vista biológico se diferencian seis zonas, tres de ellas en la playa de cantos y otras tres en las paredes del muro de contención del paseo marítimo, asimilables a las siguientes facies:

- M-LB11: Corallina elongata-Chondracanthus acicularis-Ulva rigida.
- M-LB12: OSTREIDAE-Caulacanthus ustulatus-C. acicularis.
- M-LB13: OSTREIDAE-*Patella* spp.
- M-LB14: *Chthamalus* spp.-OSTREIDAE-*Patella* spp.
- M-LB15: Chthamalus spp.-Melarhaphe neritoides.
- M-LB16: Verrucaria maura-M. neritoides.

En la Tabla 221 se indican los valores de los índices de cobertura específica del estudio semicuantitativo,

valores que han sido utilizados para la representación gráfica de las Figuras 280 y 281.

M-LB1						
ZONAS	1	2	3	4	5	6
Longitud (m)	0-11,33	11,33-14,13	14,13-17,14	17,14-17,14	17,14-17,14	17,14-17,14
Altura (m)	0-1,10	1,10-2,08	2,08-2,08	2,08-3,68	3,68-4,35	4,35-4,61
Verrucaria maura	---	---	---	---	---	4
Melarhaphe neritoides	---	---	---	4	5	4
Chthamalus spp.	---	3	3	4	7	3
Littorina saxatilis	---	---	---	1	1	---
Monodonta lineata	---	---	---	1	---	---
Patella vulgata	---	1	2	4	---	---
Caulacanthus ustulatus	---	5	3	1	---	---
Mytilus galloprovincialis	2	2	2	1	---	---
Gibbula umbilicalis	2	5	4	2	---	---
Patella intermedia	1	3	3	3	---	---
OSTREIDAE	4	5	3	4	---	---
Lithophyllum incrustans	3	4	2	---	---	---
Ulva compressa	---	---	2	---	---	---
Ulva rigida	4	3	2	---	---	---
Chondracanthus acicularis	5	5	1	---	---	---
Puestas de Sepia officinalis	---	1	---	---	---	---
Ralfsia verrucosa	---	2	2	---	---	---
Cangrejos ermitaños	++	++	---	---	---	---
Gelidium pusillum	---	1	---	---	---	---
Gelidium spinosum	1	1	---	---	---	---
Corallina elongata	5	1	---	---	---	---
ECTOCARPALES	3	1	---	---	---	---
Sphacelaria spp.	3	1	---	---	---	---
Ceramium spp.	2	2	---	---	---	---
Colpomenia peregrina	2	2	---	---	---	---
Patella ulyssiponensis	2	4	---	---	---	---
Balanus perforatus	2	3	---	---	---	---
Falkenbergia rufolanosa	2	---	---	---	---	---
Stypocaulon scoparium	2	---	---	---	---	---
Nithophyllum punctatum	2	---	---	---	---	---
Asparagopsis armata	2	---	---	---	---	---
Chondria coerulescens	2	---	---	---	---	---
Rhodothamniella floridula	2	---	---	---	---	---
Hypoglossum hypoglossoides	2	---	---	---	---	---
Cladostephus spongiosus	1	---	---	---	---	---
Codium fragile tomentosoides	1	---	---	---	---	---
Gymnogongrus crenulatus	1	---	---	---	---	---
Osmundea pinnatifida	1	---	---	---	---	---
Anemonia viridis	1	---	---	---	---	---

Tabla 221 Índices de cobertura de las especies más representativas del transecto M-LB1, muestreado el 5 de mayo de 2008 (para metodología, ver Tomo 1).

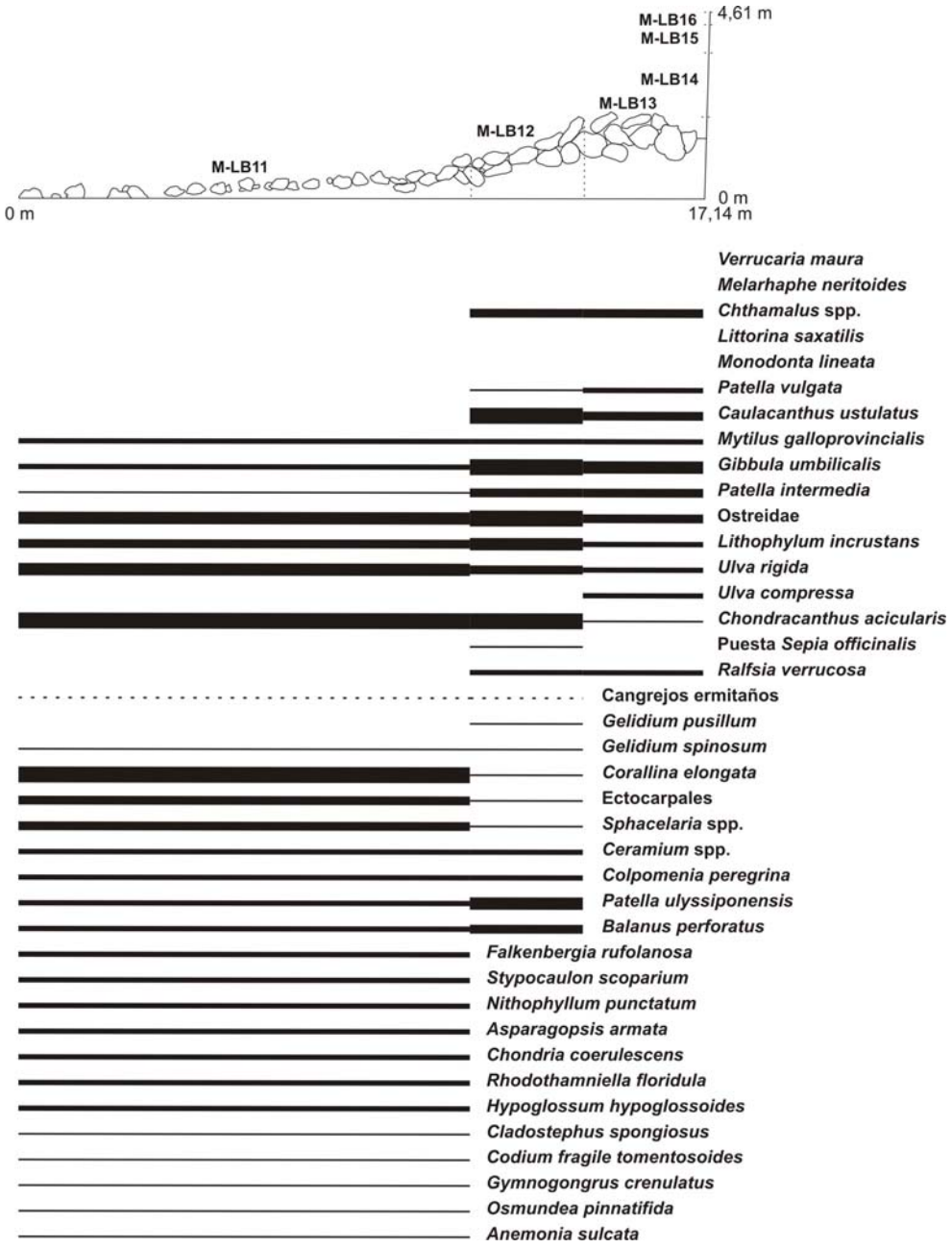


Figura 290 Distribución horizontal de la cobertura de las diferentes especies del transecto M-LB1.

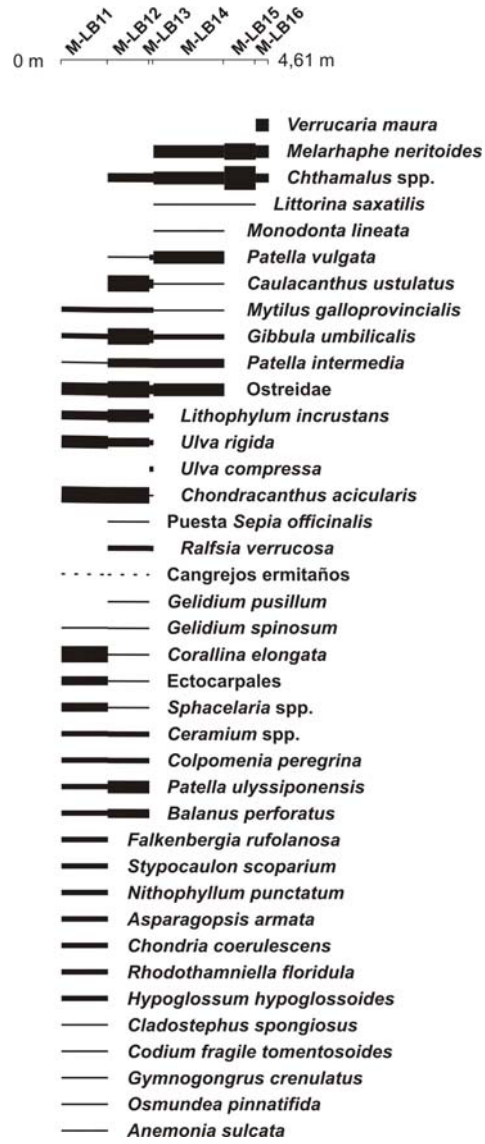


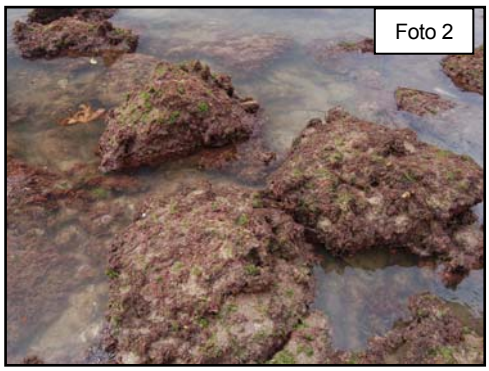
Figura 291 Distribución vertical de la cobertura de las diferentes especies del transecto M-LB1.

FRANJA INFRALITORAL (M-LB11)

Esta primera zona enclavada en la franja infralitoral, posee una extensión de 11,33 m de longitud y se sitúa entre los 0 m y 1,10 m sobre el nivel 0 de marea. La cobertura biológica, al igual que en las campañas 2002 y 2005, supone prácticamente el 100% de la superficie rocosa, destacando la gran cantidad de arena que se deposita sobre las piedras.

Con algunas variaciones, las especies que definen esta zona continúan siendo las mismas que en las campañas de 2002 y 2005. Por orden de importancia se encuentran, por un lado, las algas: *Corallina elongata* (con recubrimientos próximos al 35 %), *Chondracanthus acicularis* (25-35%) y *Ulva rigida* (15-25%); y, por otro: las ostras *Ostrea edulis* y *Crassostrea gigas*, especies que aparen juntas y llegan a recubrir gran parte de algunos de los bloques rocosos de la zona con densidades aproximadas de 30-50 ind·m^{-2} (Foto 2).

En esta comunidad, también se identifica un amplio conjunto de especies que apenas ha experimentado variaciones importantes respecto a campañas anteriores. Se trata de las algas: *Ceramium ciliatum*, *Ceramiun rubrum*, diversas especies filamentosas del Orden ECTOCARPALES, *Hypoglossum hypoglossoides*, *Nitophyllum punctatum*, *Chondria coerulescens*, *Asparagopsis armata*, *Falkenbergia rufolanosa*, *Gymnogongrus crenulatus* y *Codium fragile tomentosoides*. Por otro lado, se ha identificado algunas algas no registradas anteriormente: *Stypocaulon scoparium*, *Cladostephus spongiosus*, *Colpomenia sinuosa*, *Sphacelaria* sp. o *Gelidium spinosum*. Por el contrario, *Lithophyllum incrustans* y *Rhodothamniella floridula*, que en 2005 mostraron coberturas significativas, presentan recubrimientos mucho menores en 2008.



Junto a las ostras, las mayores densidades de fauna corresponden al cirrípedo *Balanus perforatus* (50–100 ind·m^{-2}). En un segundo plano se encuentran: los moluscos *Gibbula umbilicalis*, *Mytilus galloprovincialis*, *Patella ulyssiponensis* y *Patella intermedia*; el cangrejo ermitaño *Clibanarius erytrophus*; y el cnidario *Anemonia viridis*.

ZONA MEDIOLITORAL INFERIOR (M-LB12)

Esta zona se desarrolla a lo largo de una longitud de 2,80 m y a una altura respecto al nivel del mar, comprendido entre 1,10 m y 2,08 m.

Tanto la cobertura como la riqueza específica corológicas son menores que en la zona anterior. Esta reducción en el número de especies de algas también fue observada en las dos anteriores campañas. Así, las poblaciones de ostras dominan claramente este nivel mareal, estimándose densidades ligeramente superiores a las de la zona M-LB11. Compartiendo espacio con las ostras, destacan las coberturas alcanzadas por las algas: *Caulacanthus ustulatus* (40-50%), *C. acicularis* (35%), *L. incrustans* (15%) y *U. rigida* (1-5%) (Foto 3).

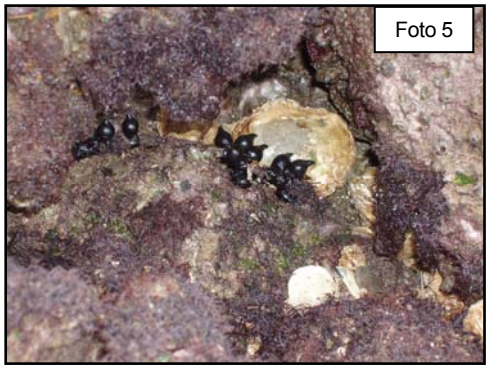
En cuanto a la fauna, además de las ostras, abundan los ejemplares de los cirrípedos *Chthamalus*

spp. (500-10.000 ind·m^{-2}) y *B. perforatus* (10-30 ind·m^{-2}), de la lapa *P. ulyssiponensis* (20-50 ind·m^{-2}), y del caracolillo *G. umbilicalis* (20-40 ind·m^{-2}) (Foto 4).

Como curiosidad decir que, como en 2002, en 2008 se vuelve a detectar la presencia de puestas del cefalópodo *Sepia officinalis* fijadas a las caras ocultas de algunos bloques (Foto 5).


Foto 3


Foto 4


Foto 5

ZONA MEDIOLITORAL MEDIA SUPERIOR (M-LB13)

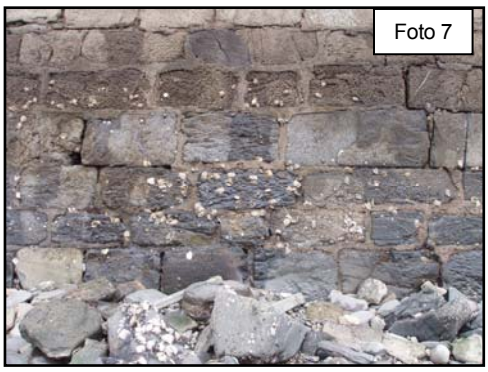
La zona M-LB13 se localiza a una altura mareal de 2,08 m. El terreno consiste en un acumulo rocoso con bloques de mediano y gran tamaño que presenta en su parte central la cota más elevada (2,40 m).

Las comunidades algal y faunísticas son notablemente más pobres que en las dos zonas precedentes. Tanto la diversidad específica como las coberturas biológicas se reducen considerablemente (Foto 6).

Las algas se distribuyen de una manera dispersa, no superando en ningún caso el 5% de cobertura. Por su parte, las especies de fauna que presentan una mayor repartición en esta zona, son las ostras *C. gigas* y *O. edulis*, los cirrípedos del género *Chthamalus* (500-1.000 ind·m^{-2}), el gasterópodo *G. umbilicalis* (5-10 ind·m^{-2}), el mejillón *M. galloprovincialis*, y las lapas *P. intermedia* y *Patella vulgata*, repitiéndose el esquema de 2005.

En la base del muro que limita la playa se diferencia una cuarta zona cuya altura comienza a 2,08 m y termina a 3,68 m sobre el nivel del mar, abarcando parte del mediolitoral medio y superior. En alguna de las numerosa grietas del muro, la única especie de alga observada en la zona es *C. ustulatus*. Por el contrario, la fauna se encuentra bastante desarrollada. Del total de especies identificadas, cinco dominan sobre el resto: el cirrípedo *Chthamalus* spp. (1.000-2.500 ind·m^{-2}), el bígaro *Melarhaphe neritoides* (1.000–10.000 ind·m^{-2}), la ostra *C. gigas* (25-50 ind·m^{-2}), y las lapas *P. vulgata* (15-30 ind·m^{-2}) y *P. intermedia* (5-10 ind·m^{-2}) (Foto 7).


Foto 6


Foto 7

FRANJA SUPRALITORAL (M-LB15)

La franja supralitoral, entre los 3,68 m y 4,35 m sobre el nivel 0, se caracteriza, como en 2002 y 2005, por la desaparición del cinturón de *C. gigas*. El recubrimiento biológico se debe casi en su totalidad a las poblaciones de cirrípedos del género *Chthamalus* (80-100%) (Foto 8). Como suele ser habitual en este horizonte, la abundancia de *Chthamalus* spp. lleva aparejada la del bígaro *M. neritoides*, el cual alcanza en esta zona densidades del orden de 10.000 a 30.000 ind·m^{-2}. Ocasionalmente, en algunos de los numerosos recovecos, se pueden ver ejemplares del caracol *Littorina saxatilis* (Foto 9).

ZONA SUPRALITORAL (M-LB16)

Entre los 4,35 m y 4,61 m de altura, se distingue un horizonte con cobertura menor a la de la zona anterior. Destaca la banda que forma el liquen *V. maura* (10%) (Foto 10), con el molusco *M. neritoides* (2.500-5.000 ind·m^{-2}) y los cirrípedos del género *Chthamalus* (100-1.000 ind·m^{-2}) como únicas especies acompañantes.

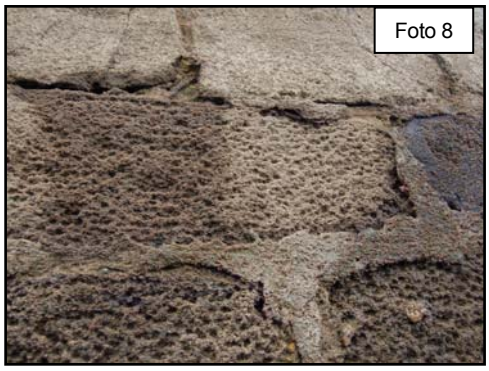

Foto 8

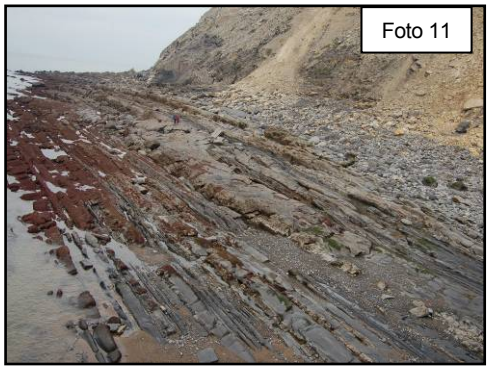

Foto 9

TRANSECTO M-LB2

Está situado en Plentzia, en la Punta de Astondo, entre el dique y la Playa de Gorliz, en una zona menos protegida que el transecto M-LB1 (Figura 289). El terreno consiste en una sucesión de estratos prácticamente verticales, erosionados por efecto del oleaje, que dan lugar a una pequeña plataforma de abrasión con 10º de inclinación (Foto 11). Su longitud total es de 51,87 m, con 7,41 m de altura y orientación 170º SE.

Se distinguen siete zonas diferentes, correspondientes a las siguientes biocenosis o facies:

- M-LB21: C. elongata-L. incrustans.
- M-LB22: C. elongata-L. incrustans-Sphacelaria spp.
- M-LB23: C. elongata-L. incrustans-Dictyota dichotoma-Sphacelaria spp.-C. ustulatus.
- M-LB24: Chthamalus spp.-P. intermedia-C. elongata.
- M-LB25: Patella spp.-Ulva compressa.
- M-LB27: V. maura-Melarhaphe neritoides.


Foto 11

En la Tabla 222 se indican los valores de los índices de cobertura específica del estudio semicuantitativo, valores que han sido utilizados para la representación gráfica de la Figura 292 y de la Figura 293.

M-LB2							
ZONAS	1	2	3	4	5	6	7
Longitud (m)	0-4,60	4,60-8,80	8,80-16,20	16,20-26,10	26,10-31,06	31,06-49,06	49,06-51,87
Altura (m)	0-1,38	1,38-1,68	1,68-2,59	2,59-3,26	3,26-3,07	3,07-5,02	5,02-7,41
Verrucaria maura	---	---	---	---	---	---	1
Blidingia minima	---	---	---	---	---	1	1
Melarhaphe neritoides	---	---	2	4	---	---	1
Anemonia viridis	---	---	---	---	1	---	---
Monodonta lineata	---	---	---	---	1	---	---
Ulva compressa	---	---	---	1	3	---	---
Patella vulgata	---	---	---	2	2	---	---
Caulacanthus ustulatus	---	---	3	3	1	---	---
Patella intermedia	1	2	3	5	3	---	---
Gibbula umbilicalis	2	2	2	4	3	---	---
Ulva rigida	3	3	3	2	1	---	---
Plocamium cartilagineum	2	3	3	2	1	---	---
Cryptopleura ramosa	4	2	2	---	1	---	---
Dictyota dichotoma	4	2	4	---	1	---	---
Corallina elongata	6	5	4	4	1	---	---
Lithophyllum incrustans	7	5	3	2	1	---	---
Gelidium pusillum	---	---	---	3	---	---	---
Balanus perforatus	---	---	---	2	---	---	---
Ralfsia verrucosa	---	---	---	2	---	---	---
Mastocarpus stellatus	---	---	---	1	---	---	---
Chthamalus spp.	---	---	2	5	---	---	---
Mytilus galloprovincialis	---	---	2	3	---	---	---
Petalonia fascia	---	2	1	1	---	---	---
Actinia fragacea	1	1	---	4	---	---	---
Patella ulyssiponensis	2	3	4	1	---	---	---
Gelidium spinosum	---	1	2	---	---	---	---
Sphacelaria spp.	---	4	4	---	---	---	---
Cladostephus spongiosus	2	1	1	---	---	---	---
Chondracanthus acicularis	2	3	3	---	---	---	---
Nithophyllum punctatum	3	2	1	---	---	---	---
Gymnogongrus crenulatus	1	1	1	---	---	---	---
Ceramium rubrum	2	3	2	---	---	---	---
Stypocaulon scoparium	4	3	2	---	---	---	---
Actinia equina	---	2	---	---	---	---	---
Ocenebra erinacea	---	1	---	---	---	---	---
Falkenbergia rufolanosa	3	2	---	---	---	---	---
Rhodophyllis divaricata	2	2	---	---	---	---	---
Codium decorticatum	2	1	---	---	---	---	---
Thais haemastoma	1	1	---	---	---	---	---
Chondria coerulescens	2	---	---	---	---	---	---
Gelidium corneum	1	---	---	---	---	---	---
Codium fragile tomentosoides	1	---	---	---	---	---	---
Asparagopsis armata	1	---	---	---	---	---	---
Pterosiphonia complanata	1	---	---	---	---	---	---
Codium adhaerens	1	---	---	---	---	---	---
Jania rubens	1	---	---	---	---	---	---
Cangrejos ermitaños	+	---	---	---	---	---	---

Tabla 222 Índices de cobertura de las especies más representativas del transecto M-LB2, muestreado el 5 de mayo de 2008 (para metodología, ver Tomo 1).

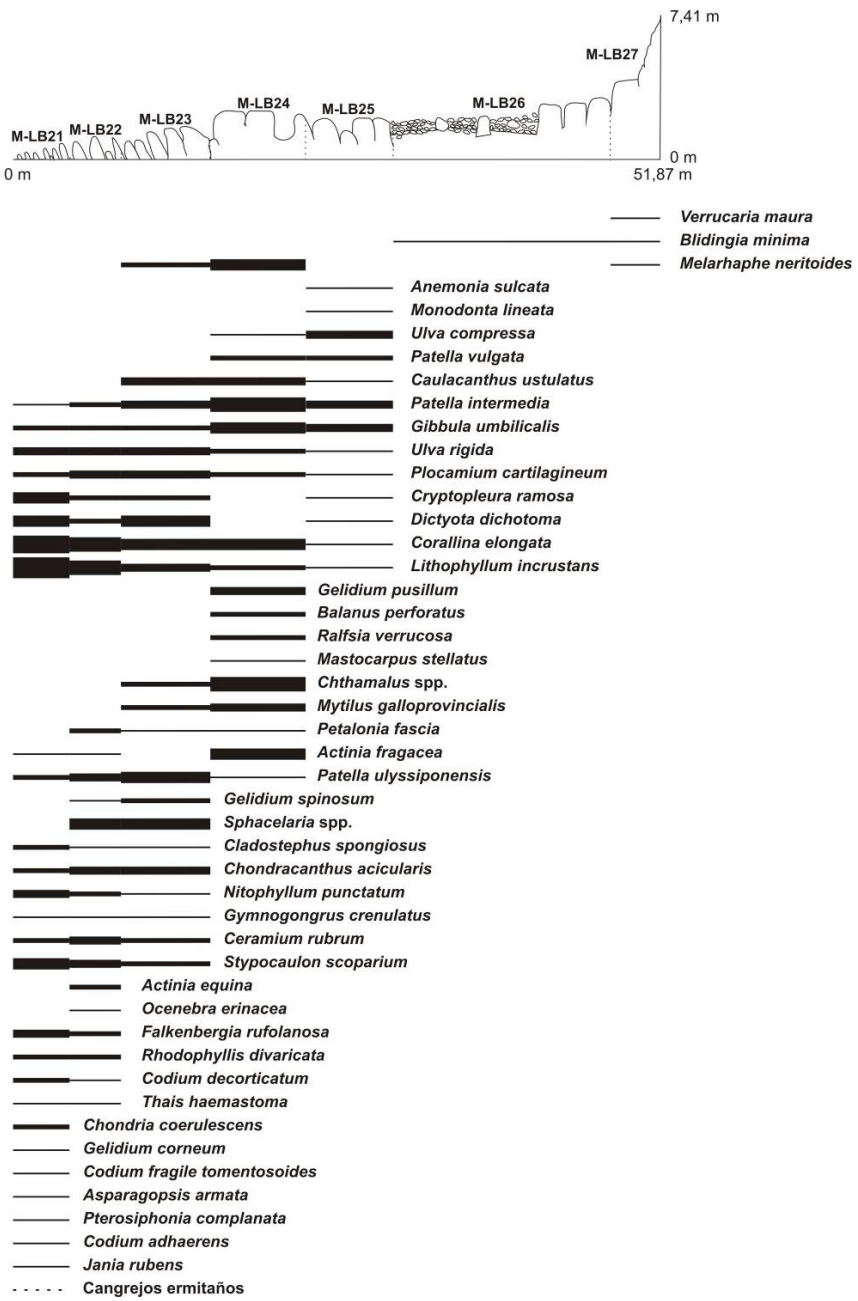


Figura 292 Distribución horizontal de la cobertura de las diferentes especies del transecto M-LB2.

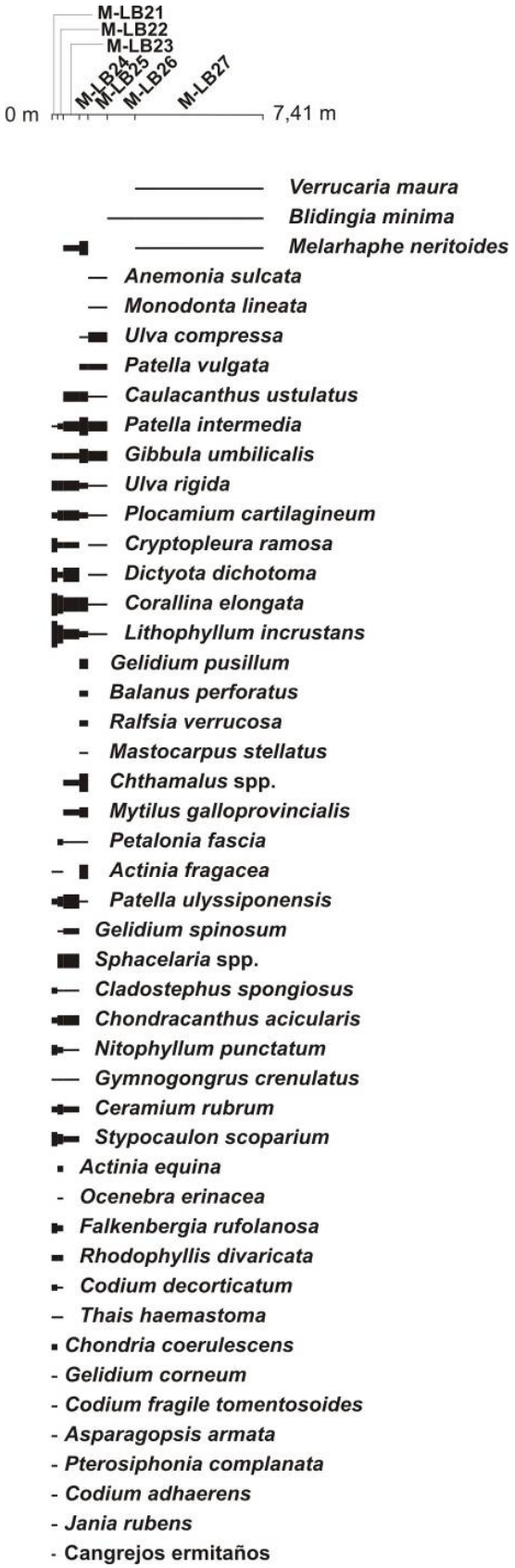


Figura 293 Distribución vertical de la cobertura de las diferentes especies del transecto M-LB2.

FRANJA INFRALITORAL (M-LB21)

La primera zona establecida en este transecto se extiende a lo largo de la franja infralitoral y parte del mediolitoral inferior. Su longitud es de 4,60 m y su posición en la zona intermareal se encuentra comprendida entre 0 m y 1,38 m sobre el nivel 0 de marea (Foto 12).

Las especies que presentan las mayores coberturas repiten respecto a 2002 y 2005. Las algas *C. elongata* y *L. incrustans*, con coberturas estimadas del 60-90% del sustrato rocoso caracterizan esta primera zona.

En un segundo plano se identifican otras tres especies con coberturas significativas (>5%): *D. dichotoma*, *Sphacelaria* sp. y *Stypocaulon scoparium*. De entre ellas, las dos primeras experimentan un importante incremento respecto a las campañas previas. *S. scoparium*, en cambio, aunque con fluctuaciones, mantiene sus poblaciones (Foto 13).

Como ocurre en la mayoría de las ocasiones en las comunidades vegetales infralitorales, la fauna no alcanza el mismo grado de desarrollo que las algas. Tan sólo algunas especies de moluscos y un cnidario han podido ser identificados. En función del número de ejemplares registrados quedarían ordenadas como sigue: las lapas *P. ulyssiponensis* y *P. intermedia*; los caracoles *G. umbilicalis* y *Thais haemastoma*; y la anémona *Actinia fragacea*.

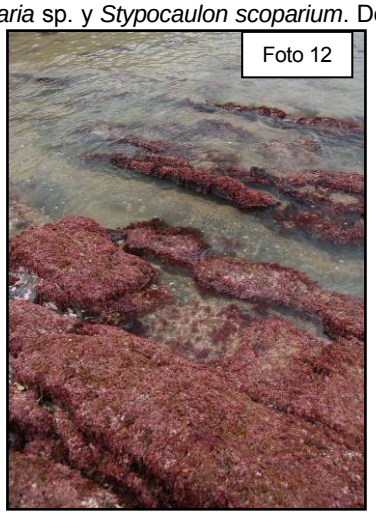

Foto 12


Foto 13

MEDIOLITORAL INFERIOR (M-LB22)

Además del tramo final de la zona anterior, en este nivel mareal se localiza esta segunda zona de 4,20 m de longitud y una altura comprendida entre 1,38 m y 1,68 m sobre el nivel del mar.

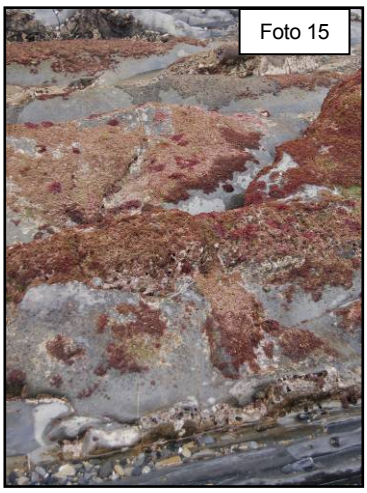
Aunque las especies dominantes continúan siendo *C. elongata* y *L. incrustans*, sus coberturas no son tan importantes (30-50% y 25-40%, respectivamente). Matas algodonosas compuestas por algas filamentosas de consistencia débil del Orden ECTOCARPALES, se distribuyen por la zona regularmente (coberturas del 5%). Entremezcladas con ellas, se observan matas de *U. rigida*, *S. scoparium* (ambas con coberturas notablemente menores a las alcanzadas en 2005), *C. acicularis*, *Plocamium cartilagineum* y *Ceramium* spp. (Foto 14).

La fauna no presenta diferencias sensibles respecto a la zona anterior y continúa estando representada por las lapas *P. ulyssiponensis* y *P. intermedia*, por algunos ejemplares de los caracoles *G. umbilicalis*, *T. haemastoma* y *Ocenebra erinacea*, y por individuos dispersos de las anémonas *Actinia equina* y *A. fragacea*.

ZONA MEDIOLITORAL MEDIA (M-LB23 Y M-LB24)

En el mediolitoral medio, y a una altura comprendida entre 1,68 m y 2,59 m, se localizado una tercera zona con una longitud de 7,40 m. A pesar de mantener elementos comunes con el la zona anterior, se observan ciertas diferencias. Así, las coberturas vegetales disminuyen en su conjunto respecto a los dos niveles mareales inferiores. Las mayores dominancias se las reparten *C. elongata* y *L. incrustans* (con cobertura heterogéneas), y *D. dichotoma* (5-10%), *Shacelaria* spp. (5-10%) y *C. ustulatus* (5%) (Foto 15).

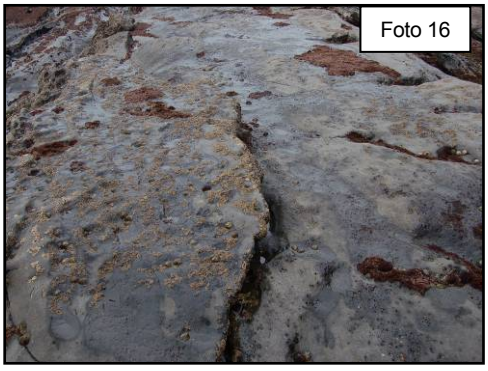

Foto 14


Foto 15

En cuanto a la fauna, las lapas *P. ulyssiponensis* y *P. intermedia* presentan poblaciones más ricas que en la zona M-LB22 (20-40 ind·m^{-2} y 5-10 nd·m^{-2}, respectivamente), mientras que *G. umbilicalis* mantiene unas poblaciones muy similares. A diferencia de la anterior zona, no se observa ninguna de las dos especies de anémonas, aunque sí algunos ejemplares del cirrípedo *Chthamalus*, del caracolillo *M. neritoides* y del mejillón *M. galloprovincialis*.

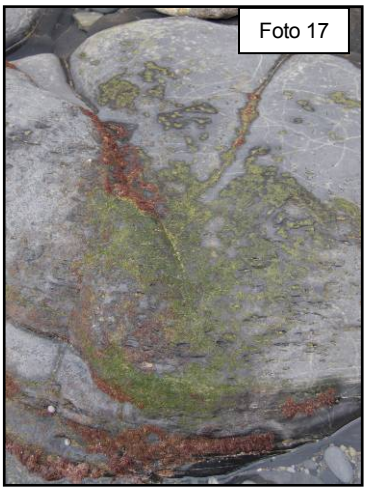
A continuación, se distingue la zona M-LB24, parte de la cual se adentra en el mediolitoral superior. Con una longitud de 9,90 m, se sitúa entre 2,59 m y los 3,26 m sobre el nivel 0 de marea.

El gradual descenso de las coberturas vegetales patente en la zona anterior, se hace más acusado en esta zona. Por su parte, las poblaciones de *Chthamalus* spp. empiezan a caracterizar la comunidad biológica (Foto 16). Las especies animales dominan sobre las vegetales. Los *taxa* faunísticos mejor representados son: el cirrípedo *Chthamalus* spp. (alrededor de 10.000 ind·m^{-2}), las lapas *P. intermedia* (50-70 ind·m^{-2}), *P. vulgata* y *P. ulyssiponensis*, el bígaro *M. neritoides* (10-50 ind·m^{-2}), el caracol *G. umbilicalis* (5-10 ind·m^{-2}) y la anémona *A. fragacea* (1-10 ind·m^{-2}). Entre las algas, la rodofícea *C. elongata* presenta amplias manchas espaciadas (5-10%).


Foto 16

MEDIOLITORAL SUPERIOR (M-LB25)

En el nivel mediolitoral superior y a una altura de entre 3,07 m y 3,26 m sobre el nivel del mar, se localiza esta quinta zona, que presenta una longitud de 4,96 m. Con algunas excepciones, las comunidades biológicas se mantienen como en 2002 y 2005. La especie vegetal que caracteriza la superficie de las lajas es la clorofícea *Ulva compressa*, alga verde cuya cobertura sufre un descenso significativo respecto a 2002 y 2005 (Foto 17). En las grietas se observan pequeños recubrimientos de las algas *C. elongata*, *L. incrustans* y *P. cartilagineum*.


Foto 17

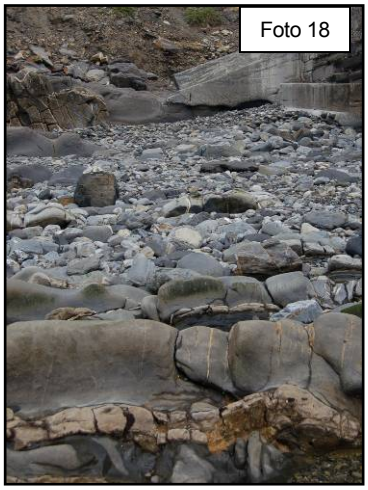
En cuanto a la fauna, en los pasillos entre lajas, se han identificado ejemplares de los moluscos *Monodonta lineata* y *G. umbilicales*, y del cnidario *A. viridis*. Por su parte, en las caras superiores de las lajas, los únicos representes faunísticos observados han correspondido a las lapas *P. vulgata* y *P. intermedia*.

En los fondos arenosos de las cubetas de M-LB25 se han observado también numerosos filamentos del alga parda *Petalonia fascia*, y algunas matas de *Cryptopleura ramosa*, *D. dichotoma*, *C. elongata* y *U. rigida*.

FRANJA SUPRALITORAL Y ZONA SUPRALITORAL (M-LB26 Y M-LB27)

Las dos últimas zonas ocupan el supralitoral costero. La primera de ellas se localiza entre 3,07 m y 5,02 m sobre el nivel 0 de marea. El sustrato consiste en una pequeña playa de cantos de aproximadamente 18 m de longitud con apenas cobertura biológica. En ella, la única especie identificada es el alga *Blidingia minima* (Foto 18).

La última zona, con una altura comprendida entre 5,02 m y 7,41 m, marca el final del transecto. Como en 2005, la biota se limita a unos pocos individuos de *M. neritoides* y a alguna pequeña mancha del liquen *V. maura*.


Foto 18

CALIDAD BIOLÓGICA

En la Tabla 223 se muestran los datos obtenidos para la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako en las campañas de 2008 (transectos M-LB1 y M-LB2) y de 2006 (transectos M-LM1, M-LM2, M-LN1 y M-LN2), con objeto de calificar su estado. La metodología utilizada se explica en el Tomo 1.

La calificación es de: Estado Aceptable para los transectos M-LN1 y M-LN2 (en realidad, estos transectos están situados en la masa de agua de transición del Nerbioi, por lo que no se tendrán en cuenta para el cálculo global del estado de la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako); Buen Estado para los transectos M-LM1 y M-LB1; y Muy Buen Estado para los transectos M-LM2 y M-LB2.

Respecto a los transectos analizados la presente campaña, cabe destacar la evolución positiva de ambos desde que se iniciara su seguimiento trianual en 2002. Así, el transecto M-LB1, tras un bache por el que presentó Estado Aceptable en 2005, mantiene la calificación de Buen Estado, aunque con un EQR superior (0,65 en 2002; 0,75 en 2008). Por otro lado, el transecto M-LB2 mantiene una tendencia positiva a lo largo de todo el seguimiento, pasando de Buen Estado en 2002 y 2005 (EQR=0,80 en ambas campañas) a Muy Buen Estado en 2008 (ERQ=0,90).

En promedio, una vez eliminados del cálculo los transectos estudiados en el Nerbioi, la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako presentaba **'Muy Buen Estado'** (EQR=0,81) en la campaña de 2008. Entre el trienio 2002-2004 y el trienio 2005-2008, no se detectó evolución alguna; sin embargo, aunque aún se tienen en cuenta datos del pasado trienio, la mejora detectada en los transectos M-LB1 y M-LB2 permite que la calificación de la masa de agua pase de Buen Estado a Muy Bueno, con un importante incremento de EQR (de 0,71-0,73 a 0,81).

INDICADORES	M-LM1	M-LM2	M-LN1	M-LN2	M-LB1	M-LB2
Cobertura	54	67	53	23	57	40
Riqueza de poblaciones	8	9	4	6	4	5
Especies oportunistas	35	5	34	49	18	6
PUNTUACIÓN						
Cobertura	0.35	0.45	0.35	0.20	0.35	0.35
Riqueza de poblaciones	0.20	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20
Especies oportunistas	0.05	0.35	0.05	0.05	0.25	0.35
PUNTUACIÓN TOTAL	0.60	1.00	0.55	0.45	0.75	0.90
CLASIFICACIÓN	Bueno	Muy Bueno	Aceptable	Aceptable	Bueno	Muy Bueno

Tabla 223 Calificación de cada indicador de macroalgas y las equivalencias para la calificación de cada transecto, en las campañas de 2006 (M-LM1, M-LM2, M-LN1 y M-LN2) y de 2008 (M-LB1 y M-LB2).

16.5. INDICADORES FISICOQUÍMICOS

16.5.1 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN AGUAS

CONSIDERACIONES GENERALES

La zona costera desde Cantabria a Matxitxako está representada por las estación L-N10, L-N20 (frente al estuario del Ibaizabal), L-B10, L-B20 y L-REF 30 (frente al estuario del Butroi). En los datos generales se observa la influencia de la estacionalidad a través de la temperatura y de la estratificación termohalina. En la Tabla 224 se muestran los datos medios anuales del 2008 para las diferentes variables hidrográficas (superficie y fondo) e indicadoras del estado trófico (únicamente superficie) en la costera desde Cantabria hasta Matxitxako.

Variables	Unidades	L-N10-S	L-N10-F	L-N20-S	L-N20-F	L-B10-S	L-B10-F	L-REF30-S	L-REF30-F	L-B20-S	L-B20-F
Temperatura	°C	15,67	15,39	16,25	15,06	16,27	15,17	16,22	15,26	16,05	14,95
Salinidad	USP	34,80	35,48	35,37	35,51	35,35	35,52	35,52	35,57	35,51	35,58
Agua fluvial	%	2,26	0,34	0,64	0,25	0,69	0,23	0,23	0,07	0,24	0,06
Saturación O2	%	101,75	99,38	101,75	99,88	102,50	100,88	101,00	101,00	102,50	99,63
pH		8,20	8,18	8,20	8,18	8,21	8,20	8,23	8,20	8,22	8,19
Clorofila-a	$\mu.dm^{-3}$	0,69	0,72	0,48	0,80	0,48	0,90	0,25	1,07	0,25	1,75
Silicato	$\mu mol.dm^{-3}$	4,25		2,13		1,76		1,35		1,80	
Amonio	$\mu mol.dm^{-3}$	2,31		1,94		2,29		3,08		2,08	
Nitrito	$\mu mol.dm^{-3}$	0,57		0,34		0,37		0,24		0,40	
Nitrato	$\mu mol.dm^{-3}$	6,91		4,46		4,15		3,19		3,43	
Nitrógeno Total	$\mu mol.dm^{-3}$	19,30		13,68		13,35		13,03		11,50	
Fosfato	$\mu mol.dm^{-3}$	0,63		0,30		0,27		0,26		0,24	
Fósforo Total	$\mu mol.dm^{-3}$	1,01		0,58		0,54		0,52		0,49	
Carbono O. Total	$\mu mol.dm^{-3}$	80,72		81,99		80,44		77,82		74,62	

Tabla 224 Costera desde Cantabria a Matxitxako. Valores medios de variables relacionadas con el estado trófico y presencia de agua de origen fluvial. F: fondo, S: superficie.

Los valores medios de temperatura se sitúan entre 14.9 y 16.2º C. Asimismo, la salinidad y el porcentaje de agua continental indican una baja influencia de los aportes fluviales procedentes de las cuencas de la zona costera estudiada. El porcentaje medio de agua fluvial en superficie es de 0.8%, presentado como media de superficie de las estaciones de la costera entre Cantabria y Matxitxako. Para el nivel de fondo se puede decir que el agua presente es completamente marina.

Los valores medios del porcentaje de saturación de oxígeno indican que no existe un déficit de oxígeno ni en la superficie ni en el fondo de la columna de agua. En este sentido, no se registran valores puntuales que representen un déficit de oxígeno en ninguno de los niveles de la columna de agua. No se registran floraciones fitoplanctónicas de importancia, como puede observarse por la concentración de clorofila. Las concentraciones de nutrientes presentan una distribución coherente con los ciclos estacionales y los pulsos de fertilización adicional que indica el porcentaje de agua no marina. Los valores de 2008 se encuentran en el rango habitual de las aguas litorales, incluida la estación de referencia.

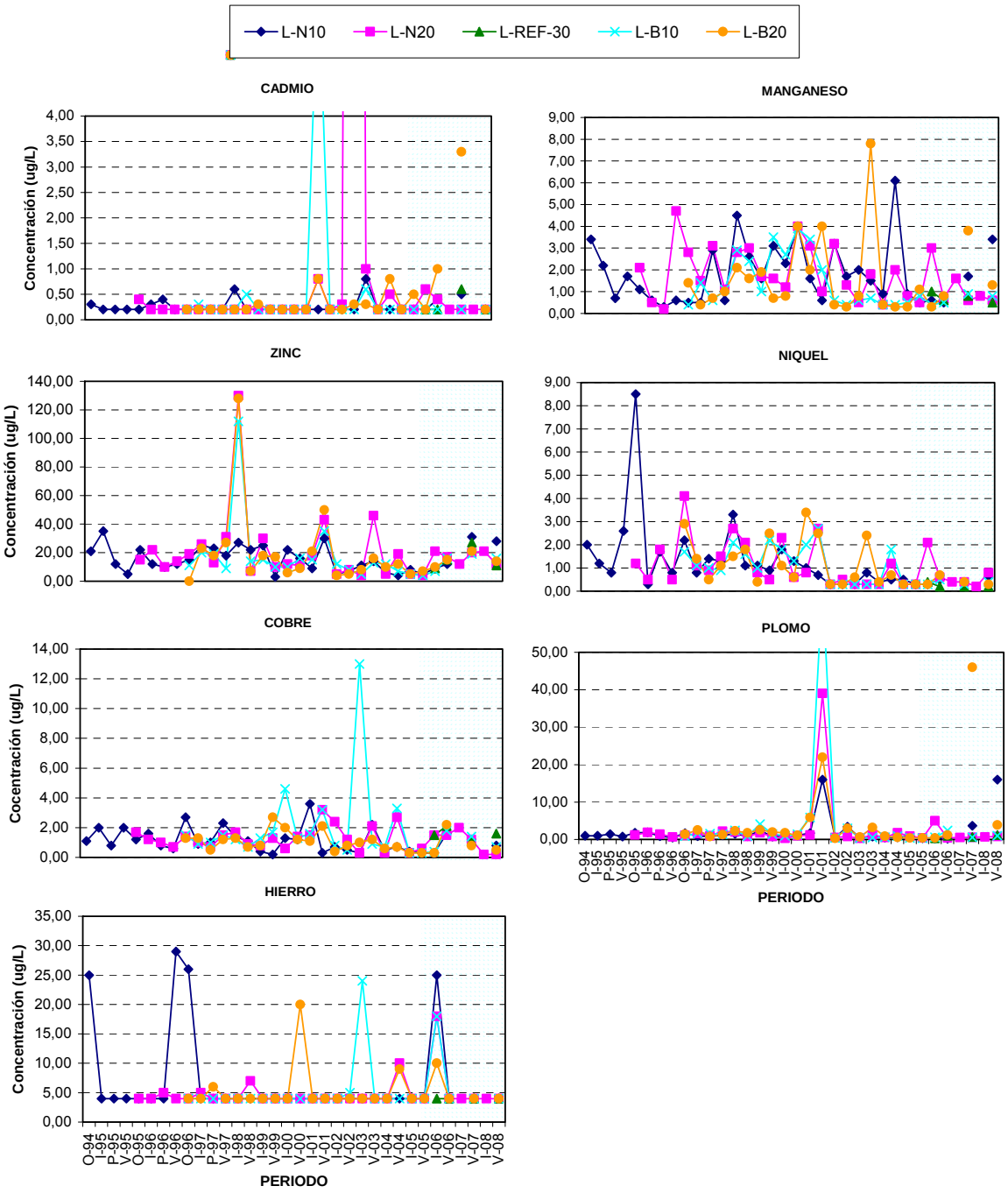
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LAS VARIABLES HIDROGRÁFICAS GENERALES

En las series de datos disponibles no se observan tendencias que indiquen un incremento o descenso significativo y mantenido de los valores de las variables de tipo general y de las relacionadas con el estado trófico. En general predominan las situaciones alternantes, con una distribución de tipo “dientes de sierra” en la que se observa la fuerte incidencia de la estacionalidad y de la variabilidad de las condiciones hidrológicas y climáticas que condicionan fundamentalmente la fracción de agua dulce presente en las aguas superficiales.

METALES DISUELTOS

Las concentraciones de cromo (trivalente y hexavalente), mercurio y hierro, se encuentran por debajo de los respectivos límites de detección (2, 3, 0,3 y 4 $\mu g \cdot l^{-1}$ respectivamente).

En la Figura 294, se recoge la evolución de la concentración media del resto de metales para el periodo comprendido entre invierno de 1998 y verano de 2008 para las estaciones que comprenden la costera entre Cantabria y Matxitxako (L-N10, L-N20, L-B10, L-B20 y L-REF30).



.Figura 294 Evolución temporal de la concentración para cada metal en las estaciones del litoral de la zona costera correspondiente entre Cantabria y Matxitxako que abarca desde otoño de 1994 a verano de 2008.

Como se puede apreciar en la Figura 294, en general, no se observan tendencias bien definidas en la evolución de las concentraciones de los distintos metales donde predominan las oscilaciones en la mayoría de los metales. El cadmio, plomo y zinc han superado los objetivos de calidad establecidos (0,2, 7,2 y 60 $\mu g \cdot l^{-1}$, respectivamente) en casos puntuales, la concentración máxima en cadmio se obtuvo en verano del 2001 en la estación de L-B10 (6,90 $\mu g \cdot l^{-1}$) e invierno de 2003 en la estación L-N20 (52 $\mu g \cdot l^{-1}$). La concentración máxima de plomo en todas las estaciones fue en verano del 2001, superando en todos los objetivos de calidad. Del mismo modo, en el caso del zinc se supero en cuatro de las cinco estaciones el objetivo de calidad en invierno del 1998.

Este año se ha observado una mejoría significativa en la concentración de los metales en la estación L-B20 donde la concentración de cadmio, plomo y manganeso que el año anterior superaban los objetivos de calidad establecidos menos el manganeso y este año se encuentran por debajo del limite de detección en el caso del cadmio (0,2 $\mu g \cdot l^{-1}$) y muy por debajo del objetivo establecido en el caso del plomo (7,2 $\mu g \cdot l^{-1}$). Por otra parte ha aumentado la concentración de plomo y

manganeso de la estación L-N10 superando el objetivo de calidad con 16 $\mu g \cdot l^{-1}$ en el caso del plomo, pero no en el caso del manganeso. El resto de los metales han mantenido sin grandes variaciones en el resto de las estaciones de estudio

CONTAMINANTES ORGÁNICOS Y OTROS CONTAMINANTES ESPECÍFICOS

En los resultados obtenidos en 2008 se mantiene la ausencia de concentraciones significativas (por encima de los respectivos límites de detección) de grupos de contaminantes específicos como PAHs y aunque unos derivados de estos fenantreno, naftaleno y antraceno se encuentran por encima del limite de detección, pero sin sobrepasar el objetivo de calidad establecido para cada compuesto.

ESTADO EN FUNCIÓN DE LOS INDICADORES FÍSICO-QUÍMICOS

De acuerdo con la metodología expuesta en el Tomo 1, el estado en 2008 de la zona costera de Cantabria.Matxitxako en función de los indicadores físico-químicos puede considerarse **'Muy Buena'** en todas las estaciones de muestreo controladas (**L-N10, L-N20, LB10, L-B20 y L-RF20).**

En cuanto a los objetivos de calidad físico-química, las medias de las variables estudiadas cumplen en las estaciones L-N20. En las estaciones L-REF30, L-N10, L-B20 y L-B10 no se cumple el objetivo de turbidez

ESTADO QUÍMICO

Teniendo en cuenta las Directivas europeas y la normativa española, referida a aguas (ver Tomo 1), se puede decir que en esta zona costera **'No Cumple'** en la estación L-N10 por presencia de plomo y **'Cumplen'** en el resto de las estaciones.

16.5.2 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS

PARÁMETROS SEDIMENTOLÓGICOS DE CARÁCTER GENERAL

En la Tabla 225 se muestran los parámetros sedimentológicos correspondientes a los muestreos de invierno de 2008 en las estaciones de la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako.

A partir de los datos de composición granulométrica, contenido en materia orgánica, y ratio carbono/nitrógeno se ha podido establecer una evolución temporal mostrada en la Figura 295.

En general, se observa que en la composición granulométrica de las muestras litorales, a lo largo del periodo de estudio, predominan las arenas.

En cuanto al contenido en materia orgánica es la estación L-REF30 la que presenta mayores valores promedio, sin superarse el 5% en ninguna de las estaciones desde 2005.

En la relación C/N no se observan tendencias claras en cuanto a su evolución, aunque en general se observa un crecimiento discontinuo desde 1995 (excepto en L-REF30 que sólo se dispone datos desde 2006).

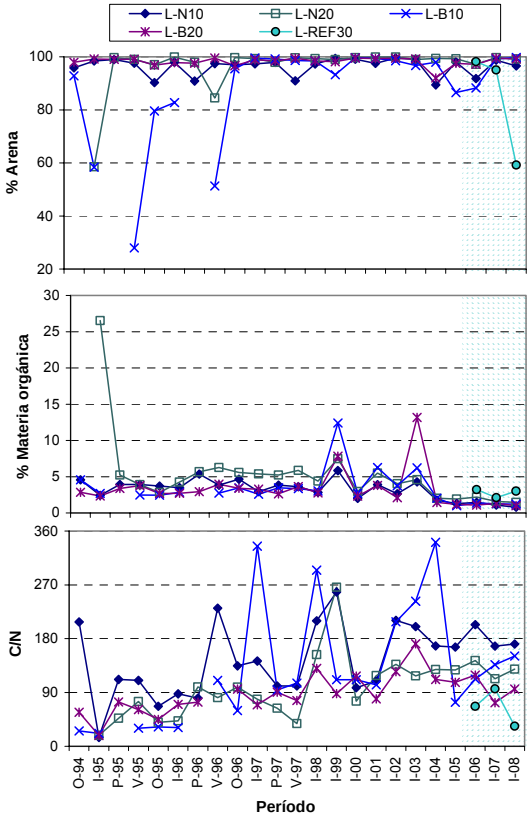


Figura 295 Evolución temporal del contenido en arenas, contenido en materia orgánica y relación C/N de los sedimentos de la masa costera Cantabria-Matxitxako.

ESTACION	INVIERNO - 2008							
	GRAVA (%)	ARENA (%)	FINO (%)	M.O. (%)	REDOX (mV)	C.O.P. ($mol \cdot Kg^{-1}$)	N.O.P. ($mol \cdot Kg^{-1}$)	C / N
L-N10	0,14	96,63	3,23	0,80	262,00	2,69	0,02	171,03
L-N20	0,13	99,18	0,70	1,47	377,00	2,08	0,02	128,98
L-B10	0,06	99,76	0,18	1,21	410,00	3,08	0,02	150,70
L-B20	0,02	99,17	0,81	1,00	363,00	2,24	0,02	95,77
L-REF30	36,84	59,17	3,98	3,03	70,00	5,11	0,15	33,81

Tabla 225 Parámetros sedimentológicos correspondientes a los muestreos de invierno de 2008 en las estaciones de la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako. (GRAVA > 2 mm > ARENA > 63 µm > FINO). M.O.: materia orgánica; REDOX: potencial redox; C.O.P.: carbono orgánico particulado; N.O.P.: nitrógeno orgánico particulado; C/N: relación carbono / nitrógeno.

METALES PESADOS

Las concentraciones de metales pesados analizadas en la campaña de invierno de 2008 se resumen en la Tabla 226. Se indican también los valores medios para cada metal y la desviación estándar.

La estación L-N20, situada en Sopelana, presenta en 2008 las máximas concentraciones dentro de la masa de agua. Estos valores se relacionan con antiguos vertidos de escorias que se han producido en esta zona históricamente, si bien la mayor parte de la concentración no es biodisponible, según los datos de informes anteriores.

ESTACIÓN	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn
	$mg \cdot Kg^{-1}$								
L-N10	0,15	28,0	29,2	65541	0,26	684	34,7	63,2	116,2
L-N20	0,23	41,3	89,4	197657	3,29	2192	54,0	118,3	317,5
L-B10	0,15	27,6	35,1	85888	0,12	1313	38,2	83,6	253,5
L-B20	0,12	27,9	26,6	67739	0,12	730	32,0	76,5	148,4
L-REF30	0,45	40,2	24,1	34716	0,89	330	33,1	90,8	191,6
MEDIA	0,22	33,0	40,9	90308	0,93	1050	38,4	86,5	205,5
DESV. EST	0,14	7,1	27,4	62763	1,35	729	9,0	20,5	81,0

Tabla 226 Concentración de metales pesados en la fracción fina de los sedimentos en la campaña de invierno de 2008 (µg g^{-1}).

En la se muestra la evolución temporal de los factores de contaminación, calculados para cada metal. En todos los casos se han utilizado los valores de fondo calculados por Rodríguez *et al.* (2006).

El factor de contaminación de Cr muestra elevada variabilidad espacial y temporal, aunque desde 2004 todos los valores son inferiores a 2. El factor de contaminación de Cd también muestra elevada variabilidad espacial y temporal, aunque desde 2006 todos los valores son inferiores a 2. Prácticamente, todos los valores de factor de contaminación de Cu son inferiores a 2, excepto en la estación L-N20, que presenta una elevada variabilidad temporal con valores centrados en torno a 3. El factor de contaminación del Fe muestra una elevada variabilidad temporal en las estaciones L-B20 y L-N20, sin presenta un patrón dominante. En el resto de las estaciones el factor de contaminación del Fe no supera el valor de 3. El factor de contaminación de Mn presenta elevada variabilidad espacial y temporal sin mostrar patrones notables, excepto en la estación L-N20 en la que se observa un aumento discontinuo hasta 2001 seguido de un descenso discontinuo hasta 2008. El factor de contaminación de Ni no es superior a 2 en ninguna de las estaciones desde 2005. El factor de contaminación de Pb muestra elevada variabilidad temporal, la cual es relativamente similar en las estaciones L-N10, L-B10 y L-B20. Desde 2006, el factor de contaminación de Pb no supera el valor de 4 en ninguna de las estaciones. El factor de contaminación de Zn muestra baja variabilidad temporal en los años más recientes, en la estación L-N20 que alcanzó el valor de 10 en 2007. El factor de contaminación de Hg muestra elevada variabilidad espacial y temporal, destacando el máximo observado en 2007 en las estaciones L-B20 y L-N20.

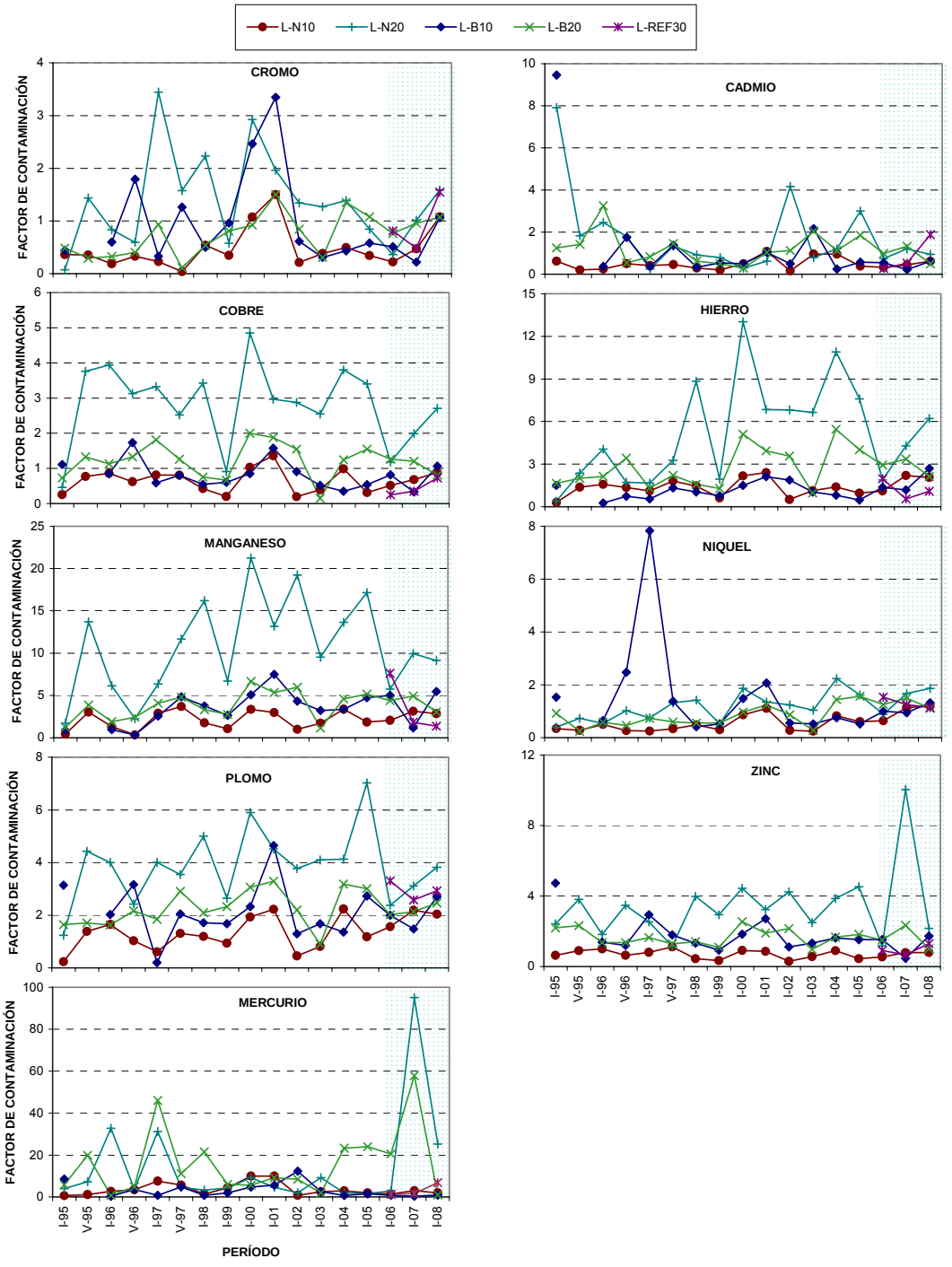


Figura 296 Evolución temporal de los factores de contaminación, calculados para cada metal en las estaciones de la masa costera Cantabria-Matxitxako.

COMPUESTOS ORGÁNICOS

La evolución temporal de la concentración de compuestos orgánicos (µg kg^{-1}) de las estaciones de la masa costera de Cantabria-Matxitxako en la Figura 297.

El sumatorio de PCBs muestra que en la mayoría de las estaciones se alcanzan concentraciones próximas o inferiores al nivel de detección, con la excepción de L-N20 que muestra un máximo en 2004, continuado por un descenso discontinuo.

En relación al DDT, hexaclorociclohexano (HCH), drines y hexaclorobenceno (HCB), en los últimos años las concentraciones eran inferiores al límite de detección o próximas a él. El aparente incremento en HCH desde 2006 a 2007 es debido a un incremento en los límites de detección.

Los PAHs presentan una gran variabilidad temporal y espacial, siendo el hecho más notable el incremento observado desde 2002 a 2004. También destaca el aumento continuado desde 2006 en la estación L-REF30.

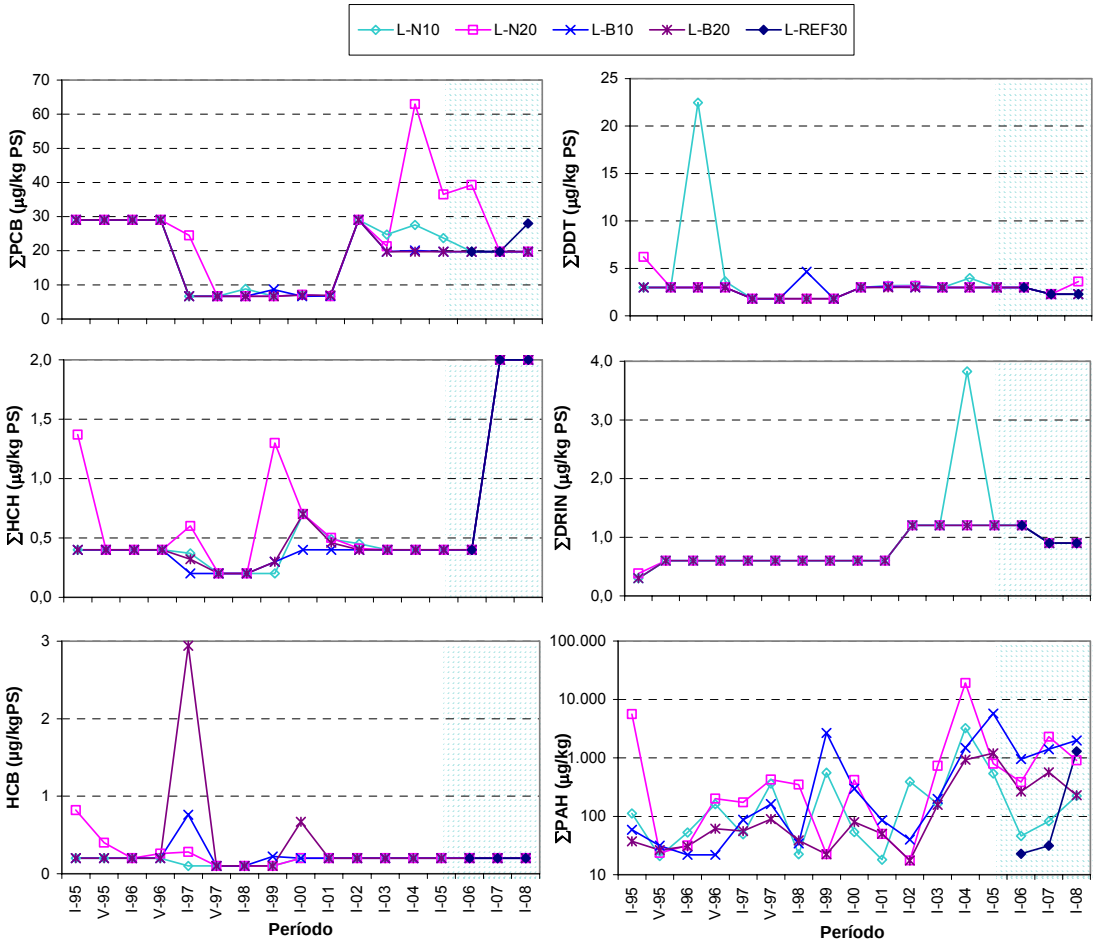


Figura 297 Evolución temporal de la concentración de compuestos orgánicos (µg kg^{-1}).

NORMATIVAS

Como se ha explicado en el capítulo de metodología, a nivel estatal no existe una legislación por la que se regule la gestión de sedimentos contaminados, sino que las actuaciones en este campo se hallan controladas por las correspondientes autorizaciones que, en su caso, concedan las administraciones correspondientes.

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

Siguiendo la metodología para establecer el grado de contaminación en los sedimentos, se ha calculado el índice de carga contaminante global (ICC) para las dos estaciones litorales y para todos los metales y se ha estudiado su evolución temporal.

Así en la Tabla 227, se muestra la clasificación de la contaminación en los sedimentos en 2008 (se tienen en cuenta los valores de fondo calculados por Rodríguez *et al*., 2006), basada en los Factores de Contaminación e Índices de Carga Contaminante (ICC) (Müller, 1979). Se presentan también los ICC globales por estación y por metal.

El ICC global obtenido para las todas las estaciones es de contaminación ligera, excepto la estación L-N20 que presenta contaminación media. De forma global en la masa de agua existe contaminación ligera de Cr, Cu, Fe, Ni, Pb y Zn; así como contaminación media de Hg y Mn.

ESTACION	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn	ICC GLOBAL
L-N10	NC	CL	NC	CL	CL	CL	CL	CL	NC	CL
L-N20	NC	CL	CL	C	CF	C	CL	C	CL	C
L-B10	NC	CL	CL	CL	NC	C	CL	CL	CL	CL
L-B20	NC	CL	NC	CL	NC	C	CL	CL	CL	CL
L-REF30	CL	CL	NC	CL	C	CL	CL	CL	CL	CL
TOTAL	NC	CL	CL	CL	C	C	CL	CL	CL	CL

Tabla 227 Clasificación de la contaminación en los sedimentos basada en los Factores de Contaminación e Índices de Carga Contaminante (ICC) (Müller, 1979) CE: contaminación extrema; C: contaminación media; CL: contaminación ligera; NC: no contaminado.

En la Figura 298 se muestra la evolución del índice de carga contaminante global de metales pesados. La línea negra indica el límite de contaminación. En las estaciones L-B10, L-REF30 y L-N10 no se supera el valor de 2 en los muestreos más recientes. Sin embargo, en las estaciones L-N20 se supera frecuentemente el valor de 3, y en la estación L-B20 se alcanzan valores próximos a 3.

Como primera aproximación, para estimar la toxicidad potencial de los sedimentos se utilizan como referencia los niveles de toxicidad calculados por Long *et al.* (1995). A la vista de estos valores y de las concentraciones de metales analizadas en la campaña de 2008, se infiere que (i) el nivel bajo de toxicidad para el Cu se supera en L-N20 y L-B10; (ii) el nivel bajo de Hg se supera en L-N10 y el medio en L-N20 y L-REF30; (iii) el nivel bajo de Ni se supera en todas las estaciones (excepto en L-N20, donde se supera el nivel medio); (iv) el nivel bajo de Pb se supera en todas las estaciones; y (v) el nivel bajo de Zn se supera en L-N20, L-B20 y L-REF30. Sin embargo, es posible que en alguna de las estaciones localizadas en esta masa de agua los metales se encuentran en formas residuales o no móviles (Borja *et al*. 2008).

En cuanto a los compuestos orgánicos, siguiendo los criterios utilizados para la evaluación de la contaminación, las estaciones L-REF30 y L-N20 presentan contaminación ligera, principalmente debido a PAHs, PCBs y DDT. Siguiendo los criterios utilizados para la evaluación de la toxicidad (Long *et al.* 1995) se supera el nivel bajo de toxicidad de PCBs en al estación L-REF30.

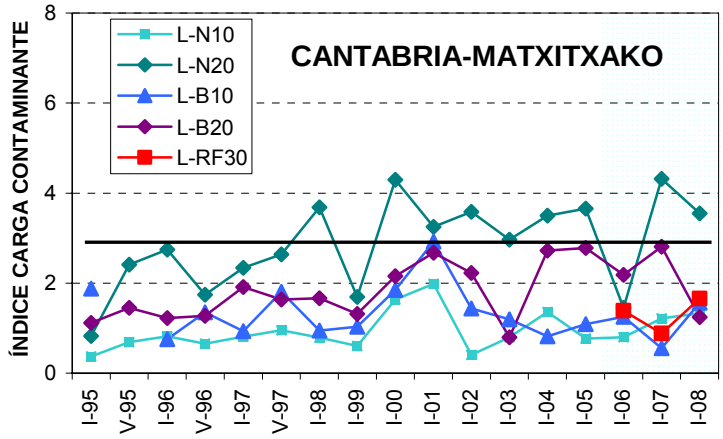


Figura 298 Evolución del índice de carga contaminante global de metales pesados. La línea negra indica el límite de contaminación.

16.6. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

Esta zona costera no ha presentado entre 2005 y 2008 ninguna obra, actuación o acción que altere de manera significativa su morfología ni las corrientes o mareas, por lo que su situación puede calificarse de Muy Buena (cumple), para este elemento.

RED DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LAS AGUAS DE TRANSICIÓN Y COSTERAS DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO

17. MASA DE AGUA COSTERA MATXITXAKO-GETARIA

Pasaia, junio de 2009

ÍNDICE

TOMO 17.- MASA DE AGUA COSTERA MATXITXAKO-GETARIA 465

17.1. RESUMEN ESTADO ECOLÓGICO. MATXITXAKO-GETARIA 467

17.2. ESTACIONES DE MUESTREO 467

17.3. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS 469

17.3.1 PARÁMETROS ESTRUCTURALES 469

17.3.2 CALIDAD BIOLÓGICA 473

17.4. VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO 474

17.4.1 FITOPLANCTON 474

17.4.2 MACROALGAS 477

17.5. INDICADORES FISICOQUÍMICOS 516

17.5.1 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN AGUAS 516

17.5.2 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS 521

17.6. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS 526

17.1. RESUMEN ESTADO ECOLÓGICO. MATXITXAKO-GETARIA

En 2004 se realizó el estudio de presiones e impactos en esta masa de agua.

Asociados a esta masa se contabilizan varios puertos pesqueros y comerciales (Bermeo, Elantxobe, Mutriku). Los vertidos más importantes son los de algunas depuradoras, como en Ondarroa o Deba; y las entradas desde los estuarios vecinos (fundamentalmente el Deba y Urola, pero también los pequeños ríos del Oka, Lea y Artibai).

Fuera de estas presiones no existen otras importantes en la zona.

En la Tabla 228 se presenta el Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado Ecológico en la masa de agua de Matxitxako-Getaria, junto con la estación de referencia (L-REF20), frente a Deba, en la plataforma continental.

En general, los elementos biológicos de esta masa de agua de Matxitxako-Getaria, se encuentran en un estado de buena o muy buena calidad biológica. Hay que tener en cuenta que esta parte de la costa vasca es la que menos población soporta y sólo el caudal del Deba es considerable. El resto de ríos llevan menos caudal e introducen pocos contaminantes al sistema, por lo que todo ello explica la buena situación.

Por otro lado, la calidad química y físico-química es muy buena en aguas, y sólo en una estación ha habido un incumplimiento en sedimentos.

En cuanto a la estación de referencia (L-REF20), frente a Deba, en la plataforma continental, la calidad de todos los elementos es muy buena.

	ELEMENTOS BIOLOGICOS			ESTADO BIOLÓGICO	ELEMENTOS Físico-Químicos	QUÍMICA		ELEMENTOS Morfológicos	ESTADO ECOLÓGICO	Equivalencia	Tanto por Uno	Valor global	CALIFICACIÓN EST. ECOLÓGICO MASA DE AGUA
	Fitoplancton	Macroalgas	Bentos			>LD	>NC						
L-OK10	MB	MB	B	B	MB	No	No	MB	B	8	0.2	1.6	8
L-L10	MB	B	MB	B	MB	No	No	MB	B	8	0.2	1.6	
L-L20	MB	MB	B	B	MB	No	No	MB	B	8	0.2	1.6	
L-A10	MB	B	MB	B	MB	No	No	MB	B	8	0.13	1.04	
L-D10	MB	B	MB	B	MB	No	No	MB	B	8	0.12	0.96	
L-U10	MB	B	B	B	MB	No	No	MB	B	8	0.15	1.2	
L-REF20	MB	-	MB	MB	MB	No	No	MB	MB				

Tabla 228 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado Ecológico en la masa de agua de Matxitxako-Getaria y estación de referencia L-REF20, en 2008.

Figura 299 Calificación del Estado Ecológico y ubicación de estaciones en la masa de agua litoral de Matxitxako-Getaria: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Aceptable; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

17.2. ESTACIONES DE MUESTREO

En la masa de agua litoral de Matxitxako-Getaria se analiza anualmente un total de 6 estaciones litorales, y una estación de referencia (fuera de la masa). Por otro lado, en años diferentes (completando toda el área en el período 2005-2008) se analizaron 15 zonas de macroalgas en la zona litoral. Sus posiciones se observan en la Tabla 229.

Cod_Estación	Estación	UTMX	UTMY	Tipo de Estación
L-OK10	Litoral de Mundaka (Oka)	524250,65	4810030,91	Litorales
L-L10	Litoral de Elantxobe (Kai Arri) (Lea)	533699,73	4805814,10	Litorales
L-L20	Litoral de Lekeitio (Lea)	541453,21	4802562,36	Litorales
L-A10	Litoral de Ondarroa (Artibai)	548544,61	4798500,18	Litorales
L-D10	Litoral de Deba (Deba)	548544,61	4798500,18	Litorales
L-U10	Litoral de Zumaia (Urola)	561520,42	4796532,43	Litorales
L-REF20	Estación de referencia			Litorales
M-LOK1	Oka Zona 01. Litoral Macroalgas	524690,95	4806489,11	Litorales (Macroalgas)
M-LOK2	Oka Zona 02. Litoral Macroalgas	524589,39	4805908,81	Litorales (Macroalgas)
M-LOK3	Oka Zona 03. Litoral Macroalgas	524976,26	4804888,44	Litorales (Macroalgas)
M-LOK4	Oka Zona 04. Litoral Macroalgas	525600,09	4805754,06	Litorales (Macroalgas)
M-LL1	Lea Zona 01. Litoral Macroalgas	540840,76	4801887,42	Litorales (Macroalgas)
M-LL2	Lea Zona 02. Litoral Macroalgas	540941,60	4801664,16	Litorales (Macroalgas)
M-LL3	Lea Zona 03. Litoral Macroalgas	541293,33	4801498,01	Litorales (Macroalgas)
M-LA2	Artibai Zona 02. Litoral Macroalgas	547837,60	4797069,61	Litorales (Macroalgas)
M-LA1	Artibai Zona 01. Litoral Macroalgas	547757,49	4796895,20	Litorales (Macroalgas)
M-LA2	Artibai Zona 02. Litoral Macroalgas	547837,60	4797069,61	Litorales (Macroalgas)
M-LA1	Artibai Zona 01. Litoral Macroalgas	547757,49	4796895,20	Litorales (Macroalgas)
M-LU1a	Urola Zona 01a. Litoral Macroalgas	560088,00	4795025,00	Litorales (Macroalgas)
M-LU1b	Urola Zona 01b. Litoral Macroalgas	560135,00	4795009,00	Litorales (Macroalgas)
M-LU1c	Urola Zona 01c. Litoral Macroalgas	560160,00	4795001,00	Litorales (Macroalgas)
M-LU2	Urola Zona 02. Litoral Macroalgas	561817,00	4795562,00	Litorales (Macroalgas)

Tabla 229 Estaciones de muestreo en la masa de agua costera de Matxitxako-Getaria.

17.3. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

17.3.1 PARÁMETROS ESTRUCTURALES

Los parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua costera Matxitxako-Getaria, en invierno de 2008 pueden verse en la Tabla 230.

Los parámetros estructurales en la estación litoral L-OK10 presentan valores bajos, similares a los registrados en los años 1999 y 2002. La causa más probable de estos resultados, tal y como se ha indicado en el tomo anterior, es el mal funcionamiento de la draga, como consecuencia de lo cual, una de las réplicas fue azóica y en otra sólo se identificó un único individuo de macroinvertebrado bentónico de sustrato blando.

Pese a la pobreza observada en la presente campaña (5 especies y 37 ind·m^{-2}) (Figura 300), los datos faunísticos obtenidos caracterizados por la presencia de especies como *Urothoe pulchella* y *Magelona johnstoni*, parecen indicar que se trata de la misma comunidad observada años anteriores, descrita por BORJA *et al.* (2004) como Comunidad de *Tellina-Venus*, y ampliamente extendida en el SE del Golfo de Vizcaya sobre fondos arenosos a 10-70 m de profundidad.

Por grupos ecológicos dominan las especies sensibles a la alteración del medio (Figura 301), lo que permite que la estación presente, en función de AMBI, alteración nula (Tabla 230). En este sentido, la estación L-OK10 presenta valores de AMBI muy estables a lo largo del tiempo (0,3-1,5), siempre con dominancia de especies adscritas al grupo ecológico I.

La estación L-L10 continúa en la presente campaña la tendencia observada en 2006 y 2007, disminuyendo la densidad y riqueza específica hasta 85 ind·m^{-2} y 9 especies.

Si se estudia la evolución de dichos parámetros a lo largo del tiempo, se puede concluir que tanto densidad como número de especies presentan un patrón temporal irregular (Figura 300). Los bajos valores de diversidad obtenidos en 2008 contrastan con los observados en campañas anteriores y siguen la tendencia general observada en el resto de estaciones litorales, debido al mal funcionamiento de la draga.

El grupo trófico mayoritario es el de los detritívoros superficiales (81%), a los que siguen los carnívoros (13%) y los suspensívoros (6%).

Al igual que la estación L-OK10, también L-L10 presenta alteración nula, con AMBI=0,2 (Tabla 230). Como en el resto de campañas, el grupo ecológico dominante es el correspondiente a las especies sensibles a la alteración del medio (88%), con valores de AMBI que a lo largo del seguimiento oscilan entre 0,2 y 1,7 (Figura 301).

PARÁMETRO	UNIDAD	ESTACIÓN						
		L-OK10	L-L10	L-L20	L-A10	L-D10	L-U10	L-REF20
Densidad	nº·m^{-2}	37	85	85	203	363	101	816
Biomasa	g·m^{-2}	0,100	0,661	11,853	0,9925	46,264	0,997	14,808
Riqueza	nº	5	9	10	18	31	10	47
Diversidad número	bit·ind^{-1}	2,13	2,77	3,08	3,63	4,20	2,77	4,96
Diversidad biomasa	bit·g^{-1}	1,24	1,73	0,11	1,08	0,20	1,84	2,62
Equitabilidad número		0,92	0,88	0,93	0,87	0,85	0,84	0,89
Equitabilidad biomasa		0,54	0,55	0,03	0,26	0,04	0,56	0,47
Diversidad máxima	bits	2,32	3,17	3,32	4,17	4,95	3,32	5,55
AMBI		1,125	0,181	1,222	0,871	2,154	0,714	2,213
Clasificación AMBI		Alteración Nula	Alteración Nula	Alteración Ligera	Alteración Nula	Alteración Ligera	Alteración Nula	Alteración Ligera

Tabla 230 Parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua costera Matxitxako-Getaria.

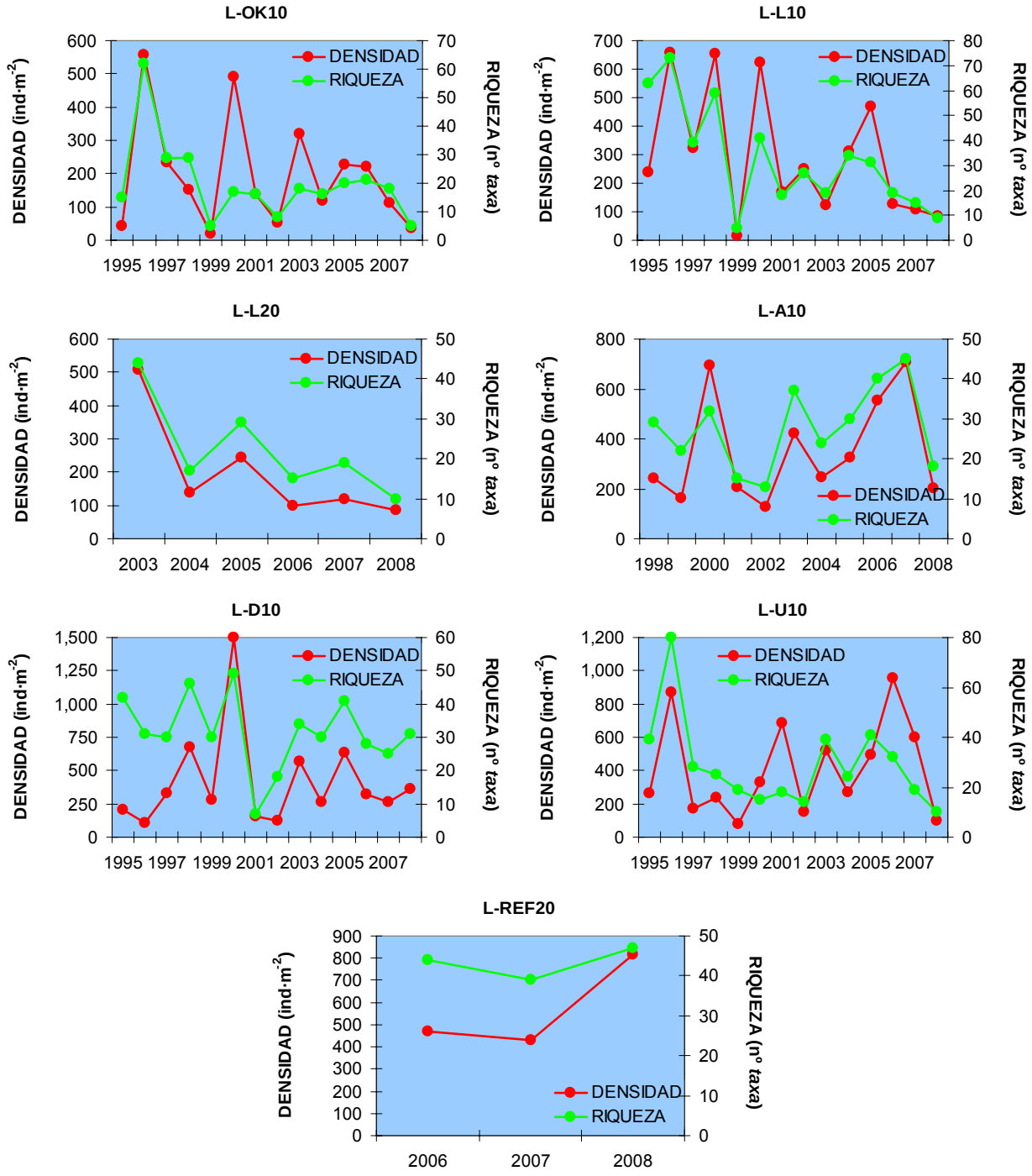


Figura 300 Evolución de la densidad y de la riqueza en las estaciones L-OK10, L-L10, L-L20, L-A10, L-D10, L-U10 y L-REF20 (Matxitxako-Getaria).

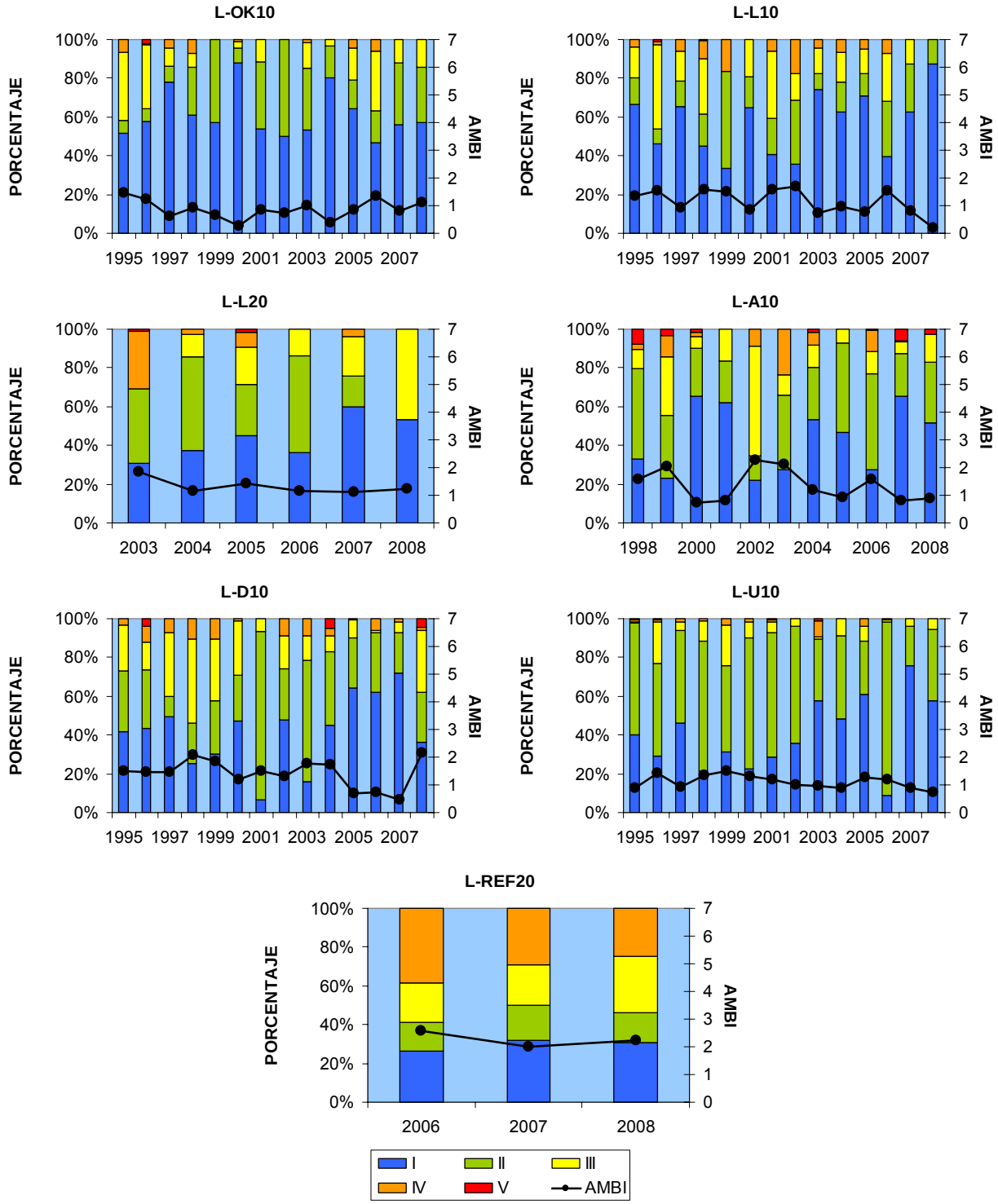


Figura 301 Evolución del porcentaje de cada grupo ecológico y de AMBI en las estaciones L-OK10, L-L10, L-L20, L-A10, L-D10, L-U10 y L-REF20 de la masa de agua costera Matxitxako-Getaria.

La estación L-L20, presenta un patrón temporal para los parámetros estructurales muy irregular. Atendiendo a la variabilidad entre las distintas réplicas, parece razonable concluir que se trata de una zona muy heterogénea, probablemente debido al elevado hidrodinamismo, también patente en la distribución granulométrica del sedimento (95% de arenas). Destaca el valor de la diversidad para la biomasa (0,11 bit·g^{-1}), que es el más bajo del ámbito litoral, debido a la presencia de un ejemplar del bivalvo *Chamelea gallina* que aporta el 99% de la biomasa total.

La estructura trófica de la comunidad está dominada por los detritívoros superficiales (63%), seguidos por los detritívoros subsuperficiales (25%) y los carnívoros (4%).

La estación presenta alteración ligera, con AMBI=1,2 (Tabla 230). Domina el grupo ecológico I (53%), que siempre ha sido uno de los mayoritarios desde que comenzara a controlarse la estación en 2002 (Figura

301). No se observa ninguna tendencia clara a lo largo del seguimiento con valores de AMBI de entre 1,1 y 1,8.

La tendencia a la recuperación observada entre 2005 y 2007 en la estación L-A10, se ve interrumpida en la presente campaña con un gran descenso en los valores de los parámetros estructurales (628 ind·m^{-2} y 45 *taxa* en 2007; 203 ind·m^{-2} y 18 *taxa* en 2008). Si se estudia la evolución de dichos parámetros a lo largo del tiempo, se ve que tanto densidad como número de *taxa* presentan un patrón temporal irregular.

Tal y como ocurría en campañas anteriores, la presencia de especies como *Pisione remota*, *Polygordius appendiculatus* y *Protodorvillea kefersteini* indican que se trata de una comunidad de arenas de *Amphioxus*. Esta comunidad ha sido citada por diversos autores tanto en el Atlántico (THORSON, 1957) como en el Mediterráneo (PERES y PICARD, 1964), y se caracteriza por presentar sedimentos sometidos a un elevado hidrodinamismo, con dominancia de arenas, presencia de gravas y bajos contenidos en limos y materia orgánica.

La estructura trófica de la comunidad está dominada por los carnívoros (58%) seguidos por los detritívoros superficiales (34%) y por los omnívoros (8%).

Según la clasificación de AMBI, la estación presenta alteración nula (AMBI=0,9) (Tabla 230), con dominancia del grupo ecológico I (51%). No se observa tendencia clara a lo largo del seguimiento (Figura 301), habiendo oscilado los valores entre un mínimo de 0,7 en 2000 y un máximo de 2,3 en 2002.

Los valores de densidad y riqueza específica (363 ind·m^{-2} y 31 *taxa*), que se sitúan entre los más altos del ámbito litoral para 2008, han aumentado ligeramente respecto a la campaña de 2007 (262 ind·m^{-2} y 25 *taxa*) volviendo a registrar valores similares a los de 2006 (321 ind·m^{-2} y 28 ind·m^{-2}).

El reparto equitativo de especies hace que el valor de diversidad estimado a partir de los datos de densidad (4,2 bit·ind^{-1}) se sitúe entre los más altos de 2008 para todas las estaciones litorales. Sin embargo, la diversidad estimada a partir de las biomasas específicas (0,2 bit·g^{-1}) es de las más bajas, debido a 2 ejemplares del erizo irregular *Echinocardium cordatum* que aportan el 97% de la biomasa total de la estación.

Como viene siendo habitual a lo largo del estudio, la composición faunística parece caracterizar esta estación como Comunidad de Arenas de *Amphioxus*. La ausencia en 2008 del cefalocordado *Branchiostoma lanceolatum*, especie que da nombre a la comunidad, parece confirmar el descenso acusado de sus poblaciones en la costa guipuzcoana, descrito por MARTÍNEZ *et al.* (2007).

Todos los grupos tróficos contemplados se encuentran representados en esta estación, dominando los carnívoros (34%), omnívoros (32%) y detritívoros superficiales (24%). A continuación se sitúan los detritívoros subsuperficiales (8%) y los suspensívoros (2%).

La estación presenta alteración ligera (AMBI=2,2) (Tabla 230), con dominancia de especies sensibles a la alteración del medio (36%) y especies tolerantes (32%). Atendiendo a la evolución que sigue la estación desde que se iniciara su seguimiento en 1995 (Figura 301), se observa cierta tendencia positiva por la que la dominancia del grupo ecológico I aumenta gradualmente (del 38% en 1995 al 72% en 2007) y el valor estimado para AMBI disminuye (de 1,5 en 1995 a 0,95 en 2007), aunque en la presente campaña de 2008 se ha observado cierta regresión. Sin embargo, dicha regresión se deba probablemente al mal funcionamiento de la draga, por lo que en próximas campañas se espera una nueva recuperación.

La riqueza específica de la estación L-U10, que en el año 2005 había aumentado hasta 40 *taxa*, continúa el descenso observando en 2006 y 2007, registrándose en la presente campaña los valores mínimos de densidad (101 ind·m^{-2}) y riqueza específica (10 *taxa*) desde el inicio del estudio.

Atendiendo a los datos faunísticos y granulométricos de los años anteriores, parece que la zona frente a la desembocadura del Urola es bastante heterogénea, por lo que a lo largo del tiempo se encuentran alternancias entre comunidades como la Lusitánico-boreal de *Tellina tenuis* (STEPHEN, 1930) y la de Arenas de *Amphioxus*. Estas alternancias habría que atribuirlas más a la heterogeneidad espacial que a cambios temporales.

La abundancia de *Ampelisca cavicoxa*, con un 42% del total de individuos, determina una estructura trófica dominada por los detritívoros superficiales con un 68%, seguidos por los carnívoros con el 26% y, en menor medida, por los omnívoros 6%.

La estación presenta alteración nula (Tabla 230), con un valor de AMBI estimado de 0,7 y clara dominancia del grupo ecológico I (58%). No se observa ninguna tendencia en los valores de AMBI calculados a lo largo del seguimiento (Figura 301), aunque sí parece detectarse un cambio en la estructura de los grupos ecológicos por el que las especies sensibles son más

abundantes a partir de 2003 (salvo en 2006), que previamente.

Frente a la costa de Zumaia, junto a la isobata de 100 m, se localiza la estación L-REF20. Esta estación, presenta la densidad más alta de todo el ámbito litoral para la presente campaña (816 ind·m^{-2}) y tanto la riqueza (47 *taxa*) como la diversidad específica (4,96 bit·ind^{-1}) se sitúan entre las más elevadas. Respecto a campañas anteriores, se observa un aumento en el valor de los parámetros estructurales, especialmente en la densidad (470 bit·ind^{-1} en 2006 y 432 bit·ind^{-1} en 2007) y en la riqueza (44 *taxa* en 2006 y 39 *taxa* en 2007).

Las poblaciones faunísticas de esta estación permanecen estables a lo largo del periodo de estudio y presentan especies características de la Comunidad de *Amphiura* (*Thyasira flexuosa*, *Prionospio fallax*, *Terebellides stroemii* y *Nephtys* sp.), además de otras especies como *Paradiopatra calliopae*, *Myriochele oculata* y *Euchone incolor*, propias de la Comunidad de *Auchenoplax crinita-Paradiopatra calliopae-Ditrupa arietina*. Esta transición entre comunidades ha sido descrita a mayor profundidad (160-225 m) en la plataforma guipuzcoana (MARTÍNEZ y ADARRAGA, 2001). Las especies del género *Amphiura* que dan nombre a la comunidad, descrita por THORSON (1957), aparecen en la costa vasca escasamente representadas.

Todas las categorías tróficas contempladas se encuentran representadas, dominando el grupo de los detritívoros superficiales (62%), seguido por el de los carnívoros (27%) y, en menor proporción, detritívoros subsuperficiales (7%), suspensívoros (3%) y omnívoros (1%).

La estación presenta alteración ligera, con AMBI=2,2 (Tabla 230). La estructura por grupos ecológicos es similar a la detectada la pasada campaña (Figura 301). Así, domina el grupo ecológico I con el 31% de los efectivos (32% en 2007), seguido por especies tolerantes (29%),y por oportunistas de segundo orden (25%) e indiferentes a la alteración del medio (15%).

17.3.2 CALIDAD BIOLÓGICA

En lo referente a la evaluación del estado ecológico del compartimento de los macroinvertebrados bentónicos, la calificación obtenida por la estación **L-OK10** a partir de M-AMBI es de **Buen Estado** (Figura 302). En general, la estación mantiene la calificación de Muy Buen Estado a lo largo del seguimiento, salvo por las campañas de 1999, 2002 y la presente campaña de 2008, en las que baja a Buen Estado o a Estado Moderado (EQR=0,70, EQR=0,52 y EQR=0,66, respectivamente).

La estación **L-L10** muestra un comportamiento similar (Figura 302), manteniéndose en Muy Buen Estado a lo largo de todo el seguimiento, excepto en las campañas de 1999 y 2002 (EQR=0,70 y EQR=0,68, respectivamente), en que presentó Buen Estado. En la campaña de 2008 también mantiene **Muy Buen Estado**, con EQR=0,80.

La estación **L-L20**, que comenzó a muestrearse en 2002, presenta **Buen Estado** (Figura 302). Esto supone un empeoramiento de la calidad, ya que hasta la pasada campaña de 2007, venía presentando Muy Buen Estado (EQR=0,84-1,00). Sin embargo, como ya se ha indicado para otras estaciones litorales, posiblemente la causa de la regresión, pueda ser el mal funcionamiento de la draga. Además, el valor de EQR estimado (0,76), se encuentra cerca del límite con el Muy Buen Estado.

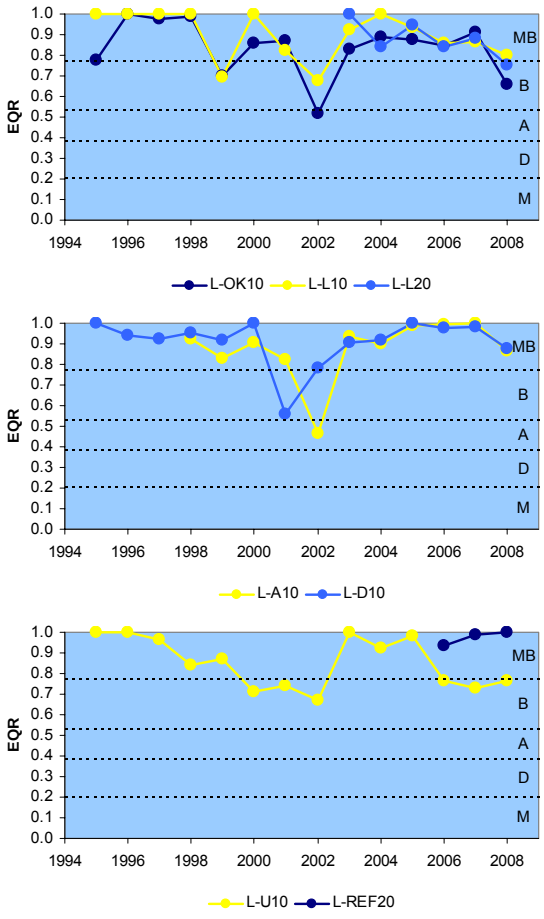


Figura 302 Evolución de EQR para las estaciones de la masa de agua costera Matxitxako-Getaria.

La estación **L-A10** presenta **Muy Buen Estado** (Figura 302). En este caso, la estación viene muestreándose desde el año 1998, y siempre ha mantenido la calificación, salvo en 2002 (Estado Aceptable, con EQR=0,46). Los valores de EQR han variado (dejando de lado la campaña de 2002) entre 0,82 y 1,00.

Al igual que la estación L-A10, también **L-D10** presenta **Muy Buen Estado** (Figura 302) y, del mismo modo, ha mantenido la calificación a lo largo de todo el seguimiento, salvo en la campaña de 2001 (Buen Estado; EQR=0,56). A partir de 2002, los valores de EQR se han movido entre un mínimo de 0,78 en 2002 y un máximo de 1,00 en 2005.

La estación **L-U10** presenta **Buen Estado** en la presente campaña de 2008 (Figura 302), con una evolución temporal algo diferente a la del resto de estaciones de la masa de agua. Así, entre 1995 y 2002 presentó una tendencia negativa por la que pasó de Muy Buen Estado (EQR=1,00) a Buen Estado (EQR=0,67). Sin embargo, en 2003-2005 volvió a presentar Muy Buen Estado, con EQR=0,93-1,00, disminuyendo en 2006 a EQR=0,76 (Buen Estado) y en 2007 a EQR=0,73. Ahora, se observa un ligero incremento a EQR=0,77.

Por último, la estación **L-REF20**, que se considera de referencia para la masa de agua y comenzó a muestrearse en 2006, presenta **Muy Buen Estado** (Figura 302), del mismo modo que lo hiciera las pasadas campañas de 2006 y 2007. Los valores de EQR estimados han sido 0,94 en 2006, 0,99 en 2007 y 1,00 en 2008.

17.4. VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO

FITOPLANCTON

CLOROFILA

En la masa de agua costera Matxitxako-Getaria la concentración de clorofila “a” se midió en seis estaciones (L-OK10, L-L10, L-L20, L-A10, L-D10 y L-U10) y a dos profundidades. Los muestreos se realizaron en cuatro épocas (invierno, primavera, verano y otoño). En este apartado también se presentan los resultados correspondientes a una estación considerada de referencia para esta masa de agua (L-REF20), que se sitúa a mayor distancia de la línea de costa que las anteriores.

Con objeto de averiguar si la biomasa fitoplanctónica se distribuía homogéneamente en el eje vertical de la columna de agua o si, por el contrario, existían diferencias significativas entre superficie y fondo, se compararon los valores medios mediante un test “t-student”. Así, tomando todos los datos de clorofila de la masa de agua costera Matxitxako-Getaria (n=24, para cada profundidad), la clorofila supuso 0,3 ± 0,2 µg l^{-1} en superficie y 1,6 ± 1,8 µg l^{-1} en fondo (media ± desv. típica). Al contrario que en años anteriores, en 2008 se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre ambas profundidades ($p<0,01$). Realizando el mismo análisis estadístico con el conjunto de las estaciones marinas de referencia (L-REF10, L-REF20 y L-REF30) también se detectaron diferencias significativas entre superficie (0,3 ± 0,2 µg l^{-1}) y fondo (0,8 ± 0,5 µg l^{-1}), $p<0,05$. Estas diferencias fueron especialmente notables en la campaña de primavera, donde llegaron a registrarse valores muy elevados en algunas estaciones en fondo: hasta ~7 µg l^{-1} en las estaciones L-OK10 y L-L20. Valores superiores a éstos, en el litoral, sólo se habían registrado en dos ocasiones: en el verano de 1998 en la estación L-O10 (superficie) con 14 µg l^{-1} y en el verano de 2000 en la estación L-B10 (fondo) con 19 µg l^{-1}.

No obstante, los valores de superficie y fondo se han promediado para cada una de las estaciones estudiadas, con objeto de representar las condiciones generales y poder comparar los resultados con los de años anteriores.

En la Figura 303 se representa la concentración de clorofila en las estaciones situadas en la masa de agua costera Matxitxako-Getaria y en la estación marina de referencia para esta masa de agua (estación L-REF20).

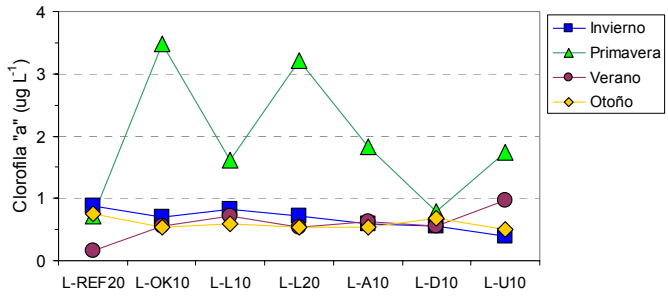


Figura 303 Variación de la concentración de clorofila en la estación marina de referencia y en las estaciones de Matxitxako-Getaria, en el año 2008. Se muestra el promedio de la clorofila medida a dos profundidades (superficie y fondo) para las cuatro épocas del año.

En el conjunto de los datos, la concentración de clorofila (media de superficie y fondo) osciló entre un mínimo de 0,2 µg l^{-1} y un máximo de 3,5 µg l^{-1}, valores que se registraron en verano y primavera, respectivamente.

En primavera las estaciones costeras superaron generalmente a la estación de referencia en concentración de clorofila. Es de destacar la fuerte variabilidad estacional detectada en el año 2008 en las aguas costeras de Matxitxako-Getaria. No obstante, los picos de primavera fueron debidos, en todas las estaciones de muestreo, a la clorofila encontrada en fondo. Así, se pudieron medir diferencias de hasta 6 µg l^{-1} entre ambas profundidades en las estaciones L-OK10 y L-L20. Las diferencias fueron menores pero también importantes (3 µg l^{-1}) en las estaciones L-L10, L-A10 y L-U10. Estas diferencias en el eje vertical de la columna de agua podrían reflejar la ocurrencia de un "bloom" (floración fitoplanctónica) en la costa y su posterior sedimentación. En las floraciones de primavera en los mares costeros es habitual que dominen en la comunidad fitoplanctónica las especies de diatomeas de tamaño grande, que si no son consumidas por el zooplancton tienden a sedimentar en la columna de agua.

COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DEL FITOPLANCTON

En la Tabla 231 se indica la abundancia, riqueza y diversidad del fitoplancton en la estación marina de referencia L-REF20 y en las estaciones situadas en la masa de agua costera Matxitxako-Getaria. Al igual que la biomasa fitoplanctónica (clorofila), estas variables se midieron en las cuatro épocas del año (invierno, primavera, verano y otoño).

Estación	L-REF20	L-OK10	L-L10	L-L20	L-A10	L-D10	L-U10
Fecha	12/02/2008	12/02/2008	13/02/2008	13/02/2008	13/02/2008	13/02/2008	12/02/2008
Abund. (Céls./ml)	273	125	192	192	97	93	68
Divers. (bit/cel)	3,1	3,6	3,1	3,4	2,7	2,5	3,1
Riqueza (Nº sp.)	20	20	17	25	19	17	18
Estación	L-REF20	L-OK10	L-L10	L-L20	L-A10	L-D10	L-U10
Fecha	07/05/2008	07/05/2008	07/05/2008	07/05/2008	07/05/2008	07/05/2008	07/05/2008
Abund. (Céls./ml)	457	211	407	196	299	186	267
Divers. (bit/cel)	3,1	3,1	2,4	3,1	3,2	3,9	3,0
Riqueza (Nº sp.)	34	37	30	27	29	39	35
Estación	L-REF20	L-OK10	L-L10	L-L20	L-A10	L-D10	L-U10
Fecha	29/08/2008	29/08/2008	29/08/2008	29/08/2008	29/08/2008	29/08/2008	29/08/2008
Abund. (Céls./ml)	156	127	776	605	605	1.141	1.164
Divers. (bit/cel)	3,1	2,7	3,1	3,2	3,5	3,3	3,4
Riqueza (Nº sp.)	22	14	33	36	30	34	27
Estación	L-REF20	L-OK10	L-L10	L-L20	L-A10	L-D10	L-U10
Fecha	24/10/2008	24/10/2008	24/10/2008	24/10/2008	24/10/2008	24/10/2008	24/10/2008
Abund. (Céls./ml)	251	174	301	288	249	269	297
Divers. (bit/cel)	2,7	3,6	3,4	3,4	3,0	2,8	3,0
Riqueza (Nº sp.)	17	28	28	28	28	28	21

Tabla 231 Índices relacionados con fitoplancton en cuatro épocas a lo largo de 2008. Se indican para la estación marina de referencia y para las estaciones costeras de Matxitxako-Getaria.

En la estación marina de referencia, la densidad de fitoplancton presentó el valor máximo en primavera ($4{,}6 \cdot 10^5$ células l^{-1}) y el mínimo en verano ($1{,}6 \cdot 10^5$ células l^{-1}). En invierno, se observaron muy pocas diatomeas y los taxones con mayor abundancia fueron haptofitas y dinoflagelados de tamaño pequeño. En primavera, aumentó la densidad de fitoplancton y pudieron observarse mayor riqueza de especies, especialmente en diatomeas y dinoflagelados. En verano, durante el mínimo de densidad fitoplanctónica, se observó un aumento de la contribución relativa de las diatomeas, éstas en su mayoría fueron de pequeño tamaño. La comunidad de otoño, presentó una abundancia y composición muy similar a la de invierno.

En la masa de agua costera, el máximo de abundancia se registró en verano, en las estaciones cercanas a la desembocadura del Deba (L-D10) y del Urola (L-U10), donde se contaron aproximadamente $1 \cdot 10^6$ células l^{-1}. Los valores mínimos se registraron en invierno en las mismas estaciones (<10^5 células l^{-1}).

El invierno, la abundancia en las estaciones costeras fue inferior a la de la estación marina de referencia. En las estaciones del litoral del Oka, Lea y Artibai, la comunidad estuvo compuesta en su mayor parte por pequeños flagelados, criptofitas y haptofitas. En las estaciones del litoral del Deba y el Urola, se observó un porcentaje más alto de diatomeas en la abundancia total, aunque ésta fue muy baja. En primavera, aumentó la riqueza de especies y la densidad de fitoplancton. La comunidad fue muy diversa y, generalmente, la abundancia de cada taxón individual fue del orden de 10^3-10^4 células l^{-1}. En algunas muestras se observó una abundancia relativamente superior de algunos taxones, como la diatomea *Chaetoceros* sp., con $1{,}1 \cdot 10^5$ células l^{-1}

en la estación L-A10, y la haptofita *Chrysochromulina* spp., con $1{,}8 \cdot 10^5$ células l^{-1} en la estación L-L10. En verano, se observó una gran variabilidad espacial en riqueza y densidad de fitoplancton. Así, la estación del litoral del Oka (L-OK10) presentó valores muy bajos, e incluso inferiores a los de la estación marina de referencia. En esta estación costera se encontraron muy pocas diatomeas. En el resto de las estaciones las diatomeas aportaron entre el 40 y 70% a la abundancia total, que en algún caso fue muy elevada. La diversidad de especies de diatomeas fue muy alta en esta masa de agua (con excepción de la estación L-OK10). En otoño la abundancia disminuyó en todas las estaciones costeras, salvo en la L-OK10, donde aumentó ligeramente al igual que en la estación marina de referencia. La comunidad estuvo mayoritariamente constituida por haptofitas y pequeños flagelados.

En cuanto a las especies de fitoplancton potencialmente tóxicas en las aguas costeras, hay que citar a la diatomea *Pseudo-nitzschia* spp. (con una abundancia máxima del orden de 10^5 células l^{-1}). En cuanto a las especies potencialmente nocivas para los ecosistemas, se detectó la haptofita *Chrysochromulina* spp. (con un máximo del orden de 10^5 células l^{-1}). Además, se observaron algunas especies de dinoflagelados tóxicos/nocivos en muy baja abundancia, del orden de 10^3 células l^{-1}.

CALIDAD BIOLÓGICA

A partir de 2007 se comienza a aplicar un nuevo criterio de evaluación para el fitoplancton en las aguas costeras, que ha sido acordado en las reuniones europeas de Intercalibración para la Directiva Marco del Agua. Este nuevo método no ha sido aún intercalibrado en aguas de transición, las cuales, por lo tanto, se evalúan en el presente informe con el mismo método que en años anteriores.

El nuevo método para evaluar el estado del fitoplancton en las aguas costeras tienen en cuenta dos indicadores, uno basado en la biomasa fitoplanctónica (percentil 90 de la concentración de clorofila) y otro, basado en la frecuencia de floraciones fitoplanctónicas (frecuencia con la cual un taxón cualquiera supera el umbral de 750.000 células l^{-1}). Ambos indicadores se evalúan en periodos de seis años. Por lo tanto, el presente ejercicio de evaluación para las aguas costeras integra los datos de 2003-2008.

En la Figura 304 se muestra el valor del indicador calculado con los datos de clorofila “a”. El umbral que separa el estado “muy bueno” del estado “bueno” ha sido fijado para las aguas del Cantábrico Oriental en 3,5 µg l^{-1}. Como puede observarse, este valor no es superado en ninguna de las estaciones de muestreo. En éstas el percentil 90 de la clorofila se sitúa en un rango de 0,8–1,4 µg l^{-1} (n=24). La estación de referencia tampoco lo supera, con un valor de 1,1 µg l^{-1} (n=12).

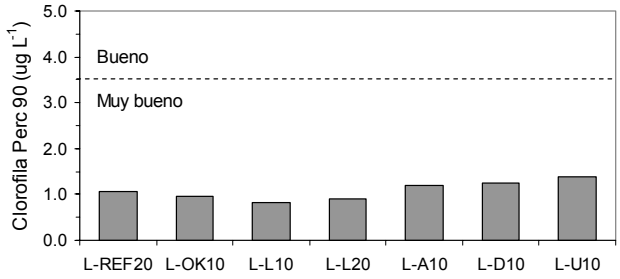


Figura 304 Percentil 90 de la concentración de clorofila en la estación marina de referencia y en las estaciones costeras de Matxitxako-Getaria. Los datos utilizados han sido los de superficie, de las cuatro épocas del año, desde 2003 hasta 2008.

En la Figura 305 se muestra el valor de indicador basado en la abundancia fitoplanctónica. El umbral que separa el estado “muy bueno” del estado “bueno” ha sido fijado para las aguas del Cantábrico Oriental en 20%. En las estaciones costeras la frecuencia de floraciones fitoplanctónicas oscila entre 8-17%, siendo la frecuencia del 0% en la estación marina de referencia. Por lo tanto, este indicador también considera que todas las estaciones se encuentran en estado “muy bueno”.

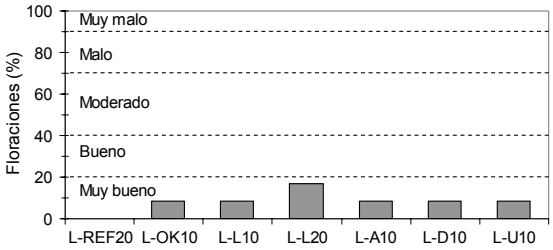


Figura 305 Frecuencia de floraciones fitoplanctónicas (%) en la estación marina de referencia y en las estaciones costeras de Matxitxako-Getaria. Los datos utilizados corresponden a superficie, en primavera y verano, desde 2003 hasta 2008.

En la Tabla 232 se indica el estado ecológico del fitoplancton calculado para el periodo 2003-2008 en la masa de agua costera Matxitxako-Getaria. Siguiendo la nueva metodología, ambos indicadores, el que se basa en los datos de clorofila y el que se basa en la abundancia fitoplanctónica consideran que el estado ecológico es “muy bueno” en todas las estaciones. Por lo tanto, integrando ambos indicadores, **el estado global del fitoplancton** se clasifica como “**muy bueno**” en todas las estaciones de la masa de agua costera

Matxitxako-Getaria, al igual que en la estación marina de referencia (L-REF20). Hay que señalar que para esta última sólo se dispone de datos de los tres últimos años.

ESTACIÓN	Clorofila	Fitoplancton	GLOBAL
L-REF20	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno
L-OK10	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno
L-L10	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno
L-L20	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno
L-A10	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno
L-D10	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno
L-U10	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno

Tabla 232 Masa de agua costera Matxitxako-Getaria. Calificación en función de la concentración de clorofila (percentil 90) y la abundancia de fitoplancton (% floraciones) durante el periodo 2003-2008.

17.4.2 MACROALGAS

Pa ara el estudio de las macroalgas (y los macroinvertebrados que definen comunidades de sustrato duro) de la masa de agua costera Matxitxako-Getaria, en la campaña de 2008 se han analizado dos transectos próximos a la desembocadura del Oka (Figura 306), tres transectos próximos a la desembocadura del Lea (Figura 307) y otros dos transectos próximos a la desembocadura del Artibai (Figura 308). La nomenclatura, al igual que se ha hecho para las macroalgas de las masas de agua de transición, es la siguiente: M de 'Macroalgas'; L de 'Litoral'; OK de 'Oka', L de 'Lea' o A de 'Artibai'; y, luego, el número del transecto. El segundo dígito que aparece en cada uno de los diferentes niveles mareales corresponde a las respectivas sub-zonas en que se ha dividido el transecto correspondiente.

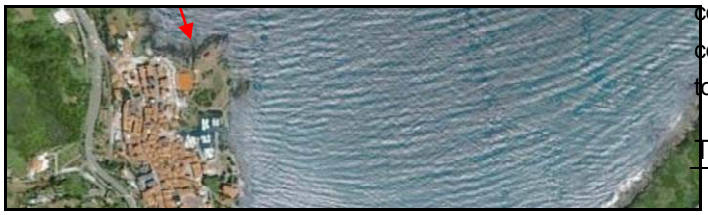


Figura 306 Posición de los transectos muestreados para macroalgas y macrofauna en la zona costera del entorno de Urdaibai.



Figura 307 Posición de los transectos muestreados para macroalgas y macrofauna en la zona costera próxima a Lekeitio.

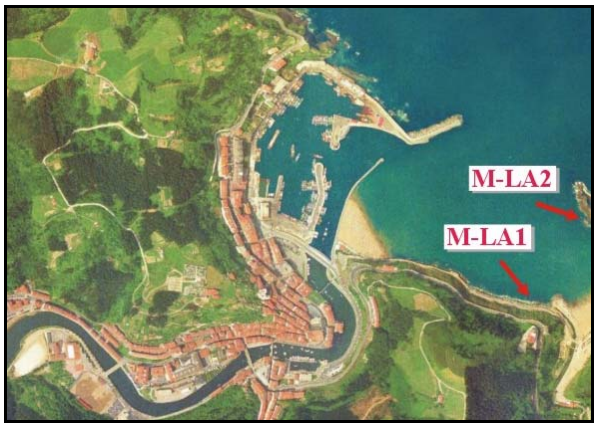


Figura 308 Posición de los transectos muestreados para macroalgas y macrofauna en la zona costera próxima a Ondarroa.

La evaluación de la Calidad Biológica del resto de áreas dentro de la masa de agua se llevará a cabo combinando los datos de la presente campaña de 2008 con los de las dos campañas previas, que abarcan la totalidad de la masa.

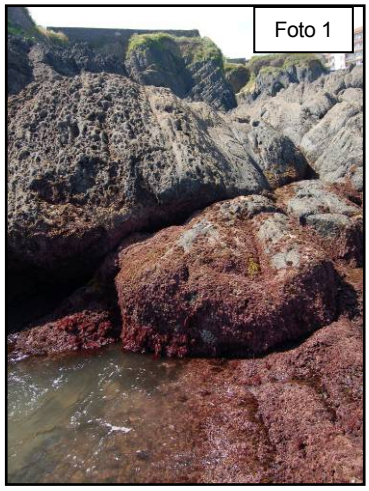
TRANSECTO M-LOK5

El transecto se halla en Urdaibai, en la Punta de Santa Katalina (Figura 306). A pesar del considerable grado de exposición de la costa en esta área, el transecto se encuentra ligeramente protegido y discurre a lo largo de unos bloques rocosos de moderada pendiente al pie del monte Betrokolomendi. La longitud total del transecto es de 16,31 m, con una altura respecto al nivel 0 de marea de 5,86 m (Foto 1).

Longitudinalmente, el transecto presenta una suave pendiente en su primer metro de recorrido, continúa en una pared bastante inclinada en el siguiente y asciende luego por unos bloques de unos 15º de inclinación. En función de la distribución de la biota, se distinguen ocho zonas más o menos diferenciadas, correspondientes a las siguientes facies:

- M-LOK51: Corallina elongata-Cladostephus spongiosus.

- M-LOK52: C. spongiosus-C. elongata-Lithophyllum incrustans.
- M-LOK53: Gelidium corneum.
- M-LOK54: C. elongata-L. incrustans.
- M-LOK55: C. elongata-Caulacanthus ustulatus.
- M-LOK56: *Chthamalus* spp.- *Patella* spp..
- M-LOK57: Chthamalus spp.-Lichina pygmaea.
- M-LOK58: Verrucaria maura.



En la Tabla 233 se indican los valores de los índices de cobertura específica del estudio semicuantitativo, valores que han sido utilizados para la representación gráfica de la Figura 309 y la Figura 310.

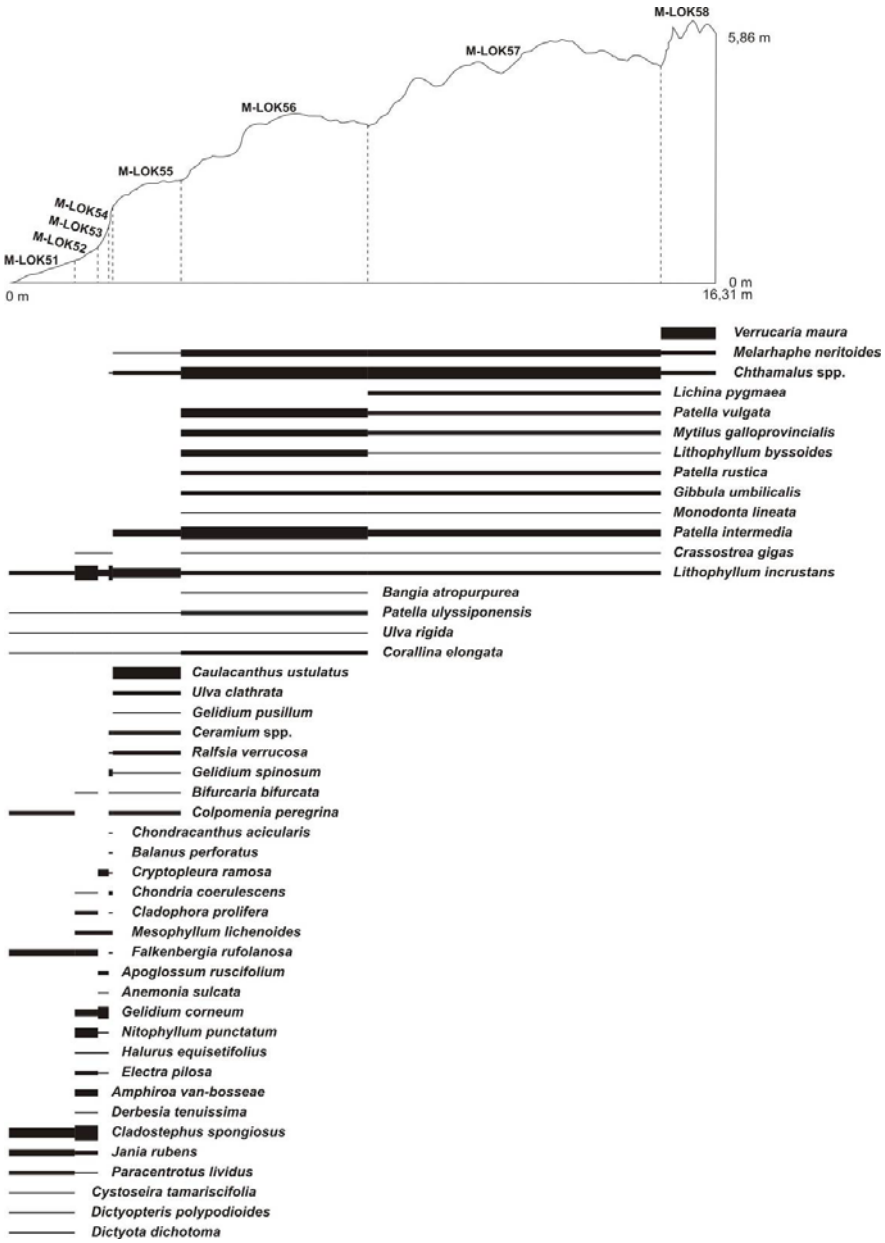


Figura 309 Distribución horizontal de la cobertura de las diferentes especies del transecto M-LOK5.

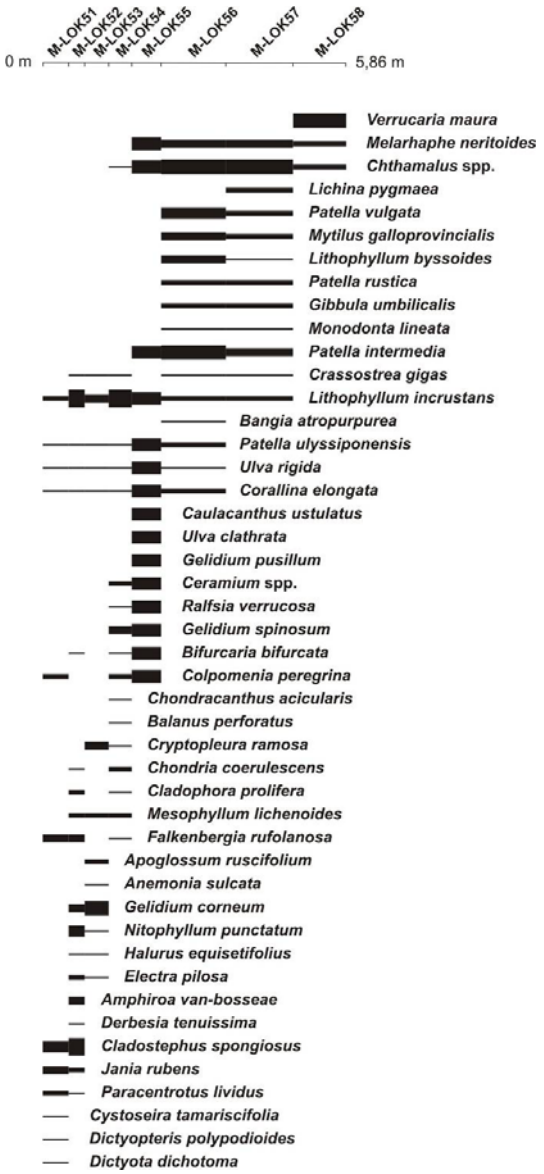


Figura 310 Distribución vertical de la cobertura de las diferentes especies del transecto M-LOK5.

M-LOK5								
ZONAS	1	2	3	4	5	6	7	8
Longitud (m)	0-1,45	1,45-2,01	2,01-2,23	2,23-2,35	2,35-3,94	3,94-8,29	8,29-15,07	15,07-16,31
Altura (m)	0-0,51	0,51-0,86	0,86-1,28	1,28-1,82	1,82-2,40	2,40-3,64	3,64-5,04	5,04-5,86
Verrucaria maura	---	---	---	---	---	---	---	5
Melarhaphe neritoides	---	---	---	---	1	3	3	2
Chthamalus spp.	---	---	---	1	2	5	5	2
Lichina pygmaea	---	---	---	---	---	---	3	---
Patella vulgata	---	---	---	---	--	4	2	---
Mytilus galloprovincialis	---	---	---	---	---	3	2	---
Lithophyllum byssoides	---	---	---	---	---	3	1	---
Patella rustica	---	---	---	---	---	2	2	---
Gibbula umbilicalis	---	---	---	---	---	2	2	---
Monodonta lineata	---	---	---	---	---	1	1	---
Patella intermedia	---	---	---	---	3	5	3	---
Lithophyllum incrustans	2	6	3	6	4	2	2	---
Bangia atropourpurea	---	---	---	---	---	1	---	---
Patella ulyssiponensis	---	---	---	1	3	2	---	---
Ulva rigida	2	2	1	2	3	1	---	---
Corallina elongata	5	6	4	7	6	2	---	---
Caulacanthus ustulatus	---	---	---	---	5	---	---	---
Ulva clathrata	---	---	---	---	2	---	---	---
Gelidium pusillum	---	---	---	---	1	---	---	---
Ceramium spp.	---	---	---	2	2	---	---	---
Ralfsia verrucosa	---	---	---	1	2	---	---	---
Gelidium spinosum	---	---	---	3	1	---	---	---
Bifurcaria bifurcata	---	1	---	1	1	---	---	---
Colpomenia peregrina	2	---	---	2	2	---	---	---
Crassostrea gigas	---	1	1	1	---	1	1	---
Chondracanthus acicularis	---	---	---	1	---	---	---	---
Balanus perforatus	---	---	---	1	---	---	---	---
Cryptopleura ramosa	---	---	3	1	---	---	---	---
Chondria coerulescens	---	1	---	2	---	---	---	---
Cladophora prolifera	---	2	---	1	---	---	---	---
Mesophyllum lichenoides	---	2	2	2	---	---	---	---
Falkenbergia rufolanosa	3	3	---	1	---	---	---	---
Apoglossum ruscifolium	---	---	2	---	---	---	---	---
Anemonia viridis	---	---	1	---	---	---	---	---
Gelidium corneum	---	3	5	---	---	---	---	---
Nithophyllum punctatum	---	4	1	---	---	---	---	---
Halurus equisetifolius	---	1	1	---	---	---	---	---
Electra pilosa	---	+	+	---	---	---	---	---
Amphiroa van-bosseae	---	3	---	---	---	---	---	---
Derbesia tenuissima	---	1	---	---	---	---	---	---
Cladostephus spongiosus	4	6	---	---	---	---	---	---
Jania rubens	3	2	---	---	---	---	---	---
Paracentrotus lividus	2	1	---	---	---	---	---	---
Cystoseira tamariscifolia	1	---	---	---	---	---	---	---
Dictyopteris polypodioides	1	---	---	---	---	---	---	---
Dictyota dichotoma	1	---	---	---	---	---	---	---

Tabla 233 Índices de cobertura de las especies más representativas del transecto M-LOK5, muestreado el 1 de junio de 2008 (para metodología, ver Tomo 1).

FRANJA INFRALITORAL (M-LOK51Y M-LOK52)

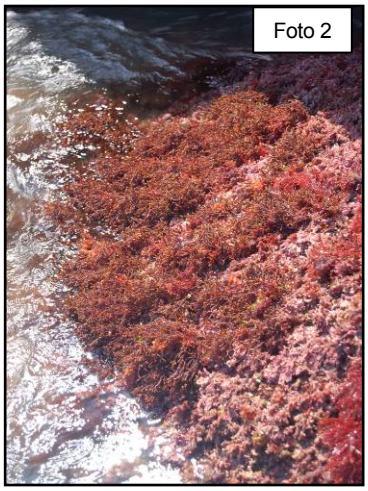
Desde el nivel del mar y hasta una altura de 0,86 m se distinguen dos zonas pertenecientes a la franja infralitoral.

La primera de ellas se sitúa en la confluencia con una plataforma arenosa y consiste en una serie de bloques rocosos de pequeño tamaño diseminados por la arena. La cobertura vegetal es importante. Las matas del alga roja *C. elongata* (40% de cobertura), junto a las de la parda *C. spongiosus* (15%), caracterizan la biota presente. Creciendo sobre ellas, merecen ser destacadas dos especies de algas epífitas. La más visible es *Falkenbergia rufolanosa* (3-5%), tetrasporofito de *Asparagopsis armata*, fácilmente identificable por la morfología esférica de sus frondes. La segunda especie es *Jania rubens*, alga similar a *C. elongata*, aunque algo más delicada, epífita habitual de *C. spongiosus*.

En cuanto a la fauna, apenas se halla representada en esta franja mareal. Tan sólo se han identificado algunos ejemplares aislados del erizo *Paracentrotus lividus*.

A continuación, a una altura de 0,51-0,86 m sobre el nivel 0 de marea, se distingue una segunda zona dentro de la franja infralitoral, caracterizada por el grado de desarrollo que alcanzan las poblaciones del alga parda *C.*

spongiosus (65%). Sin embargo, en función de los valores de cobertura estimados, *L. incrustans* es más abundante, con recubrimientos cercanos al 80%. Le siguen *C. spongiosus* y *C. elongata* (65%) (Foto 2).


Foto 2

La fauna continúa siendo muy pobre. En esta segunda zona tan sólo se identifican algunos ejemplares de *P. lividus*, del gasterópodo *Gibbula umbilicalis* y del briozoo colonial *Electra pilosa*.

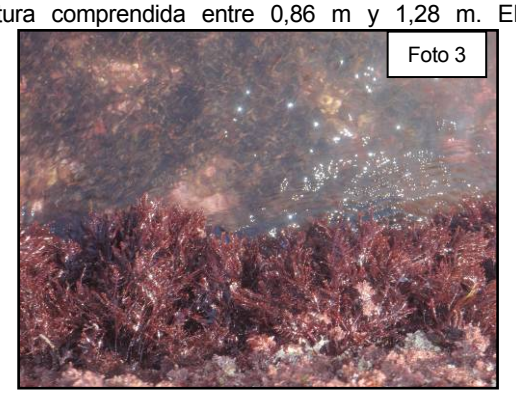
ZONA MEDIOLITORAL INFERIOR (M-LOK53 Y M-LOK54)

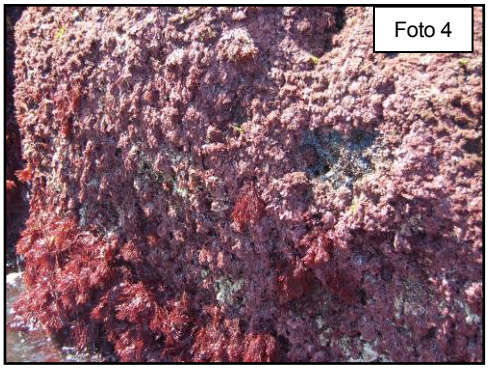
La tercera zona se sitúa en el mediolitoral inferior, a una altura comprendida entre 0,86 m y 1,28 m. El cinturón formado por *G. corneum* (50-75%) y, en menor medida, *C. elongata* (5-10%) caracteriza esta zona (Foto 3). Ocultas por las matas de *G. corneum*, la delicada alga laminar *Cryptopleura ramosa* y la incrustante *L. incrustans* alcanzan coberturas cercanas al 5%. El resto de algas presentan coberturas notablemente menores.

Como en los casos anteriores, apenas observamos vestigios de fauna sésil en la zona. En esta tercera zona, las únicas especies identificadas corresponden a colonias del briozoo *E. pilosa* adheridas a los frondes de *G. corneum* y a algún individuo del antozoo *Anemonia viridis*.

También en este mismo nivel mareal se distingue una cuarta zona, cuya altura respecto al nivel 0 se sitúa entre 1,28 m y 1,82 m. En esta zona, el cinturón de *G. corneum* deja paso a un horizonte definido por *C. elongata* (90-95%) y *L. incrustans* (75%) (Foto 4). Les siguen en cobertura finas matas de la rodofícea *Gelidium spinosum* (Especie antes denominada Gelidium latifolium attenuatum.) (5%).

La fauna queda limitada a unos pocos ejemplares de los cirrípedos: *Balanus perforatus* y *Chthamalus* sp., y de la lapa *Patella ulyssiponensis*.


Foto 3


Foto 4

ZONA MEDIOLITORAL MEDIA (M-LOK55)

Entre 1,82 m y 2,40 m de altura, se distingue esta quinta zona, que podría enclavarse dentro del nivel mediolitoral medio. El recubrimiento vegetal no alcanza el grado de desarrollo observado en M-LOK54, pero la fauna es más variada y rica (Foto 5). El cinturón definido por *C. elongata* y *L. incrustans* se ve sustituido por el formado por *C. elongata* (75%) y *C. ustulatus* (50%), disminuyendo los recubrimientos de *L. incrustans* notablemente respecto a la zona anterior (15-25%, frente al 75%). Por el contrario, se observa un sensible incremento de las matas de la clorofícea *Ulva rigida* (alrededor del 5%) (Foto 6).

En cuanto a la fauna, además de las poblaciones de los cirrípedos *Chthamalus* sp. (20-50 ind·m^{-2}), se detectan las lapas *P. ulyssiponensis* (5 ind·m^{-2}) y *Patella intermedia* (1-5 ind·m^{-2}), y algunos ejemplares del bígaro *Melarhaphe neritoides*.

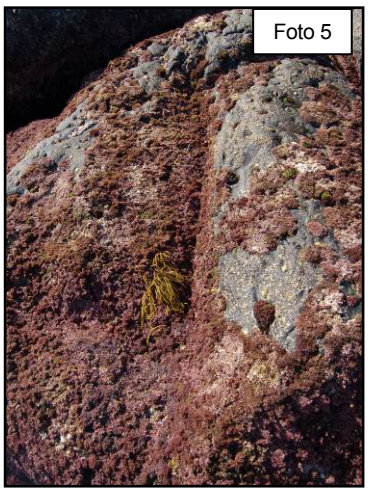

Foto 5


Foto 6

ZONA MEDIOLITORAL SUPERIOR (M-LOK56)

Esta zona, con una altura comprendida entre 2,40 m y 3,64 m, forma parte del mediolitoral medio y superior. Aquí, las poblaciones de algas son muy pobres, destacando algunas matas aisladas de *C. elongata* y de *L. incrustans* donde el terreno permite la existencia de pequeñas pozas (Foto 7), de *Lithophyllum byssoides* en oquedades, y de *Bangia atropurpurea* y *U. rigida* sobre la concha de alguna de las lapas presentes.

El recubrimiento faunístico aumenta considerablemente respecto a las zonas anteriores. El cinturón de cirrípedos del género *Chthamalus* caracteriza este nivel mareal, con densidades de 10.000-30.000 ind·m^{-2}. El bígaro *M. neritoides* también presenta poblaciones numerosas, aunque desigualmente distribuidas, que aumentan hacia niveles superiores. Otros animales con densidades importantes son las lapas *P. intermedia* (50-100 ind·m^{-2}), *Patella vulgata* (15-25 ind·m^{-2}), *P. ulyssiponensis* y *P. rustica*, el mejillón *Mytilus galloprovincialis* (en pequeñas manchas y como ejemplares dispersos), y los caracoles *G. umbilicalis* y *Monodonta lineata* (Foto 8).

FRANJA SUPRALITORAL (M-LOK57)

Esta zona, cuyos únicos recubrimientos vegetales corresponden a manchas de *L. incrustans* en grietas, frondes escasamente desarrollados de *L. byssoides* y matas dispersas del liquen *L. pygmaea*, se localiza a una altura de 3,64 m-5,04 m sobre el nivel 0. Las comunidades animales continúan estando representadas por el cinturón de *Chthamalus* sp. (10.000-30.000 ind·m^{-2}) y, en menor medida, por los moluscos: *M. neritoides* (100-1.000 ind·m^{-2}), *P. intermedia*, *P. rustica*, *P. vulgata*, *G. umbilicalis*, *M. lineata* y *M. galloprovincialis* (Foto 9).

ZONA SUPRALITORAL (M-LOK58)

Hasta los 5,86 m de altura se localiza la última zona del transecto. Las poblaciones de *Chthamalus* sp. se reducen notablemente respecto a M-LOK57. Además de *Chthamalus* sp., tan sólo se identifican algunos ejemplares de *M. neritoides* y amplias manchas del liquen *V. maura* (40-50% de cobertura) (Foto 10).

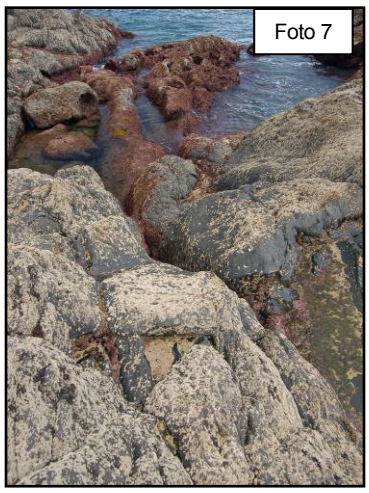

Foto 7


Foto 8


Foto 9


Foto 10

TRANSECTO M-LOK6

El segundo transecto de la cuenca del Oka se localiza en la margen oriental de la playa de Laida (Figura 306). La longitud total del transecto es de 15,21 m y la altura respecto al nivel 0 de marea, de 3,98 m. El terreno consiste en una serie de bloques de grandes dimensiones al pie del monte Koaiotontorra, en una pequeña playa virgen con cierto grado de protección frente al oleaje (Foto 11).

En función de las coberturas biológicas, se distinguen siete zonas, asimilables a las siguientes facies:

- M-LOK61: F. rufolanosa-U. rigida.
- M-LOK62: Cystoseira tamariscifolia-Herposiphonia secunda.
- M-LOK63: Bifurcaria bifurcata.
- M-LOK64: Lophosiphonia reptabunda-Ulva clathrata.
- M-LOK65: Ralfsia verrucosa-Codium adhaerens-C. ustulatus.
- M-LOK66: Chthamalus sp.-R. verrucosa.
- M-LOK67: Chthamalus sp.-L. pygmaea.

En la Tabla 234 se indican los valores de los índices de cobertura específica del estudio semicuantitativo, valores que han sido utilizados para la representación gráfica de la Figura 311 y la Figura 312.

M-LOK6							
ZONAS	1	2	3	4	5	6	7
Longitud (m)	0-0,75	0,75-1,41	1,41-2,19	2,19-5,49	5,49-10,71	10,71-14,22	14,22-15,21
Altura (m)	0-0,20	0,20-0,54	0,54-1,09	1,09-1,67	1,67-2,38	2,38-3,36	3,36-3,98
Lichina pygmaea	---	---	---	---	---	---	3
Calothrix crustacea	---	---	---	---	---	---	2
Fucus spiralis limitaneus	---	---	---	---	---	---	1
Patella vulgata	---	---	---	---	---	3	4
Mytilus galloprovincialis	---	---	---	---	---	3	1
Monodonta lineata	---	---	---	---	---	2	1
Melarhaphe neritoides	---	---	---	---	2	4	4
Patella intermedia	---	---	---	3	3	4	3
Chthamalus spp.	---	---	---	2	3	5	6
Ralfsia verrucosa	---	---	---	---	4	4	---
Lithophyllum byssoides	---	---	---	---	---	2	---
Actinia equina	---	---	---	---	---	1	---
Centroceras clavulatum	---	---	---	3	3	3	---
Patella ulyssiponensis	---	---	---	3	4	1	---
Caulacanthus ustulatus	---	---	---	4	2	3	---
Lithophyllum incrustans	---	2	3	4	2	3	---
Ulva rigida	4	2	2	2	3	2	---
Corallina elongata	2	3	2	2	4	1	---
Codium adhaerens	---	---	---	4	4	---	---
Lophosiphonia reptabunda	---	---	---	5	2	---	---
Gelidium crinale	---	---	---	4	3	---	---
Chondracanthus acicularis	---	---	---	2	2		
Ulva clathrata	---	2	2	4	3	---	---
Anemonia sulcata	1	1	2	5	4	---	---
Falkenbergia rufolanosa	4	3	1	1	1	---	---
Stypocaulon scoparium	---	---	---	2	---	---	---
Chondrus crispus	---	---	---	1	---	---	---
Colpomenia peregrina	---	---	---	1	---	---	---
Bifurcaria bifurcata	1	2	6	1	---	---	---
Cladostephus spongiosus	2	---	---	1	---	---	---
Codium fragile tomentosoides	---	---	1	---	---	---	---
Herposiphonia secunda	3	4	4	---	---	---	---
Jania rubens	2	1	2	---	---	---	---
Asparagopsis armata	1	2	2	---	---	---	---
Ceramium spp.	1	1	---	---	---	---	---
Cystoseira tamariscifolia	1	4	---	---	---	---	---
Dictyota dichotoma intrincata	2	2	---	---	---	---	---
Gelidium corneum	2	1	---	---	---	---	---
Gelidium spinosum	1	1	---	---	---	---	---
Cystoseira baccata	2	---	---	---	---	---	---
Amphiroa van-bosseae	2	---	---	---	---	---	---
Electra pilosa	2	---	---	---	---	---	---
Dictyota dichotoma	1	---	---	---	---	---	---

Tabla 234 Índices de cobertura de las especies más representativas del transecto M-LOK6, muestreado el 2 de junio de 2008 (para metodología, ver Tomo 1).

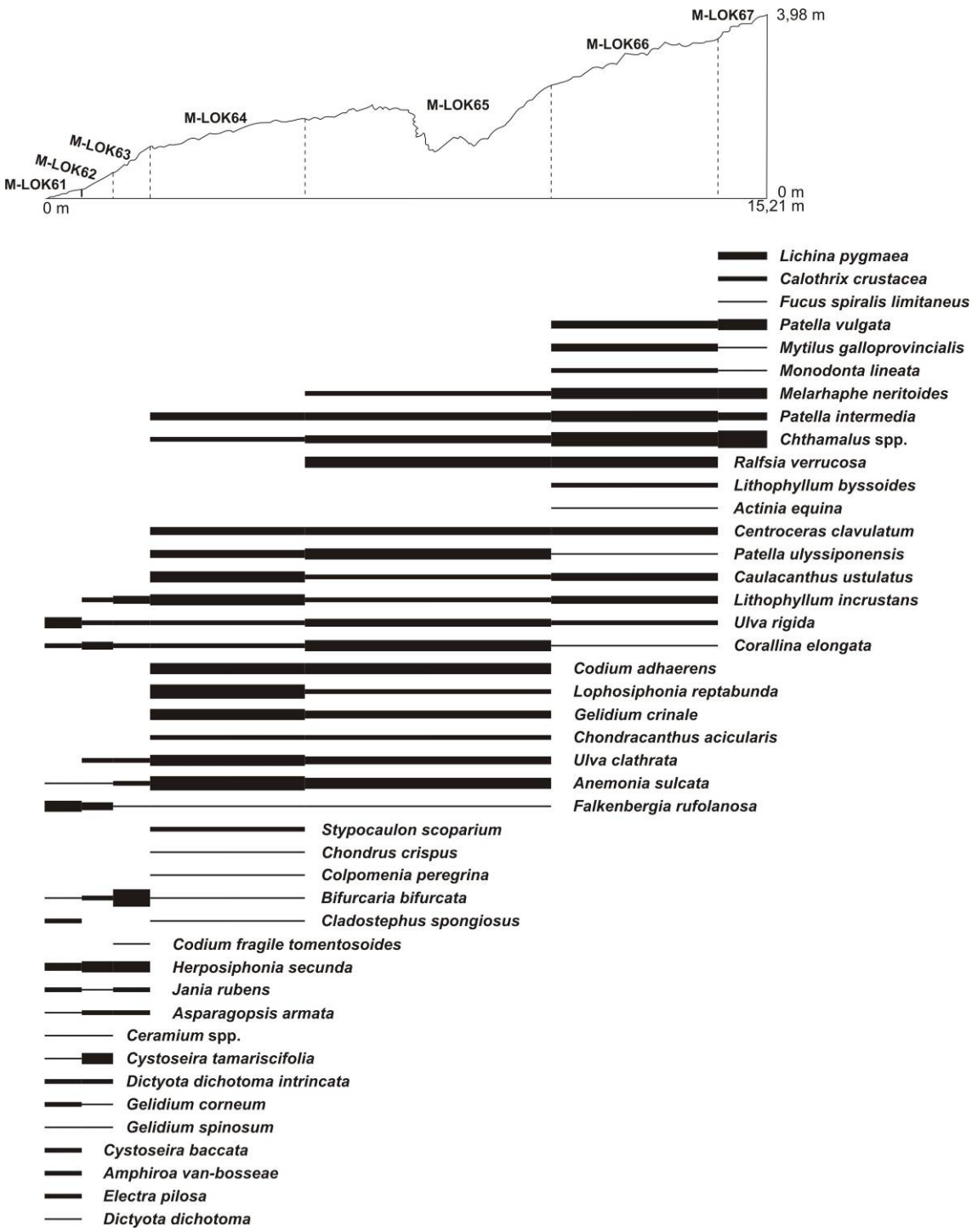


Figura 311 Distribución horizontal de la cobertura de las diferentes especies del transecto M-LOK6.

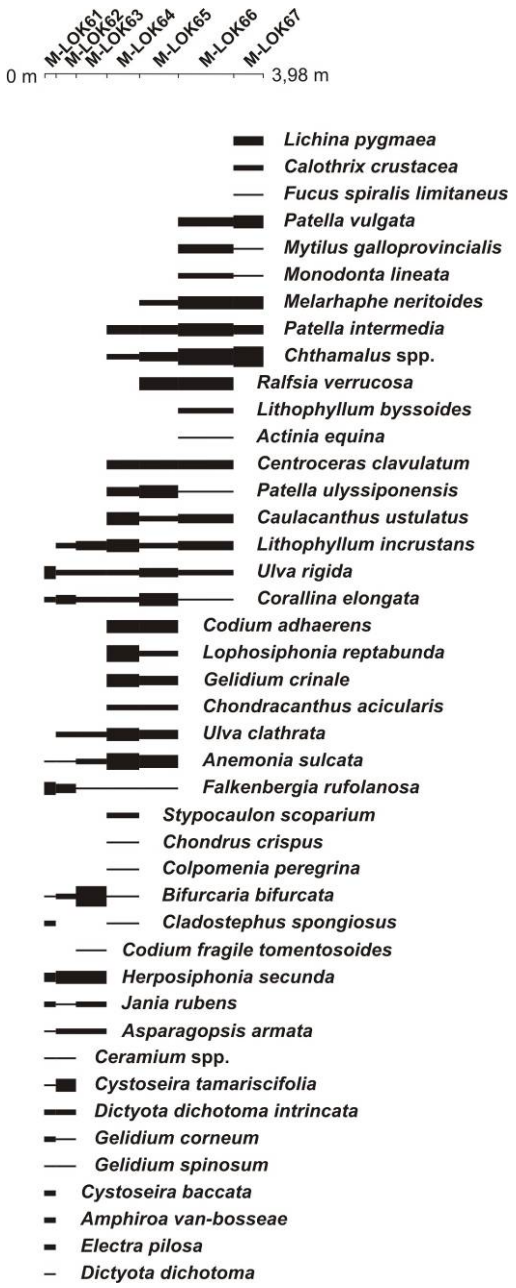


Figura 312 Distribución vertical de la cobertura de las diferentes especies del transecto M-LOK6.

FRANJA INFRALITORAL (M-LOK61, M-LOK62 Y M-LOK63)

Hasta 0,75 m sobre el nivel 0, se distingue esta reducida zona situada al pie de un gran bloque inclinado. El fondo se está constituido en su mayor parte por arena, de la cual surgen algunas piedras tapizadas por algas. Las dos especies dominantes son la rodofícea *F. rufolanosa* (20%) y la clorofícea laminar *U. rigida* (15-20%). Entremezcalas con granos de arena, aparecen también una serie de bolas de consistencia algodonosa constituidas por algas filamentosas de pequeño porte. Su análisis posterior en el laboratorio, permite identificar una dominancia de algas rhodomelaceas: especialmente, *H. secunda*. De mayor tamaño, se observan matas de *G. corneum*, *Cystoseira baccata*, *C. tamariscifolia*, *Dictyota dichotoma intrincata* (como epífita de *Cystoseira* spp.), *B. bifurcata* y *C. spongiosus* (Foto 12).

La fauna se limita a la presencia ocasional de alguna anémona de la especie *A. viridis* y a colonias dispersas del briozoo *E. pilosa* sobre ramas del *G. corneum*.

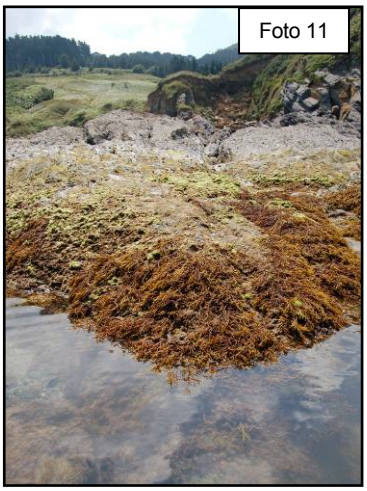
A continuación, y también en la franja infralitoral, se sitúa la zona M-LOK62, a una altura respecto al nivel 0 de entre 0,20 m y 0,54 m. Las comunidades biológicas, aunque repiten muchas de sus especies, manifiestan notables diferencias. Las más llamativas vienen dadas por el desarrollo de un pequeño cinturón de *C. tamariscifolia* (20%) y el incremento de las poblaciones de *H. secunda* y de otras rhodomelaceas (15-25%) (Foto 13). Sobre las ramas de la *C. tamariscifolia* abundan algas epífitas como *F. rufolanosa*, *D. dichotoma intrincata*

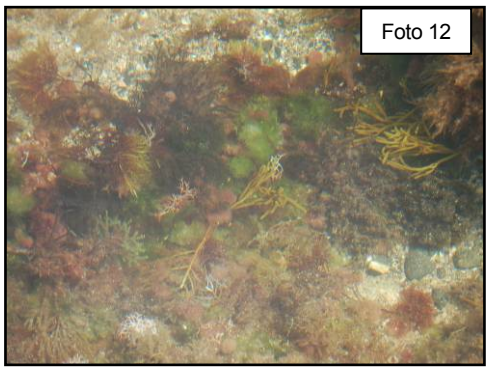
y *A. armata*. Por su parte, *C. elongata* y *B. bifurcata* aumentan ligeramente sus coberturas, a la vez que descienden las de *U. rigida*, *G. corneum* y *J. rubens*. Nuevas especies de algas hacen su aparición como, caso de *U. clathrata*, *L. incrustans* o *Ceramium* sp.

En cuanto a la fauna, las únicas especies identificadas son *A. viridis* y el caracol *G. umbilicalis*, ambas especies con escasa representación en la zona.

La última zona de la franja infralitoral se extiende hasta los 1,09 m de altura sobre el nivel del mar. El cinturón de *C. tamariscifolia* deja paso a otro horizonte más compacto de *B. bifurcata* (65%) (Foto 14). Por otro lado, las poblaciones de *H. secunda* mantienen coberturas del mismo orden que en la zona anterior(25%). El número total de especies identificadas es algo menor (12, frente a 16). Salvo *L. incrustans*, que presenta recubrimientos próximos al 5%, el resto de algas apenas se encuentran representadas por unas pocas matas dispersas.

La comunidad faunística continúa estando representada por el cnidario *A. viridis* y por el molusco *G. umbilicalis*. Sin embargo, en este caso, las poblaciones son más numerosas, sobre todo las de *G. umbilicalis* (5-10 ind·m^{-2})


Foto 11


Foto 12

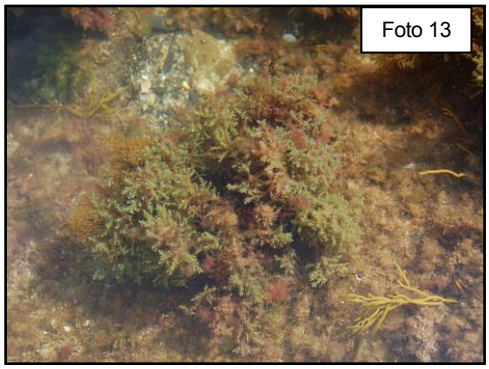

Foto 13


Foto 14

ZONA MEDIOLITORAL INFERIOR (M-LOK64)

La transición de la franja infralitoral al mediolitoral inferior viene marcada, sobre todo, por la ausencia de algas de elevado porte. Sobre la superficie inclinada de la piedra, el cinturón de *B. bifurcata* deja paso a otro formado por *L. reptabunda* (30-35%) y *U. clathrata* (25-30%), clorofícea esta última localmente muy abundante (Foto 15). Las zonas donde las coberturas de *U. clathrata* son menores, son aprovechadas por *C. adhaerens* (15-20%), especie que delimita un cinturón en el tramo superior de esta zona. Además de las tres especies indicadas, también presentan coberturas significativas las algas rodofíceas *Gelidium crinale*, *C. ustulatus* (ambas con 5-10%) y *L. incrustans* (ligeramente superior al 5%). La diversidad vegetal que es superior a de la zona anterior.

La fauna es más abundante que la registrada en las tres zonas anteriores. De las cuatro especies identificadas, destacan sobre el resto las poblaciones de la anémona *A. viridis* (20-40 ind·m^{-2}), que son más abundantes en grietas y oquedades (Foto 16). A continuación, y por orden de importancia, se encontrarían las lapas *P. ulyssiponensis* y *P. intermedia* (ambas con una densidad de 5-10 ind·m^{-2}) y los cirrípedos del género *Chthamalus*.

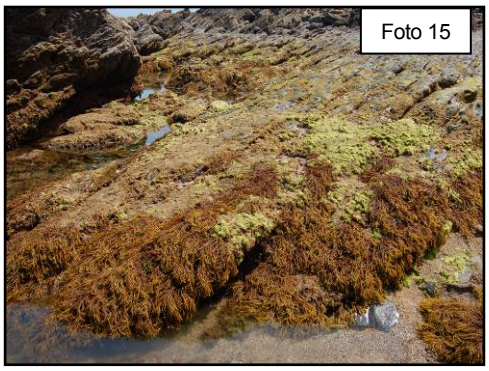

Foto 15


Foto 16

ZONA MEDIOLITORAL MEDIA (M-LOK65 Y M-LOK66)

La zona discurre por un relieve relativamente accidentado. A diferencia de las anteriores zonas, las comunidades no presentan dominancias claras de ninguna de las especies, aunque cuatro de ellas presentan coberturas significativamente superiores a las del resto: *R. verrucosa* (10-15%), *C. ustulatus* (5-10%), *C. adhaerens* (5-10%) y *C. elongata* (5-8%). En un segundo plano, se encuentran *U. rigida*, *Centroceras clavulatum*, *G. crinale*, *U. clathrata*, *L. incrustans*, *Chondracanthus acicularis* y *L. reptabunda* (Foto 17).

La fauna sigue manteniendo el mismo tono que en la zona anterior. Las lapas *P. ulyssiponensis* (20-35 ind·m^{-2}) y *P. intermedia* (5-10 ind·m^{-2}), la anémona *A. viridis* (5-10 ind·m^{-2}), los cirripedos del género *Chthamalus* (1-10 ind·m^{-2}) y el bígaro *M. neritoides* (25-50 ind·m^{-2}) son las especies identificadas.

A continuación, y marcando la frontera con el mediolitoral superior, se distingue otra zona más escarpada, donde las fisuras y grietas facilitan la instalación de algunas especies. Esta zona representa el límite inferior del cinturón de *Chthamalus* sp. (1-3 ind·m^{-2}). Las manchas del alga parda incrustante *R. verrucosa* cubren también amplias superficies expuestas (15-20%), mientras que las matas de *C. ustulatus* (en grietas y sobre mejillones) y *L. byssoides* lo hacen en menor medida. Entre las fisuras y recovecos de las lajas se identifica un buen número de algas (*C. clavulatum*, *U. rigida*, *C. ustulatus*, *L. incrustans* y *C. elongata*) y de animales (*M. galloprovincialis*, *M. neritoides*, *G. umbilicalis*, *M. lineata* y *Actinia equina*) (Foto 18).

Además de la fauna presente en las zonas de umbría, sobre la piedra desnuda se encuentran los moluscos *M. neritoides* (20-100 ind·m^{-2}), *P. intermedia* (10-50 ind·m^{-2}), *P. vulgata* (5-10 ind·m^{-2}) y *P. ulyssiponensis*.


Foto 17

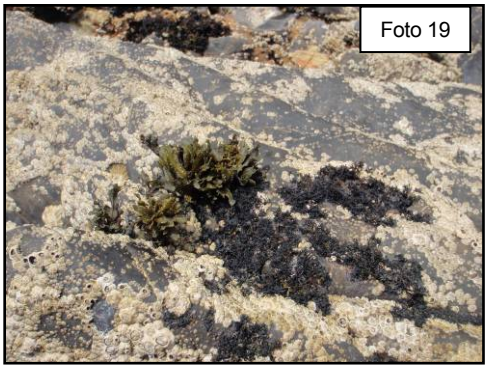

Foto 18

ZONA MEDIOLITORAL SUPERIOR (M-LOK67)

Entre 3,36 m y 3,98 m de altura sobre el nivel 0, se sitúa la última zona de este transecto, en la que la diversidad biológica va disminuyendo gradualmente respecto al mediolitoral medio. La especie más abundante continúa siendo *Chthamalus* sp. (30.000-50.000 ind·m^{-2}), cirrípedo que incluso supera las coberturas anteriores. A continuación, y con valores similares a M-LOK66, se identifican *M. neritoides* (1.000-5.000 ind·m^{-2}), *P. vulgata* (15-30 ind·m^{-2}) y *P. intermedia*

(1-5 ind·m^{-2}). Otras especies presentes son el mejillón *M. galloprovincialis* (en grietas) y el caracol *M. lineata*, ambas con menores densidades a las registradas en M-LOK66.

En cuanto a la flora, lo más reseñable son las matas del liquen *L. pygmaea* y, en menor medida, de la cianobacteria *Calothrix crustacea* y del alga parda *Fucus spiralis limitaneus* (Foto 19).


Foto 19

TRANSECTO M-LL1

El primer transecto de Lekeitio se localiza en una barra rocosa situada en la parte oriental de la Isla de San Nicolás (Figura 307). El sustrato consiste en una serie de bloques de mediano tamaño desperdigados en la base de dicho islote. La longitud del transecto es de 34,58 m, con 5,54 m de altura y orientación 330º NW.

Los recubrimientos biológicos coinciden en términos generales con los observados en la campaña de 2005. Salvo algunas excepciones, como el descenso de las poblaciones de *Stypocaulon scoparium* en el mediolitoral inferior, se distinguen las mismas zonas. De menor a mayor altura respecto al nivel mareal, las facies o comunidades se distribuyen de la siguiente manera:

- M-LL11: B. bifurcata.
- M-LL12: Sphacelaria sp.-U. clathrata.
- M-LL13: U. clathrata-Gelidium pusillum.
- M-LL14: *Chthamalus* sp.
- M-LL15: Chthamalus sp.-L. pygmaea.
- M-LL16: *V. maura*.

En la Tabla 235 se indican los valores de los índices de cobertura específica del estudio semicuantitativo, valores que han sido utilizados para la representación gráfica de la Figura 313 y la Figura 314.



Figura 313 Distribución horizontal de la cobertura de las diferentes especies del transecto M-LL1.

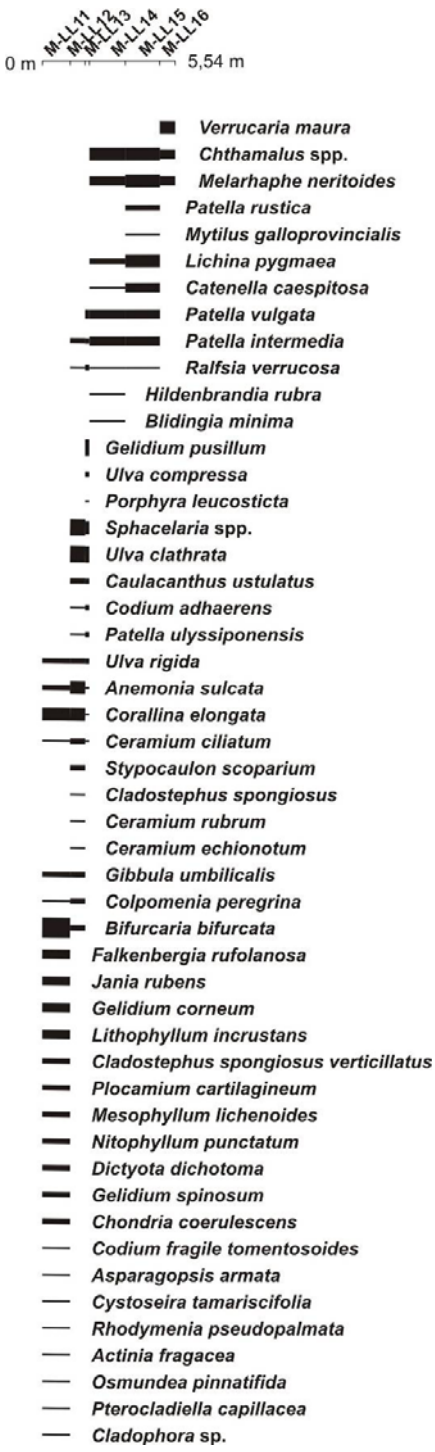


Figura 314 Distribución vertical de la cobertura de las diferentes especies del transecto M-LL1.

M-LL1						
ZONAS	1	2	3	4	5	6
Longitud (m)	0-14,40	14,40-19,60	19,60-31,70	31,70-32,48	32,48-33,18	33,18-34,58
Altura (m)	0-1,30	1,30-2,00	2,00-2,60	2,60-3,64	3,64-4,61	4,61-5,54
Verrucaria maura	---	---	---	---	---	4
Chthamalus spp.	---	---	---	4	4	3
Melarhaphe neritoides	---	---	---	3	4	3
Patella rustica	---	---	---	---	2	---
Mytilus galloprovincialis	---	---	---	---	1	---
Lichina pygmaea	---	---	---	2	4	---
Catenella caespitosa	---	---	---	1	3	---
Patella vulgata	---	---	3	3	3	---
Patella intermedia	---	2	2	3	3	---
Ralfsia verrucosa	---	1	2	2	1	---
Hildenbrandia rubra	---	---	---	1	---	---
Blidingia minima	---	---	---	1	---	---
Gelidium pusillum	---	---	5	---	---	---
Ulva compressa	---	---	2	---	---	---
Porphyra leucosticta	---	---	1	---	---	---
Sphacelaria spp.	---	5	4	---	---	---
Ulva clathrata	---	5	5	---	---	---
Caulacanthus ustulatus	---	2	2	---	---	---
Codium adhaerens	---	1	2	---	---	---
Patella ulyssiponensis	---	1	2	---	---	---
Ulva rigida	2	2	2	---	---	---
Anemonia sulcata	2	4	1	---	---	---
Corallina elongata	4	4	1	---	---	---
Ceramium ciliatum	1	2	1	---	---	---
Stypocaulon scoparium	---	2	---	---	---	---
Cladostephus spongiosus	---	1	---	---	---	---
Ceramium rubrum	---	1	---	---	---	---
Ceramium echionotum	---	1	---	---	---	---
Gibbula umbilicalis	2	2	---	---	---	---
Colpomenia peregrina	1	2	---	---	---	---
Bifurcaria bifurcata	6	2	---	---	---	---
Falkenbergia rufolanosa	3	---	---	---	---	---
Jania rubens	3	---	---	---	---	---
Gelidium corneum	3	---	---	---	---	---
Lithophyllum incrustans	3	---	---	---	---	---
Cladostephus spongiosus verticillatus	2	---	---	---	---	---
Plocamium cartilagineum	2	---	---	---	---	---
Mesophyllum lichenoides	2	---	---	---	---	---
Nitophyllum punctatum	2	---	---	---	---	---
Dictyota dichotoma	2	---	---	---	---	---
Gelidium spinosum	2	---	---	---	---	---
Chondria coerulescens	2	---	---	---	---	---
Codium fragile tomentosoides	1	---	---	---	---	---
Asparagopsis armata	1	---	---	---	---	---
Cystoseira tamariscifolia	1	---	---	---	---	---
Rhodymenia pseudopalmata	1	---	---	---	---	---
Actinia fragacea	1	---	---	---	---	---
Osmundea pinnatifida	1	---	---	---	---	---
Pterocladiella capillacea	1	---	---	---	---	---
Cladophora sp.	1	---	---	---	---	---

Tabla 235 Índices de cobertura de las especies más representativas del transecto M-LL1, muestreado el 4 de mayo de 2008 (para metodología, ver Tomo 1).

FRANJA INFRALITORAL (M-LL11)

Esta zona, que abarca la totalidad de la franja infralitoral y parte de la zona mediolitoral inferior, presenta una altura con respecto al nivel 0 de marea de 1,30 m, extendiéndose a lo largo de 14,40 m. Las comunidades biológicas se mantienen sin cambios respecto a lo observado en 2005. La especie que caracteriza esta zona continúa siendo el alga parda *B. bifurcata*, alga perenne de considerable tamaño (llega a alcanzar los 45 cm de longitud) y que puede ser localmente abundante en medios semiprotegidos (Foto 20). En la presente campaña de 2008 se estima para esta especie un recubrimiento similar al de años anteriores (50-75%) (Foto 21). Por debajo de las matas de *B. bifurcata*, aparecen multitud de algas de pequeño y mediano porte. Una de las más características es el alga roja *G. corneum*, que presenta recubrimientos variables por toda la franja infralitoral. Junto a *G. corneum*, crecen densas poblaciones de *C. elongata* (coberturas estimadas en un 25%) (Foto 22).

Esta zona mantiene la elevada diversidad corológica observada en las campañas de 2002 y 2005, con gran número de especies entre los pasillos que dejan los bloques rocosos cubiertos por *B. bifurcata* (Tabla 235).

En cuanto a la fauna, que contrariamente a las algas, no es muy diversa, cabe destacar los ejemplares del antozoo *A. viridis*, con poblaciones dispersas por todo el área (densidades próximas a 5 ind·m^{-2}), la anémona *Actinia fragacea* (menos numerosa), el cangrejo ermitaño *Clibanarius erytrophus* (localmente abundante) y el molusco *G. umbilicalis*, especies todas ellas registradas en las tres campañas efectuadas (Foto 23).


Foto 20

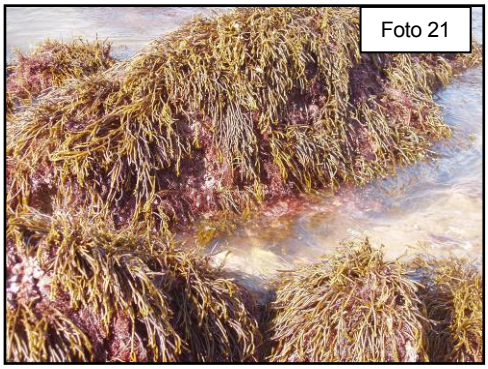
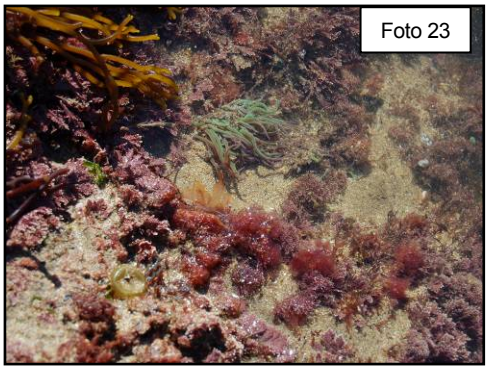

Foto 21


Foto 22


Foto 23

FRANJA INFRALITORAL (M-LL12 y M-LL13)

La zona M-LL12 se localiza en la frontera entre el mediolitoral inferior y el mediolitoral medio. Se encuentra a 1,30-2 m sobre el nivel del mar y su longitud es de 5,20 m. El paso de la franja infralitoral al nivel mediolitoral viene marcado por la desaparición del cinturón de *B. bifurcata*. Las especies que definen el nivel, básicamente coinciden con las observadas en 2002 y 2005, repitiendo las feofíceas *Sphacelaria pennata* y *Sphacelaria cirrosa* (30-60% entre las dos) y el alga verde *U. clathrata* (25-35%) (Foto 24). Sin embargo, la feofícea *S. scoparium*, que también caracterizaba la zona, experimenta un descenso notable de sus coberturas. Por contra, *C. elongata* incrementa sus poblaciones, al punto de erigirse en la tercera especie más abundante (10% de cobertura).

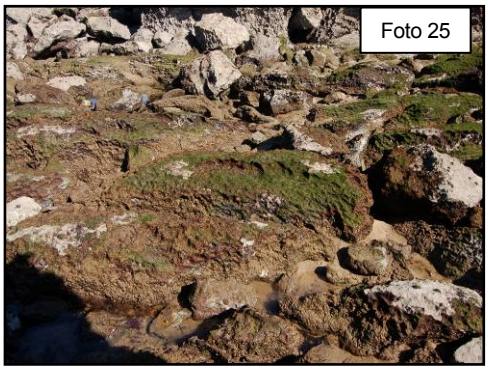
Como en M-LL11, las poblaciones del cangrejo ermitaño *C. erytrophus* y de la anémona *A. viridis* son abundantes. Menos numerosas resultan el resto de especies: *P. ulyssiponensis*, *P. intermedia* y *G. umbilicalis*.

El tramo medio/posterior del nivel mediolitoral medio, correspondiente a la zona M-LL13, que tiene una longitud de 12,10 m y se localiza a 2-2,60 m de altura sobre el nivel mareal. Aunque desde el punto de vista biológico

repiten muchas de las especies de la zona anterior, se aprecian notables diferencias. Así, la cobertura de *Sphacelaria* sp. se reduce sensiblemente, aunque *U. clathrata* mantiene sus elevados recubrimientos (alrededor del 35%) (Foto 25). Además, el alga roja *G. pusillum* aparece en la zona con coberturas elevadas (30-40%) (Foto 26). El resto de especies presenta escaso desarrollo (Foto 27).

Por su parte, la fauna se limita a poblaciones discretas de las lapas *Patella vulgata*, *P. ulyssiponensis* y *P. intermedia*, y de la anémona *A. viridis*.


Foto 24


Foto 25

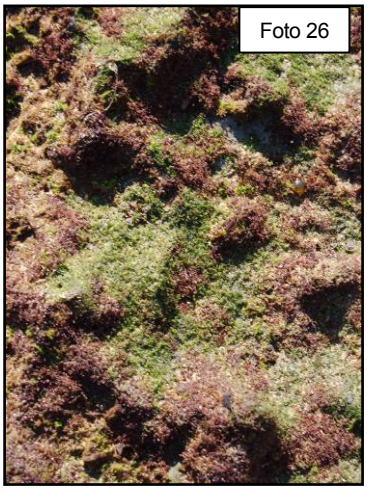

Foto 26


Foto 27

ZONA MEDIOLITORAL SUPERIOR (M-LL14)

Esta zona que discurre en su mayor parte en la zona mediolitoral superior (los primeros centímetros se localizan en el mediolitoral medio) se halla a una altura comprendida entre 2,60 m y 3,64 m sobre el nivel 0 de marea. La longitud es de tan sólo 0,78 m. Se trata de una roca de gran tamaño, con una inclinación de casi 75º (Foto 28). La flora no presenta cambios significativos respecto a las observaciones de 2005. Las cuatro algas identificadas en esta zona son, por orden de importancia: *R. verrucosa*, *Hildenbrandia rubra*, *Blidingia minima* (sobre lapas) y *Catenella caespitosa*. Además de las algas, también se observan manchas pequeñas espaciadas del liquen *L. pygmaea*, presentes también en 2002, pero ausentes en 2005.

La fauna se encuentra representada, sobre todo, por el cinturón que forman los cirrípedos del género *Chthamalus* (2.500-10.000 ind·m^{-2}), las poblaciones del gasterópodo *M. neritoides* (100-500 ind·m^{-2}), y las lapas *P. vulgata* (5-10 ind·m^{-2}) y ind·m^{-2} (1-5 ind·m^{-2}).


Foto 28

FRANJA SUPRALITORAL (M-LL15)

Esta zona se localiza en la misma piedra, pero en la franja supralitoral. Su altura respecto al nivel 0 de marea se sitúa entre 3,64 m y 4,61 m. Exceptuando la presencia de un importante recubrimiento del alga *C. caespitosa*, el aspecto general es bastante similar al de la zona anterior. Se aprecia, no obstante, un mayor desarrollo de *L. pygmaea* (5-10%) y un descenso gradual de las poblaciones de *Chthamalus* sp. El bígaro *M neritoides* y las lapas *P. vulgata* y *P. intermedia* mantienen más o

menos densidades similares. Además, se incorporan otras especies como son la lapa *P. rustica* y el mejillón *M. galloprovincialis* (Foto 29).


Foto 29

ZONA SUPRALITORAL (M-LL16)

Esta última zona alcanza hasta los 5,54 m sobre el nivel 0. La situación es la misma que en 2002 y 2005. El liquen *L. pygmaea* desaparece por completo, ocupando su lugar el liquen negro *V. maura* (20-25% de cobertura). Las dos únicas especies de fauna identificadas corresponden al cirrípedo *Chthamalus* sp. y al molusco *M. neritoides*, ambas con densidades notablemente inferiores a las de las dos zonas precedentes.

TRANSECTO M-LL2

Este segundo transecto también se encuentra en la Isla de San Nicolás, aunque en este caso se ha llevado a cabo en el lado opuesto del mismo, frente a la playa de Karraspio (Figura 307).

El terreno por donde discurre forma parte de una de las laderas del islote, algo cuarteada, con una inclinación aproximada de 35º respecto a la horizontal. La principal característica de esta zona es la baja diversidad biológica, motivada, entre otros factores, por el efecto erosivo del sedimento arenoso del entorno (Foto 30). La longitud del transecto es de 6,98 m, su altura de 6,47 m y la orientación, 150º SE.


Foto 30

Desde el punto de vista biológico se han mantenido más o menos las mismas zonaciones identificadas en 2005, asimilables a las siguientes facies:

- M-LL21: Chthamalus spp.-G. pusillum.
- M-LL22: Chthamalus spp.-L. pygmaea-R. verrucosa.
- M-LL23: Chthamalus spp.-L. pygmaea.
- M-LL24: *Chthamalus* spp.
- M-LL25: M. neritoides.

En la Tabla 236 se indican los valores de los índices de cobertura específica del estudio semicuantitativo, valores que han sido utilizados para la representación gráfica de la Figura 315 y la Figura 316.

M-LL2					
ZONAS	1	2	3	4	5
Longitud (m)	0-1,50	1,50-2,14	2,14-3,84	3,84-5,48	5,48-6,98
Altura (m)	1,70-3,00	3,00-3,75	3,75-4,45	4,45-5,17	5,17-6,47
Verrucaria maura	---	---	---	---	1
Melarhaphe neritoides	2	3	4	6	5
Chthamalus spp.	4	6	7	6	1
Lichina pygmaea	---	3	4	---	---
Lithophyllum incrustans	---	1	---	---	---
Ralfsia verrucosa	3	3	---	---	---
Patella intermedia	3	2	---	---	---
Mytilus galloprovincialis	3	1	---	---	---
Gelidium pusillum	4	---	---	---	---
Ulva compressa	2	---	---	---	---
Crassostrea gigas	2	---	---	---	---
Corallina elongata	2	---	---	---	---
Patella vulgata	2	---	---	---	---
Caulacanthus ustulatus	1	---	---	---	---
Fucus spiralis limitaneus	1	---	---	---	---
Polysiphonia macrocarpa	1	---	---	---	---

Tabla 236 Índices de cobertura de las especies más representativas del transecto M-LL2, muestreado el 4 de mayo de 2008 (para metodología, ver Tomo 1).

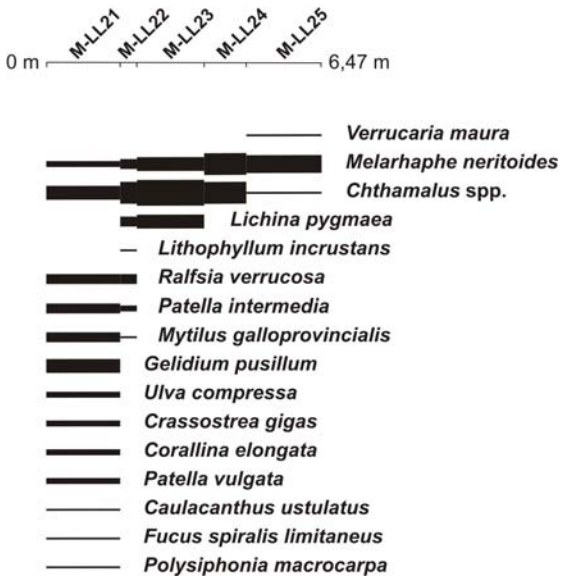


Figura 315 Distribución horizontal de la cobertura de las diferentes especies del transecto M-LL2.

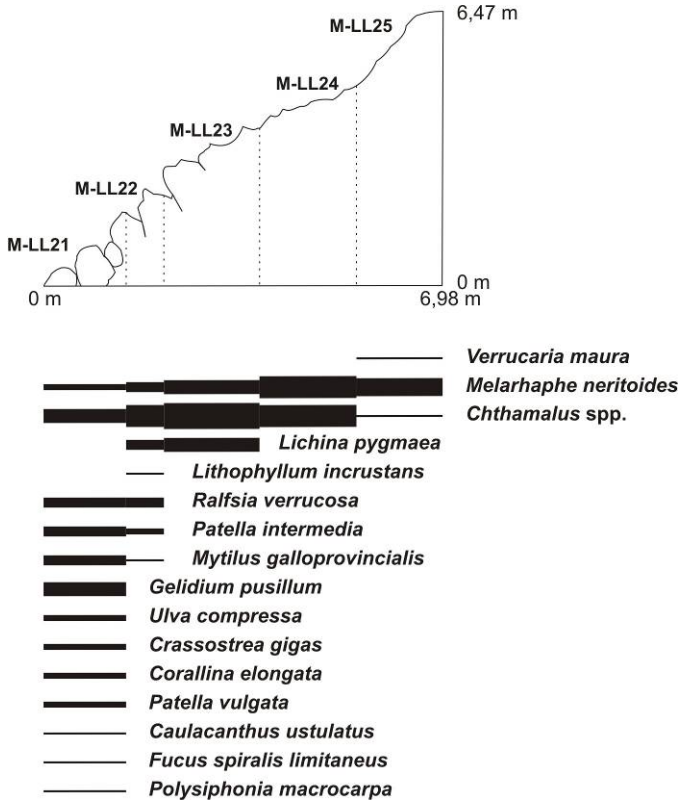


Figura 316 Distribución vertical de la cobertura de las diferentes especies del transecto M-LL2.

ZONA MEDIOLITORAL MEDIA (M-LL21)

Esta zona, de 1,50 m de longitud, se sitúa en el nivel mediolitoral medio, a una altura de aproximadamente 1,70-3 m sobre el nivel 0. Las poblaciones identificadas en la presente campaña de 2008 no presentan cambios significativos respecto a las de 2002 y 2005. Se trata de una zona castigada por la remoción de la arena circundante, por lo que la diversidad y recubrimiento biológico no alcanzan valores muy elevados (Foto 31).

Se han identificado pocas especies de macroalgas: *G. pusillum* (con un 5-10% de cobertura, forma un césped firmemente adherido al sustrato, del que apenas sobresale 0,5 cm), *R. verrucosa*, *Ulva compressa* (fijada a conchas de lapas), *C. ustulatus*, *C. elongata* (en zonas de escorrentía) y, finalmente, alguna mata dispersa de *F. spiralis limitaneus* y *Polysiphonia macrocarpa*.

Como en el caso de las algas, la fauna en este tipo de medios sujetos a la erosión constante de los granos de arena, también se muestra relativamente pobre. De

los seis *taxa* identificados, el más abundante es el cirrípedo Chthamalus sp. (2.500-5.000 ind·m^{-2}), especie con una mayor distribución en el tramo más elevado de la zona. Le siguen el caracolillo *M. neritoides* (ausente en 2002), el mejillón *M. galloprovincialis* (representado por pequeñas manchas y ejemplares aislados), las lapas: *P. intermedia* (5-10 ind·m^{-2}) y *P. vulgata*, y la ostra *Crassostrea gigas* (1-3 ind·m^{-2}).

ZONA MEDIOLITORAL SUPERIOR (M-LL22)

Esta zona de 0,64 m de longitud, se halla a una altura comprendida entre los 3,00 m y 3,75 m sobre el nivel 0 del mar. El número de especies es ligeramente menor que el de la zona anterior y mantiene la misma comunidad biológica que en 2002 y 2005.

Sobre las superficies más expuestas, la única alga observada es *R. verrucosa*, especie que aparece en forma de pequeñas manchas espaciadas, ocupando una superficie de 1-5% del sustrato rocoso. En un nivel superior aparecen también manchas espaciadas del liquen halófito *L. pygmaea*. Las mayores coberturas biológicas corresponden al cinturón que forma el cirrípedo *Chthamalus* sp., cuyas poblaciones parecen estables y se encuentran muy desarrolladas (con densidades de 30.000-50.000 ind·m^{-2} y recubrimientos próximos al 60-70%) (Foto 32). Acompañando a *Chthamalus* sp., se observan también individuos de *M. neritoides* (500-1.000 ind·m^{-2}), ocupando los caparazones vacíos de dicho cirrípedo y en muchas de las grietas presentes en el terreno.

La presencia de pequeñas cubetas y pozas en las oquedades de las rocas, contribuye a enriquecer las comunidades biológicas. En estos ambientes aparecen pequeñas piñas de mejillones, de lapas de la especie *P. intermedia* y recubrimientos variables del alga *L. incrustans*.


Foto 31


Foto 32

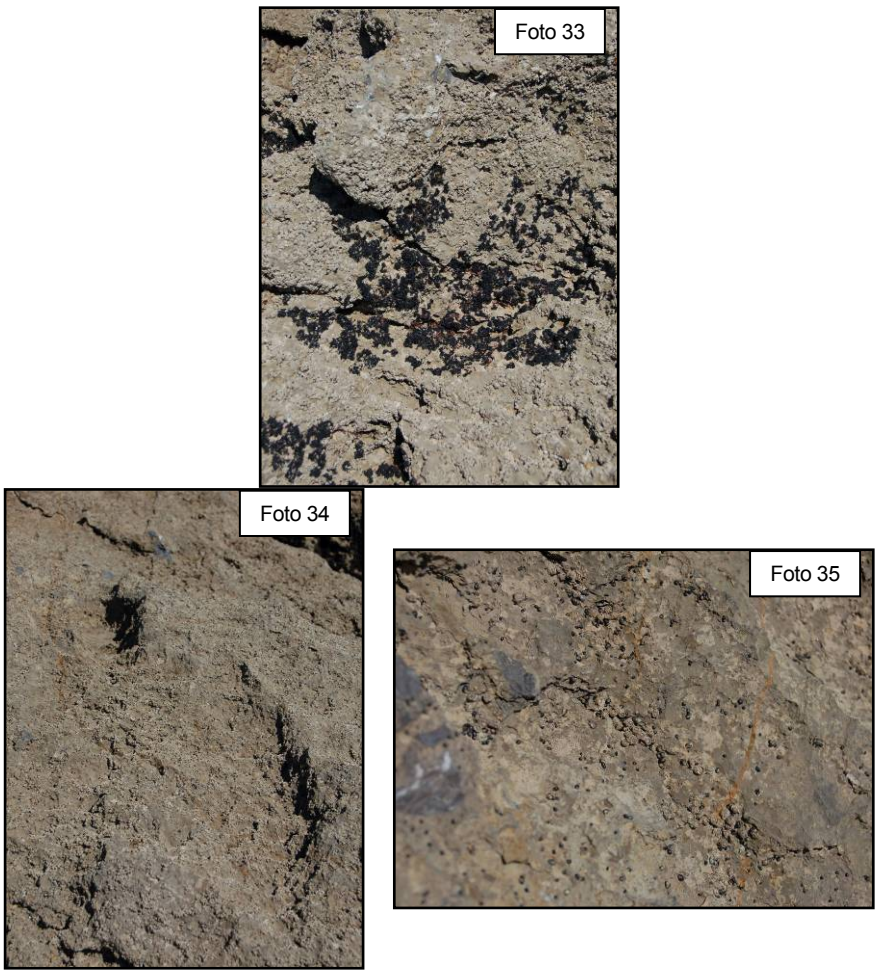
FRANJA SUPRALITORAL (M-LL23)

En la franja supralitoral, y a una altura comprendida entre 3,75 m y 4,45 m, se distingue esta zona, caracterizada por el horizonte compacto que forman *Chthamalus* sp. (50.000 ind·m^{-2}) y, en menor medida, el liquen *L. pygmaea*. No se observan algas en la zona, de manera que la flora se reduce a las matas de dicho liquen, el cual que ocupa amplias manchas espaciadas (Foto 33). La fauna se reduce a la presencia de ejemplares del género *Chthamalus* que ocupan el 80-90% de la superficie rocosa y, como en el caso anterior, al gasterópodo *M. neritoides*. Esta zona es prácticamente idéntica a la observada en 2002 y 2005.

ZONA SUPRALITORAL (M-LL24 Y M-LL25)

En la zona supralitoral, y a una altura de 4,45-5,17 m sobre el nivel 0, se distingue una cuarta zona de 1,64 m de longitud. Como en la zona M-LL23, el horizonte de *Chthamalus* sp. estructura este nivel. Las diferencias observadas respecto a la zona anterior son las mismas que en 2002 y 2005: desaparición de *L. pygmaea* e incremento de las poblaciones de *M. neritoides* (Foto 34).

La última zona, que discurre entre 5,17 m y 6,47 m sobre el nivel 0, tampoco muestra diferencias notables respecto a las dos campañas anteriores. El recubrimiento biológico disminuye respecto a M-LL24, siendo lo más destacable la presencia de alguna mancha del liquen *V. maura* y una reducción acusada del recubrimiento de *Chthamalus* sp., cirripedo cuyas poblaciones se incrementan localmente en las grietas y fisuras de la piedra. Del mismo modo, las poblaciones del bígaro *M. neritoides* también se ven reducidas, aunque en menor proporción que el cirrípedo (10.000-30.000 ind·m^{-2}, frente a 30.000-50.000 ind·m^{-2} en M-LL24) (Foto 35).



TRANSECTO M-LL3

El último transecto estudiado en Lekeitio, se localiza en la margen derecha de la Playa de Karraspio (Figura 307). El terreno comprende una serie de estratos subhorizontales dispuestos más o menos paralelos a la línea de costa. La longitud total del transecto es de 21,15 m y la máxima altura contemplada, de 6,95 m sobre el nivel 0 de marea. La orientación seguida es 268º SW.

Los patrones en la distribución de las comunidades faunísticas y corológicas permiten diferenciar ocho zonas distintas, asimilables a las siguientes facies o biocenosis:

- M-LL31: G. corneum.
- M-LL32: C. elongata-L. incrustans-Ceramium spp.
- M-LL33: C. elongata-L. incrustans-Patella spp.
- M-LL34: *Chthamalus* spp.-*Patella* spp.
- M-LL35: *Chthamalus* spp.
- M-LL36: Chthamalus spp.-L. pygmaea.
- M-LL37: *Chthamalus* spp.-*Patella* spp.
- M-LL38: V. maura-M. neritoides.

En la Tabla 237 se indican los valores de los índices de cobertura específica del estudio semicuantitativo, valores que han sido utilizados para la representación gráfica de la Figura 317 y la Figura 318.

M-LL3								
ZONAS	1	2	3	4	5	6	7	8
Longitud (m)	0-0,35	0,35-0,91	0,91-1,40	1,40-3,30	3,30-12,55	12,55-12,75	12,75-20,35	20,35-21,15
Altura (m)	0,34-0,74	0,74-1,13	1,13-1,57	1,57-2,25	2,25-3,63	3,63-4,64	4,64-4,95	4,95-6,94
Verrucaria maura	---	---	---	---	---	---	---	3
Monodonta lineata	---	---	---	---	---	---	---	2
Porphyra linearis	---	---	---	---	---	---	---	1
Patella vulgata	---	---	---	---	1	2	3	1
Melarhaphe neritoides	---	---	1	4	4	4	4	4
Chthamalus spp.	---	---	2	4	6	5	4	2
Gibbula umbilicalis	---	---	---	---	2	---	2	---
Patella rustica	---	---	---	---	---	3	2	---
Lichina pygmaea	---	---	---	---	3	4	3	---
Mytilus galloprovincialis	---	2	2	2	3	---	1	---
Patella intermedia	---	2	3	4	4	2	2	---
Crassostrea gigas	---	1	1	1	---	1	1	---
Lithophyllum incrustans	4	6	5	4	3	---	2	---
Blidingia minima	---	---	1	2	---	1	---	---
Anemonia sulcata	---	---	---	---	1	---	---	---
Chondracanthus teedeii	---	---	---	---	1	---	---	---
Paracentrotus lividus	---	---	---	---	1	---	---	---
Gelidium pusillum	---	---	---	---	1	---	---	---
Ralfsia verrucosa	---	---	---	2	2	---	---	---
Caulacanthus ustulatus	---	---	3	4	2	---	---	---
Gelidium spinosum	---	2	1	---	1	---	---	---
Corallina elongata	4	6	5	4	3	---	---	---
Ulva rigida	2	2	2	1	1	---	---	---
Codium adhaerens	---	---	---	1	---	---	---	---
Bangia atropurpurea	---	---	---	1	---	---	---	---
Petalonia fascia	---	---	---	1	---	---	---	---
Osmundea pinnatifida	---	---	---	1	---	---	---	---
Patella ulyssiponensis	---	3	4	4	---	---	---	---
Ulva compressa	---	---	2	---	---	---	---	---
Gelidium pulchellum	---	---	1	---	---	---	---	---
Chondracanthus acicularis	---	1	1	---	---	---	---	---
Chondria coerulescens	---	2	1	---	---	---	---	---
Ceramium spp.	---	4	2	---	---	---	---	---
Balanus perforatus	1	---	1	---	---	---	---	---
Actinia equina	---	2	---	---	---	---	---	---
Polysiphonia sp.	---	1	---	---	---	---	---	---
Cryptopleura ramosa	---	1	---	---	---	---	---	---
Centroceras clavulatum	---	1	---	---	---	---	---	---
Cystoseira tamariscifolia	---	1	---	---	---	---	---	---
Hypoglossum hypoglossoides	---	1	---	---	---	---	---	---
Stypocaulon scoparium	1	2	---	---	---	---	---	---
Jania rubens	1	2	---	---	---	---	---	---
Halurus equisetifolius	2	1	---	---	---	---	---	---
Nitophyllum punctatum	4	1	---	---	---	---	---	---
Pterosiphonia complanata	2	1	---	---	---	---	---	---
Gelidium corneum	5	---	---	---	---	---	---	---
Plocamium cartilagineum	2	---	---	---	---	---	---	---
Rhodophyllis divaricata	1	---	---	---	---	---	---	---
Electra pilosa	2	---	---	---	---	---	---	---
Electra verticillata	1	---	---	---	---	---	---	---

Tabla 237 Índices de cobertura de las especies más representativas del transecto M-LL3, muestreado el 4 de maryo de 2008 (para metodología, ver Tomo 1).

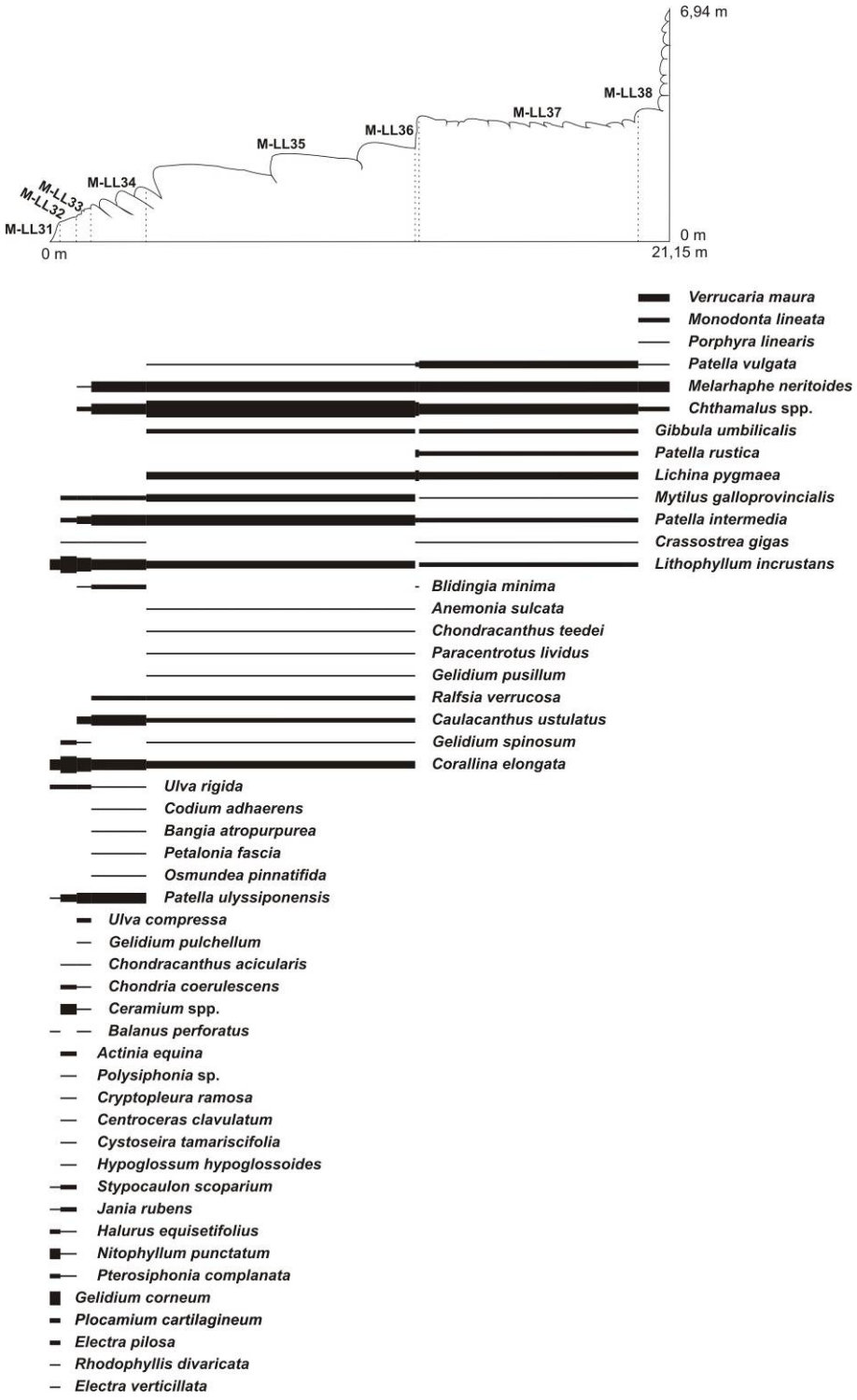


Figura 317 Distribución horizontal de la cobertura de las diferentes especies del transecto M-LL3.

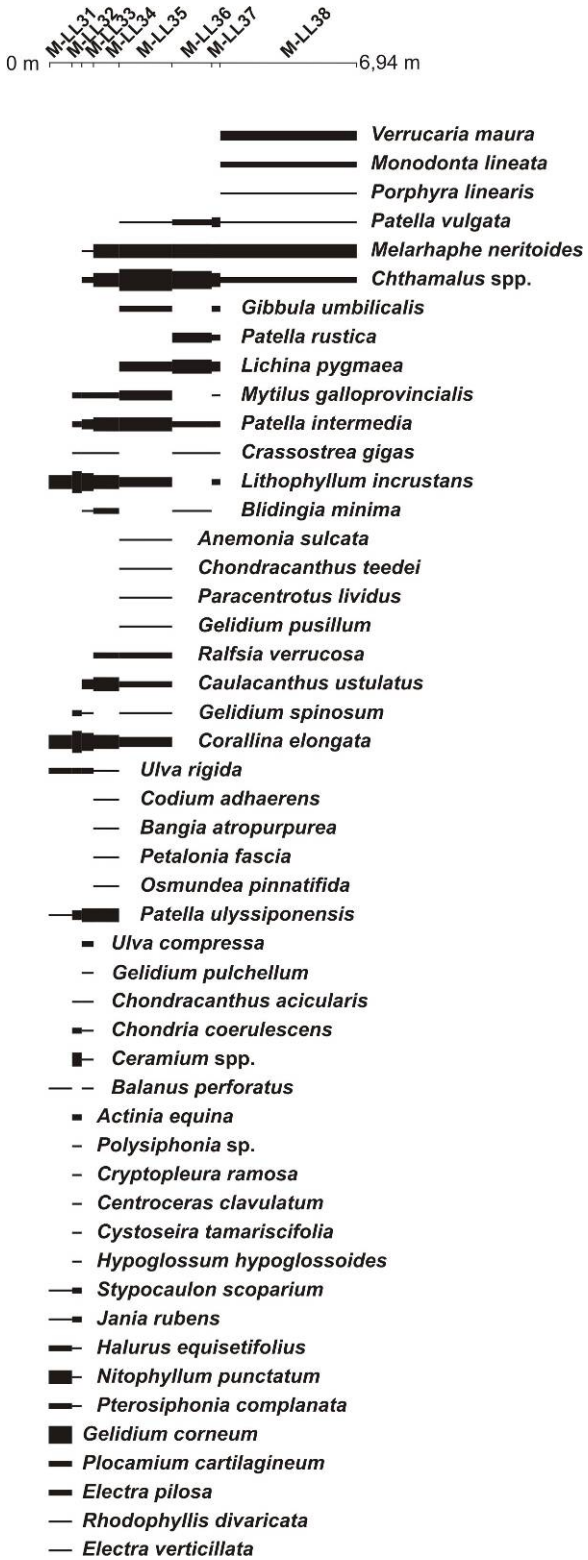


Figura 318 Distribución vertical de la cobertura de las diferentes especies del transecto M-LL3.

FRANJA INFRALITORAL (M-LL31)

Esta primera zona, que pertenece a la franja infralitoral, presenta una longitud de 0,35 m y su altura respecto al nivel mareal se sitúa entre 0,34 m y 0,74 m. El grado de inclinación es acusado (75º) y la cobertura biológica, prácticamente total.

Al igual que en campañas anteriores, la especie que caracteriza esta zona es el alga *G. corneum*, si bien las coberturas de 2008 son sensiblemente inferiores (30-40%) a las estimadas en 2005 (en torno al 75%) (Foto 36). Bajo este cinturón de *G. corneum* aparece un recubrimiento variable (10-20%) de *L. incrustans*, no detectado en 2002, aunque sí en 2005. Sobre las matas del *G. corneum* se distribuyen numerosos frondes del alga roja laminar *Nitophyllum punctatum*, alga anual que aparece preferentemente en ambientes calmados. Las coberturas de las restantes algas identificadas son muy

inferiores y, excepto *C. elongata* (15-25% de cobertura), apenas se hallan representadas por matas aisladas.

La escasa fauna encontrada en 2008 coincide con la registrada en la campaña de 2005. Sobre algunas ramas del *G. corneum* se observan colonias de los briozoos *E. pilosa* y *Electra verticillata* (esta última más típica del Mediterráneo y muy escasa en la cornisa Cantábrica) y, ocultos por la misma alga, también se encuentran algunos individuos del cirrípedo *B. perforatus* (Foto 37).

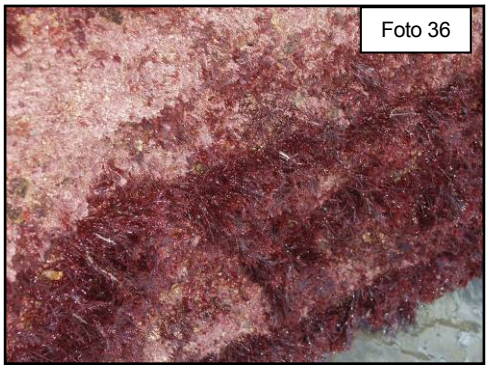

Foto 36

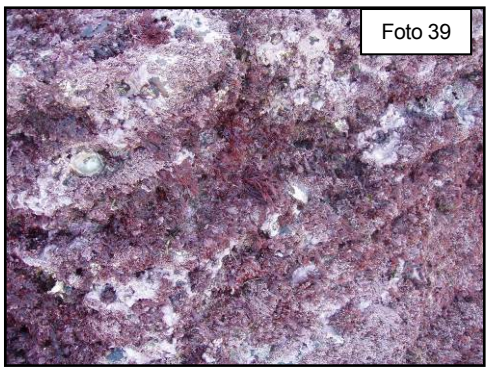

Foto 37

FRANJA INFRALITORAL-ZONA MEDIOLITORAL INFERIOR (M-LL32)

La segunda zona, que se localiza a una altura comprendida entre 0,74 m y 1,13 m, marca la transición entre la franja infralitoral y la zona mediolitoral. Su longitud es bastante escasa, de tan sólo 0,56 m y la pendiente no es tan pronunciada como en la zona anterior (25º). Aunque las algas presentan menor porte, el número de especies aumenta con relación a la zona M-LL31. Destacan las algas rojas *C. elongata* (50-70%) y *L. incrustans* (40-60%), especies que repiten el compacto horizonte identificado en 2002 y 2005 (Foto 38). Epifitando a *C. elongata* aparecen numerosas matas de diversas especies del género *Ceramium* (*C. rubrum*, *C. gracillimum*, *C. echionotum* y *C. ciliatum*). Las matas de la feofícea *S. scoparium*, muy abundantes en 2005 (por aquel entonces ocupaban el tercer puesto), experimentan un notable descenso en 2008 (Foto 39).

En estos niveles mareales inferiores la fauna continúa mostrando escasa diversidad, siendo las especies de moluscos *P. ulyssiponensis*, *P. intermedia*, *M. galloprovincialis* y *C. gigas*, y del antozoo *A. equina* las más destacables.


Foto 38

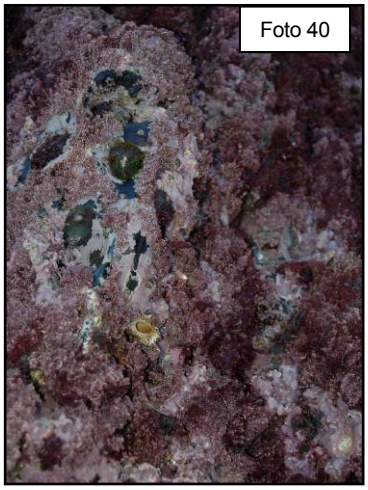

Foto 39

ZONA MEDIOLITORAL INFERIOR (M-LL33)

Por encima de esta zona, en el nivel mediolitoral inferior y a una altura comprendida entre 1,13 m y 1,57 m se distingue un tercer horizonte definido por las algas rojas *L. incrustans* y *C. elongata*, y por la especie de lapa *P. ulyssiponensis* (Foto 40). *L. incrustans* (como en 2002 y 2005) ocupa las mayores superficies, manteniendo más o menos las mismas coberturas que en la zona anterior (alrededor del 65%). El recubrimiento de *C. elongata*, ligeramente inferior, también es importante (55%).

La superficie ocupada por *C. ustulatus* (apenas el 5%) es menor que la registrada en 2005. Con todo,

dentro de la comunidad vegetal de esta zona, vuelve a ocupar la tercera posición. Menor cobertura presentan *U. rigida*, *U. compressa*, *Ceramium* sp., *Gelidium spinosum*, *Gelidium pulchellum*, *Chondracanthus acicularis*, *Chondria coerulescens* y *B. minima*.


Foto 40

La fauna se presenta más rica y variada que en los dos niveles inferiores, siendo el de los moluscos el grupo taxonómico más abundante. De las siete especies identificadas, destacan las poblaciones de la lapa *P. ulyssiponensis* (25-50 ind·m^{-2}), mucho mayores que en 2002, aunque ligeramente inferioriores a las registradas en 2005. Les siguen otras especies de moluscos, como *P. intermedia* (5-10 ind·m^{-2}), el mejillón *M. galloprovincialis*, la ostra *C. gigas* y el bígaro *M. neritoides* (cuyo pequeño tamaño dificulta establecer censos exactos), y los crustáceos *B. perforatus* y *Chthamalus montagui*.

ZONA MEDIOLITORAL MEDIA (M-LL34)

Situada en el mediolitoral medio, a 1,57-2,25 m sobre el nivel del mar, y con una extensión de casi 2 m, se distingue esta zona, en la que la cobertura de macroalgas es inferior a la de la zona anterior (Foto 41). Esta disminución de la cobertura vegetal, es más acentuada para las rodofíceas *L. incrustans* y *C. elongata*, que presentan un recubrimiento del 10-15% y dek 10-20%, respectivamente. Por el contrario, las poblaciones de *C. ustulatus* (5-10%) y *P. intermedia* se encuentran mejor desarrolladas, a la vez que comienza a definirse el cinturón del cirrípedo *Chthamalus* sp.

Por su parte, las especies de fauna más abundantes son: *Chthamalus* sp. (1.000-10.000 ind·m^{-2}), *M. neritoides* (>100 ind·m^{-2}), *P. intermedia* (30-60 ind·m^{-2}) y *P. ulyssiponensis* (10-30 ind·m^{-2}).


Foto 41

ZONA MEDIOLITORAL SUPERIOR (M-LL35)

Ocupando parte del mediolitoral medio y todo el mediolitoral superior se distribuye esta zona, de 9,25 m de longitud, cuya altura sobre el nivel 0 se sitúa entre 2,25 m y 3,63 m. La distribución de los organismos marinos no cambiao respecto a lo observado en las visitas de 2002 y 2005.

En las zonas desprovistas de pozas o cubetas, la especie que caracteriza este nivel continúa siendo el cirrípedo *Chthamalus* sp., con recubrimientos próximos al 90% (Foto 42). Cohabitando con *Chthamalus* sp., se encuentran ejemplares de *M. neritoides* (10-50 ind·m^{-2}), *P. intermedia* (10-20 ind·m^{-2}), *P. vulgata* y *M. galloprovincialis*. También se pueden identificar algunas matas o frondes de *R. verrucosa*, *C. ustulatus*, *G. pusillum* (sobre lapas) y, en las lajas situadas a mayor altura, el liquen *L. pygmaea* (Foto 43).

En las dos pozas y cubetas mareales que se hallan en esta zona, tampoco se observa ningún cambio respecto a lo registrado en 2002 y 2005. En la primera de ellas, las especies más abundantes continúan siendo las algas *C. elongata*, *L. incrustans*, *G. spinosum* y *C. teedei*; el cirrípedo *Chthamalus* sp., la lapa *P. intermedia* y el cnidario *Anemomia viridis*. En la segunda, y por orden de importancia, se encuentran las algas *L. incrustans*, *C. elongata* y *U. rigida*, la lapa *P. intermedia*, el cirrípedo *Chthamalus* sp., el gasterópodo *G. umbilicalis* y el erizo de mar *Paracentrotus lividus*.

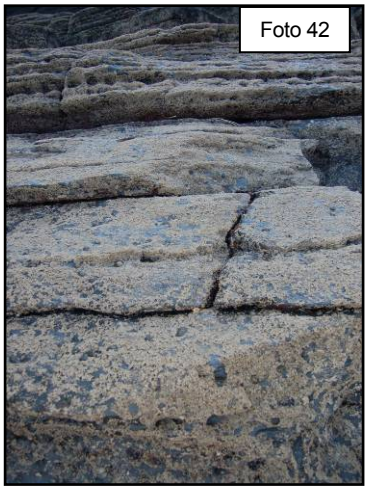

Foto 42


Foto 43

FRANJA SUPRALITORAL (M-LL36)

Esta zona, que consiste en una pared sub-vertical de 1 m de altura y cuya altura sobre el nivel 0 se sitúa entre 3,63 m y 4,64 m, ocupa la franja supralitoral (Foto 44). Exceptuando la presencia de algún filamento de *B. minima*, la situación es muy similar a la de 2005. El cinturón del liquen *L. pygmaea* (10-20% de cobertura) que se asienta entre las poblaciones de *Chthamalus* sp. es lo más característico de esta sexta zona (Foto 45).

Entre la fauna destacan, además de las coberturas de *Chthamalus* sp. (50%), el bígaro *M. neritoides* (3.000-10.000 ind·m^{-2}), las lapas *P. rustica* (5 ind·m^{-2}), *P. vulgata* y *P. intermedia*, y la ostra *C. gigas* (<1 ind·m^{-2}).

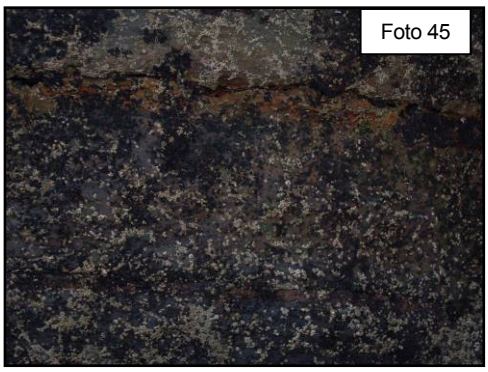
ZONA SUPRALITORAL (M-LL37 Y M-LL38)

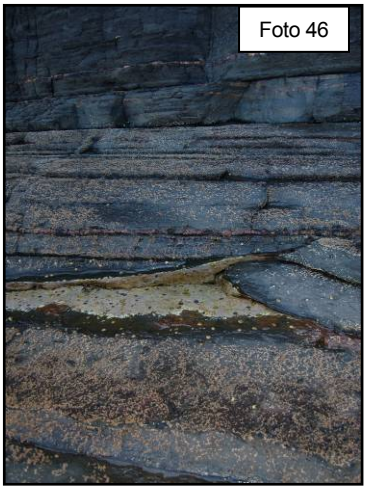
La primera zona enclavada en la zona supralitoral, se localiza entre 4,64 m y 4,95 m de altura y presenta una longitud de 7,60 m. Se trata de una continuación de la anterior, siendo las diferencias más notables el incremento de las poblaciones de *P. vulgata* y la disminución en los recubrimientos de *Chthamalus* sp. y *L. pygmaea* (Foto 46). La presencia de una charca intermareal y de pequeñas pozas, permite la instalación de *L. incrustans*, *P. intermedia* y *G. umbilicalis* (Foto 47).

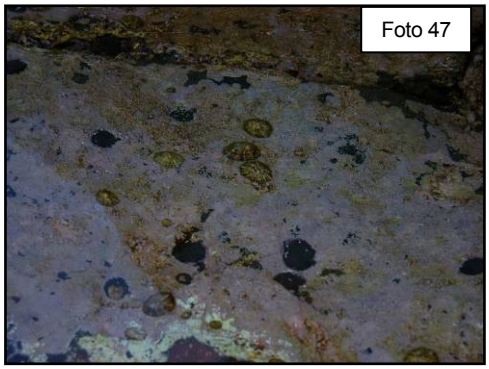
La segunda parte de la zona supralitoral es muy similar a la anterior. Esta octava zona, que marca el comienzo de la banda del liquen *V. maura* se sitúa entre 4,95 m y 6,94 m de altura. El terreno consiste en una serie de estratos horizontales dispuestos en una pared prácticamente vertical.

Desde el punto de vista biológico, además de amplias manchas espaciadas de *V. maura* (Foto 48), cinco son las especies presentes en este nivel, por orden de abundancia: el molusco *M. neritoides* (100-200 ind·m^{-2}), *Chthamalus* sp. (10-20 ind·m^{-2}), *M. lineata* (1-10 ind·m^{-2}), *P. vulgata* (1-5 *ind./m2*) y, adheridos al muro, algunos frondes del alga *Porphyra linearis* (Foto 49).


Foto 44


Foto 45


Foto 46


Foto 47

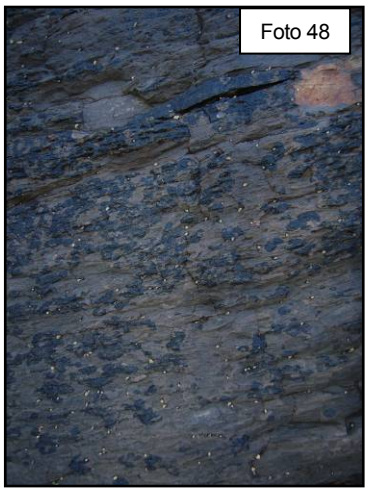

Foto 48


Foto 49

TRANSECTO M-LA1

El primer transecto de la desembocadura del Artibai se encuentra en Ondarroa, en la parte central de la playa de Saturrarán (Figura 308). El lugar elegido para ubicar el transecto corresponde a unas formaciones rocosas de fácil acceso desde el paseo marítimo, situadas sobre la arena de la playa. Su orientación es de 20º NE. El relieve del terreno es regular y homogéneo, con una pendiente más o menos constante, que apenas supera 30º de inclinación media. La longitud total del transecto es de 11,23 m y la altura sobre el nivel mareal, de 7,39 m (Foto 50).


Foto 50

Como en visitas anteriores, en este transecto se consideran cuatro zonas con características propias, asimilables a las siguientes facies:

- M-LA11: L. incrustans-Pterosiphonia complanata-C. elongata.
- M-LA12: L. incrustans-C. elongata.
- M-LA13: *Chthamalus* sp.
- M-LA14: V. maura-L. pygmaea-P. rustica.

En la Tabla 238 se indican los valores estimados de los índices de cobertura específica del estudio semicuantitativo. Dichos valores han sido utilizados para la representación gráfica de la Figura 319 y de la Figura 320.

M-LA1				
ZONAS	1	2	3	4
Longitud (m)	0-0,79	0,79-2,49	2,49-8,77	8,77-11,23
Altura (m)	0-1,65	1,65-3,05	3,05-4,67	4,67-7,39
Verrucaria maura	---	---	---	5
Lichina pygmaea	---	---	---	3
Patella rustica	---	---	1	3
Patella vulgata	---	---	3	2
Blidingia minima	---	---	2	2
Melarhaphe neritoides	---	3	5	3
Chthamalus spp.	---	4	7	2
Lithophyllum byssoides	---	---	3	---
Actinia equina	---	---	1	---
Mastocarpus stellatus	---	---	1	---
Ralfsia verrucosa	---	4	4	---
Caulacanthus ustulatus	---	3	3	---
Ulva rigida	---	1	1	---
Patella intermedia	1	4	2	---
Corallina elongata	5	5	3	---
Lithophyllum incrustans	7	6	2	---
Mytilus galloprovincialis	2	3	4	---
Ulva compressa	---	2	---	---
Gelidium pusillum	---	1	---	---
Bangia atropurpurea	---	1	---	---
Patella ulyssiponensis	3	4	---	---
CERAMIALES	3	2	---	---
Pterosiphonia complanata	6	---	---	---
Plocamium cartilagineum	3	---	---	---
Chondracanthus acicularis	3	---	---	---
Gelidium corneum	2	---	---	---
Falkenbergia rufolanosa	2	---	---	---
Chondria coerulescens	2	---	---	---
Cladophora pellucida	2	---	---	---
Cladophora prolifera	2	---	---	---
Balanus perforatus	1	---	---	---
Rhodymenia pseudopalmata	1	---	---	---
Hymeniacidon sanguinea	1	---	---	---

Tabla 238 Índices de cobertura de las especies más representativas del transecto M-LA1, muestreado el 3 de mayo de 2008 (para metodología, ver Tomo 1).

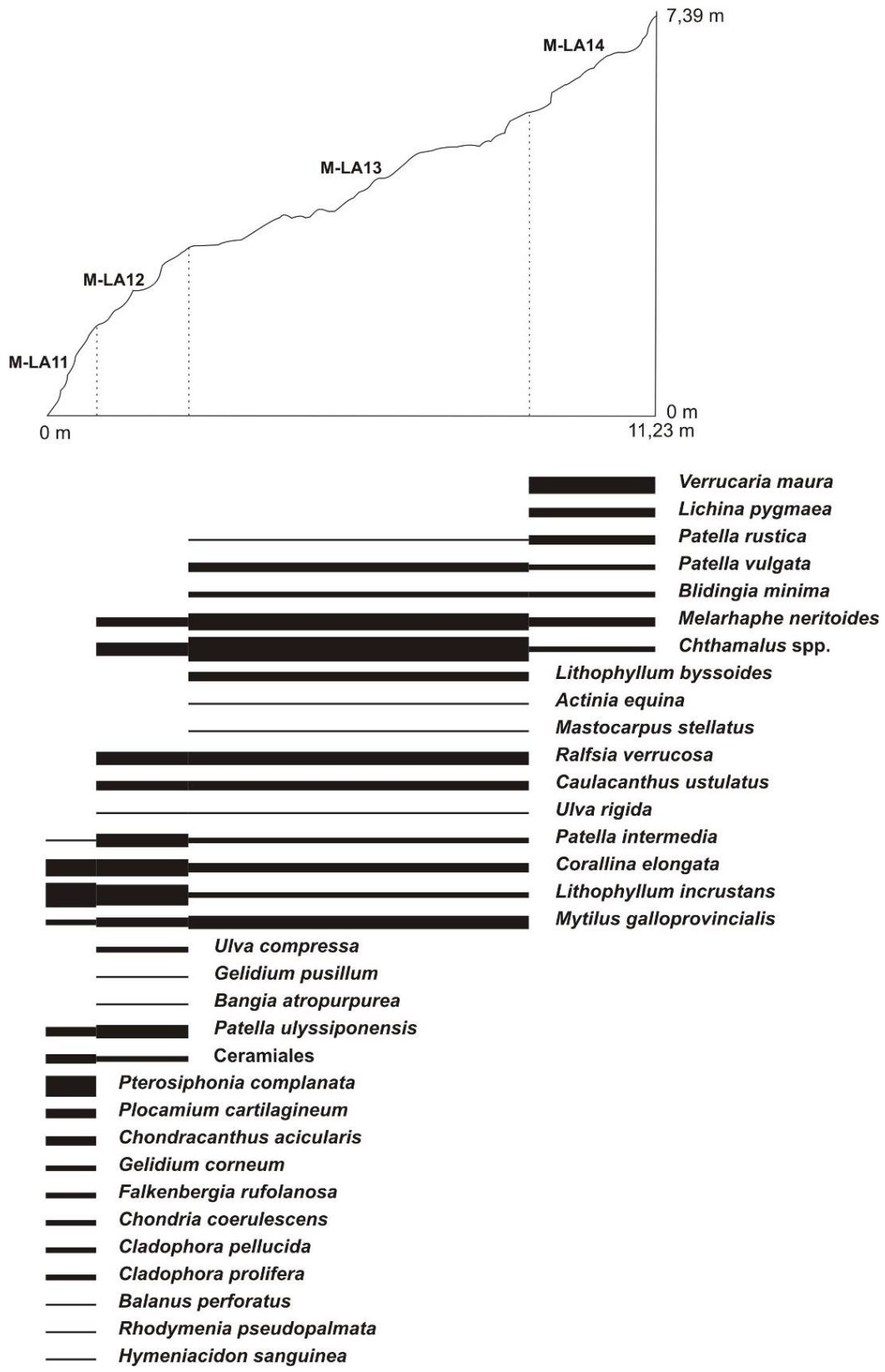


Figura 319 Distribución horizontal de la cobertura de las diferentes especies del transecto M-LA1.

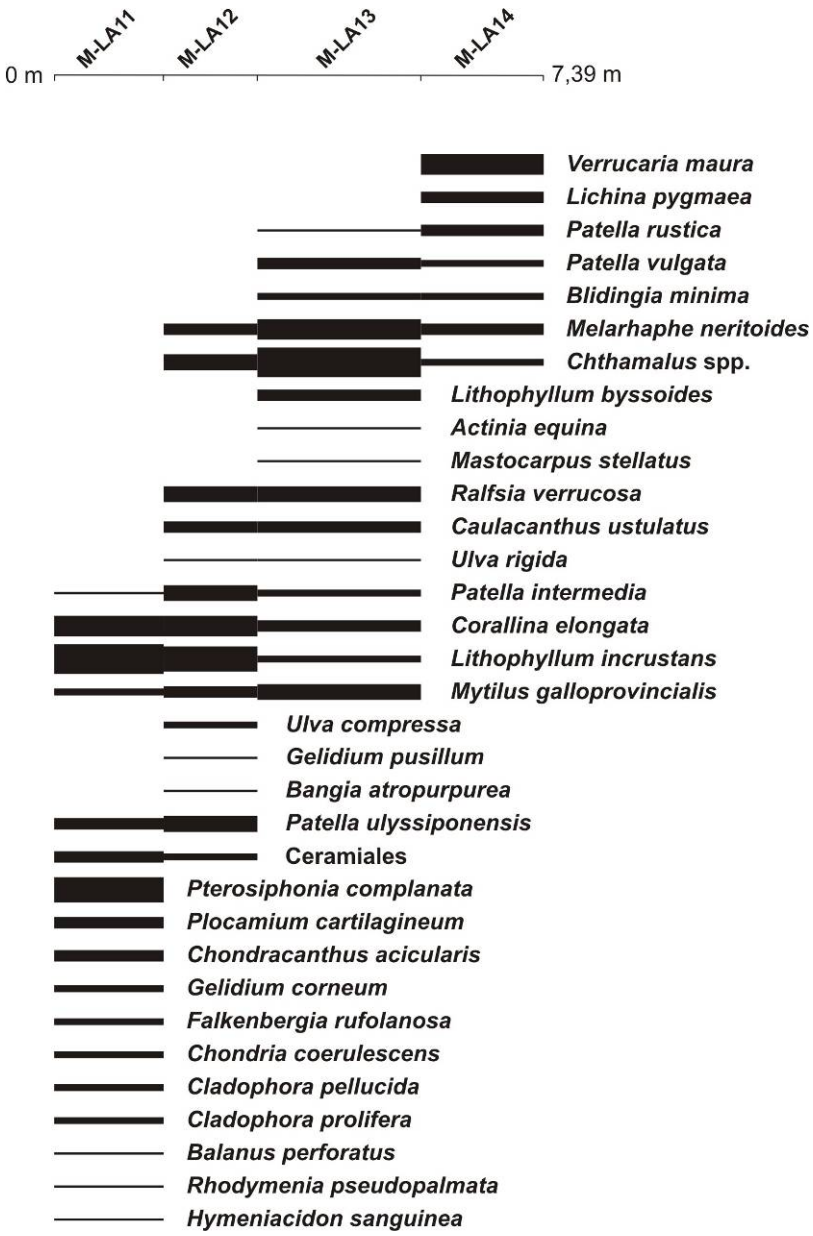
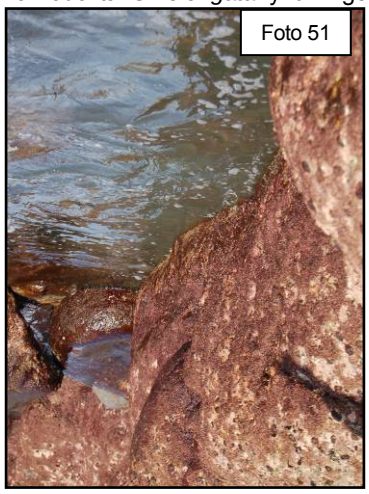


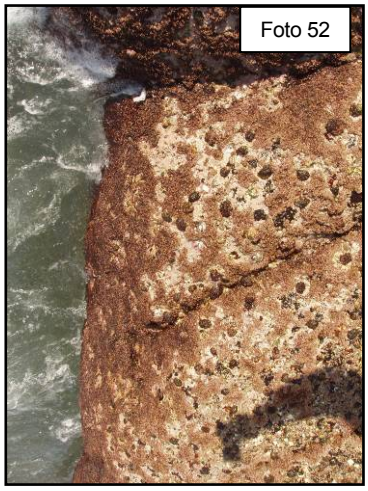
Figura 320 Distribución vertical de la cobertura de las diferentes especies del transecto M-LA1.

FRANJA INFRALITORAL Y MEDIOLITORAL INFERIOR (M-LA11)

Esta zona, con un considerable grado de exposición, se desarrolla entre 0 m y 1,65 m sobre el nivel mareal. La presencia de algunos bloques sueltos, delante del transecto le proporcionan una relativa protección frentre al oleaje directo. El recubrimiento biológico es total y la diversidad biológica se considera elevada. La mayor parte de los organismos que definen esta zona coinciden con los identificados en campañas previas, si bien se observan algunas diferencias. La más destacable viene dada por las coberturas del alga rodofita *P. complanata*, que alcanza recubrimientos superiores al 60%, valor mucho más elevado a los registrados en campañas previas. Paralelamente, se registra un claro descenso de las poblaciones de la rodofita *C. elongata* y un ligero incremento de algunas algas del orden CERAMIALES (*Aglaothamnion hookeri*, *Pleonosporium borreri*, *Callithamnion tetragonum*, *Mesothamnion caribeum* y *Ceramium* sp.). Teniendo en cuenta sus coberturas relativas, las especies que definen la comunidad de esta zona son las algas *L. incrustans* (con coberturas superiores al 90% del sustrato rocoso), *P. complanata* (50-70%) y *C. elongata* (45-60%). Otras especies de algas con elevados recubrimientos son el alga epífita *Plocamium cartilagineum* y *C. acicularis*, ambas con coberturas próximas al 5 (Foto 51).

En comparación con la flora, la distribución de la fauna es mucho más pobre. Se han identificado cuatro especies: las lapas *P. ulyssiponensis* (5-10 ind·m^{-2}) y *P. intermedia*, el balano *B. perforatus*, y alguna colonia de la esponja naranja *Hymeniacidon sanguinea*.


Foto 51


Foto 52

ZONA MEDIOLITORAL MEDIA (M-LA12)

El final del cinturón de *P. complanata* marca el comienzo de esta segunda zona (Foto 52). Enclavada en el mediolitoral medio, se extiende a una altura comprendida entre 1,65 m y 3,05 m sobre el nivel 0 de marea, presentando una longitud de 1,70 m. En ella, el número de especies de algas disminuye respecto a la zona anterior. La situación en 2008 es muy similar a la observada en 2005. Así, las coberturas de las algas rojas calcificadas *L. incrustans* (60-70%) y *C. elongata* (30-50%), continúan mostrando los mayores valores. Ocupan una posición secundaria las poblaciones del alga *R. verrucosa*, feofícea que en la presente campaña de 2008 presenta coberturas muy superiores a las observadas en 2002 y 2005, estimadas en torno al 15%. Le siguen *C. ustulatus* (5%) y *U. compressa*. El resto de las algas identificadas en el mediolitoral medio no alcanza un gran desarrollo (Foto 53).

De enntre de la fauna, las mayores densidades corresponden a los cirrípedos del género *Chthmalus* (2.500-7.500 ind·m^{-2}), a las lapas *P. ulyssiponensis* (15-25 ind·m^{-2}) y *P. intermedia* (10-15 ind·m^{-2}), y al bígaro *M. neritoides* (5-10 ind·m^{-2}). Entre las grietas y en pequeñas pozas, también se observan algunas piñas de ejemplares diminutos del mejillón *M. galloprovincialis*.


Foto 53

ZONA MEDIOLITORAL PERIOR Y FRANJA SUPRALITORAL (M-LA31)

Esta tercera zona, localizada en el nivel mediolitoral superior y en la franja supralitoral, no cambia sustancialmente a lo largo de las tres campañas efectuadas. Se encuentra a una altura comprendida entre los 3,05 m y 4,67 m y su longitud total es de 6,28 m. Esta

zona marca el comienzo del cinturón de *Chthamalus* sp. Las densidades de este cirrípedo son muy elevadas, del orden de 50.000 ind·m^{-2}, con unos recubrimientos cercanos al 90% de la superficie rocosa (Foto 54). Como suele ocurrir habitualmente en este horizonte, la segunda especie más abundante es el bígaro *M. neritoides*, molusco del cual se estiman para la presente campaña de 2008 unas densidades de 50-100 ind·m^{-2}, algo inferiores a las registradas en 2002 y 2005. Además de por estas dos especies, la fauna se encuentra representada por las lapas *P. vulgata* (1-5 ind·m^{-2}), *P. intermedia* y *P. rustica*, el mejillón *M. galloprovincialis* (cuyas poblaciones son frecuentes en grietas y pozas mareales), e individuos aislados del cnidario *A. equina* (Foto 55).

En cuanto a las algas, que no suelen ser muy abundantes en este nivel mareal, destaca sobre el resto el alga marrón incrustante *R. verrucosa*, especie que presenta coberturas del 5-10% de la superficie rocosa. En menor proporción se identifican también: *C. ustulatus* (fijada a las conchas de los mejillones), *B. minima* (adherida a la concha de las lapas), *U. rigida*, *Mastocarpus stellatus*, *L. incrustans* (especialmente abundante en los fondos de las cubetas), *C. elongata* y *L. byssoides* (preferentemente en las zonas de escorrentía) (Foto 56).

ZONA SUPRALITORAL (M-LL14)

Esta zona se extiende entre los 4,65 m y 7, 39 m sobre el nivel 0. Las principales diferencias respecto a la zona anterior se deben a la reducción de las poblaciones de cirrípedos del género *Chthamalus* y a la aparición de líquenes halófitos. El primero de ellos, *L. pygmaea*, ocupa preferentemente la parte inferior de la zona; mientras que el segundo, *V. maura* crece en niveles más elevados, alcanzando al final de la zona una cobertura del 20-30% de la superficie rocosa (Foto 57). Además de estos dos líquenes, se observan frondes del alga verde *B. minima* sobre alguna concha de *P. vulgata*.

En cuanto a la fauna, lo más destacable es la presencia del bígaro *M. neritoides* (10-50 ind·m^{-2}), del cirrípedo *C. montagui* (100-1.000 ind·m^{-2}), y de las lapas *P. rustica* (5-10 ind·m^{-2}) y *P. vulgata* (5-10 ind·m^{-2}).


Foto 54


Foto 55

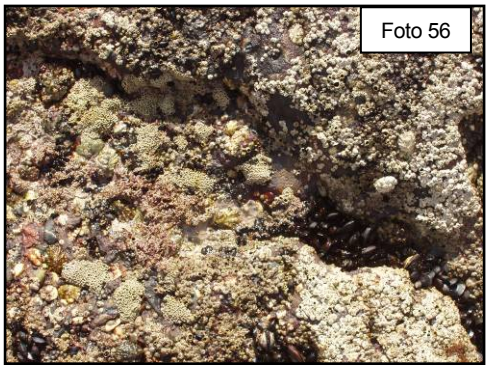

Foto 56


Foto 57

TRANSECTO M-LA2

Se sitúa en la formación rocosa que limita la playa de Saturrarán por su parte derecha, junto a la punta de Saturrarán (Figura 308). La longitud total del mismo es de 19,37 m y la altura respecto el nivel 0, de 5,84 m. El relieve presenta irregularidades y consiste en una sucesión de estratos inclinados. En la zona de contacto con el mar asoman grandes bloques despredidos de la costa por efecto del oleaje.

En función de las coberturas biológicas se pueden delimitar seis zonas distintas correspondientes a las siguientes cinco biocenosis:

- M-LA21: G. corneum.
- M-LA22: C. elongata-L. incrustans.
- M-LA23: *Chthamalus* sp.-*Patella* sp.
- M-LA24-M-LA25: *Chthamalus* sp.
- M-LA26: V. maura-Chthamalus sp.

En la Tabla 239 se indican los valores de los índices de cobertura específica del estudio semicuantitativo, valores que han sido utilizados para la representación gráfica de las Figura 321 y Figura 322.

M-LA2						
ZONAS	1	2	3	4	5	6
Longitud (m)	0-0,90	0,90-1,58	1,58-4,55	4,55-17,29	17,29-18,69	18,69-19,37
Altura (m)	0-0,50	0,50-0,95	0,95-1,70	1,70-4,50	4,50-5,16	5,16-5,84
Verrucaria maura	---	---	---	---	1	3
Melarhaphe neritoides	---	---	1	4	5	3
Chthamalus spp.	---	4	5	6	6	2
Lichina pygmaea	---	---	---	---	2	---
Patella Vulgata	---	---	---	3	2	---
Gibbula umbilicales	---	---	---	3	2	---
Patella intermedia	---	2	4	4	2	---
Lithophyllum incrustans	4	5	4	3	1	---
Monodonta lineada	---	---	---	2	---	---
Actinia equina	---	---	---	3	---	---
Bangia atropurpurea	---	---	---	2	---	---
Anemonia sulfata	---	---	---	1	---	---
Ostrea edulis	---	---	1	1	---	---
Ulva rigida	---	---	1	1	---	---
Cereus pedunculatus	---	2	---	2	---	---
Caulacanthus ustulatus	---	3	2	2	---	---
Mytilus galloprovincialis	---	2	3	3	---	---
Paracentrotus lividus	2	---	---	1	---	---
Patella ulyssiponensis	2	4	4	2	---	---
Corallina elongata	3	5	4	2	---	---
Ulva compressa	---	---	2	---	---	---
Ralfsia verrucosa	---	---	2	---	---	---
Crassostrea gigas	---	---	2	---	---	---
Gelidium pusillum	---	---	1	---	---	---
Gelidium spinosum	---	2	1	---	---	---
Ceramium spp.	2	1	2	---	---	---
Balanus perforatus	---	1	---	---	---	---
Falkenbergia rufalanosa	2	2	---	---	---	---
Pterosiphonia complanata	3	1	---	---	---	---
Gelidium corneum	4	---	---	---	---	---
Plocamium cartilagineum	2	---	---	---	---	---
Asparagopsis armata	1	---	---	---	---	---
Stypocaulon scoparium	1	---	---	---	---	---
Electra pilosa	1	---	---	---	---	---
Cladophora prolifera	1	---	---	---	---	---

Tabla 239 Índices de cobertura de las especies más representativas del transecto M-LA2, muestreado el 3 de mayo de 2008 (para metodología, ver Tomo 1).

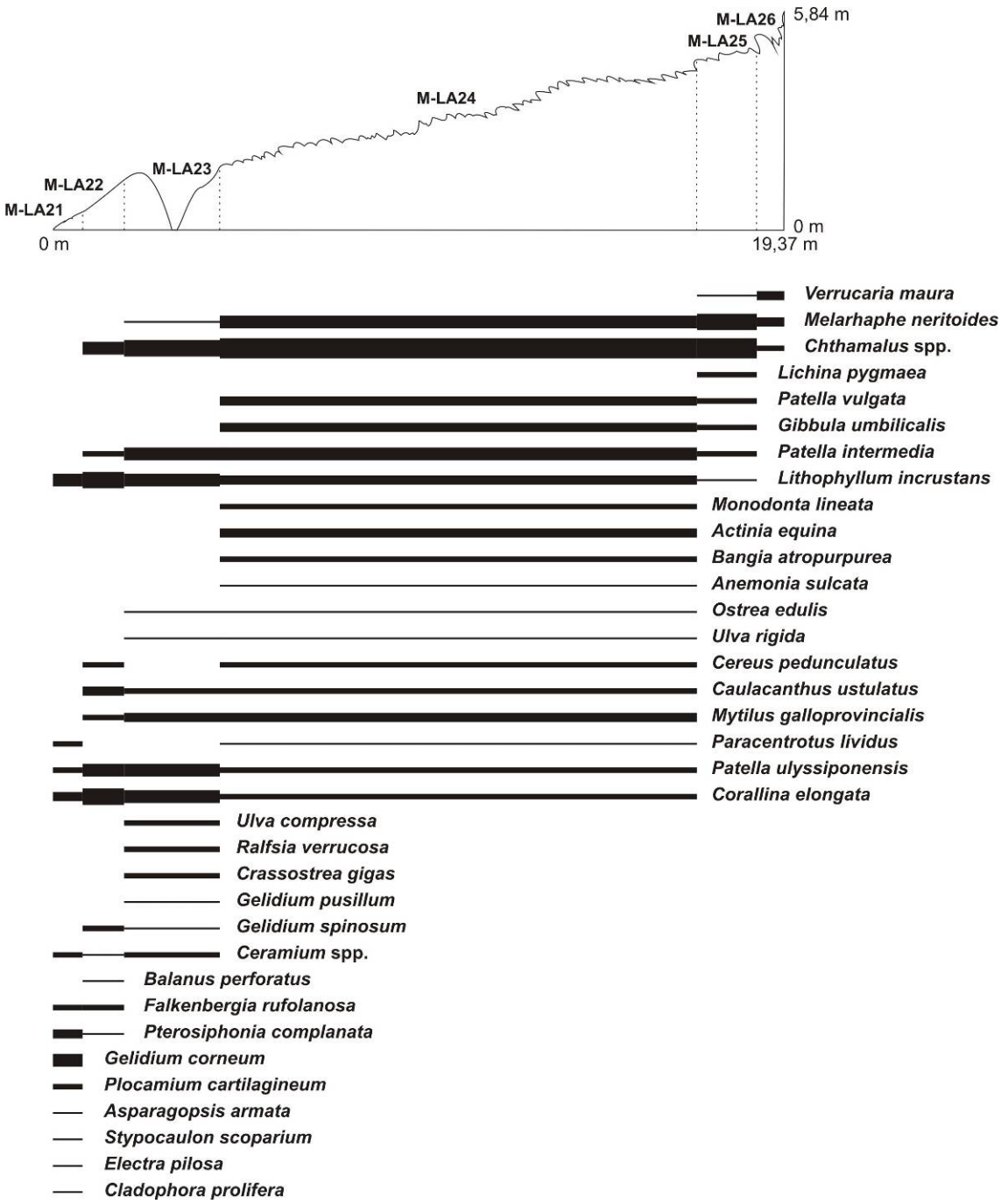


Figura 321 Distribución horizontal de la cobertura de las diferentes especies del transecto M-LA2.

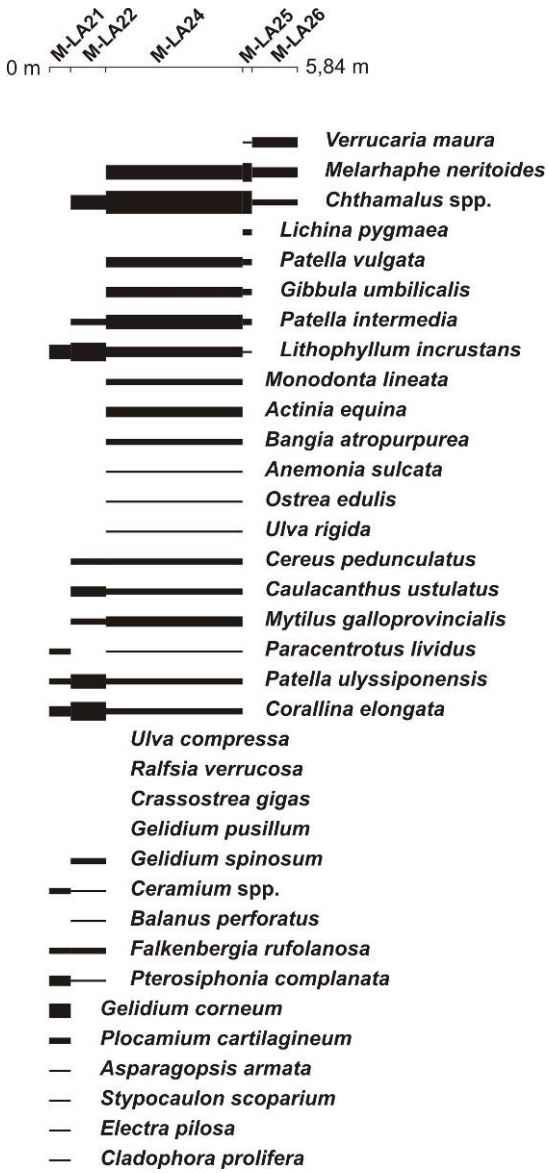


Figura 322 Distribución vertical de la cobertura de las diferentes especies del transecto M-LA2.

FRANJA INFRALITORAL (M-LA21 Y M-LA22)

La primera zona establecida en la franja infralitoral posee una longitud de 0,90 m y una altura comprendida entre 0 y 0,5 m sobre el nivel 0 de marea. Esta zona se localiza en una piedra desprendida, en un lugar con elevado grado de exposición al oleaje. Las especies que dominan la comunidad en 2008 son las mismas que en las campañas de 2002 y 2005. Aunque la especie más representativa continúa siendo la rodofícea *G. corneum*, las coberturas en 2008 (alrededor del 25%) son sensiblemente inferiores a las estimadas para años anteriores (60-80% de superficie). Además de la anterior, otras tres especies que de algas muestran importantes recubrimientos: *L. incrustans* (15-30%), *P. complanata* (1-5%) y *C. elongata* (1-5%).

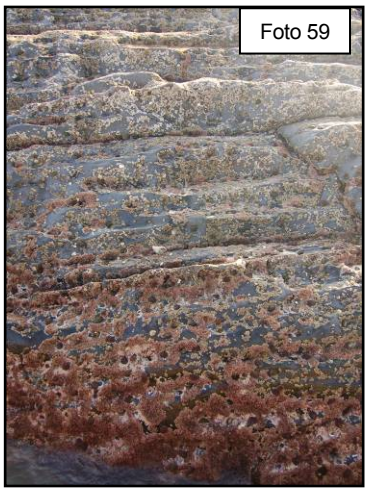
En la misma piedra, aunque en una posición superior, se distingue en la franja infralitoral una segunda zona cuya altura respecto el nivel 0 se encuentra entre los 0,50 m y 0,95 m. Esta misma zona ya fue identificada en las campañas de 2002 y 2005. La facies definida por las algas *C. elongata* y *L. incrustans* (ambas con recubrimientos en torno al 30-60% del sustrato rocoso) caracterizan biológicamente esta zona. Otra alga que presenta cierta relevancia es *C. ustulatus*. Este alga cespitosa, que alzanza recubrimientos cercanos al 5%, no fue identificada en este área en las dos campañas previas (Foto 58).

Además de las especies de algas, en esta zona M-LA21 se identifican algunos ejemplares de la lapa *P. ulyssiponensis*, individuos del erizo *P. lividus*, y colonias del briozoo *E. pilosa* adheridas a los frondes del alga *G. corneum*.

Por su parte, en M-LA22 se registra una importante densidad de *P. ulyssiponensis* (30-50 ind·m^{-2}), algo menores de *P. intermedia*, pequeñas piñas del mejillón *M. galloprovincialis* en grietas y pequeños recovecos, y

poblaciones irregulares de los cirrípedos *B. perforatus* y *Chthamalus* sp.


Foto 58


Foto 59

ZONA MEDIOLITORAL INFERIOR (M-LA23)

Entre 0,95 m y 1,70 m por encima del nivel mareal, se localiza esta subdivisión correspondiente al nivel mediolitoral inferior. Esta zona que abarca parte de la cara protegida del bloque desprendido y parte de la expuesta del núcleo central de estratos, presenta una caída en su tramo central, de tal modo que entre 0,50 m y 0,95 m se repite en gran medida la zonación descrita para la zona M-LA22 (Foto 59). Además de las coberturas de *C. elongata* (15-30%) y *L. incrustans* (20-30%), el cirrípedo *C. montagui*, con densidades de 10.000-30.000 ind·m^{-2} es la especie que marca la diferencia respecto a la zona inferior, repitiéndose el mismo esquema que en 2002 y 2005. Entre las algas identificadas junto a *C. elongata* y *L. incrustans*, cabe destacar: *R. verrucosa* (especialmente en los niveles más elevados), *C. ustulatus*, *Ceramium* sp. y *U. rigida* (epífitas de *C. elongata*), *U. compressa*, *G. spinosum* y *G. pusillum*.

Ente la fauna, además del cinturón de cirrípedos del géner *Chthamalus* y de las poblaciones de *P. ulyssiponensis* (40-50 ind·m^{-2}) y *P. intermedia* (20-40 ind·m^{-2}), se han identificado ejemplares del molusco *M. neritoides*, poblaciones de tamaño irregular del mejillón *M. galloprovincialis* en las grietas de las rocas, y algún ejemplar de las ostras *C. gigas* y *Ostrea edulis*.

ZONA MEDIOLITORAL MEDIA, SUPERIOR Y FRANJA SUPRALITORAL (M-LA24)

Esta zona, de 12,74 m de longitud, consiste en una sucesión ordenada de estratos con una gran inclinación, que forman una plataforma de suave pendiente. Se sitúa a 1,70-4,50 m de altura sobre el nivel 0. La zonación es idéntica a la observada en 2002 y 2005. El cinturón definido por *Chthamalus* sp. caracteriza este amplia franja mareal (Foto 60). Con la excepción de las zonas con cubetas, las poblaciones de este cirrípedo alcanzan coberturas cercanas al 90% del sustrato. En estas áreas, el caracolillo *M. neritoides* alcanza densidades de 10-50 ind·m^{-2}. También se han identificado las lapas *P. intermedia* (30-40 ind·m^{-2}), *P. ulyssiponensis* (1-10 ind·m^{-2}) y *P. vulgata* (especialmente en los niveles superiores), la ostra *C. gigas* y el mejillón *M. galloprovincialis*.

En cuanto a las algas, su presencia se limita a las cubetas o fisuras menos expuestas a la insolación directa. Como ya se ha comentado anteriormente, las cubetas y charcas aparecen de manera regular en esta zona. En éstas, las poblaciones se mantienen similares a las de 2002 y 2005. Los fondos se encuentran tapizados desigualmente por *L. incrustans* (lsus coberturas aumentan conforme se encuentran en una posición infe rior). Junto a *L. incrustans* se pueden observar en algunas de estas pozas, matas de *C. elongata* y/o de *U. rigida*. Entre las fisuras aparecen algunos frondes de *C. ustulatus* y, sobre algunas lapas, se identifican también matas de *B. atropurpurea*. La fauna identificada en las cubetas comprende individuos de la lapa *P. intermedia*, del erizo *P. lividus*, del cirrípedo *B. perforatus*, del mejillón *M. galloprovincialis*, de los caracoles *M. lineata* y *G. umbilicalis*, de la ostra *O. edulis*, y de las anémonas *A. viridis*, *A, equina* y *Cereus pedunculatus*, antozoo esta último cuya columna se haya profundamente encajada en el sustrato rocoso (Foto 61).

ZONA SUPRALITORAL (M-LA25 Y M-LA26)

Por encima de la zona supralitoral se extiende esta zona, a 4,50-5,16 m sobre el nivel mareal. Aunque el recubrimiento disminuye gradualmente en relación a la zona precedente, la especie dominante continúa siendo el cirrípedo *Chthamalus* sp.

En las crestas de algunos de los estratos aparecen matas de *L. pygmaea* y manchas espaciadas de *V.*

maura. La fauna, además de por *Chthamalus* sp. se encuentra representada por los moluscos *M. neritoides* (30.000-50.000 ind·m^{-2}) y *P. vulgata* (1-2 ind·m^{-2}) (Foto 62).

En las pequeñas pozas y cubetas se observan también algunos ejemplares de los moluscos *P.intermedia* y *G. umbilicalis*, y reducidas coberturas del alga *L. incrustans*.

A continuación, y hasta una altura de 5,84 m, se define una última zona caracterizada por las coberturas del liquen *V. maura*, especie que muestra mayor abundancia conforme se gana altura. El resto de los recubrimientos biológicos coinciden con los encontrados en 2002 y 2005. Las poblaciones de *Chthamalus* sp. (30-50 ind·m^{-2}) y *M. neritoides* (100-500 ind·m^{-2}) son los únicos representantes faunísticos del horizonte (Foto 63).

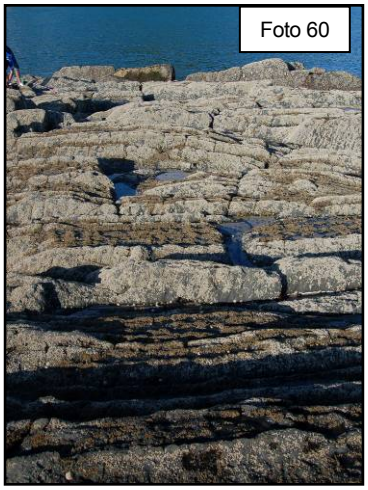
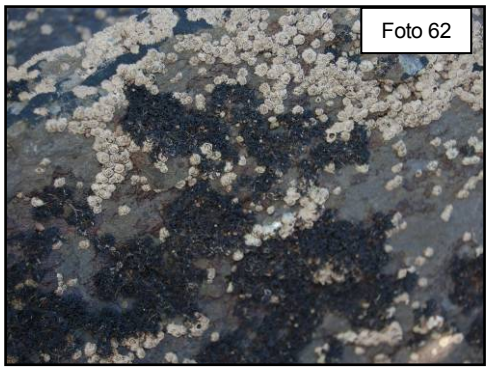
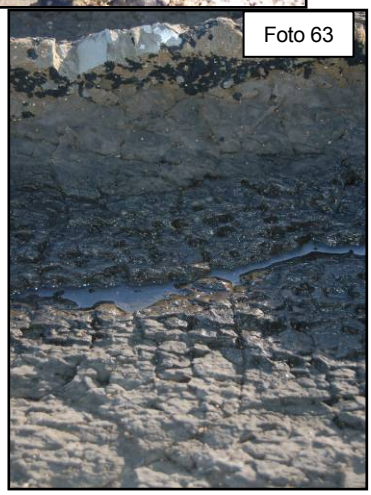

Foto 60


Foto 61


Foto 62


Foto 63

CALIDAD BIOLÓGICA

En la Tabla 240 se muestran los datos obtenidos para la masa de agua costera Matxitxako-Getaria en las campañas de 2008 (transectos M-LOK5, M-LOK6, M-LL1, M-LL2, M-LL3, M-LA1 y M-LA2), de 2006 (transectos M-LD1 y M-LD2) y de 2007 (transectos M-LU1a, M-LU1b, M-LU1c y M-LU2), con objeto de calificar su estado. La metodología utilizada se explica en el Tomo 1.

La calificación es de: Estado Aceptable para el transecto M-LL2; Buen Estado para los transectos M-LL1, M-LA1, M-LA2, M-LD1, M-LU1b y M-LU1c; y Muy Buen Estado para los transectos M-LOK5, M-LOK6, M-LL3, M-LD2, M-LU1a y M-LU2.

Respecto a los transectos analizados la presente campaña, cabe destacar la evolución positiva de los transectos M-LL2 (pasa de Estado Deficiente en 2002 y 2005, a Estado Aceptable en la presente campaña de 2008) y M-LL3 (pasa de Buen Estado en 2002 y 2005, a Muy Buen Estado en 2008). Por el contrario, presentan evolución negativa los transectos M-LL1 (de Muy Buen Estado en 2002, a Buen Estado en 2005 y 2008), M-LA1 y M-LA" (ambos pasan de Muy Buen Estado en 2002 y 2005, a Buen Estado en 2008). En este punto, cabe destacar que en el entorno de la desembocadura del Oka, los transectos que se venían analizando en campañas anteriores han sido sustituidos por dos nuevos transectos, debido a que aquéllos se encontraban en una

zona de evidente influencia estuárica. Así, los nuevos transectos pasan a encontrarse en Muy Buen Estado.

En promedio, la masa de agua costera Matxitxako-Getaria presenta '**Buen Estado**' (EQR=0,81) en la campaña de 2008. Entre el trienio 2002-2004 y el trienio 2005-2007, no se detectó evolución alguna. Del mismo modo, aunque aún se tienen en cuenta datos del pasado trienio, tampoco en 2008 se obseva un incremento en la calidad del componente de las macroalgas costeras. Sin embargo, se detecta un ligero aunque constante incremento en los valores de EQR (de 0,73 a 0,79, y a 0,81) que convendría vigilar, ya que en un periodo de tiempo más o menos breve podría llevar a alcanzar Muy Buen Estado para la masa de agua costera Matxitxako-Getaria.

INDICADORES	M-LOK5	M-LOK6	M-LL1	M-LL2	M-LL3
Cobertura	136	45	76	3	63
Riqueza de poblaciones	5	7	8	3	5
Especies oportunistas	4	7	52	1	14
PUNTUACIÓN					
Cobertura	0,45	0,35	0,45	0,00	0,45
Riqueza de poblaciones	0,20	0,20	0,20	0,10	0,20
Especies oportunistas	0,35	0,35	0,05	0,35	0,25
PUNTUACIÓN TOTAL	1,00	0,90	0,70	0,45	0,90
CLASIFICACIÓN	Muy Bueno	Muy Bueno	Bueno	Aceptable	Muy Bueno

INDICADORES	M-LA1	M-LA2	M-LD1	M-LD2
Cobertura	23	28	36	44
Riqueza de poblaciones	3	4	6	8
Especies oportunistas	5	4	15	6
PUNTUACIÓN				
Cobertura	0,20	0,20	0,20	0,35
Riqueza de poblaciones	0,15	0,20	0,20	0,20
Especies oportunistas	0,35	0,35	0,25	0,35
PUNTUACIÓN TOTAL	0,70	0,75	0,65	0,90
CLASIFICACIÓN	Bueno	Bueno	Bueno	Muy Bueno

INDICADORES	M-LU1a	M-LU1b	M-LU1c	M-LU2
Cobertura	59	77	25	96
Riqueza de poblaciones	7	7	6	7
Especies oportunistas	6	24	5	8
PUNTUACIÓN				
Cobertura	0,45	0,45	0,20	0,45
Riqueza de poblaciones	0,20	0,20	0,20	0,20
Especies oportunistas	0,35	0,15	0,35	0,35
PUNTUACIÓN TOTAL	1,00	0,80	0,75	1,00
CLASIFICACIÓN	Muy Bueno	Bueno	Bueno	Muy Bueno

Tabla 240 Calificación de cada indicador de macroalgas y las equivalencias para la calificación de cada transecto, en las campañas de 2006 (M-LD1 y M-LD2), 2007 (M-LU1a, M-LU1b, M-LU1c y M-LU2) y de 2008 (M-LOK5, M-LOK6, M-LL1, M-LL2, M-LL3, M-LA1 y M-LA2).

17.5. INDICADORES FISICOQUÍMICOS

17.5.1 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN AGUAS

CONSIDERACIONES GENERALES

La zona costera desde Matxitxako hasta Getaria esta representada por las estaciones L-OK10 (en frente del estuario Oka), L-L20, L-L10 (en frente del estuario Lea), L-A10 (en frente del estuario Aratibai), L-D10 (en frente del estuario Deba) y L-REF20 y L-U10 (en frente del estuario Urola). En la Tabla 241 se recogen los datos medios anuales para las diferentes variables básicas analizadas en la zona costera Matxitxako-Getaria durante el año 2008. Se incluyen los valores medios de las variables generales en dos niveles de la columna de agua (superficie y fondo) y los de las variables relacionadas con el estado trófico en superficie.

En los datos generales se observa la influencia de la estacionalidad a través de la temperatura y de la estratificación termohalina. También se aprecia, a través de la salinidad y del porcentaje de agua continental que esta variable indica, la influencia de la descarga del río a través del estuario en las concentraciones de las variables indicadoras de los aportes terrestres, especialmente de los nutrientes. No obstante, en las campañas efectuadas en el año 2008 se observa un aporte escaso de agua dulce, que se refleja en una

variación de la salinidad de las aguas de superficie muy moderada.

Los valores medios del porcentaje de saturación de oxígeno, cercanos a 100%, indican una situación general de balance entre procesos autótrofos y heterótrofos, tanto en la superficie como en el fondo de la columna de agua. No se registran valores puntuales que representen un déficit de oxígeno. Además de la influencia de temperatura y salinidad en la concentración absoluta y el porcentaje de saturación de oxígeno, los cambios estacionales también aparecen ligeramente modulados por la concentración de clorofila y su distribución en la columna de agua. De todos modos, en la serie de muestreos realizados durante el año 2008 no se han registrado floraciones superficiales de importancia.

Las concentraciones de nutrientes presentan una distribución coherente con los ciclos estacionales y los pulsos de fertilización adicional que indica el porcentaje de agua no marina. Los valores de 2008 se encuentran en el rango habitual de las aguas litorales, incluida la estación de referencia.

Variables	Unidades	L-OK10- S	L-OK10-F	L-L10-S	L-L10-F	L-L20-S	L-L20-F	L-A10-S	L-A10-F
Temperatura	°C	16,02	15,03	16,14	15,29	17,28	15,05	16,37	15,22
Salinidad	USP	35,42	35,57	35,44	35,55	35,41	35,56	35,43	35,57
Agua fluvial	%	0,50	0,08	0,46	0,13	0,53	0,11	0,48	0,08
Saturación O2	%	100,00	98,13	100,00	97,88	100,50	97,00	99,75	97,88
pH		8,21	8,18	8,22	8,19	8,22	8,18	8,22	8,19
Clorofila	$\mu g.dm^{-3}$	0,27	1,94	0,36	1,85	0,33	1,82	0,32	1,18
Silicato	$\mu mol.dm^{-3}$	1,56		1,45		1,44		1,45	
Amonio	$\mu mol.dm^{-3}$	1,25		1,79		2,63		2,10	
Nitrito	$\mu mol.dm^{-3}$	0,29		0,27		0,25		0,28	
Nitrato	$\mu mol.dm^{-3}$	3,68		3,45		3,23		3,24	
Nitrógeno Total	$\mu mol.dm^{-3}$	11,90		12,58		14,05		12,65	
Fosfato	$\mu mol.dm^{-3}$	0,26		0,24		0,23		0,24	
Fósforo Total	$\mu mol.dm^{-3}$	0,51		0,49		0,49		0,50	
Carbono O. T.	$\mu mol.dm^{-3}$	74,80		70,28		74,59		75,87	

Variables	Unidades	L-D10-S	L-D10-F	L-REF20-S	L-REF20-F	L-U10-S	L-U10-F
Temperatura	°C	16,55	15,55	16,24	15,35	16,37	14,67
Salinidad	USP	35,29	35,58	35,49	35,57	35,37	35,54
Agua fluvial	%	0,88	0,07	0,32	0,08	0,63	0,16
Saturación O2	%	101,75	100,63	101,50	99,38	100,00	99,00
pH		8,22	8,20	8,21	8,19	8,22	8,18
Clorofila	$\mu g.dm^{-3}$	0,42	0,92	0,31	1,19	0,38	1,37
Silicato	$\mu mol.dm^{-3}$	2,28		1,44		1,95	
Amonio	$\mu mol.dm^{-3}$	2,49		2,19		1,59	
Nitrito	$\mu mol.dm^{-3}$	0,43		0,19		0,28	
Nitrato	$\mu mol.dm^{-3}$	4,39		3,06		4,66	
Nitrógeno Total	$\mu mol.dm^{-3}$	17,00		13,38		15,78	
Fosfato	$\mu mol.dm^{-3}$	0,30		0,32		0,37	
Fósforo Total	$\mu mol.dm^{-3}$	0,63		0,62		0,72	
Carbono O. T.	$\mu mol.dm^{-3}$	88,45		83,14		85,38	

Tabla 241 Masa de agua costera desde Matxitxako hasta Getaria. Valores medios de variables relacionadas con el estado trófico y presencia de agua de origen fluvial.

EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LAS VARIABLES HIDROGRÁFICAS GENERALES

En las series de datos disponibles no se observan tendencias que indiquen un incremento o descenso significativo y mantenido de los valores de las variables de tipo general y de las relacionadas con el estado trófico. En general predominan las situaciones alternantes, con una distribución de tipo “dientes de sierra” en la que se observa la fuerte incidencia de la estacionalidad y de la variabilidad de las condiciones hidrológicas y climáticas que condicionan fundamentalmente la fracción de agua dulce presente en las aguas superficiales.

METALES DISUELTOS

Las concentraciones de cromo (trivalente y hexavalente) en las aguas de superficie en las estaciones de la costera entre Matxitxako y Getaria, se mantienen, como en la mayoría de los casos precedentes, por debajo de sus respectivos límites de detección (2 y 3 $\mu g \cdot l^{-1}$).

En la Figura 323 y la Figura 324, la evolución de la concentración media del resto metales para el periodo comprendido entre otoño de 1996 y verano de 2008 para la estación de muestreo de las estaciones correspondientes entre Matxitxako y Getaria (L-Ok10, L-L20, L-L10, L-A10, L-REF20, L-D10 y L-U10).

Este año el mercurio en las aguas de superficie en las estaciones de la costera entre Matxitxako y Getaria se mantiene como en la mayoría de los casos precedentes, por debajo de sus limite de detección (0,3 $\mu g \cdot l^{-1}$) excepto en la estación L-U10 fuera de la parte exterior de la masa de agua del estuario del Urola donde la concentración de mercurio a excedido el objetivo de calidad establecido (0,05 $\mu g \cdot l^{-1}$) con 5,6 $\mu g \cdot l^{-1}$.

Como se puede apreciar en la la Figura 323 y la Figura 324, en general, la mayoría de los metales presentan una tendencia oscilante con máximos esporádicos, que en ningún caso sobrepasan los objetivos de calidad fijados para cada metal. El cadmio y el hierro este año mantienen concentraciones por debajo del limite de detección en todas las estaciones (0,2 y 4 $\mu g \cdot l^{-1}$, respectivamente). El níquel mantiene las concentraciones de los años anteriores sin variaciones significativas, también ocurre los mismo con el manganeso y el plomo con excepción de la estacione L-U10 donde la concentración de los dos metales aumenta significativamente. En el caso del zinc las estaciones L-D10 y L-U10 han sufrido un aumento de concentración, mientras en la estación L-REF20 se ha notado un descenso. En la estación L-L20 se ha apreciado un aumento de la concentración de cobre mientras que en el resto de las estaciones se mantiene sin grandes variaciones. Aun así en ningún caso donde se ha detectado un aumento de concentración se ha sobrepaso el objetivote calidad establecido, excepto en el caso del mercurio en la estación L-U10, en términos generales pudiéndose concluir que en la mayoría de las estaciones se mantienen las concentraciones de los metales de los años anteriores sin variaciones significativas.

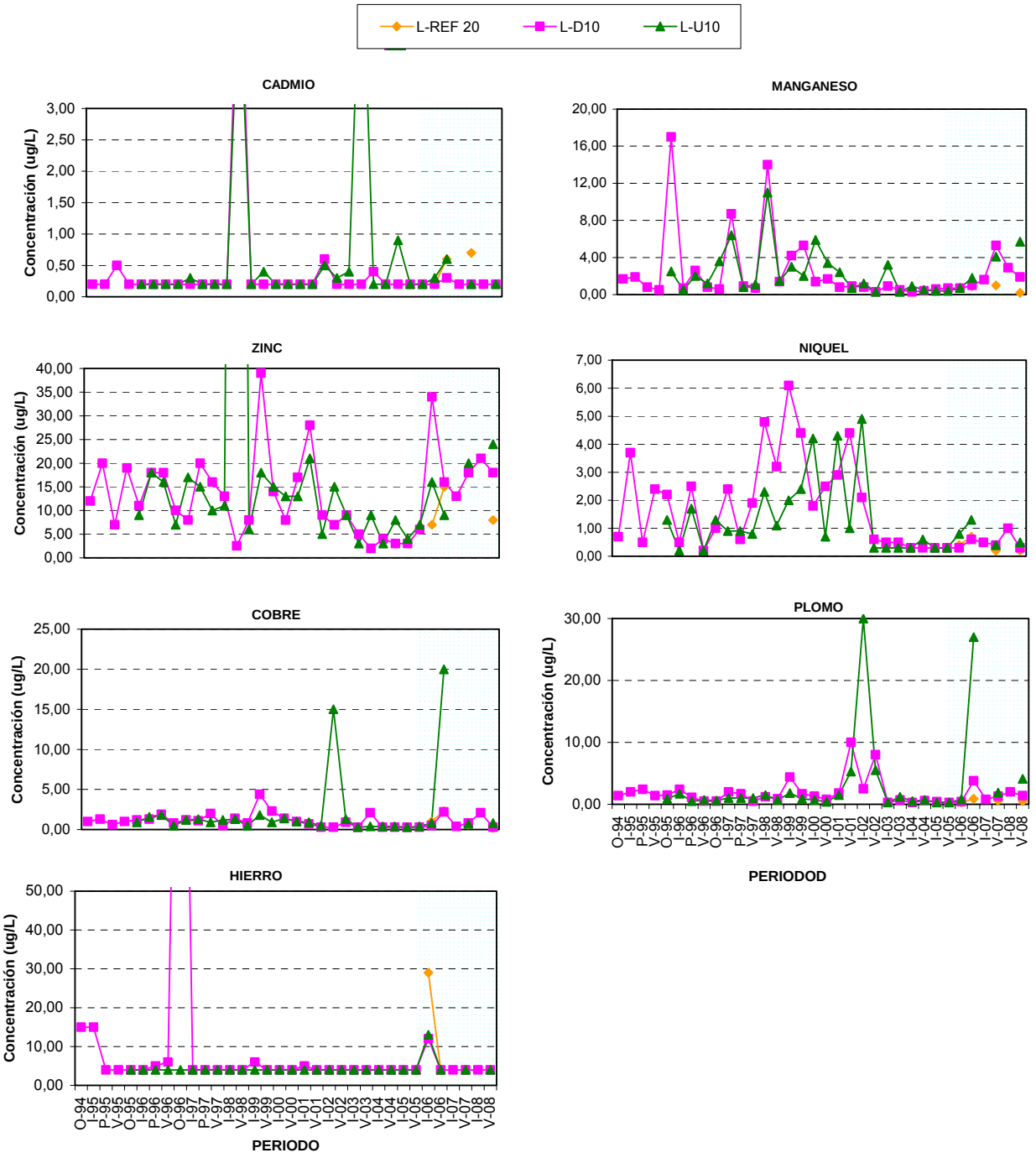


Figura 323 Evolución temporal de la concentración para cada metal en la estación de la zona costera desde Matxitxako hasta Getaria en el periodo que abarca desde otoño de 1996 al verano de 2008, para las estaciones L-REF20, L-D10 y L-U10.

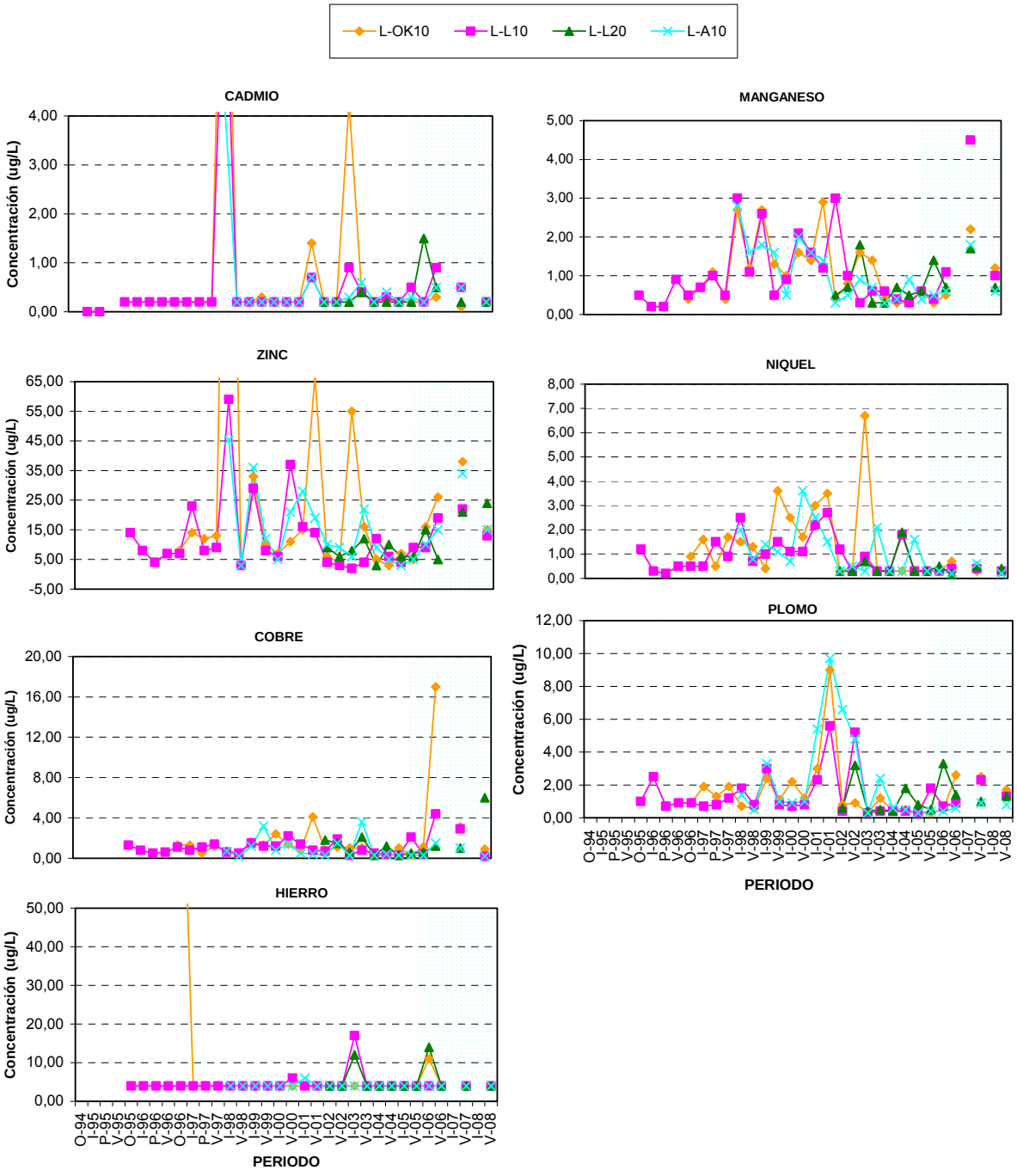


Figura 324 Evolución temporal de la concentración para cada metal en la estación de la zona costera desde Matxitxako hasta Getaria en el periodo que abarca desde otoño de 1996 al verano de 2008, para las estaciones L-Ok10, L-L10, L-L20 y L-A10.

CONTAMINANTES ORGÁNICOS Y OTROS CONTAMINANTES ESPECÍFICOS

En los resultados obtenidos en 2008 se mantiene la ausencia de concentraciones significativas (por encima de los respectivos límites de detección) en la mayoría de los compuestos de PAHs, excepto los derivados de PAHs fenantreno, naftaleno y antraceno, que están por encima del limite de detección, pero en ningún caso superando los objetivos de calidad establecidos para compuesto.

ESTADO EN FUNCIÓN DE LOS INDICADORES FÍSICO-QUÍMICOS

De acuerdo con la metodología expuesta en el Tomo 1, el estado de la zona costera de Matxitxako-Getaria en función de los indicadores físico-químicos de 2008 puede considerarse **'Muy Buena'** en todas las estaciones de muestreo controladas (**L-OK10, L-L20, L-L10, L-A10, L-D10, L-U10 y L-RF20).**

En cuanto a los objetivos de calidad físico-química, las medias de las variables estudiadas cumplen en la estación L-D10. En la estaciones L-OK10, L-L20, L-L10, L-A10, L-U10 y L-REF20, no se cumple el objetivo de turbidez.

ESTADO QUÍMICO

Teniendo en cuenta las Directivas europeas y la normativa española, referida a aguas (ver Tomo 1), se puede decir que en esta zona costera entre Matxitxako y Getaria **'No Cumple'** en la estación L-U10 por presencia de mercurio y la estación L-D10 por presencia de cadmio, pero **'Cumplen'** el resto de las estaciones estudiadas.

17.5.2 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS

PARÁMETROS SEDIMENTOLÓGICOS DE CARÁCTER GENERAL

En la Tabla 242 se muestran los parámetros sedimentológicos correspondientes a los muestreos de invierno de 2008 en la masa de agua costera Matxitxako-Getaria. Estos datos reflejan que, excepto la estación L-REF20, la composición arenosa del sedimento, su carácter oxidado (alto potencial redox) y el valor elevado de la relación carbono orgánico particulado y nitrógeno orgánico particulado, como corresponde a zonas externas y de mayor actividad de degradación.

ESTACIÓN	INVIERNO - 2008							
	GRAVA (%)	ARENA (%)	FINO (%)	M.O. (%)	REDOX (mV)	C.O.P. (mol·Kg^{-1})	N.O.P. (mol·Kg^{-1})	C / N
L-OK10	0,04	98,49	1,46	0,93	396	2,09	0,03	66,8
L-L10	0,08	99,01	0,91	0,70	417	2,23	0,02	96,9
L-L20	0,10	95,37	4,53	0,90	356	2,99	0,04	79,7
L-A10	3,44	96,44	0,11	0,93	332	3,57	0,06	62,7
L-D10	8,98	90,88	0,14	1,67	334	9,11	0,05	169,4
L-REF20	0,03	49,02	50,95	2,56	6	3,74	0,09	43,7
L-U10	0,24	97,50	2,26	1,23	296	2,35	0,04	59,0

Tabla 242 Parámetros sedimentológicos correspondientes a los muestreos de invierno de 2008 de la masa costera Matxitxako-Getaria. (GRAVA > 2 mm > ARENA > 63 µm > FINO). M.O.: materia orgánica; REDOX: potencial redox; C.O.P.: carbono orgánico particulado; N.O.P.: nitrógeno orgánico particulado; C / N: relación carbono / nitrógeno.

En la Figura 325 se muestra la evolución temporal de la composición granulométrica, contenido en materia orgánica y relación carbono/nitrógeno.

Las estaciones con mayor rango de variación en el contenido en limos en los muestreos más recientes son L-L10 y L-A10. En general, todas las estaciones (excepto L-REF20) presentan contenidos de limos inferiores al 15% en la mayoría de los muestreos. En cuanto a la materia orgánica, se observa un descenso en el promedio de las estaciones desde el período 1996-2003 a los muestreos más recientes. Las estaciones con mayor variabilidad temporal en la relación C/N en los muestreos más recientes son L-A10 y L-D10.

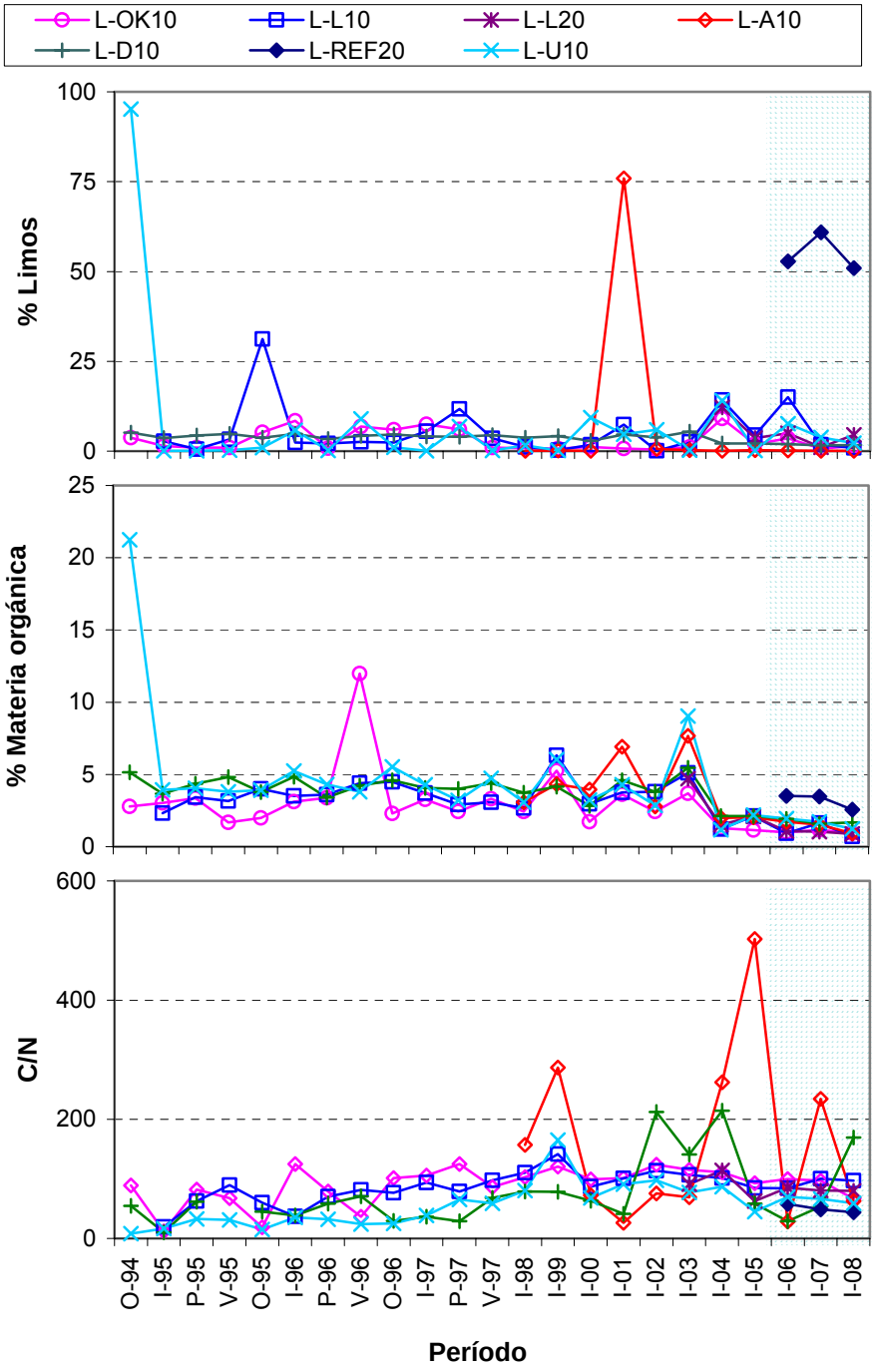


Figura 325 Gráficas de evolución temporal del contenido en limos, contenido en materia orgánica y relación C/N de los sedimentos de la masa costera Matxitxako-Getaria.

METALES PESADOS

En la Tabla 243 se indican las concentraciones de metales pesados en los sedimentos, donde se indican también los valores medios para cada metal y la desviación estándar. La variación temporal para cada uno de los metales analizados se estudia a partir del factor de contaminación y se ilustra en la Figura 326. La estación L-U10, presenta en 2008 las máximas concentraciones dentro de la masa de agua para el Cr, Cu, Fe, Mn y Ni. El máximo de Cd se localizó en la estación L-A10, el de Hg y Zn en la estación L-OK10, y el de Pb en L-D10.

ESTACIÓN	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn
	mg·Kg^{-1}								
L-OK10	0,19	34,9	26,0	72225	1,37	640	33,9	63,1	149,3
L-L10	0,11	26,1	9,2	37914	0,09	244	23,0	45,8	69,0
L-L20	0,20	31,4	15,2	50598	0,17	286	31,8	48,9	98,0
L-A10	0,38	33,4	8,8	14635	0,26	288	33,1	67,4	68,8
L-D10	0,13	29,5	8,9	21928	0,24	370	42,4	90,7	86,9
L-REF20	0,10	52,7	19,1	53991	0,12	406	42,3	61,7	107,9
L-U10	0,12	115,8	45,3	118433	0,24	714	77,0	58,0	140,1
MEDIA	0,18	46,3	18,9	52818	0,4	421	40,5	62,2	102,9
DESV. EST	0,10	31,8	13,3	34934	0,5	184	17,4	14,7	32,0

Tabla 243 Concentración de metales pesados en los sedimentos de la masa de agua costera Matxitxako-Getaria en la campaña de invierno de 2008.

Al analizar la evolución temporal de la concentración de metales en el litoral, no se puede definir una tendencia común dominante, creciente o decreciente, a lo largo del tiempo para todos los metales. Sin embargo, cabe destacar los máximos relativos registrados el invierno del 2000 en casi todos los metales.

En la estación L-U10 se han encontrado las concentraciones más elevadas de Cr y Cu con máximos relativos en invierno del 2000, 2004 y 2006. El factor de contaminación de Cu no supera el valor de 2 en esta masa de agua. En el caso del Cd, se encontraron concentraciones elevadas en la estaciones L-L10 y L-OK10 en el invierno de 1996 seguido de una brusco descenso desde entonces. Desde 2006 se ha registrado un aumento en la concentración de Cr en todas las estaciones de esta masa de agua. El Cd presenta poca variabilidad temporal, de hecho, desde 1997 prácticamente todos los valores del factor de contaminación del Cd son inferiores a 2. El factor de contaminación de Fe muestra la mayor variabilidad temporal en la estación L-U10. Exceptuando la estación L-U10, los valores de contaminación de Fe son inferiores a 3 en esta masa de agua. El factor de contaminación de Mn supera (en promedio) la unidad, presentando una elevada variabilidad espacial y temporal aunque sin presentar tendencias dominantes. La variación espacial de la concentración de Ni ha disminuido en los años más recientes, con valores promedios próximos a la unidad (si se exceptúa la estación L-U10). La concentración de Pb presenta una elevada variabilidad temporal en la masa de agua, mostrando patrones temporales similares en todas las estaciones. Desde 2006, el factor de contaminación de Pb no supera el valor de 3 en ninguna de las estaciones. El factor de contaminación de Zn presenta poca variabilidad espacial y temporal desde 2002, con valores centrados en la unidad. La concentración de Hg presenta una notable variación espacial, así desde 2005 todas las estaciones presentan valores centrados en la unidad excepto L-OK10 y L-REF20, en las que se supera el valor de 5 en años más recientes.

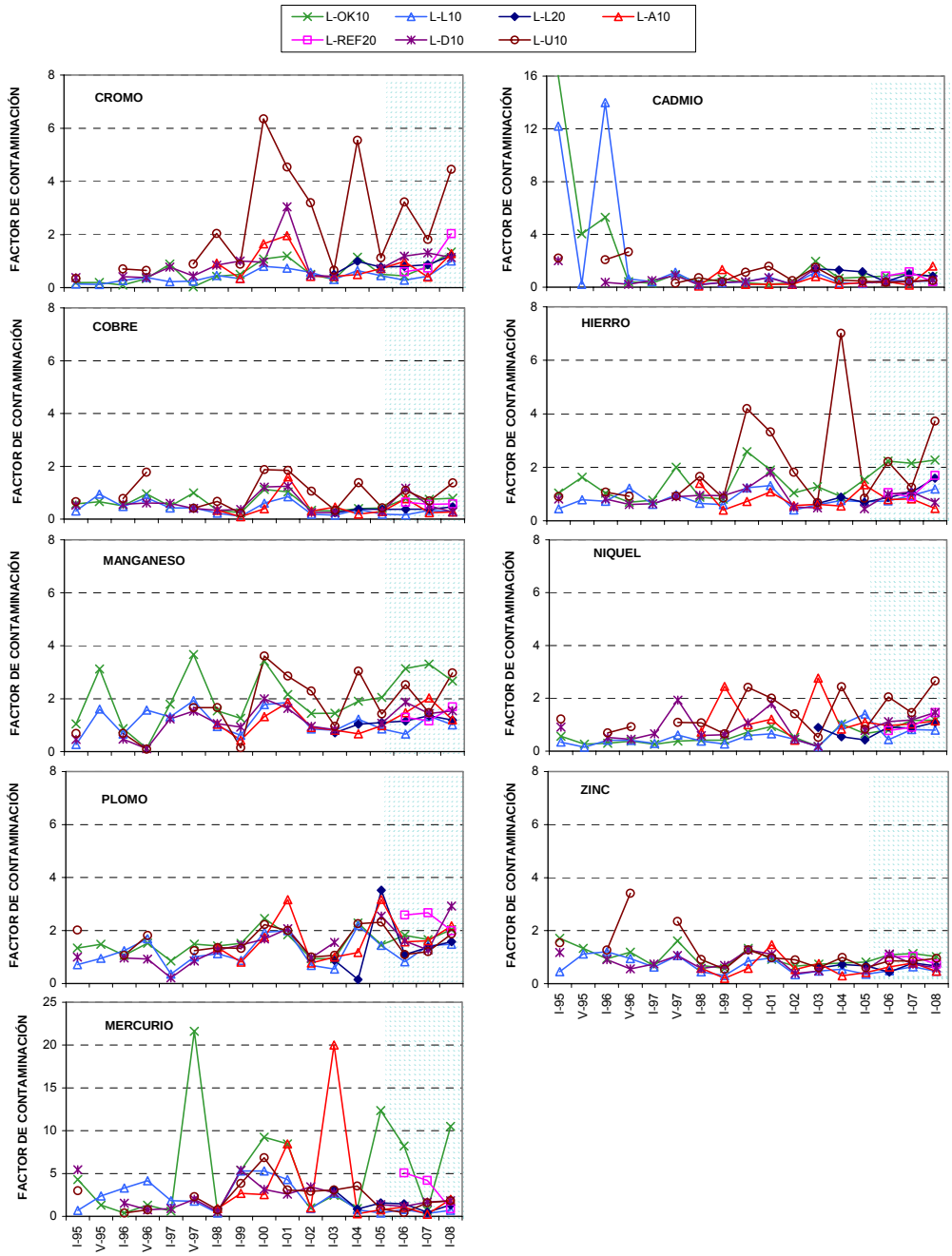


Figura 326 Evolución temporal de los factores de contaminación calculados para cada metal en la masa de agua costera Matxitxako-Getaria en las estaciones L-OK10, L-L20, L-L10, L.A10, L-REF 20, L-D10 y L-U10.

COMPUESTOS ORGÁNICOS

En la figura siguiente se representa la evolución temporal desde 1995 de los contaminantes orgánicos en las estaciones correspondientes a la masa de agua de la costera Matxitxako-Getaria. En la figura se representan las seis gráficas en las que se han agrupado los contaminantes analizados.

El sumatorio de PCBs muestra que en los muestreos más recientes en la mayoría de las estaciones se alcanzan concentraciones inferiores al nivel de detección. Sin embargo en 2007 (estación L-U10) y 2008 (estación L-REF20) se superó puntualmente el nivel de detección.

En relación al DDT, hexaclorociclohexano (HCH), drines y hexaclorobenceno (HCB), en los últimos años las concentraciones eran inferiores al límite de detección o próximas a él (con la excepción del HCB en la estación L-REF20 en 2006). El aparente incremento en HCH desde 2006 a 2007 es debido a un incremento en los límites de detección.

Los PAHs presentan una gran variabilidad temporal y espacial, observándose en 2008 el máximo rango de variabilidad espacial entre estaciones.

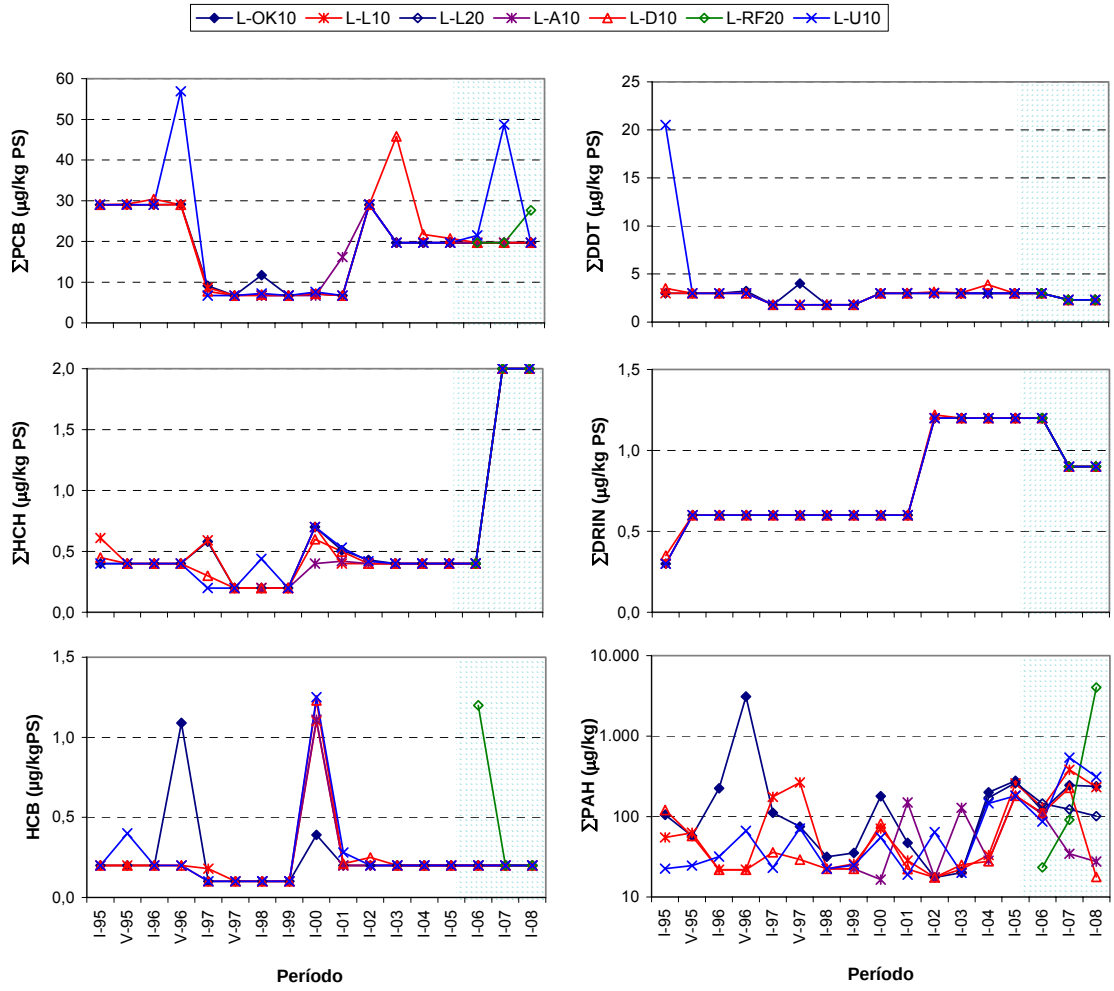


Figura 327 Evolución temporal de la concentración de compuestos orgánicos (µg kg^{-1}) desde 1995.

NORMATIVAS

Como se ha explicado en el capítulo de metodología, a nivel estatal no existe una legislación por la que se regule la gestión de sedimentos contaminados, sino que las actuaciones en este campo se hallan controladas por las correspondientes autorizaciones que, en su caso, concedan las administraciones correspondientes.

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

Siguiendo la metodología para establecer el grado de contaminación en los sedimentos, se ha calculado el índice de carga contaminante global (ICC) para las dos estaciones litorales y para todos los metales y se ha estudiado su evolución temporal.

Así en la Tabla 244, se muestra la clasificación de la contaminación en los sedimentos en 2008 (se tienen en cuenta los valores de fondo calculados por Rodríguez *et al.*, 2006), basada en los Factores de Contaminación e Índices de Carga Contaminante (ICC) (MÜLLER, 1979). Se presentan también los ICC globales por estación y por metal.

ESTACION	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn	ICC GLOBAL
L-OK10	NC	CL	NC	CL	C	CL	CL	CL	CL	CL
L-L10	NC	CL	NC	CL	NC	CL	NC	CL	NC	NC
L-L20	NC	CL	NC	CL	CL	CL	CL	CL	NC	CL
L-A10	CL	CL	NC	NC	CL	CL	CL	CL	NC	NC
L-D10	NC	CL	NC	NC	CL	CL	CL	CL	NC	NC
L-REF20	NC	CL	NC	CL	NC	CL	CL	CL	NC	CL
L-U10	NC	C	CL	C	CL	CL	CL	CL	NC	CL
TOTAL	NC	CL	NC	CL	CL	CL	CL	CL	NC	CL

Tabla 244 Clasificación de la contaminación en los sedimentos basada en los Factores de Contaminación e Índices de Carga Contaminante (ICC) (MÜLLER, 1979) CE: contaminación extrema; C: contaminación media; CL: contaminación ligera; NC: no contaminado.

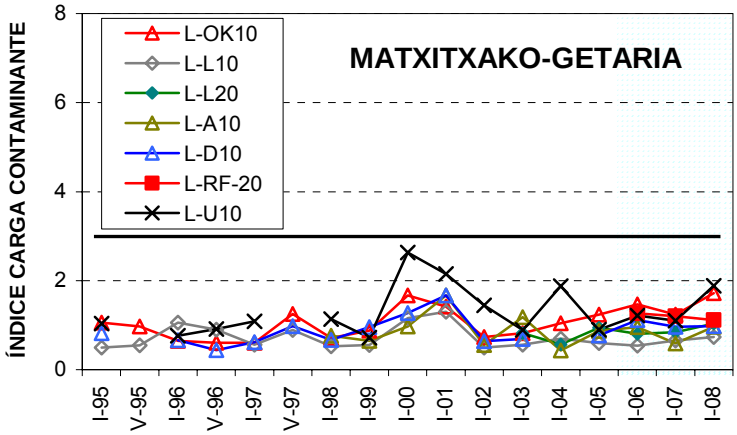


Figura 328 Evolución del índice de carga contaminante global de metales pesados, desde 1995. La línea negra indica el límite de contaminación.

El ICC global obtenido para las estaciones L-L10, L-A10 y L-D10 es de no contaminación y para las estaciones L-OK10, L-L20, L-REF20 y L-U10 es de contaminación ligera. De forma global en la masa de agua existe una contaminación ligera de Cr, Fe, Mn, Ni y Pb.

En la figura se muestra la evolución del índice de carga contaminante global de metales pesados. La línea negra indica el límite de contaminación.

De forma global se evidencia un leve aumento progresivo del ICC desde invierno de 1999, pero desde 2002 en ninguna estación de esta masa de agua se supera el valor de 2.

Comparando las concentraciones de metales analizadas en la campaña de 2008 con los niveles de toxicidad calculados por Long *et al*. (1995), se deduce que (i) la concentración de Cr y Cu supera el nivel bajo de toxicidad en L-U10; (ii) la concentración de Hg supera el nivel bajo de toxicidad en L-L20, L-A10, L-D10 y L-U10, y el nivel medio de toxicidad en L-OK10; (iii) la concentración de Ni supera el nivel bajo de toxicidad en todas las estaciones excepto en L-U10, dónde se supera el nivel medio de toxicidad; y (iv) la concentración de Pb supera el nivel bajo de toxicidad en todas las estaciones excepto en L-L10.

Para los compuestos orgánicos se siguen los criterios utilizados para la evaluación de la contaminación, tal como se explica en Borja *et al.* (2003a). Por lo tanto, las concentraciones de compuestos orgánicos, obtenidas en la campaña de 2008, indican ausencia de contaminación ligera en todas las estaciones excepto en L-REF20. Comparando las concentraciones de los compuestos orgánicos evaluados en esta masa con los valores de toxicidad de Long *et al* (1995) se observa que en la estación L-REF20 se supera el nivel bajo de toxicidad en PCBs y PAHs.

17.6. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

Esta zona costera no ha presentado entre 2005 y 2008 ninguna obra, actuación o acción que altere de manera significativa su morfología ni las corrientes o mareas, por lo que su situación puede calificarse de Muy Buena (cumple), para este elemento.

RED DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LAS AGUAS DE TRANSICIÓN Y COSTERAS DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO

18. MASA DE AGUA COSTERA GETARIA-HIGER

Pasaia, junio de 2009

ÍNDICE

TOMO 18.- MASA DE AGUA COSTERA GETARIA-HIGER 527

18.1. RESUMEN ESTADO ECOLÓGICO. GETARIA-HIGER 529

18.2. ESTACIONES DE MUESTREO 529

18.3. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS 531

18.3.1 PARÁMETROS ESTRUCTURALES 531

18.3.2 CALIDAD BIOLÓGICA 534

18.4. VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO 535

18.4.1 FITOPLANCTON 535

18.4.2 MACROALGAS 538

18.5. INDICADORES FISICOQUÍMICOS 539

18.5.1 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN AGUAS 539

18.5.2 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS 544

18.6. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS 548

18.1. RESUMEN ESTADO ECOLÓGICO. GETARIA-HIGER

En 2004 se realizó el estudio de presiones e impactos en esta masa de agua.

Asociados a esta masa se contabiliza el puerto pesquero de Donosita-San Sebastián. Los vertidos más importantes son los que ocasionalmente se realizan desde el puerto de Pasaia, vertiendo sedimentos de dragado; los emisarios submarinos de Zarautz y Atalerreka; ocasionalmente Tximistarri; y los aportes de los ríos Orio, Urumea y Bidasoa.

En la Tabla 245 se presenta el Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado Ecológico en la masa de agua de Getaria-Higer, junto con la estación de referencia (L-REF10), frente a Pasaia, en la plataforma continental.

En general, los elementos biológicos de esta masa de agua de Getaria-Higer, se encuentran en un estado de buena o muy buena calidad biológica. Únicamente las algas de la zona de Orio están en un deficiente estado (justo en la desembocadura del Oria, pero hay que resaltar que el muestreo se hizo en superficies artificiales de los cubos del dique, lo que hace que la calidad baje). Aunque otras veces ha solido haber algunos problemas con contaminantes en aguas o en sedimentos, este año no ha sido así, excepto en la desembocadura del Oria, donde no cumple el Cd y Hg en aguas. En general, los vertidos realizados a la masa de agua se dispersan adecuadamente, lo que hace que no haya grandes impactos. Además, en los últimos años, la entrada en funcionamiento de la depuración biológica en Atalerreka, junto al elevado hidrodinamismo de la zona, hacen que los impactos se minimicen.

En cuanto a la estación de referencia (L-REF10), frente a Pasaia, en la plataforma continental, la calidad de todos los elementos es muy buena.

	ELEMENTOS BIOLOGICOS			ESTADO BIOLÓGICO	ELEMENTOS Físico-Químicos	QUÍMICA		ELEMENTOS Morfológicos	ESTADO ECOLÓGICO	Equivalencia	Tanto por Uno	Valor global	CALIFICACIÓN EST. ECOLÓGICO MASA DE AGUA
	Fitoplancton	Macroalgas	Bentos			>LD	>NC						
L-O10	MB	D	MB	A	MB	Sí	Sí	MB	A	6	0.2	1.2	7.6
L-O20	MB	MB	B	B	MB	Sí	No	MB	B	8	0.25	2	
L-OI10	B	MB	B	B	MB	Sí	No	MB	B	8	0.15	1.2	
L-OI20	MB	MB	B	B	MB	Sí	No	MB	B	8	0.2	1.6	
L-BI10	MB	B	MB	B	MB	Sí	No	MB	B	8	0.2	1.6	
L-REF10	MB	-	MB	MB	MB	Sí	No	MB	MB				

Tabla 245 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado Ecológico en la masa de agua de Getaria-Higer y estación de referencia L-REF10, en 2008.



Figura 329 Calificación del Estado Ecológico y ubicación de estaciones en la masa de agua litoral de Getaria-Higer: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Aceptable; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

18.2. ESTACIONES DE MUESTREO

En la masa de agua costera de Getaria-Higer se analiza anualmente un total de 5 estaciones litorales, y una estación de referencia (L-REF10). Por otro lado, cada año se analizan varias estaciones para macroalgas litorales, de forma que en el período 2005-2008 se tienen datos de todas ellas para hacer las valoraciones.

Cod_Estación	Estación	UTMX	UTMY	Tipo de Estación
L-O10	Litoral de Orio (Oria)	570210,73	4795302,62	Litorales
L-O20	Litoral de Getaria (Oria)	566590,40	4796395,27	Litorales
L-OI10	Litoral de Pasaia (Oiartzun)	586643,13	4799065,85	Litorales
L-OI20	Litoral de Pasaia (Asabaratza)(Oiartzun)	589906,51	4801607,71	Litorales
L-BI10	Litoral de Hondarribia (Bidasoa)	597114,02	4805780,45	Litorales
L-RF10	Litoral Pasaia - D2 (Oiartzun)	587651,42	4811945,52	Litorales
M-LO1	Orio Zona 01. Litoral Macroalgas	570510,98	4793947,56	Litorales (Macroalgas)
M-LO2	Orio Zona 02. Litoral Macroalgas	571075,84	4793794,85	Litorales (Macroalgas)
M-LOI1	Oiartzun Zona 01. Litoral Macroalgas	585333,00	4798457,00	Litorales (Macroalgas)
M-LOI2	Oiartzun Zona 02. Litoral Macroalgas	587047,00	4798870,00	Litorales (Macroalgas)
M-LBI1	Bidasoa Zona 01. Litoral Macroalgas	597630,00	4805393,00	Litorales (Macroalgas)
M-LBI2	Bidasoa Zona 02. Litoral Macroalgas	598045,00	4805173,00	Litorales (Macroalgas)

Tabla 246 Estaciones de muestreo en la masa de agua costera de Getaria-Higer.

18.3. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

18.3.1 PARÁMETROS ESTRUCTURALES

Los parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua costera Getaria-Higer, en invierno de 2008 pueden verse en la Tabla 247.

PARÁMETRO	UNIDAD	ESTACIÓN					
		L-O10	L-O20	L-OI10	L-OI20	L-REF10	L-BI10
Densidad	$nº \cdot m^{-2}$	283	85	299	27	763	144
Biomasa	$g \cdot m^{-2}$	1,817	0,601	7,793	0,034	39,979	0,529
Riqueza	nº	31	8	16	4	51	15
Diversidad número	$bit \cdot ind^{-1}$	4,71	2,75	2,97	1,92	5,10	3,57
Diversidad biomasa	$bit \cdot g^{-1}$	1,60	0,95	0,46	0,63	0,95	1,27
Equitabilidad número		0,95	0,92	0,74	0,96	0,90	0,91
Equitabilidad biomasa		0,32	0,32	0,11	0,32	0,17	0,33
Diversidad máxima	bits	4,95	3,00	4,00	2,00	5,67	3,91
AMBI		1,307	0,938	2,021	3,500	1,702	1,076
Clasificación AMBI		Alteración Ligera	Alteración Nula	Alteración Ligera	Alteración Moderada	Alteración Ligera	Alteración Nula

Tabla 247 Parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua costera Getaria-Higer.

La estación litoral más próxima a la desembocadura del río Oria (**L-010**) presenta 283 $ind \cdot m^{-2}$ y 31 *taxa*, valores inferiores a los del periodo 2004-2007. No obstante, tanto riqueza como la diversidad específica (4,71 $bit \cdot ind^{-1}$) son las más altas de las estimadas la presente campaña en las estaciones costeras, exceptuando las estaciones L-REF10 y L-REF20, situadas a mucha mayor profundidad. Tabla 247

Se hallan representadas todas las formas de alimentación: los carnívoros constituyen la categoría dominante (40%); el siguiente grupo trófico en importancia es el de los detritívoros superficiales (36%); y, en menor proporción, les siguen los omnívoros (11%), detritívoros subsuperficiales (8%) y suspensívoros (6%).

Por grupos ecológicos, dominan las especies indiferentes a la alteración del medio (40%) y las especies sensibles a la alteración (35%), lo cual permite obtener un valor de AMBI (1,1) correspondiente a alteración nula No se detecta tendencia temporal clara, pero sí una mayor dominancia del grupo ecológico I a partir de I 2000 (con altibajos), con presencia cada vez más testimonial del grupo ecológico IV.

La estación **L-O20**, situada en la zona de Zarautz, registra un fuerte descenso en los principales parámetros estructurales. Con 64 $ind \cdot m^{-2}$, 8 *taxa* y 2,75 $bit \cdot ind^{-1}$ (Tabla 247), se sitúa en los valores más bajos desde 2002, campaña en que comenzó a muestrearse.

La pobreza de la comunidad se ve también reflejada en el reparto de los grupos tróficos, apareciendo únicamente dos categorías: detritívoros superficiales (69%) y carnívoros (31%).

Por grupos ecológicos, dominan las especies sensibles (56%), como vienen haciendo desde 2004. La estación presenta alteración nula (Tabla 247), con AMBI=0,9. Destaca la ausencia de especies oportunistas, tanto de primer orden como de segundo orden (grupos ecológicos V y IV, respectivamente).

Tras el aumento de riqueza y densidad observados en 2007, la estación litoral **L-OI10** sufre en la presente campaña un fuerte retroceso en sus parámetros estructurales, pasando de 715 $ind \cdot m^{-2}$ en 2007 a 224 $ind \cdot m^{-2}$ en 2008; de 35 a 16 *taxa* y de una diversidad de 4,15 $bit \cdot ind^{-1}$ a 2,97 $bit \cdot ind^{-1}$.

El patrón irregular que muestra esta zona a lo largo del tiempo indica una fuerte perturbación, probablemente debida a la proximidad del punto de vertido de los dragados del puerto de Pasaia. Cabe resaltar que el contenido en materia orgánica (0,48%) es el más bajo de todas las estaciones litorales.

Como en campañas anteriores, la estructura trófica está dominada por el grupo de los carnívoros, que suponen un 80%, fundamentalmente debido a los poliquetos de vida errante. Las otras categorías tróficas representadas son las de los detritívoros superficiales (13%) y las de los omnívoros (7%).

El grupo ecológico dominante es el correspondiente a las especies indiferentes a la alteración del medio, con el 79% de los efectivos. El resto de grupos ecológicos

alcanzan densidades relativas de tan sólo 2-9%. Con este reparto, la estación presenta alteración ligera, con AMBI=2,0 (Tabla 247). No se detecta ninguna tendencia temporal clara ni en reparto de grupos ecológicos (a lo largo del seguimiento han llegado a ser dominantes todos los grupos ecológicos, salvo el correspondiente a oportunistas de segundo orden), ni en AMBI, que ha variado entre 0,4 (alteración nula) y 3,4 (alteración moderada). Sin embargo, las últimas tres campañas (2006-2008) parece apreciarse cierta estabilidad, con dominancia del grupo ecológico II y valores de AMBI de 2,0-2,2.

En la estación **L-OI20**, situada frente a la cala de Asabaratza, se identifican 20 individuos pertenecientes a 4 *taxa*. Atendiendo a los resultados obtenidos desde 2002, año en que se incorporó a la red de seguimiento, esta estación viene siendo una de las más pobres del ámbito litoral, destacando la ausencia de moluscos, a excepción de un pequeño ejemplar de *Tellina donacina* encontrado en 2006.

Factores como el fuerte hidrodinamismo, la naturaleza del sustrato y el bajo contenido en materia orgánica (0,54%, valor más bajo del ámbito litoral exceptuando la estación L-OI10), dificultan el mantenimiento una comunidad compleja y bien estructurada.

La estación presenta alteración ligera, con AMBI=1,8. Codominan las especies sensibles a la alteración del medio y las especies tolerantes (40% de los efectivos), a los que siguen las especies indiferentes a la alteración del medio (20%). Desde que comenzara el seguimiento de la estación en 2002, parece detectarse cierta tendencia positiva, con un desplazamiento paulatino de especies oportunistas y tolerantes, ausentes ya en las campañas de 2007 y de 2008, que permite que los valores estimados para AMBI pasen de 1,7-4,3 (en 2002-2003) a 0,6-1,8 (en 2004-2008).

La estación **L-REF10** se encuentra situada a 7 mn frente a la desembocadura del Oiartzun, sobre fondos de 120 m y con elevado porcentaje de fangos (71%, máximo de las estaciones litorales).

Los parámetros estructurales estimados siguen el patrón de los obtenidos en campañas anteriores: diversidad (5,1 bit·ind^{-1}), riqueza específica (51 *taxa*, máxima del ámbito litoral), equitabilidad (0,9) y densidad (763 ind·m^{-2}) se sitúan entre las más altas.

La biocenosis presente, caracterizada por su alta diversidad específica, podría identificarse como una Comunidad de *Auchenoplax crinita-Paradiopatra calliopae-Ditrupa arietina*, descrita en la costa vasca a mayores profundidades, en la zona de transición entre la plataforma continental y el talud (Martínez y Adarraga, 2001).

En relación con los grupos tróficos, el dominante es el de los detritívoros superficiales, con un 62%, seguido del de los carnívoros, con un 28%. Peor representados están los suspensívoros (5%), los detritívoros subsuperficiales (3%) y los omnívoros (2%).

El valor estimado de AMBI es 1,7, correspondiente a alteración ligera (Tabla 247). Aunque domina el grupo ecológico I (38%), también los grupos ecológicos II, III y IV presentan densidades relativas más o menos importantes (22%, 28% y 12%, respectivamente). Esta estructura se ha mantenido más o menos constante a lo largo del seguimiento, lo que ha dado lugar a valores de AMBI muy homogéneos (1,3-1,8), sin tendencia temporal clara.

La estación litoral **L-BI10** presenta valores relativamente bajos para todos los parámetros estructurales analizados (108 ind·m^{-2}, 15 *taxa*, 3,57 bit·ind^{-1}), valores similares a los de 2006. La variabilidad observada a lo largo del tiempo en la composición faunística parece indicar que se trata de una zona inestable con elevado hidrodinamismo, no observándose un patrón regular en la distribución de especies.

En relación con los grupos tróficos, el dominante es el de los detritívoros superficiales, con un 48%, seguido del de los carnívoros, con un 41%, y, en menor proporción, por los omnívoros (7%) y los suspensívoros (4%).

En cuanto al índice AMBI, la estación presenta alteración nula (AMBI=1,1) (Tabla 247), con presencia mayoritaria de especies indiferentes a la alteración del medio (52%) y especies sensibles (52%). No se observa tendencia temporal clara y, salvo por los valores máximo (2,6) y mínimo (0,4) de 1999 y de 2004, respectivamente, los valores de AMBI se mantienen en el rango 0,8-1,6 a lo largo de todo el seguimiento.

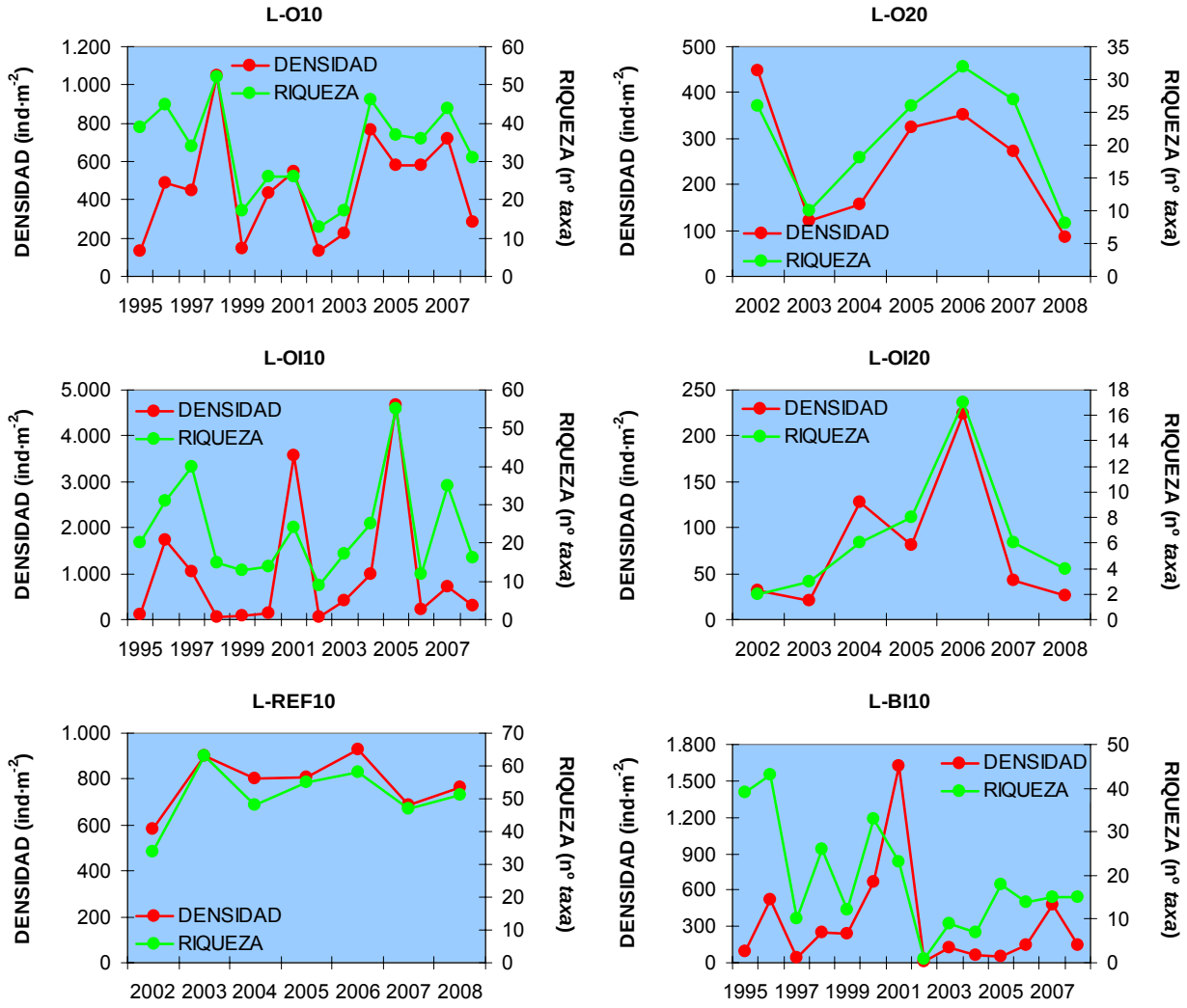


Figura 330 Evolución de la densidad y riqueza en las estaciónes L-O10, L-O20, L-OI10, L-OI20, L-REF10 y L-BI10 (Getaria-Higer).

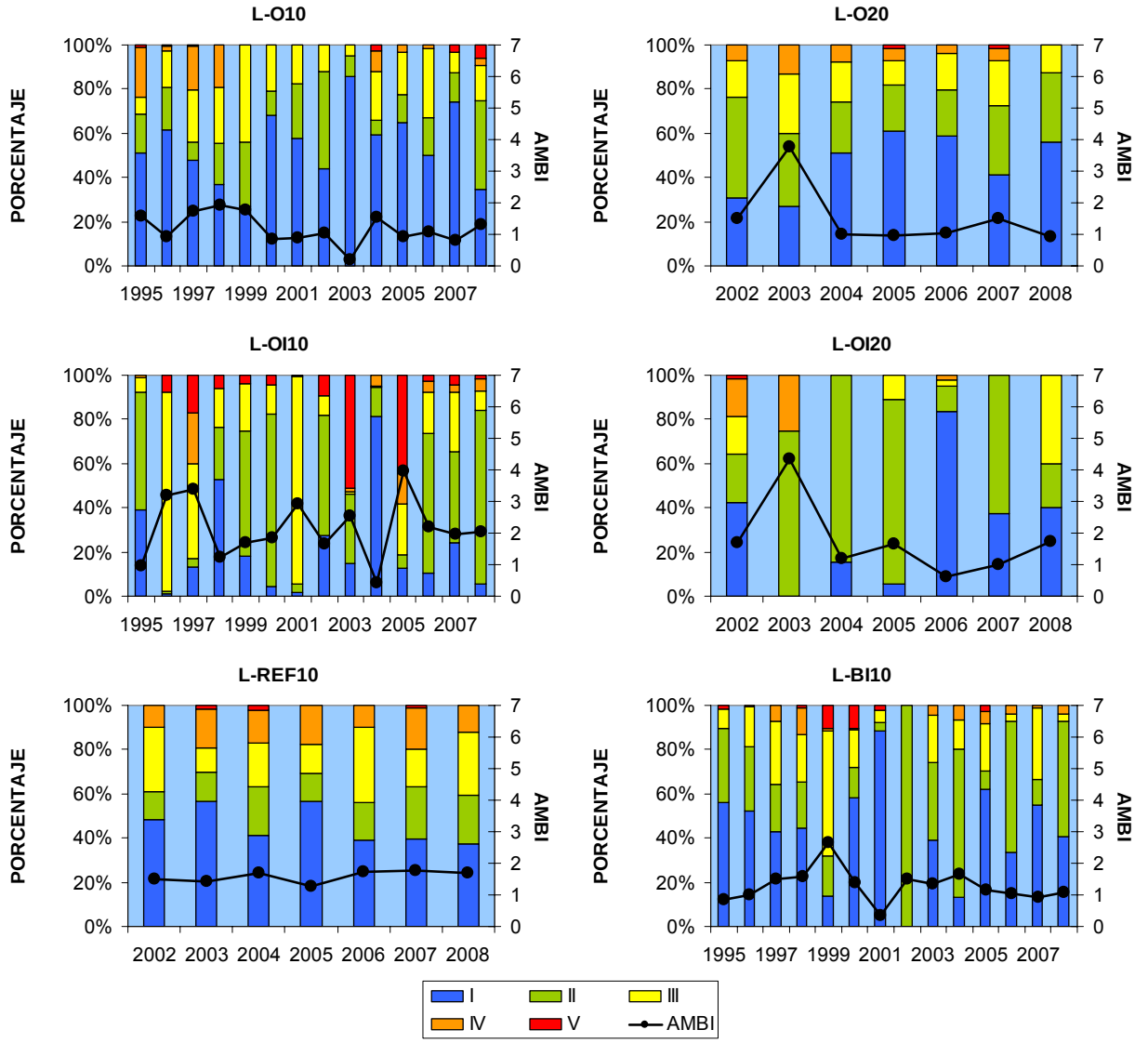


Figura 331 Evolución del porcentaje de cada grupo ecológico y de AMBI en las estaciones L-O10, L-O20, L-OI10, L-OI20, L-REF10 y L-BI10 de la masa de agua costera Matxitxako-Higer.

18.3.2 CALIDAD BIOLÓGICA

En lo referentereferente a la evaluación del estado ecológico del compartimento de los macroinvertebrados bentónicos, la calificación obtenida por la estación **L-O10** a partir de M-AMBI es de **'Muy Buen Estado'**. En general, la estación mantiene la calificación a lo largo del seguimiento, salvo por la campaña de 1999, en la que bajó a Buen Estado (EQR=0,75).

En cambio, la estación **L-O20** presenta **'Buen Estado'**. La estación comenzó a muestrearse en la campaña de 2002 y presentó, como en 2003, Buen Estado (EQR=0,73 y EQR=0,57, respectivamente). A partir de 2004, y hasta 2007, en cambio, mantuvo Muy Buen Estado (EQR=0,87-0,97). La presente campaña de 2008 se ha detectado una regresión a valores de EQR correspondientes a Buen Estado (0,74), por lo que sería conveniente vigilar la evolución de la estación las próximas campañas para comprobar si el resultado de la campaña actual se debe a un mal muestreo (es importante recordar que la draga no funcionó al 100%).

La estación **L-OI10** también se encuentra en **'Buen Estado'**. Sin embargo, en este caso, la variabilidad temporal es grande. Así, la estación ha presentado: Muy Buen Estado en las campañas de 1995, 1997, 1998, 2004, 2005 y 2007 (EQR=0,78-0,91); Buen Estado en 1999, 2000, 2003, 2006 y 2008 (EQR=0,62-0,77); y Estado Aceptable en 1996, 2001 y 2002 (EQR=0,48-0,52). Es importante mantener el control de esta estación y buscar las causas que provocan tal variabilidad en el estado ecológico, que posiblemente tenga que ver con vertidos de productos de dragado del puerto de Pasaia.

También la estación **L-OI20** presenta **'Buen Estado'**. En este caso, la estación viene muestreándose

desde el año 2002 y, al igual que L-OI10, presenta una variabilidad temporal alta: así, en 2002 y en 2006 obtuvo la calificación de Muy Buen Estado (EQR=0,84 y EQR=0,82, respectivamente), con Buen Estado en 2004, 2005, 2007 y 2008 (EQR=0,59-0,70) y Estado Aceptable en 2003 (EQR=0,35). En este caso es muy probable que la alteración se debiera al vertido de sedimentos dragados del puerto de Pasaia.

La estación **L-REF10**, considerada de referencia para la masa de agua costera Getaria-Higer, presenta **'Muy Buen Estado'**. Como la estación L-OI20, comenzó a muestrearse en 2002 y, desde entonces, mantiene la calificación (EQR=0,89 en 2002; EQR=1,00 en 2003-2008).

Por último, la estación **L-BI10** presenta **'Muy Buen Estado'**. En este caso, la estación presentó una clara tendencia negativa entre 1995 y 2002 por la que pasó de Muy Buen Estado a Estado Aceptable (de EQR=1,00 a EQR=0,42). Sin embargo, a partir de dicha campaña la tendencia cambió y actualmente presenta un EQR de 0,83. Estos cambios parecen estar en relación con los vertidos de la depuradora y el posterior funcionamiento de la depuración biológica, que han mejorado la calidad.

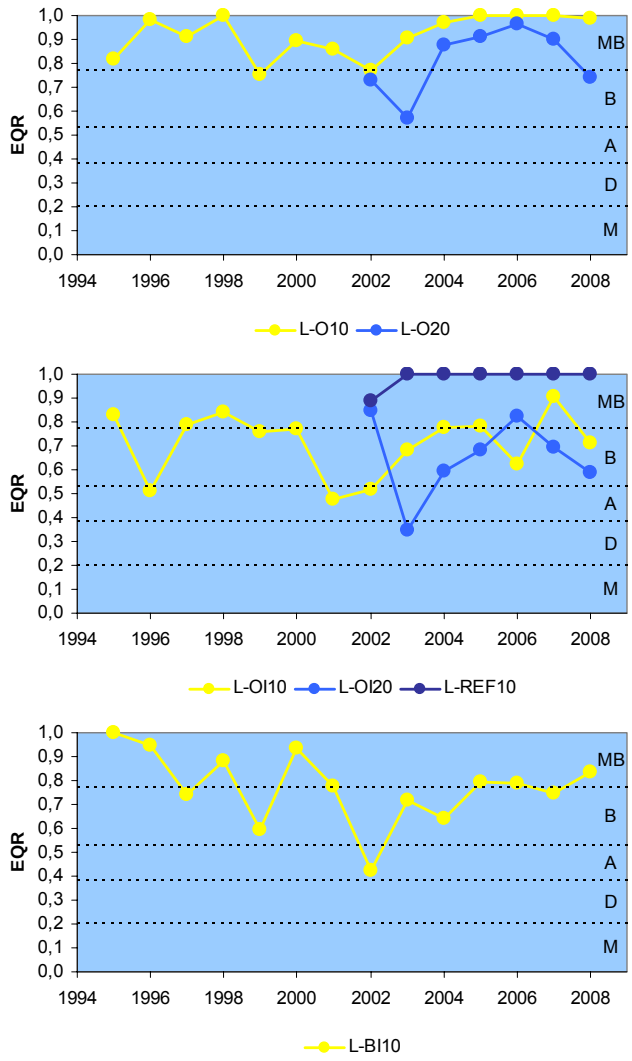


Figura 332 Evolución de EQR para las estaciones de la masa de agua costera Getaria-Higer.

18.4. VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO

18.4.1 FITOPLANCTON

CLOROFILA

En la masa de agua costera Geteria-Higer la concentración de clorofila "a" se midió en cinco estaciones (L-O10, L-O20, L-OI10, L-OI20 y L-BI10) y a dos profundidades. Los muestreos se realizaron en cuatro épocas (invierno, primavera, verano y otoño). En este apartado también se presentan los resultados correspondientes a una estación considerada de referencia para esta masa de agua (L-REF10), que se sitúa a mayor distancia de la línea de costa que las anteriores.

Con objeto de averiguar si la biomasa fitoplanctónica se distribuía homogéneamente en el eje vertical de la columna de agua o si, por el contrario, existían diferencias significativas entre superficie y fondo, se compararon los valores medios mediante un test "t-student". Así, tomando todos los datos de clorofila de la masa de agua costera Getaria-Higer (n=20, para cada profundidad), la clorofila supuso 0,7 ± 0,9 µg l^{-1} en superficie y 1,1 ± 0,8 µg l^{-1} en fondo (media ± desv. típica). Aunque la concentración de clorofila en superficie fue inferior a la de fondo, las diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p>0,05$). Realizando el mismo análisis estadístico con el conjunto de las estaciones marinas de referencia (L-REF10, L-REF20 y L-REF30) sí se detectaron diferencias significativas entre superficie (0,3 ± 0,2 µg l^{-1}) y fondo (0,8 ± 0,5 µg l^{-1}), $p<0,05$.

Los valores de superficie y fondo se han promediado para cada una de las estaciones estudiadas, con objeto

de representar las condiciones generales y poder comparar los resultados con los de años anteriores.

En el conjunto de los datos, la concentración de clorofila (media de superficie y fondo) osciló entre un mínimo de 0,2 µg l^{-1} y un máximo de 2,9 µg l^{-1}, valores que se registraron en verano y primavera, respectivamente. La concentración de clorofila en las aguas costeras superó a la de la estación de referencia en la época de primavera. Es de destacar la fuerte variabilidad estacional detectada en el año 2008 en estas aguas costeras, que también pudo apreciarse en la masa de agua situada hacia el oeste (Matxitxako-Getaria). Los picos de primavera fueron debidos a la clorofila encontrada en fondo en todas las estaciones de muestreo, excepto en la estación L-O20. Así, se pudieron medir diferencias de ~3 µg l^{-1} entre ambas profundidades. En la estación L-O20, por el contrario, aunque las diferencias fueron del mismo orden, se detectó mayor concentración de clorofila en la muestra de superficie (4,4 µg l^{-1}) que en la de fondo (1,4 µg l^{-1}). Estas diferencias en el eje vertical de la columna de agua podrían reflejar la ocurrencia de un "bloom" (floración fitoplanctónica) en la costa y su posterior sedimentación. En las floraciones de primavera en los mares costeros es habitual que dominen en la comunidad fitoplanctónica las especies de diatomeas de tamaño grande, que si no son consumidas por el zooplancton tienden a sedimentar en la columna de agua.

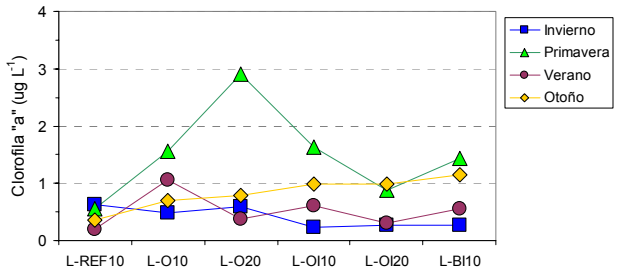


Figura 333 Variación de la concentración de clorofila en la estación marina de referencia y en las estaciones de Getaria-Higer, en el año 2008. Se muestra el promedio de la clorofila medida a dos profundidades (superficie y fondo) para las cuatro épocas del año.

COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DEL FITOPLANCTON

En la Tabla 248 se indica la abundancia, riqueza y diversidad del fitoplancton en la estación marina de referencia L-REF10 y en las estaciones situadas en la masa de agua costera Getaria-Higer. Al igual que la biomasa fitoplanctónica (clorofila), estas variables se midieron en las cuatro épocas del año (invierno, primavera, verano y otoño).

En la estación marina de referencia, la densidad de fitoplancton presentó el valor máximo en primavera ($5,6 \cdot 10^5$ células l^{-1}) y el mínimo en verano ($0,7 \cdot 10^5$ células l^{-1}). En invierno, se observaron muy pocas diatomeas y los taxones con mayor abundancia fueron haptofitas, dinoflagelados de tamaño pequeño, criptofitas y pequeños flagelados. En primavera, aumentó la densidad de fitoplancton y pudieron observarse mayor riqueza de especies, especialmente en diatomeas y dinoflagelados. Las diatomeas aportaron en primavera casi el 60% a la abundancia total, siendo las más numerosas las del género *Chaetoceros*. En verano, durante el mínimo de densidad fitoplanctónica, la comunidad estuvo compuesta por organismos de pequeño tamaño, en su mayoría flagelados. La comunidad de otoño, presentó una abundancia y composición muy similar a la de invierno.

En la masa de agua costera, los valores máximos de abundancia se registraron en primavera y en otoño, en la estación cercana a la desembocadura del Oiartzun (L-OI10), donde se contaron aproximadamente $0,9 \cdot 10^6$ células l^{-1}. Los valores mínimos se registraron en invierno a lo largo de todas las estaciones (<10^5 células l^{-1}).

El invierno, la abundancia en las estaciones costeras fue muy inferior a la de la estación marina de referencia. En las estaciones del litoral, la comunidad estuvo compuesta en su mayor parte por diatomeas de pequeño tamaño, pequeños flagelados, criptofitas y haptofitas. En primavera, aumentó notablemente la riqueza de especies y la densidad de fitoplancton. La comunidad fue muy diversa y, generalmente, la abundancia de cada taxón individual fue del orden de 10^3-10^4 células l^{-1}. En algunas muestras se observó una abundancia relativamente superior de algunos taxones, como la diatomea *Chaetoceros* sp. y la haptofita *Chrysochromulina* sp. En verano, se observó una gran variabilidad espacial en riqueza y densidad de fitoplancton. Así, mientras en algunas estaciones litorales se observaban un alto número de especies de diatomeas y una contribución en torno al 50% de este grupo a la abundancia total (L-O10, L-OI10, L-BI10), en otras estaciones vecinas (L-O20, L-OI20) las diatomeas estaban escasamente representadas. Este último caso coincidía con muestras de abundancia total muy baja. En otoño la abundancia disminuyó en todas las estaciones costeras, salvo en las del litoral del Oiartzun (L-OI10 y L-OI20), donde aumentó al igual que en la estación marina de referencia. En esta época la comunidad estuvo mayoritariamente constituida por clorofitas, criptofitas, haptofitas, así como por flagelados y dinoflagelados de pequeño tamaño.

En cuanto a las especies de fitoplancton potencialmente tóxicas en las aguas costeras, hay que citar a la diatomea *Pseudo-nitzschia* spp. (con una abundancia máxima del orden de 10^5 células l^{-1}). En cuanto a las especies potencialmente nocivas para los ecosistemas, se detectó la haptofita *Chrysochromulina* spp. (con un máximo del orden de 10^5 células l^{-1}). Además, se observaron algunas especies de dinoflagelados tóxicos/nocivos en muy baja abundancia, del orden de 10^3 células l^{-1}.

Estación	L-REF10	L-O10	L-O20	L-OI10	L-OI20	L-BI10
Fecha	07/02/2008	13/02/2008	12/02/2008	07/02/2008	07/02/2008	07/02/2008
Abund. (Céls./ml)	245	76	78	79	34	70
Divers. (bit/cel)	3,2	3,1	2,8	1,9	2,5	2,8
Riqueza (Nº sp.)	21	20	19	10	11	14
Estación	L-REF10	L-O10	L-O20	L-OI10	L-OI20	L-BI10
Fecha	06/05/2008	07/05/2008	07/05/2008	06/05/2008	06/05/2008	06/05/2008
Abund. (Céls./ml)	587	688	421	907	556	226
Divers. (bit/cel)	3,5	2,7	3,7	3,6	3,6	3,1
Riqueza (Nº sp.)	39	36	38	35	32	32
Estación	L-REF10	L-O10	L-O20	L-OI10	L-OI20	L-BI10
Fecha	27/08/2008	29/08/2008	29/08/2008	27/08/2008	27/08/2008	27/08/2008
Abund. (Céls./ml)	71	603	284	376	124	563
Divers. (bit/cel)	2,3	3,7	1,8	3,9	2,6	3,7
Riqueza (Nº sp.)	10	45	19	40	23	45
Estación	L-REF10	L-O10	L-O20	L-OI10	L-OI20	L-BI10
Fecha	20/10/2008	24/10/2008	24/10/2008	20/10/2008	20/10/2008	20/10/2008
Abund. (Céls./ml)	153	372	155	922	716	596
Divers. (bit/cel)	2,5	3,1	2,6	3,0	3,1	2,7
Riqueza (Nº sp.)	18	22	18	33	28	28

Tabla 248 Índices relacionados con fitoplancton en cuatro épocas a lo largo de 2008. Se indican para la estación marina de referencia y para las estaciones costeras de Getaria-Higer.

CALIDAD BIOLÓGICA

A partir de 2007 se comienza a aplicar un nuevo criterio de evaluación para el fitoplancton en las aguas costeras, que ha sido acordado en las reuniones europeas de Intercalibración para la Directiva Marco del Agua. Este nuevo método no ha sido aún intercalibrado en aguas de transición, las cuales, por lo tanto, se evalúan en el presente informe con el mismo método que en años anteriores.

El nuevo método para evaluar el estado del fitoplancton en las aguas costeras tienen en cuenta dos indicadores, uno basado en la biomasa fitoplanctónica (percentil 90 de la concentración de clorofila) y otro, basado en la frecuencia de floraciones fitoplanctónicas (frecuencia con la cual un taxón cualquiera supera el umbral de 750.000 células l^{-1}). Ambos indicadores se evalúan en periodos de seis años. Por lo tanto, el presente ejercicio de evaluación para las aguas costeras integra los datos de 2003-2008.

En la Figura 334 se muestra el valor del indicador calculado con los datos de clorofila “a”. El umbral que separa el estado “muy bueno” del estado “bueno” ha sido fijado para las aguas del Cantábrico Oriental en 3,5 µg l^{-1}. Como puede observarse, este valor no es superado en ninguna de las estaciones de muestreo. En éstas el percentil 90 de la clorofila se sitúa en un rango de 1,1–1,7 µg l^{-1} (n=24). La estación de referencia tampoco lo supera, con un valor de 1,3 µg l^{-1} (n=24).

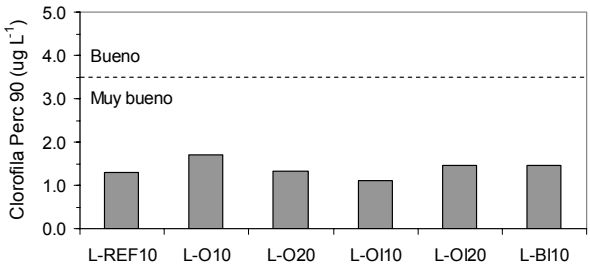


Figura 334 Percentil 90 de la concentración de clorofila en la estación marina de referencia y en las estaciones costeras de Getaria -Higer. Los datos utilizados han sido los de superficie, de las cuatro épocas del año, desde 2003 hasta 2008.

En la Figura 335 se muestra el valor de indicador basado en la abundancia fitoplanctónica. El umbral que separa el estado “muy bueno” del estado “bueno” ha sido fijado para las aguas del Cantábrico Oriental en 20%, mientras que el que separa el estado “bueno” del “moderado” se sitúa en 40%. En las estaciones costeras la frecuencia de floraciones fitoplanctónicas oscila entre 0-22%, siendo la frecuencia del 9% en la estación marina de referencia. Por lo tanto, este indicador considera que la mayoría de las estaciones se encuentran en estado “muy bueno”.

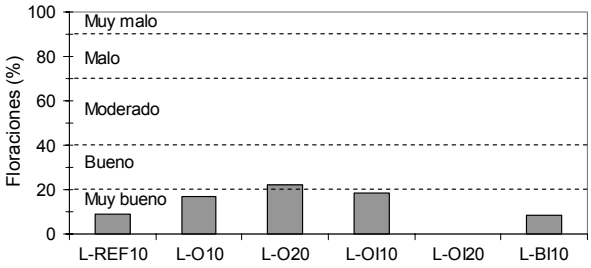


Figura 335 Frecuencia de floraciones fitoplanctónicas (%) en la estación marina de referencia y en las estaciones costeras de Getaria-Higer. Los datos utilizados corresponden a superficie, en primavera y verano, desde 2003 hasta 2008.

En la Tabla 249 se indica el estado ecológico global del fitoplancton calculado para el periodo 2003-2008 en la masa de agua costera Getaria-Higer. El indicador que se basa en los datos de clorofila considera que el estado ecológico es "muy bueno" en todas las estaciones. Por otra parte, el indicador que se basa en la abundancia fitoplanctónica considera que la estación L-O20 se encuentra en un estado "bueno" y el resto en un estado "muy bueno".

Según la metodología adoptada a partir de 2007 para las aguas costeras, a la hora de integrar ambos indicadores en una estación de muestreo, se asigna un valor numérico a cada uno y se realiza la media aritmética. El valor asignado cuando el indicador señala un estado "muy bueno" es 1, cuando señala un estado "bueno" es 0,8 y cuando señala un estado "moderado" es 0,6. Posteriormente, la media aritmética se compara frente a una escala para calcular el estado global. En dicha escala, un estado global "muy bueno" sólo se consigue si la media es 1 (ambos indicadores determinan que es "muy bueno"). Un estado global "bueno" se consigue si la media es inferior a 1, pero superior o igual a 0,8. Finalmente, un estado global "moderado" implica que la media es inferior a 0,8, pero superior o igual a 0,6.

Por lo tanto, integrando ambos indicadores, el **estado global del fitoplancton** se clasifica como **"muy bueno"** en las estaciones costeras L-O10, L-OI10, L-OI20 y L-BI10, al igual que en la estación marina de referencia (L-REF10), y como **"bueno"** en la estación L-O20.

ESTACIÓN	Clorofila	Fitoplancton	GLOBAL
L-REF10	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno
L-O10	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno
L-O20	Muy Bueno	Bueno	Bueno
L-OI10	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno
L-OI20	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno
L-BI10	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno

Tabla 249 Masa de agua costera Getaria-Higer. Calificación en función de la concentración de clorofila (percentil 90) y la abundancia de fitoplancton (% floraciones) durante el periodo 2003-2008.

18.4.2 MACROALGAS

Para el estudio de las macroalgas (y los macroinvertebrados que definen comunidades de sustrato duro) de la masa de agua costera Getaria-Higer, en la campaña de 2008 no se ha estudiado ningún transecto, por lo que la evaluación se realiza con datos obtenidos de los transectos de Orio analizados en 2006, el transecto de Tximistarri analizado en 2007 y los transectos de Oiartzun y Bidasoa analizados también en 2007.

CALIDAD BIOLÓGICA

En la Tabla 250 se muestran los datos obtenidos para la masa de agua costera Matxitxako-Getaria en las campañas de 2006 (transectos M-LO1 y M-LO2) y de 2007 (transectos M-LUR1, M-LOI1, M-LOI2, M-LBI1 y M-LBI2), con objeto de calificar su estado. La metodología utilizada se explica en el Tomo 1.

La calificación es de: Estado Deficiente para los transectos M-LO1 y M-LO2; Buen Estado para el transecto M-LBI2; y Muy Buen Estado para los transectos M-LUR1, M-LOI1, M-LOI2 y M-LBI1.

En promedio, la masa de agua costera Getaria-Higer presenta 'Buen Estado' (EQR=0,71). En general, no se detectan cambios en el Estado de Calidad correspondiente al compartimento de las macroalgas desde que se iniciara el seguimiento de la masa de agua, aunque se ha detectado pérdida de calidad en el estado del transecto M-LO1 (de Estado Aceptable en 2003 a Deficiente en 2006). Estos transectos, situados en una zona cercana al estuario, en parte sobre bloques del espigón y en acanatilados muy lábiles, no se pueden considerar representativos de la zona. Las macroalgas de estos lugares, en general, se encuentran en mejor estado que lo que muestran estos dos transectos.

INDICADORES	M-LO1	M-LO2	M-LUR1	M-LOI1	M-LOI2	M-LBI1	M-LBI2
Cobertura	3	2	58	49	40	52	86
Riqueza de poblaciones	4	3	6	7	5	4	7
Especies oportunistas	22	63	4	8	6	4	31
PUNTUACIÓN							
Cobertura	0,00	0,00	0,45	0,35	0,35	0,45	0,45
Riqueza de poblaciones	0,15	0,15	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Especies oportunistas	0,15	0,05	0,35	0,35	0,35	0,35	0,05
PUNTUACIÓN TOTAL	0,30	0,20	1,00	0,90	0,90	1,00	0,70
CLASIFICACIÓN	Deficiente	Deficiente	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Bueno

Tabla 250 Calificación de cada indicador de macroalgas y las equivalencias para la calificación de cada transecto, en las campañas de 2006 (M-LO1 y M-LO2) y 2007 (M-LUR1, M-LOI1, M-LOI2, M-LBI1 y M-LBI2).

18.5. INDICADORES FISICOQUÍMICOS

18.5.1 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN AGUAS

CONSIDERACIONES GENERALES

La zona costera desde Getaria hasta el cabo Higer está representada por las estaciones L-O10, L-O20 (en frente del estuario Oria), L-OI10, L-OI20, L-REF10 (en frente del estuario Oiartzun) y el L-BI10 (en frente del estuario Bidasoa). En la Tabla 251 se muestranlos datos medios anuales para las diferentes variables básicas analizadas en la zona costera Getaria-Higer durante el año 2008. Se incluyen los valores medios de variables generales en dos niveles de la columna de agua (superficie y fondo) y los de las variables relacionadas con el estado trófico en superficie.

Variables	Unidades	L-O10-S	L-O10-F	L-O20-S	L-O20-F	L-OI10-S	L-OI10-F
Temperatura	ºC	16,45	14,84	16,56	15,52	16,48	16,12
Salinidad	USP	35,14	35,53	35,41	35,45	35,07	35,48
Agua fluvial	%	1,28	0,20	0,55	0,41	1,50	0,35
Saturación O2	%	104,00	100,38	101,25	99,13	103,25	99,38
pH		8,21	8,19	8,23	8,20	8,20	8,19
Clorofila	$\mu g.dm^{-3}$	0,59	1,11	1,42	0,92	0,62	0,90
Silicato	$\mu mol.dm^{-3}$	2,10		1,53		2,80	
Amonio	$\mu mol.dm^{-3}$	2,86		3,24		3,05	
Nitrito	$\mu mol.dm^{-3}$	0,38		0,26		0,35	
Nitrato	$\mu mol.dm^{-3}$	4,68		3,33		4,33	
Nitrógeno Total	$\mu mol.dm^{-3}$	17,58		16,65		18,58	
Fosfato	$\mu mol.dm^{-3}$	0,29		0,23		0,32	
Fósforo Total	$\mu mol.dm^{-3}$	0,59		0,50		0,66	
Carbono O. Total	$\mu mol.dm^{-3}$	80,58		75,44		88,50	

Variables	Unidades	L-REF10-S	L-REF10-F	L-OI20-S	L-OI20-F	L-BI10-S	L-BI10-F
Temperatura	ºC	16,58	16,07	16,37	15,80	16,44	15,90
Salinidad	USP	35,40	35,49	35,38	35,47	35,29	35,45
Agua fluvial	%	0,55	0,32	0,62	0,35	0,88	0,42
Saturación O2	%	101,25	100,38	102,75	98,38	101,25	97,25
pH		8,20	8,18	8,20	8,17	8,20	8,17
Clorofila	$\mu g.dm^{-3}$	0,32	0,69	0,40	1,01	0,51	1,20
Silicato	$\mu mol.dm^{-3}$	1,79		1,64		1,63	
Amonio	$\mu mol.dm^{-3}$	2,31		2,40		2,71	
Nitrito	$\mu mol.dm^{-3}$	0,25		0,31		0,24	
Nitrato	$\mu mol.dm^{-3}$	3,59		3,64		3,79	
Nitrógeno Total	$\mu mol.dm^{-3}$	15,78		14,58		14,25	
Fosfato	$\mu mol.dm^{-3}$	0,27		0,28		0,28	
Fósforo Total	$\mu mol.dm^{-3}$	0,63		0,60		0,57	
Carbono O. Total	$\mu mol.dm^{-3}$	90,47		81,87		75,55	

Tabla 251 Costera desde Getaria hasta el Cabo Higer. Valores medios de variables relacionadas con el estado trófico y presencia de agua de origen fluvial. F: fondo, S: superficie.

En los datos generales se observa la influencia de la estacionalidad a través de la temperatura y de la estratificación termohalina, siendo la variación media de temperatura entre 14.8 y 16.5º C. También se aprecia, a través de la salinidad y del porcentaje de agua continental la influencia de la descarga del río a través de las

concentraciones de las variables indicadoras de los aportes terrestres, especialmente de los nutrientes. En 2008, el porcentaje medio de agua fluvial en superficie es de 0.90 %, presentado como media de superficie de las estaciones de la costera entre Getaria y el cabo Higer. Asimismo, se puede decir que para el nivel de fondo el agua presente es también completamente marina.

Los valores medios del porcentaje de saturación de oxígeno indican el predominio de la sobresaturación en superficie y fondo. No se registran valores puntuales que representen un déficit de oxígeno. Además de la influencia de temperatura y salinidad en la concentración absoluta y el porcentaje de saturación de oxígeno, los cambios estacionales también aparecen ligeramente modulados por la concentración de clorofila y su distribución en la columna de agua. En la serie de muestreos realizados durante el año 2008 no se registran floraciones importantes excepto una pequeña floración en la estación L-O20 situada en frente del estuario del Oria durante la primavera alcanzando los valores de ~4.5% $\mu g.dm^{-3}$ de clorofila. Las concentraciones de nutrientes presentan una distribución coherente con los ciclos estacionales y los pulsos de fertilización adicional que indica el porcentaje de agua no marina. Los valores de 2008 se encuentran en el rango habitual de las aguas litorales, incluida la estación de referencia.

EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LAS VARIABLES HIDROGRÁFICAS GENERALES

En las series de datos disponibles no se observan tendencias que indiquen un incremento o descenso significativo y mantenido de los valores de las variables de tipo general y de las relacionadas con el estado trófico. En general predominan las situaciones alternantes, con una distribución de tipo “dientes de sierra” en la que se observa la fuerte incidencia de la estacionalidad y de la variabilidad de las condiciones hidrológicas y climáticas que condicionan fundamentalmente la fracción de agua dulce presente en las aguas superficiales.

METALES DISUELTOS

Las concentraciones de cromo (trivalente y hexavalente) y de mercurio en las aguas de superficie de las estaciones de la costera entre Getaria y cabo Higer, como en la mayoría de los casos precedentes, por debajo de sus respectivos límites de detección (3 y 0.3 $\mu g \cdot l^{-1}$).

Por otra parte, en las figuras siguientes se muestra la evolución de la concentración media del resto de los metales para el periodo comprendido entre otoño de 1994 y verano de 2008.

Para el caso del cadmio en 2008, se observa una bajada siginificativa de la concentración por debajo del limite detección en todas las estaciones excepto en la estación L-O10 y L-OI20 con valores superiores al objetivo de calidad establecido (0,2 $\mu g \cdot l^{-1}$, objetivo de calidad; 0,3 y 0,4 $\mu g \cdot l^{-1}$ valores obtenidos, respectivamente).

La concentración de cobre a disminuido en todas las estaciones y el níquel a mantenido la concentración sin grandes variaciones respecto al año anterior. En el caso del zinc se ha observado una disminución de concentración en todas las estaciones de muestreo excepto en la estación L-BI10 que a sufrido un ligero aumento de concentración. Sucede algo similar con el manganeso, donde las estaciones L-O10 y L-O20 han sufrido una aumento significativo de la concentración mientras en el resto de la estaciones la concentración disminuye. También en el plomo donde se aprecia una subida de concentración en las estaciones en general excepto en L-OI10 y L-REF10 donde no se aprecian subidas de concentración.

El hierro en general se mantiene por debajo del limite detección excepto en la estación L-O10 donde a sufrido una subida brusca de concentración en verano de 2007 y este año se a recuperado obteniendo valores por debajo del limite de detección otra vez.

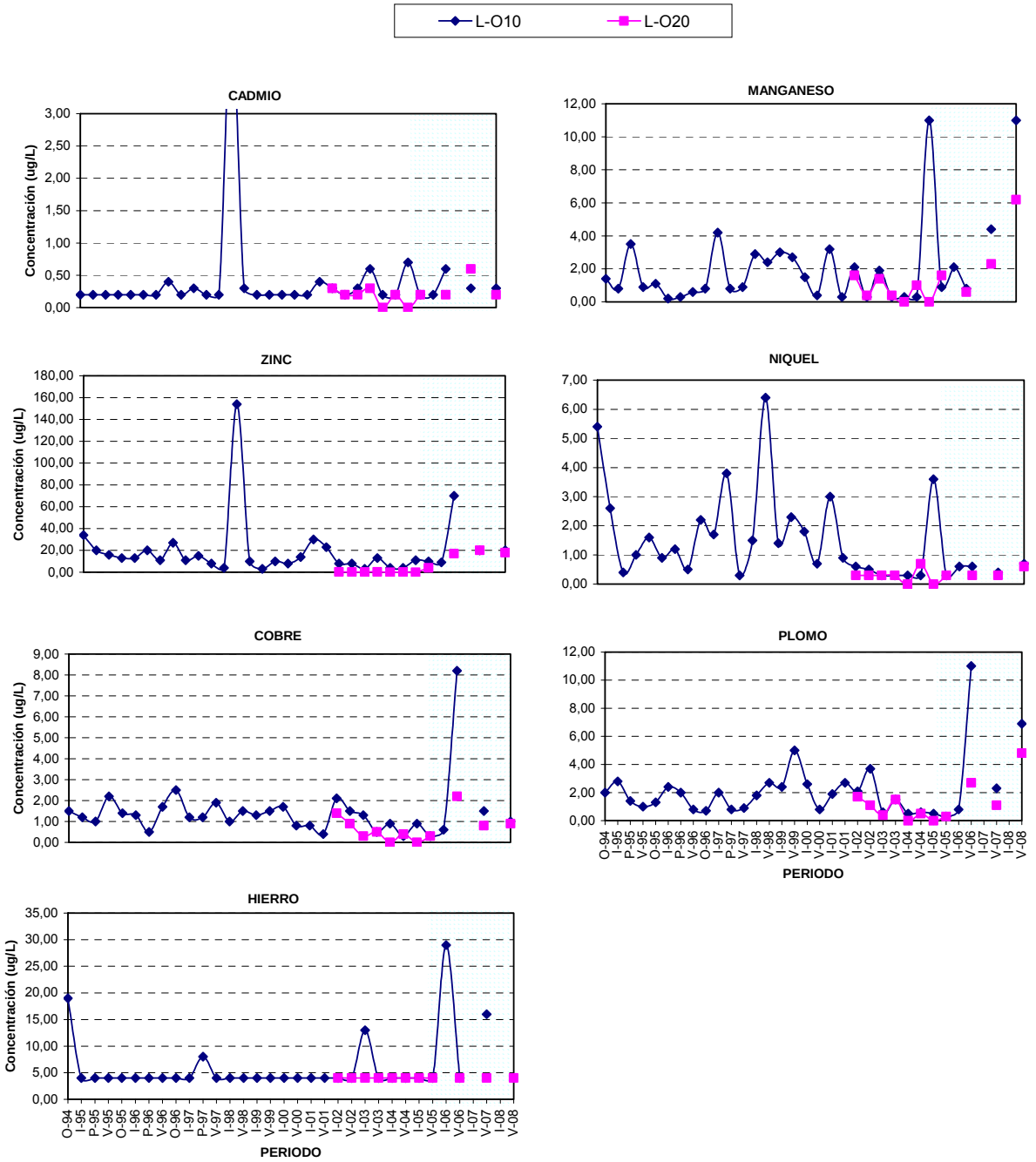


Figura 336 Evolución temporal de la concentración para cada metal en las estaciones de la entre Getaria y el cabo Higer en el periodo que abarca desde otoño de 1994 al verano de 2008, para las estaciones L-O10 y L-O20.

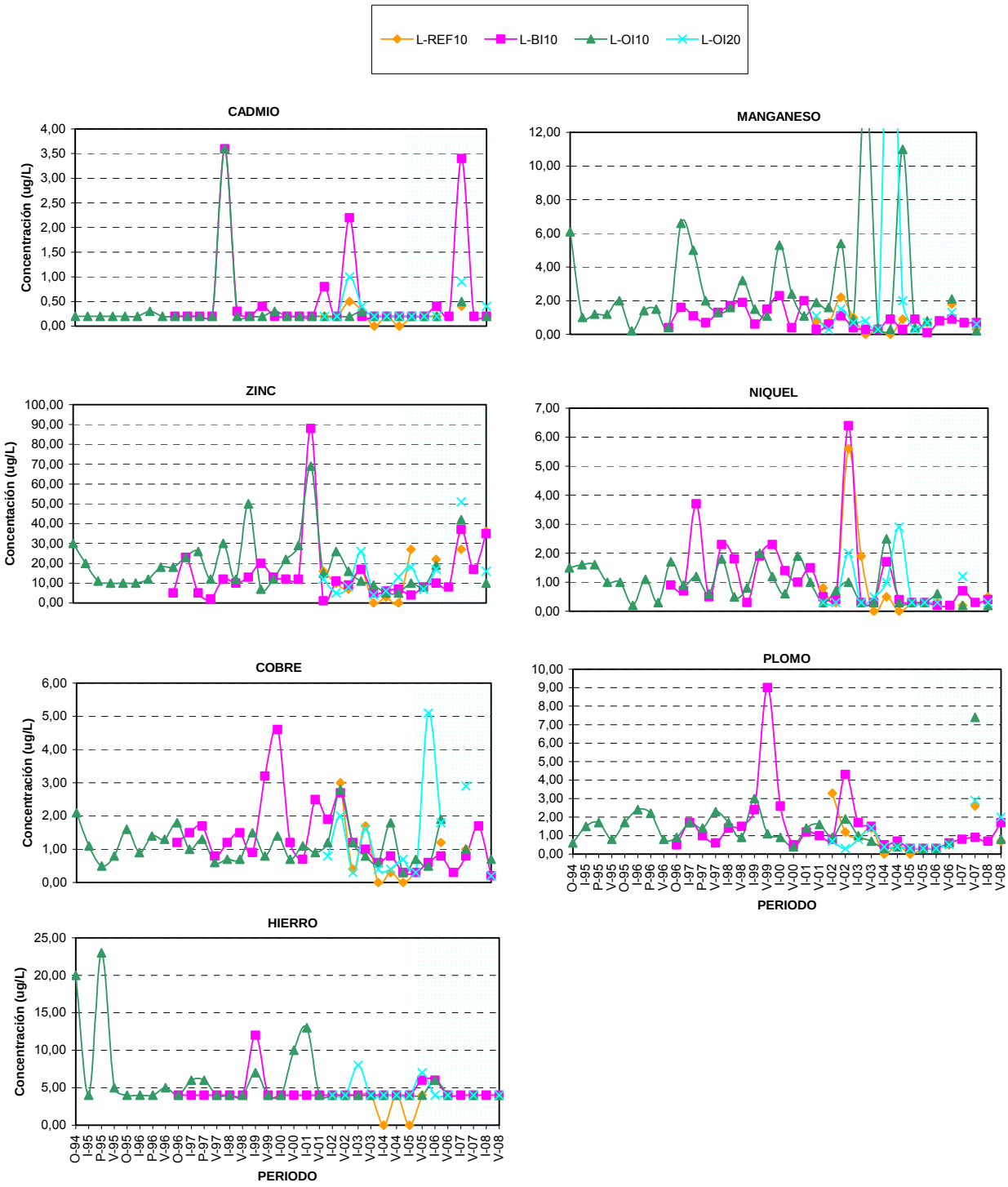


Figura 337 Evolución temporal de la concentración para cada metal en las estaciones de la entre Getaria y el cabo Higer en el periodo que abarca desde otoño de 1994 al verano de 2008, para las estaciones L-OI10, L-OI20, L-REF10 y L-BI10.

CONTAMINANTES ORGÁNICOS Y OTROS CONTAMINANTES ESPECÍFICOS

En los resultados obtenidos en 2008 se mantiene la ausencia de concentraciones significativas (por encima de los respectivos límites de detección) de la mayoría de los PAHs excepto de los congéneres fenantreno, naftaleno, antraceno y fluoreno mayoritariamente en verano, pero sin superar en ningún caso el objetivo de calidad establecido para compuesto.

ESTADO EN FUNCIÓN DE LOS INDICADORES FÍSICO-QUÍMICOS

A partir de los datos de 2008, de acuerdo con la metodología expuesta en el Tomo 1, el estado de la zona costera de Getaria-Higer en función de los indicadores físico-químicos puede considerarse **'Muy Buena'** en todas las estaciones de muestreo controladas (**L-O10, L-O20, L-OI10, L-OI20, L-REF10 y L-BI10)**.

En cuanto a los objetivos de calidad físico-química, las medias de las variables estudiadas cumplen en la estación L-BI10. En el resto de las estaciones se supera el objetivo de turbidez.

ESTADO QUÍMICO

Teniendo en cuenta las Directivas europeas y la normativa española, referida a aguas (ver Tomo 1), se puede decir que la costera entre Getaria y el cabo Higer **'No Cumplen'** en la estación L-O10 por presencia de cadmio y mercurio; L-O20 por presencia de mercurio; L-OI20 por presencia de cadmio y L-BI por presencia de mercurio. **'Cumplen'** el resto de estaciones L-OI10 y L-REF 10.

18.5.2 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS

PARÁMETROS SEDIMENTOLÓGICOS DE CARÁCTER GENERAL

Los resultados de los análisis de los parámetros sedimentológicos correspondientes a los muestreos de invierno de 2008 se muestran en la Tabla 252. Estos resultados confirman que la mayoría de las estaciones poseen un sedimento predominantemente arenoso o arenoso-gravoso, excepto la estación L-REF10 que presenta un contenido en limos y arcillas del 29%. Es en esta estación dónde se observa el mayor valor de materia orgánica (3%), carbono orgánico particulado (3,6 mol kg^{-1}), nitrógeno orgánico particulado (0,12 mol kg^{-1}) y menor potencial redox (39 mV) y relación C/N (29).

ESTACIÓN	INVIERNO - 2008							
	GRAVA (%)	ARENA (%)	FINO (%)	M.O. (%)	REDOX (mV)	C.O.P. (mol·Kg^{-1})	N.O.P. (mol·Kg^{-1})	C / N
L-O10	0,33	99,11	0,56	0,88	286	2,43	0,06	37,5
L-O20	0,01	96,30	3,69	1,14	301	2,63	0,04	66,5
L-OI10	0,80	98,93	0,28	0,48	253	1,13	0,02	55,7
L-OI20	0,02	99,82	0,15	0,54	279	1,02	0,01	79,2
L-REF10	0,03	29,40	70,56	3,27	39	3,57	0,12	28,9
L-BI10	0,33	99,53	0,14	0,87	307	1,79	0,03	66,0

Tabla 253 Parámetros sedimentológicos correspondientes a los muestreos de invierno de 2008 en la masa de agua costera de Getaria-Higer: GRAVA > 2 mm > ARENA > 63 µm > FINO; M.O.: materia orgánica; C.O.P.: carbono orgánico particulado; N.O.P.: nitrógeno orgánico particulado; C/N: relación carbono / nitrógeno.

En la se muestra la evolución temporal del contenido en arenas (fracción superior a 63 µm e inferior a 2 mm), contenido en materia orgánica y relación C/N de los sedimentos de la masa costera Getaria-Higer.

El contenido en la fracción arenosa presenta mayor variabilidad en las estaciones L-REF10 y L-OI10. El contenido en materia orgánica muestra una tendencia decreciente discontinua en las tres estaciones desde 2003. La relación C/N muestra una elevada variabilidad interanual, con una tendencia relativamente estable desde 2002 en la estación L-REF10, L-O20 y descendente en la estación L-O10, L-OI10, L-OI20, L-BI10 en los años más recientes.

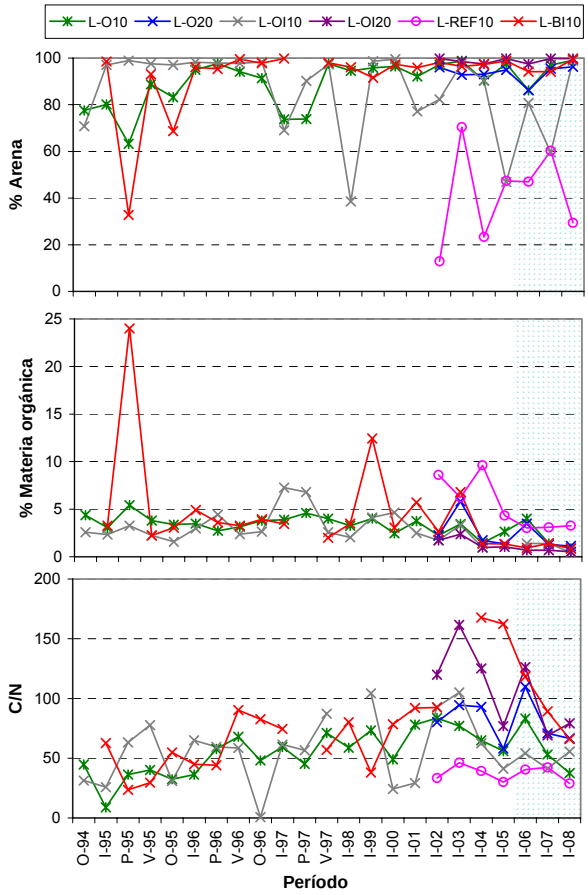


Figura 338 Gráficas de evolución temporal del contenido en limos y arcillas (fracción inferior a 63 µm), contenido en materia orgánica y relación C/N de los sedimentos de la masa costera Getaria-Higer.

METALES PESADOS

Las concentraciones de metales pesados obtenidas en los sedimentos de la masa de agua costera Getaria-Higer de la campaña de invierno de 2008 se muestran en la Tabla 254.

ESTACIÓN	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn
	mg·Kg^{-1}								
L-O10	0,11	59,5	22,3	45721	0,31	548	40,5	65,7	150,0
L-O20	0,35	35,9	21,3	36902	0,69	275	29,9	79,4	141,8
L-OI10	0,34	52,1	26,7	30561	0,40	1063	30,7	81,3	359,3
L-OI20	0,09	31,4	9,2	31251	0,03	390	19,2	41,1	90,7
L-REF10	0,14	48,6	23,1	25317	1,30	308	31,3	83,7	159,1
L-BI10	0,15	30,7	7,2	10955	0,11	275	18,8	41,7	71,6
MEDIA	0,20	43,0	18,3	30118	0,5	477	28,4	65,5	162,1
DESV. EST	0,12	12,0	8,0	11672	0,5	305	8,2	19,7	102,7

Tabla 255 Concentración de metales pesados en los sedimentos en la campaña de invierno de 2008 en la masa de agua costera Getaria-Higer.

La estación L-BI10 presenta las concentraciones más bajas de Cr, Cu, Fe, Mn, Ni y Zn. En la estación L-OI20 se determinaron las concentraciones más bajas de Cd, Hg y Pb. La concentración más alta de Cr, Fe y Ni se determinó en la estación L-O10, la concentración más alta de Cd se determinó en L-O20, la concentración más alta de Cu, Mn y Zn se determinó en L-OI10, y la concentración más alta de Hg y Pb se midió en L-REF10.

La variación temporal para cada uno de los metales analizados se estudia a partir del factor de contaminación, tal como se ha detallado en el Borja *et al.* (2003), y se ilustra en la Figura 339 para cada metal.

En el caso del Cr, se observa un incremento discontinuo en su concentración desde 1995 hasta 1999 en las estaciones L-O10, L-OI10, L-BI10. En la estación L-REF10 y la L-OI20 no se observa una tendencia clara para el Cr, mientras que en la estación L-O20 se observa una tendencia descendente desde 2002.

En la variación temporal del Cd no se observan patrones temporales claros, aunque coincide que en todas la estaciones la concentración desciende desde 2003, excepto en L-OI10.

La concentración de Cu presenta poca variación temporal, aunque destacan los máximos observados en 2002 y en 2007 en la estaciones L-OI20 y L-OI10 respectivamente. Casi todos los valores del factor de contaminación del cobre son inferiores a la unidad desde 2005.

La concentración de Fe no presenta un patrón de variación temporal dominante, aunque destacan los máximos observados en 1996 y en 2003 en la estación L-O10. De forma general, en los años más recientes se observa que la estación L-BI10 presenta la concentración más baja de Fe y la estación L-O10 presenta la concentración más elevada, siendo relativamente similar la concentración en las otras estaciones de esta masa de agua.

En el caso del Mn, se observa un incremento discontinuo en su concentración desde 1995 hasta 2001-2003 en las estaciones L-O10, L-OI10, L-BI10. La menor variabilidad temporal se observa en las estaciones L-REF10 y L-O20, con valores del factor de contaminación inferiores a 2.

En la concentración de Ni no se observan patrones de variación temporal claros en ninguna de las estaciones, pero destaca el hecho de que el factor de contaminación no supera el valor de 1,5 en los datos registrados en esta masa de agua.

En la concentración de Pb y Zn no se observan patrones de variación temporal claros aunque destacan los máximos observados para ambos metales en 2000 y en 2002 en la estaciones L-OI10 y L-OI20, respectivamente.

En la concentración de Hg tampoco se observa un patrón temporal claro, aunque destaca el máximo relativo encontrado en todas las estaciones en 2003 (excepto L-OI20, que lo presentó en 2002) y el máximo de 2008 en L-O20 y L-REF10.

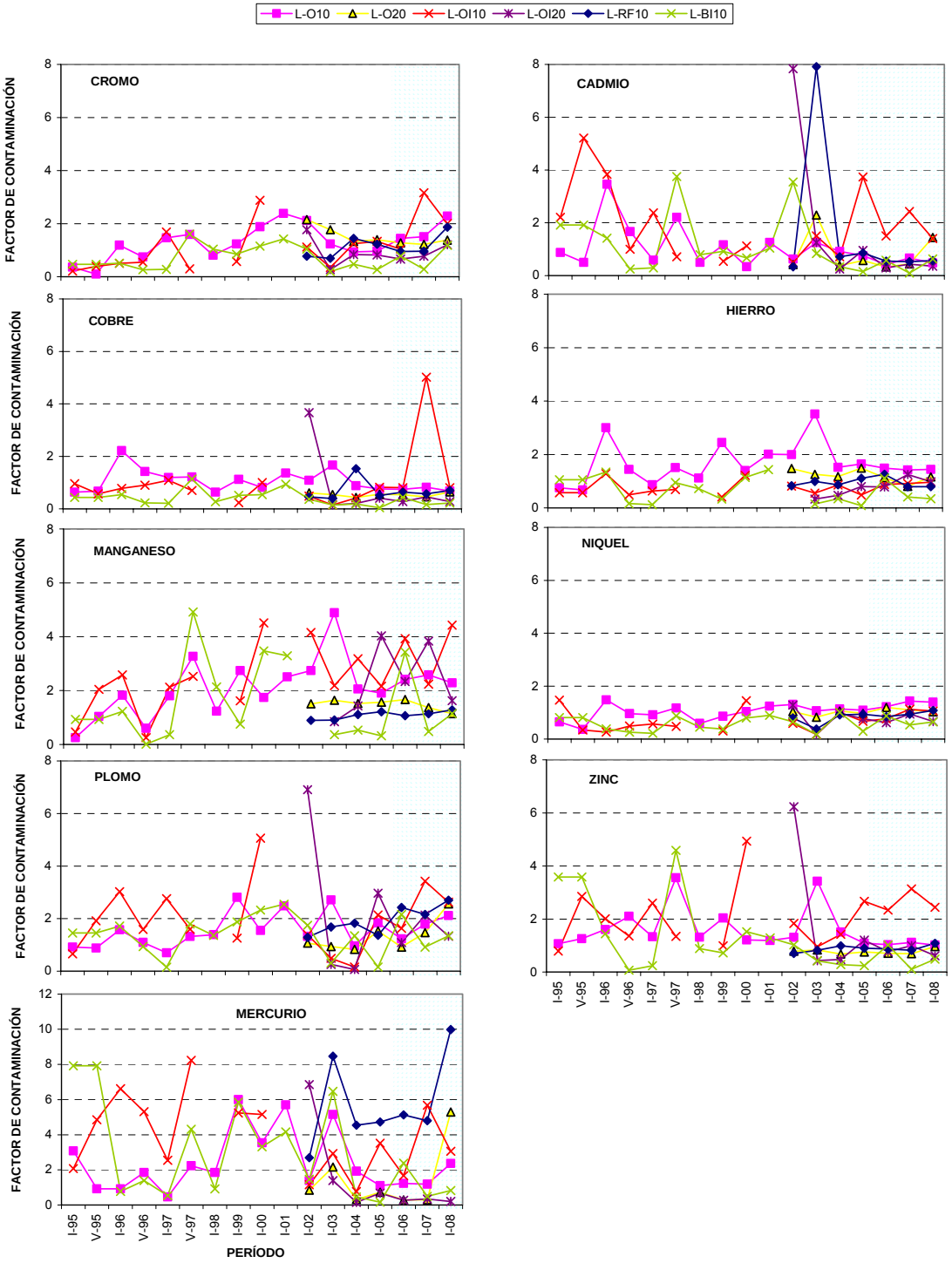


Figura 339 Evolución temporal de los factores de contaminación calculados para cada metal en la masa de agua costera Getaria-Higer.

COMPUESTOS ORGÁNICOS

En la Figura 340 se muestra la evolución temporal de la concentración de compuestos orgánicos (µg kg^{-1}) agrupados en seis tipos en función de sus características en la masa de agua costera Getaria-Higer.

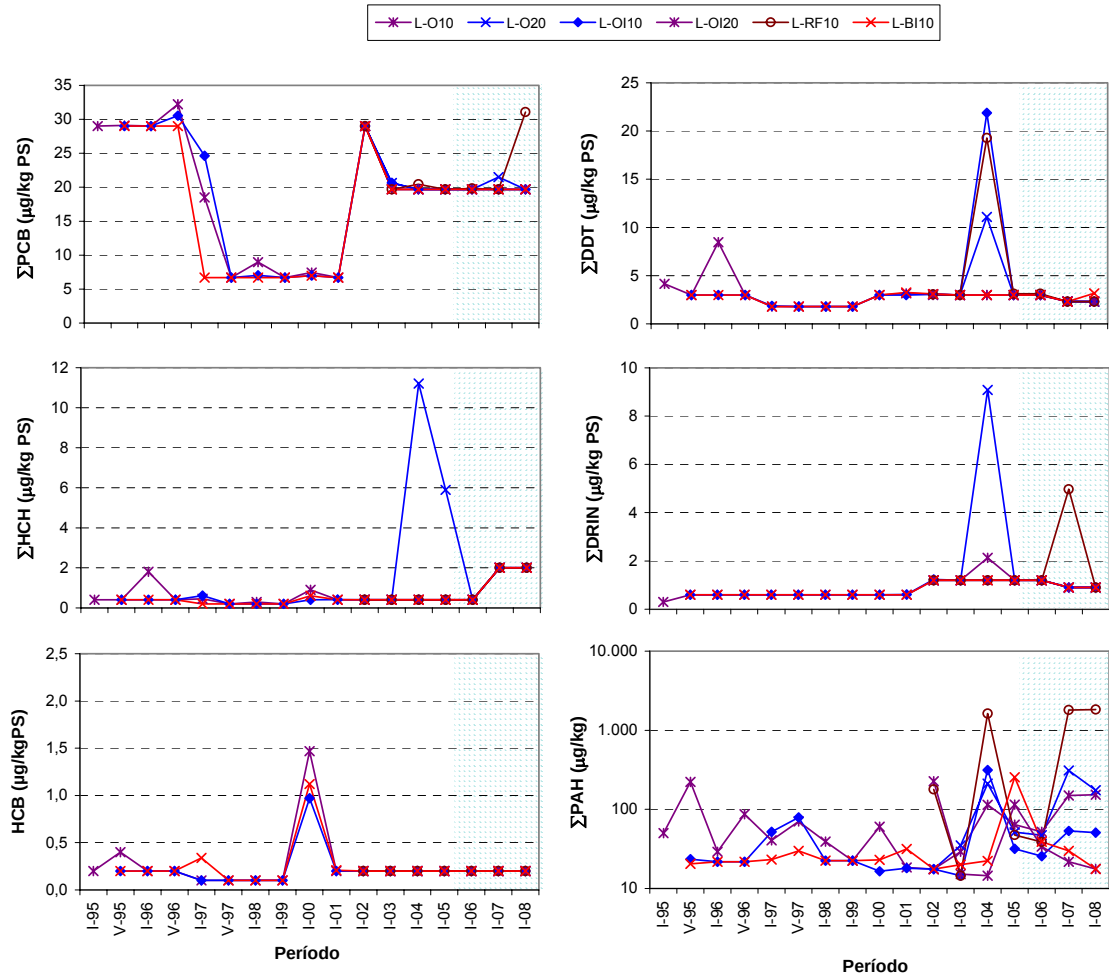


Figura 340 Evolución temporal de la concentración de compuestos orgánicos (µg kg^{-1}) en la masa de agua costera Getaria-Higer.

En lo que respecta al cómputo de los PCBs, en general las concentraciones de los distintos congéneres analizados se han mantenido por debajo de los límites de detección o muy próximos a ellos en los años más recientes, excepto en 2008 en la estación L-REF10.

En el caso del sumatorio de compuestos relacionados con el DDT, también se observa que en general las concentraciones de los distintos congéneres analizados se han mantenido por debajo de los límites de detección o muy próximos a ellos. Sin embargo, destaca el hecho de que en 2004, se supera el límite de cuantificación en tres de las seis estaciones de esta masa de agua (L-O20, L-RF10 y L-OI10).

El sumatorio de hexaclorociclohexano (HCH), generalmente presenta concentraciones por debajo de los límites de detección o muy próximos a ellos. Sin embargo, destaca el hecho de que en 2004 y 2005 se supera el límite de cuantificación en la estación L-O20. El aparente incremento en HCH desde 2006 a 2007 es debido a un incremento en los límites de detección.

El sumatorio de compuestos drin, generalmente presenta concentraciones por debajo de los límites de detección o muy próximos a ellos. Sin embargo, en 2004 se superó el límite de detección en las estaciones L-O10 y L-O20, en 2005 en L-REF10, y en 2007 en L-REF10.

El sumatorio de PAHs no presenta un patrón de variación temporal definido. En los años más recientes el máximo se registra en la estación L-REF10, acorde a su mayor contenido en materia orgánica y granulometría más fina.

NORMATIVAS

Como se ha explicado en el capítulo de metodología, a nivel estatal no existe una legislación por la que se regule la gestión de sedimentos contaminados, sino que las actuaciones en este campo se hallan controladas por

las correspondientes autorizaciones que, en su caso, concedan las administraciones correspondientes.

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

Siguiendo la metodología aplicada en los sedimentos estuáricos, para establecer el grado de contaminación, se ha calculado el índice de carga contaminante global (ICC) para las estaciones de la masa de agua costera del Bidasoa y para todos los metales y se ha estudiado su evolución temporal. La evolución del índice de carga contaminante global de metales pesados, se muestra en la Figura 341. La línea negra indica el límite de contaminación. Globalmente, la masa de agua costera Getaria-Higer no se encuentra contaminada por metales pesados, aunque en 2002 se superó el índice de contaminación global de 3, en la estación L-OI20.

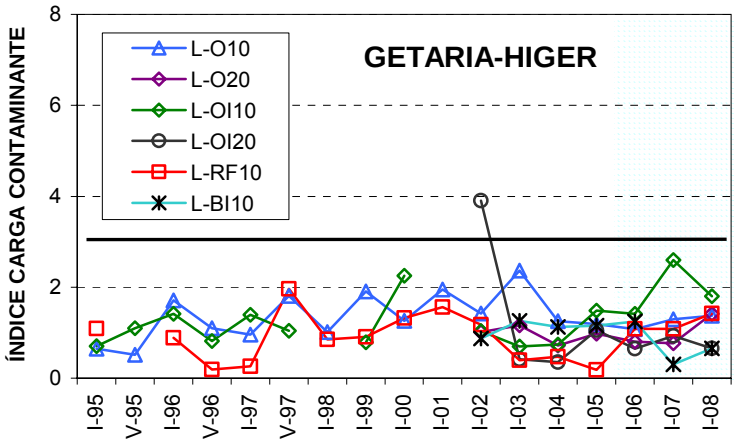


Figura 341 Evolución del índice de carga contaminante global de metales pesados, en la masa de agua costera Getaria-Higer.

Comparando las concentraciones de metales analizados en la campaña de 2008 con los niveles de toxicidad calculados por Long *et al*. (1995), se deduce que en las estaciones L-O10, L-O20, y L-OI10 se supera el nivel bajo de toxicidad de Hg, Ni y Pb. En la estación L-REF10 se supera el nivel medio de toxicidad de Hg, y el nivel bajo de toxicidad de Ni, Pb y Zn. El nivel bajo de toxicidad también se supera en L-O10 y L-OI10. En la estaciones L-OI20 y L-BI10 no se supera el nivel bajo de toxicidad para ningún metal.

Para los compuestos orgánicos se siguen los criterios utilizados para la evaluación de la contaminación, tal como se explica en Borja *et al.* (2003), y para una aproximación de la toxicidad se utilizan los valores de Long *et al*. (1995). Siguiendo estos criterios, las concentraciones de compuestos orgánicos obtenidas en la campaña de 2008 en las estaciones de la masa de agua costera Getaria-Higer no presenta contaminación global por compuestos orgánicos. Una excepción es la estación L-REF10 que presenta contaminación global ligera debido a PAHs y PCBs. En esta estación se supera el límite del nivel bajo de toxicidad que indican posibilidad de producirse efectos tóxicos de PCBs.

18.6. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

Esta zona costera no ha presentado entre 2005 y 2007 ninguna obra, actuación o acción que altere de manera significativa su morfología ni las corrientes o mareas, por lo que su situación puede calificarse de **'Muy Buena'** (cumple), para este elemento.

RED DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LAS AGUAS DE TRANSICIÓN Y COSTERAS DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO

19. MASA DE AGUA COSTERA MOMPAS-PASAIA

Pasaia, junio de 2009

ÍNDICE

TOMO 19.- MASA DE AGUA COSTERA MOMPAS-PASAIA 549

19.1. RESUMEN ESTADO ECOLÓGICO. MOMPAS-PASAIA 551

19.2. ESTACIONES DE MUESTREO 553

19.3. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS 553

19.3.1 PARÁMETROS ESTRUCTURALES 553

19.3.2 CALIDAD BIOLÓGICA 554

19.4. VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO 554

19.4.1 FITOPLANCTON 554

19.4.2 MACROALGAS 557

19.5. INDICADORES FISICOQUÍMICOS 558

19.5.1 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN AGUAS 558

19.5.2 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS 560

19.6. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS 564

19.1. RESUMEN ESTADO ECOLÓGICO. MOMPAS-PASAIA

Esta parte del litoral debería estar incluida en la masa de agua costera de Getaria-Higer. Sin embargo, tras el estudio de presiones e impactos realizado en 2004 en esta masa de agua, se decidió separarla en una masa diferenciada, debido a la histórica presión sufrida en la zona por el colector de Mompás, que se agudizó en 1996 con el desvío de los vertidos de Pasaia a la cala Murgita. La posterior puesta en funcionamiento del emisario submarino de San Sebastián, junto con la depuración de las aguas, han hecho que la zona haya mejorado, aunque alrededor del emisario ha empeorado.

En esta masa de agua, además de la estación L-UR20 de la Red de Calidad, AZTI-Tecnalia lleva el monitoreo de la zona para la Diputación Foral de Gipuzkoa y Aguas del Añarbe (*Estudio ambiental de la zona costera de Mompás y del estuario del río Oiartzun*). En, en cuyo diseño hay 9 estaciones de muestreo adicionales. En 2008 se decidió juntar todas las muestras, de ambos seguimientos, con objeto de disponer de una evaluación más completa. Es lo que se ha hecho este año por primera vez. Así, en la Tabla 256 y Figura 342 se presenta el Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado Ecológico en la masa de agua de Mompás-Pasaia, incluyendo todas las estaciones de muestreo.

Estaciones de muestreo	EB			CB	CFQ	CQ		EM	CE	Equ.	Tp1	VG	Estado ecológico
	FP	MA	MIB			>LD	>NC						
L-UR20	MB	A	B	A	MB	Sí	No	MB	A	6	0,1	0,6	8
E-COL	-	-	MB	MB	MB	Sí	No	MB	MB	10	0,1	1	
EMIS	-	-	D	D	MB	Sí	No	MB	D	4	0,1	0,4	
E-N	-	-	MB	MB	MB	Sí	No	MB	MB	10	0,1	1	
E-NE	-	-	MB	MB	MB	Sí	No	MB	MB	10	0,1	1	
E-NW	-	-	MB	MB	MB	Sí	No	MB	MB	10	0,1	1	
E-S1	-	-	A	A	MB	Sí	No	MB	A	6	0,1	0,6	
E-S2	-	-	MB	MB	MB	Sí	No	MB	MB	10	0,1	1	
E-SE	-	-	B	B	MB	Sí	No	MB	B	8	0,1	0,8	
E-SW	-	-	B	B	MB	Sí	No	MB	B	8	0,1	0,8	

Tabla 256 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado Ecológico (estado ecológico) en la masa de agua de Mompás-Pasaia, en 2008. EB: elementos biológicos; FP: fitoplancton; MA: macroalgas; MIB: macroinvertebrados bentónicos; CB: calidad biológica; CFQ: calidad físico-química; CQ: calidad química; LD: límite de detección; NC: normas de calidad; EM: elementos morfológicos; CE: calidad ecológica; Equ.: equivalencias; Tp1: tanto por uno; VG: valor global; M: malo; D: deficiente; A: aceptable; B: bueno, MB: muy bueno. Parte de los datos son de Muxika et al. (2009).

En este punto, hay que destacar que, debido a diferencias metodológicas, el estado del fitoplancton (harían falta cuatro muestreos anuales durante, al menos, seis años) sólo se puede evaluar a partir de los datos de la *Red*, por lo que dicho elemento no se ha tenido en cuenta para el establecimiento de la calidad biológica de las estaciones muestreadas en el marco del estudio de Diputación. En relación a las macroalgas, la metodología empleada en las campañas Diputación dificulta la aplicación de la herramienta empleada para su evaluación, por lo que únicamente se han tenido en cuenta los datos obtenidos de la *Red*.

El estado ecológico de la Masa de Agua Costera Mompás-Pasaia, es **Bueno**. La calidad físico-química es muy buena en todas las estaciones incluidas en el análisis y los elementos morfológicos también presentan muy buen estado. Del mismo modo, los contaminantes cumplen con las normas de calidad. Sin embargo, hay que destacar que la calidad biológica es deficiente en la zona de la estación EMIS y es tan sólo aceptable en las estaciones E-S1 y L-UR20. Por tanto, a pesar de que la calificación global para la masa de agua es buena, hay que tener presente que en la zona del tramo final del emisario y al sur del mismo, se detecta afección sobre las comunidades bentónicas.



Figura 342 Calificación del Estado Ecológico y ubicación de estaciones en la masa de agua litoral de Mompás-Pasaia: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Aceptable; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

19.2. ESTACIONES DE MUESTREO

En la masa de agua costera de Mompás-Pasaia se analiza anualmente una estación litoral y dos de macroalgas. Estas últimas se muestrearon en 2003 y 2006, y sus valoraciones se actualizaron en 2007. Sus posiciones se observan en la Tabla 257. Hay que hacer notar que AZTI-Tecnalia realiza el seguimiento del emisario submarino de San Sebastián, para la Diputación Foral de Gipuzkoa y Aguas del Añarbe, en estaciones de muestreo complementarias a éstas, por lo se han utilizado para realizar una evaluación más ajustada.

Cod_Estación	Estación	UTMX	UTMY	Tipo de Estación
L-UR20	Litoral de Mompás (Urumea)	584830,85	4799190,99	Litorales
M-LUR1	Urumea Zona 01. Litoral Macroalgas	579938,00	4797128,00	Litorales (Macroalgas)
M-LUR2	Urumea Zona 02. Litoral Macroalgas	583451,00	4798135,00	Litorales (Macroalgas)

Tabla 257 Estaciones de muestreo en la zona costera de Mompás-Pasaia.

19.3. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

19.3.1 PARÁMETROS ESTRUCTURALES

Los parámetros estructurales medidos en la única estación representativa de la masa de agua costera Mompás-Pasaia (L-UR20), en invierno de 2008 pueden verse en la Tabla 258.

PARÁMETRO	UNIDAD	ESTACIÓN
		L-UR20
Densidad	$nº \cdot m^{-2}$	80
Biomasa	$g \cdot m^{-2}$	9,583
Riqueza	nº	12
Diversidad número	$bit \cdot ind^{-1}$	3,51
Diversidad biomasa	$bit \cdot g^{-1}$	1,02
Equitabilidad número		0,98
Equitabilidad biomasa		0,28
Diversidad máxima	bits	3,58
AMBI		1,771
Clasificación AMBI		Alteración Ligera

Tabla 258 Parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua costera Mompás-Pasaia.

La estación litoral L-UR20, situada en las proximidades del antiguo colector de vertidos urbanos e industriales de la Comarca de Donostialdea, presentaba hasta el año 2001 una biocenosis típica de áreas sometidas a fuerte contaminación por materia orgánica, caracterizada por los anélidos poliquetos *Capitella capitata* y *Malacoceros fuliginosus*. El primero de ellos, es considerado indicador universal de contaminación orgánica, y alcanzó densidades máximas de hasta 8.632 $ind \cdot m^{-2}$ en 1997 y 3.504 $ind \cdot m^{-2}$ en 2001.

En 2008 se observa un decenso importante tanto en número de individuos (de 307 $ind \cdot m^{-2}$ en 2007 a 80 $ind \cdot m^{-2}$ en 2008), como de especies (de 26 *taxa* en 2007 a 12 *taxa* en 2008), continuando con la tendencia observada en 2007 (Figura 343). También se puede constatar un proceso de enfangamiento (21% de fango frente al 8% de 2007). No obstante, los bajos valores de materia orgánica del sedimento (1,33%), y la composición faunística, en la que destaca la progresiva disminución de *C. capitata*, confirman la mejora de la calidad del medio observada desde 2005. Estas características, unidas al alto valor de diversidad específica estimada a partir de los datos de densidad (3,51 $bit \cdot ind^{-1}$), parecen indicar una recuperación de la zona, consecuencia de la eliminación de los vertidos del colector.

Por el contrario, el valor estimado para la diversidad a partir de los valores de biomasa específica es muy bajo (1,02 $bit \cdot g^{-1}$). Esto se debe, sobre todo, a que un ejemplar del caracolillo *Nassarius reticulatus* aporta el 82% de la biomasa total.

El grupo trófico dominante es el de los detritívoros superficiales con un 53%, seguido por los de los carnívoros y omnívoros (ambos con 20%) y, en menor medida, los detritívoros subsuperficiales (2%).

El índice AMBI (1,7) indica que la estación presenta alteración ligera (Tabla 258), con dominancia del grupo ecológico II (40%) y presencia importante de los grupos ecológicos I (33%) y III (20%). La evolución temporal es clara (Figura 344): se ha pasado de una comunidad dominada por oportunistas de primer orden y AMBI=3,0-5,9 en 1995-2001, a una comunidad dominada por especies no oportunistas (grupos ecológicos I, II y III) y AMBI=1,0-2,7 en 2002-2007. Además, es significativo que el cambio se produce justo en la campaña posterior al desvío de los vertidos del colector al emisario submarino de Ulía (en primavera de 2001).

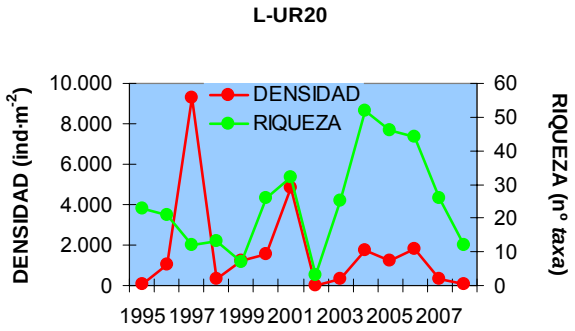


Figura 343 Evolución de la densidad y riqueza en la estación L-UR20 (Mompás-Pasaia).

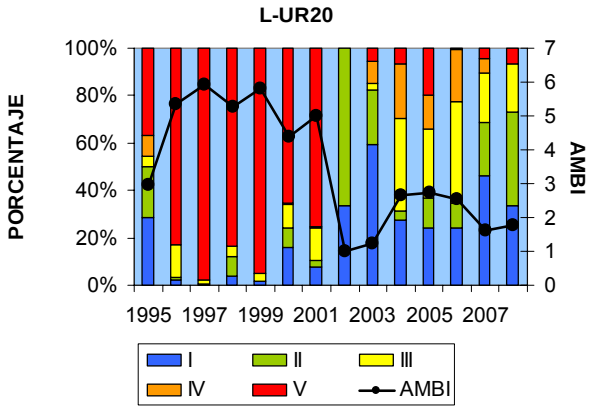


Figura 344 Evolución del porcentaje de cada grupo ecológico y de AMBI en la estación L-UR20 de la masa de agua costera Mompás-Pasaia.

19.3.2 CALIDAD BIOLÓGICA

La calificación de la estación **L-UR20** a partir de M-AMBI es de **'Buen Estado'** (Figura 345). Al igual que ocurre con AMBI, la evolución temporal es clara: se pasa de Mal Estado-Estado Aceptable en 1996-2001 (EQR=0,18-0,53), a Buen Estado en 2000 y 2002 (EQR=0,54 y EQR=0,55, respectivamente) y a Muy Buen Estado en 2003-2007 (EQR=0,89-0,94).

En este punto, es importante destacar el valor de EQR anormalmente alto en 1995 (0,76), que probablemente se debe a que se muestreó algo más lejos del antiguo colector de lo que se viene haciendo posteriormente. Por otro lado, la regresión detectada en la presente campaña de 2008 probablemente se deba al mal funcionamiento de la draga en el muestreo, lo cual podrá ser confirmado en próximos muestreos.

En cualquier caso, la mejoría de esta estación tiene que ver con el desvío de los vertidos desde el colector al emisario de San Sebastián. Esto no quiere decir que toda la masa de agua esté en buen estado respecto al bentos, ya que la calidad en la cercanía del emisario es deficiente.

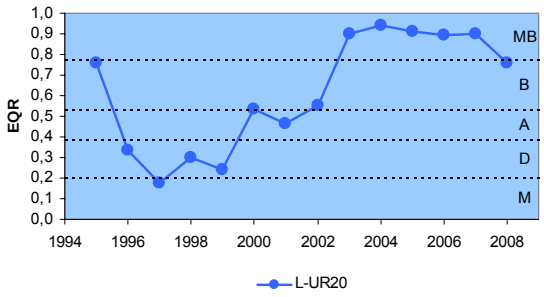


Figura 345 Evolución de EQR para las estaciones de la masa de agua costera Mompás-Pasaia.

19.4. VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO

19.4.1 FITOPLANCTON

CLOROFILA

En la masa de agua costera Mompás-Pasaia la concentración de clorofila "a" se midió en una estación (L-UR20), a dos profundidades (superficie y fondo). Los muestreos se realizaron en cuatro épocas (invierno, primavera, verano y otoño). En este apartado también se presentan los resultados correspondientes a la estación L-REF10, considerada de referencia para esta masa de agua, así como para la costera Getaria-Higer.

Con objeto de averiguar si la biomasa fitoplanctónica se distribuía homogéneamente en el eje vertical de la columna de agua o si, por el contrario, existían diferencias significativas entre superficie y fondo, se compararon los valores medios mediante un test "t-student". Así, tomando todos los datos de clorofila de la masa de agua costera Mompás-Pasaia (n=4, para cada profundidad), la clorofila supuso 0,5 ± 0,3 µg l^{-1} en superficie y 0,9 ± 0,6 µg l^{-1} en fondo (media ± desv. típica). Aunque la concentración de clorofila en superficie fue inferior a la de fondo, las diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p>0,05$). Realizando el mismo análisis estadístico con el conjunto de las estaciones marinas de referencia (L-REF10, L-REF20 y L-REF30) sí se detectaron diferencias significativas entre superficie (0,3 ± 0,2 µg l^{-1}) y fondo (0,8 ± 0,5 µg l^{-1}), $p<0,05$.

Los valores de superficie y fondo se han promediado para cada una de las estaciones estudiadas, con objeto de representar las condiciones generales y poder comparar los resultados con los de años anteriores.

En la Figura 346 se representa la concentración de clorofila en la estación correspondiente a la masa de agua costera Mompás-Pasaia (L-UR20) y en la estación marina de referencia más cercana (L-REF10).

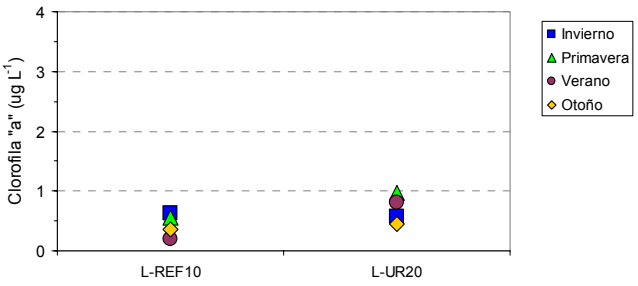


Figura 346 Variación de la concentración de clorofila en la estación marina de referencia y en la estación de Mompás-Pasaia, en el año 2008. Se muestra el promedio de la clorofila medida a dos profundidades (superficie y fondo) para las cuatro épocas del año.

En la estación L-UR20 la biomasa fitoplanctónica (media de superficie y fondo) se mantuvo en niveles inferiores o cercanos a 1 µg l^{-1} y no mostró variación estacional apreciable. Las concentraciones de clorofila fueron, además, muy similares a las observadas en la estación marina de referencia. La dinámica estacional en la estación L-UR20 fue muy distinta a la observada en las masas de agua adyacentes del litoral (Matxitxako Getaria y Getaria-Higer). Así, en estas otras se observaron picos muy elevados de concentración de clorofila en primavera, aunque no en todas las estaciones de muestreo.

Las bajas concentraciones de clorofila en la estación L-UR20 a lo largo de todo el año podrían indicar que la influencia de los aportes terrestres de nutrientes sobre las comunidades fitoplanctónicas es de escasa importancia en esta masa de agua y que no se encuentra sometida a procesos de eutrofización importantes.

COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DEL FITOPLANCTON

En la Tabla 259 se indica la abundancia, riqueza y diversidad del fitoplancton en la estación marina de referencia L-REF10 y en la estación L-UR20, representativa de la masa de agua costera Mompás-Pasaia. Al igual que la biomasa fitoplanctónica (clorofila), estas variables se midieron en las cuatro épocas del año (invierno, primavera, verano y otoño).

En la estación marina de referencia, la densidad de fitoplancton presentó el valor máximo en primavera ($5{,}6\cdot10^5$ células l^{-1}) y el mínimo en verano ($0{,}7\cdot10^5$ células l^{-1}). En invierno, se observaron muy pocas diatomeas y los taxones con mayor abundancia fueron haptofitas, dinoflagelados de tamaño pequeño, criptofitas y pequeños flagelados. En primavera, aumentó la densidad de fitoplancton y pudieron observarse mayor riqueza de especies, especialmente en diatomeas y dinoflagelados. Las diatomeas aportaron en primavera casi el 60% a la abundancia total, siendo las más numerosas las del género *Chaetoceros*. En verano, durante el mínimo de densidad fitoplanctónica, la comunidad estuvo compuesta por organismos de pequeño tamaño, en su mayoría flagelados. La comunidad de otoño, presentó una abundancia y composición muy similar a la de invierno.

Estación	L-REF10	L-UR20
Fecha	07/02/2008	08/01/2008
Abundancia (Células/ml)	245	195
Diversidad (bit/cel)	3,2	3,1
Riqueza (Nº especies)	21	16
Estación	L-REF10	L-UR20
Fecha	06/05/2008	06/05/2008
Abundancia (Células/ml)	587	440
Diversidad (bit/cel)	3,5	2,9
Riqueza (Nº especies)	39	35
Estación	L-REF10	L-UR20
Fecha	27/08/2008	29/08/2008
Abundancia (Células/ml)	71	2.377
Diversidad (bit/cel)	2,3	3,4
Riqueza (Nº especies)	10	39
Estación	L-REF10	L-UR20
Fecha	20/10/2008	31/10/2008
Abundancia (Células/ml)	153	453
Diversidad (bit/cel)	2,5	3,3
Riqueza (Nº especies)	18	24

Tabla 259 Índices relacionados con fitoplancton en cuatro épocas a lo largo de 2008. Se indican para la estación marina de referencia y para las estaciones costeras de Mompás-Pasaia.

En la estación L-UR20, la densidad de fitoplancton osciló entre un máximo de $2{,}4\cdot10^6$ células l^{-1} (verano) y un mínimo de $2{,}0\cdot10^5$ células l^{-1} (invierno).

El invierno, la composición y abundancia en la estación costera fue muy similar a la de la estación marina de referencia. En primavera, también aumentó la riqueza de especies y la densidad de fitoplancton, al igual que en la estación de referencia, observándose una composición prácticamente similar a la de aquélla. La comunidad fue muy diversa y, generalmente, la abundancia de cada taxón individual fue del orden de 10^3-10^4 células l^{-1}. Aunque, se observó una abundancia relativamente superior de la diatomea *Chaetoceros* sp. y la haptofita *Chrysochromulina* spp. En verano, la estructura de la comunidad en la estación L-UR20 fue muy similar a la que se observó en otras estaciones litorales cercanas (L-O10, L-OI10, L-BI10), con un alto número de especies de diatomeas y una contribución en torno al 40% de este grupo a la abundancia total. Sin embargo, hay que señalar que la estación de la masa de

agua Mompás-Pasaia registró el valor más alto de todas las estaciones del litoral en densidad fitoplanctónica. En otoño la abundancia disminuyó y la comunidad estuvo mayoritariamente constituida por clorofitas, criptofitas, haptofitas, así como por flagelados y dinoflagelados de pequeño tamaño.

En cuanto a las especies de fitoplancton tóxicas/nocivas en la estación L-UR20, hay que citar a la diatomea *Pseudo-nitzschia* spp., con una alta abundancia en verano (del orden de 10^5 células l^{-1}). También, a la haptofita *Chrysochromulina* spp. (con máximos del orden de 10^5 células l^{-1}) y los dinoflagelados *Prorocentrum balticum* (máximos del orden de 10^3 células l^{-1}), así como *Alexandrium* sp., *Ceratium furca, C. fusus, Prorocentrum minimum, P. micans* y *P. triestinum* (presencia). Todos estos taxones se consideran potencialmente nocivos para los ecosistemas y, entre ellos, son potencialmente nocivos para la salud humana: *Pseudo-nitzschia* spp., *Alexandrium* sp. y *Prorocentrum minimum*.

CALIDAD BIOLÓGICA

A partir de 2007 se comienza a aplicar un nuevo criterio de evaluación para el fitoplancton en las aguas costeras, que ha sido acordado en las reuniones europeas de Intercalibración para la Directiva Marco del Agua. Este nuevo método no ha sido aún intercalibrado en aguas de transición, las cuales, por lo tanto, se evalúan en el presente informe con el mismo método que en años anteriores.

El nuevo método para evaluar el estado del fitoplancton en las aguas costeras tienen en cuenta dos indicadores, uno basado en la biomasa fitoplanctónica (percentil 90 de la concentración de clorofila) y otro, basado en la frecuencia de floraciones fitoplanctónicas (frecuencia con la cual un taxón cualquiera supera el umbral de 750.000 células l^{-1}). Ambos indicadores se evalúan en periodos de seis años. Por lo tanto, el presente ejercicio de evaluación para las aguas costeras integra los datos de 2003-2008.

En la Figura 347 se muestra el valor del indicador calculado con los datos de clorofila "a". El umbral que separa el estado "muy bueno" del estado "bueno" ha sido fijado para las aguas del Cantábrico Oriental en 3,5 µg l^{-1}. Como puede observarse, este valor no es superado en la estación L-UR20. En ésta el percentil 90 de la clorofila se sitúa en 1,1 µg l^{-1} (n=24). La estación de referencia tampoco lo supera, con un valor de 1,3 µg l^{-1} (n=24).

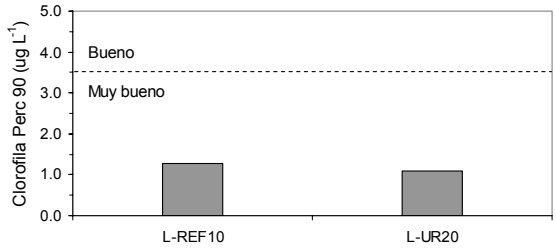


Figura 347 Percentil 90 de la concentración de clorofila en la estación marina de referencia y en la estación costera de Mompás-Pasaia. Los datos utilizados han sido los de superficie, de las cuatro épocas del año, desde 2003 hasta 2008.

En la Figura 348 se muestra el valor de indicador basado en la abundancia fitoplanctónica. El umbral que separa el estado "muy bueno" del estado "bueno" ha sido fijado para las aguas del Cantábrico Oriental en 20%. En la estación L-UR20 la frecuencia de floraciones fitoplanctónicas es de un 8%, muy similar a la de la estación L-REF10, donde es de un 9%. Por lo tanto, este indicador también considera que ambas estaciones se encuentran en un estado "muy bueno".

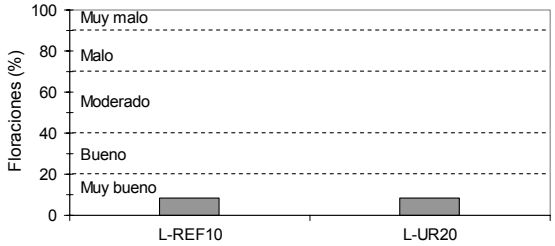


Figura 348 Frecuencia de floraciones fitoplanctónicas (%) en la estación marina de referencia y en las estaciones costeras de Mompás-Pasaia. Los datos utilizados corresponden a superficie, en primavera y verano, desde 2003 hasta 2008.

En la Tabla 260 sese indica el estado ecológico del fitoplancton calculado para el periodo 2003-2008 en la masa de agua costera Mompás-Pasaia. Siguiendo la nueva metodología, ambos indicadores (el que se basa en los datos de clorofila y el que se basa en la abundancia fitoplanctónica) consideran que el estado ecológico es "muy bueno". Por lo tanto, integrando ambos indicadores, **el estado global del fitoplancton** se clasifica como **"muy bueno"** en la estación costera, al igual que en la estación marina de referencia.

ESTACIÓN	Clorofila	Fitoplancton	GLOBAL
L-REF10	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno
L-UR20	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno

Tabla 260 Masa de agua costera Mompás-Pasaia. Calificación en función de la concentración de clorofila (percentil 90) y la abundancia de fitoplancton (% floraciones) durante el periodo 2003-2008.

19.4.2 MACROALGAS

Para el estudio de las macroalgas (y los macroinvertebrados que definen comunidades de sustrato duro) de la masa de agua costera Mompás-Pasaia, en la campaña de 2008 no se ha estudiado ningún transecto. Por tanto, la evaluación se realiza con datos obtenidos del transecto analizado la pasada campaña de 2007 (M-LUR2).

CALIDAD BIOLÓGICA

En laTabla 261 se muestran los datos obtenidos para la masa de agua costera Getaria-Higer en el muestreo llevado a cabo la pasada campaña de 2007, con objeto de calificar su estado. La metodología utilizada se explica en el Tomo 1.

La calificación es de **'Muy Buen Estado'** para el transecto M-LUR2 y, por extensión, para el conjunto de la masa de agua costera Mompás-Pasaia (EQR=1,00). Además, cabe destacar que no se ha detectado ninguna variación de EQR en el transecto respecto a la anterior visita, que se llevó a cabo tres años antes, en la campaña de 2004.

INDICADORES	M-LUR2
Cobertura	77
Riqueza de poblaciones	6
Especies oportunistas	6
PUNTUACIÓN	
Cobertura	0,45
Riqueza de poblaciones	0,20
Especies oportunistas	0,35
PUNTUACIÓN TOTAL	1,00
CLASIFICACIÓN	Muy Bueno

Tabla 261 Calificación de cada indicador de macroalgas y las equivalencias para la calificación del transecto M-LUR2, analizado en la campaña de 2007.

En este sentido, es importante destacar que la no detección de cambios asociados a las actuaciones que se vienen dando en la zona (eliminación del antiguo colector del Urumea, instalación del emisario submarino de Mompás y entrada en funcionamiento de la Estación Depuradora de Aguas Residuales de Loiola) puede deberse a que el único muestreo previo se realizó en 2004, tres años después de la eliminación de los vertidos a través del colector y a que el transecto se encuentra suficientemente alejado del colector como para no haber estado sometido a la influencia directa de los vertidos.

Sin embargo, las comunidades de algas en la zona del colector, que deberían ser de *Gelidium,* aún no han recuperado su antigua composición y estructura. En una zona más cercana, como es la cala Murgita, se dispone de una serie más larga, realizada para la Diputación Foral de Gipuzkoa, en la que se observa que, cuando se desviaron los vertidos de Pasaia al colector de Murgita, la calidad de las macroalgas intermareales fue bajando progresivamente hasta 2004, para posteriormente mejorar algo (Figura 349). Podría decirse que la calidad para las algas en el conjunto de la masa de agua es **'Aceptable'**.

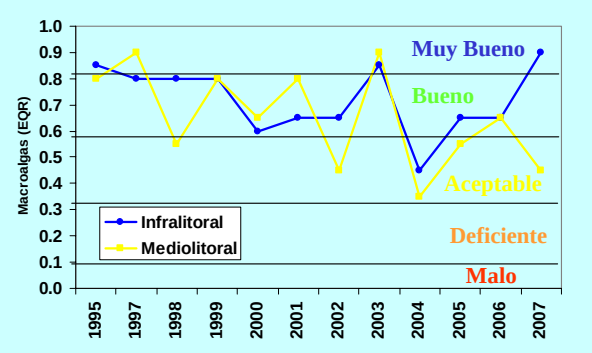


Figura 349 Evolución de la calidad de macroalgas intermareales en cala Murgita (basado en datos de Diputación Foral de Gipuzkoa).

19.5. INDICADORES FISICOQUÍMICOS

19.5.1 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN AGUAS

CONSIDERACIONES GENERALES

La masa de agua costera de Mompás-Pasaia está representada por la estación L-UR20. En la Tabla 262 se muestran los datos medios anuales para las diferentes variables básicas analizadas en la masa de agua. Además, se incluyen los valores medios de variables generales y de las relacionadas con el estado trófico.

Variables	Unidades	L-UR20-S	L-UR20-F
Temperatura	ºC	16,26	15,66
Salinidad	USP	35,19	35,42
Agua fluvial	%	1,16	0,50
Saturación O2	%	104,50	98,00
pH		8,22	8,19
Clorofila	$\mu g.dm^{-3}$	0,47	1,09
Silicato	$\mu mol.dm^{-3}$	1,53	
Amonio	$\mu mol.dm^{-3}$	3,20	
Nitrito	$\mu mol.dm^{-3}$	0,25	
Nitrato	$\mu mol.dm^{-3}$	2,85	
Nitrógeno Total	$\mu mol.dm^{-3}$	14,43	
Fosfato	$\mu mol.dm^{-3}$	0,27	
Fósforo Total	$\mu mol.dm^{-3}$	0,57	
Carbono O. Total	$\mu mol.dm^{-3}$	74,08	

Tabla 262 Masa de agua costera de Mompás-Pasaia. Valores medios de variables relacionadas con el estado trófico y presencia de agua de origen fluvial.

A partir de los datos de salinidad obtenidos en la serie de muestreos del año 2008, puede señalarse la escasa presencia de agua de origen fluvial en el nivel de superficie en la estación L-UR20.

Por otra parte, en los datos generales se observa la influencia de la estacionalidad a través de la temperatura y de la estratificación termohalina. También se aprecia, a través de la salinidad y del porcentaje de agua continental la influencia de la descarga del río a través de los nutrientes. Con todo, la proporcionalidad no es siempre directa y, tanto los valores absolutos de las concentraciones como las relaciones entre nutrientes o entre las distintas formas de los mismos aparecen igualmente influenciados por los cambios estacionales.

Los valores medios del porcentaje de saturación de oxígeno indican el predominio de valores superiores a la saturación en superficie y ligeramente inferiores en el nivel de fondo. No se registran valores puntuales que representen un déficit de oxígeno. Además de la influencia de temperatura y salinidad en la concentración absoluta y el porcentaje de saturación de oxígeno, los cambios estacionales también aparecen ligeramente modulados por la concentración de clorofila y su distribución en la columna de agua. De todos modos, en la serie de muestreos realizados durante el año 2008 no se han registrado floraciones superficiales de importancia ni tampoco una influencia destacable del máximo subsuperficial de clorofila habitual durante la época de estratificación.

Las concentraciones de nutrientes presentan una distribución coherente con los ciclos estacionales y los pulsos de fertilización adicional que indica el porcentaje de agua no marina. Los valores de 2008 se encuentran en el rango habitual de las aguas litorales.

EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LAS VARIABLES HIDROGRÁFICAS GENERALES

En las series de datos disponibles no se observan tendencias que indiquen un incremento o descenso significativo y mantenido de los valores de las variables de tipo general y de las relacionadas con el estado trófico. En general predominan las situaciones alternantes, con una distribución de tipo “dientes de sierra” en la que se observa la fuerte incidencia de la estacionalidad y de la variabilidad de las condiciones hidrológicas y climáticas que condicionan fundamentalmente la fracción de agua dulce presente en las aguas superficiales.

METALES DISUELTOS

Las concentraciones de cromo (trivalente y hexavalente), mercurio y hierro en las aguas de superficie en las estaciones de la costera entre Mompás y Pasaia, se mantienen, como en la mayoría de los casos precedentes, por debajo de sus respectivos límites de detección (3, 0.3 y 4 $\mu g \cdot l^{-1}$).

En la Figura 350 se muestra la evolución de la concentración media del resto de los metales para el periodo comprendido entre otoño de 1994 y verano de 2008.

Como se puede apreciar en la Figura 350, en general todos los metales presentan una tendencia bastante irregular rebasando el objetivo de calidad solamente el cadmio el invierno del 1998. Después de la recuperación de ese nivel obtenido en 1998 la concentración de cadmio se ha mantenido por debajo del limite de detección (0.2 $\mu g \cdot l^{-1}$) hasta el 2006, cuando empezó ha oscilar la concentración en esta zona del

Mompás entre 0.2 y 0.4 $\mu g \cdot l^{-1}$, este año se mantiene por debajo del objetivo de calidad establecido (0,2 $\mu g \cdot l^{-1}$).

Respecto al cobre, manganeso y al níquel, aunque la tendencia en general es bastante irregular la concentración del manganeso y níquel ha ido bajado estos últimos años manteniendo esa tendencia ligeramente descendente este año.

El zinc y el plomo en 2007 sufrieron una subida brusca de concentración, este año han vuelto a recuperar la concentración respecto al 2006 y manteniéndose por debajo del objetivo de calidad establecido.

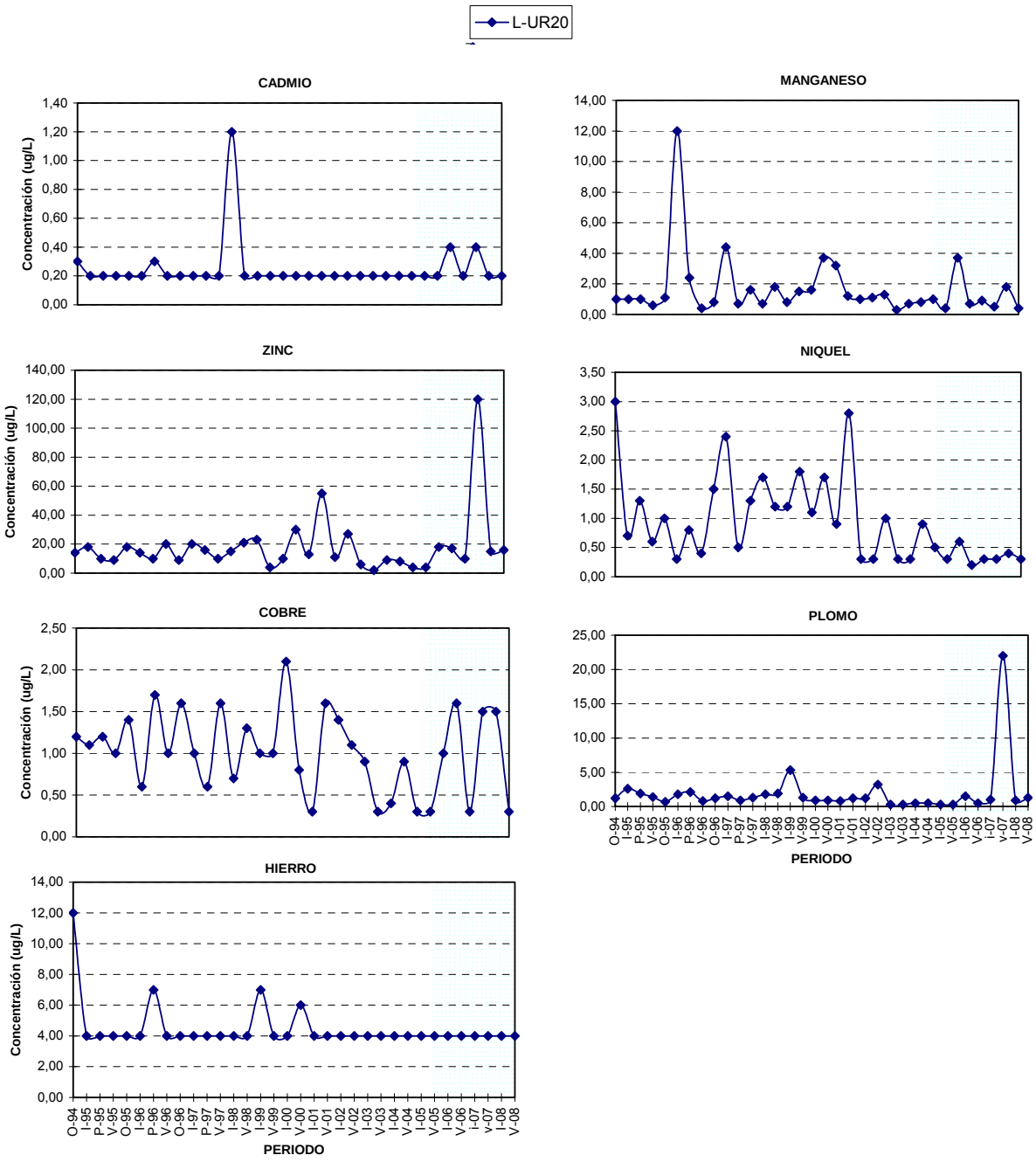


Figura 350 Evolución temporal de la concentración para cada metal en la costera de Mompás-Pasaia en el periodo que abarca desde otoño de 1994 al verano de 2008.

Muestreos mensuales

Se ha estudiado la evolución de la concentración de mercurio, cadmio, níquel y plomo durante todo los meses del año 2008 en las estación L-UR20 que corresponde a la costera del Mompás-Pasaia.

En la Figura 351 se puede observar la evolución mensual del año 2008 en la estación descrita anteriormente. Se han observado concentraciones de mercurio por debajo del límite de detección (0,3 $\mu g \cdot l^{-1}$).

En el caso del cadmio el objetivo de calidad (0,2 $\mu g \cdot l^{-1}$) es sobrepasada solamente en Mayo (0,3 $\mu g \cdot l^{-1}$), en el

resto de los periodos el valor obtenido es el mismo que el objetivo de calidad.

En el caso del plomo no se observa ninguna tendencia definida en el estudio mensual. Las medias anuales, se encuentran por debajo del objetivo de calidad (7,2 µg·l^{-1}).

Respecto al níquel, se observa una tendencia ascendente en primavera-verano y descendente en otoño-invierno sin superar el objetivo de calidad (20 µg·l^{-1}).

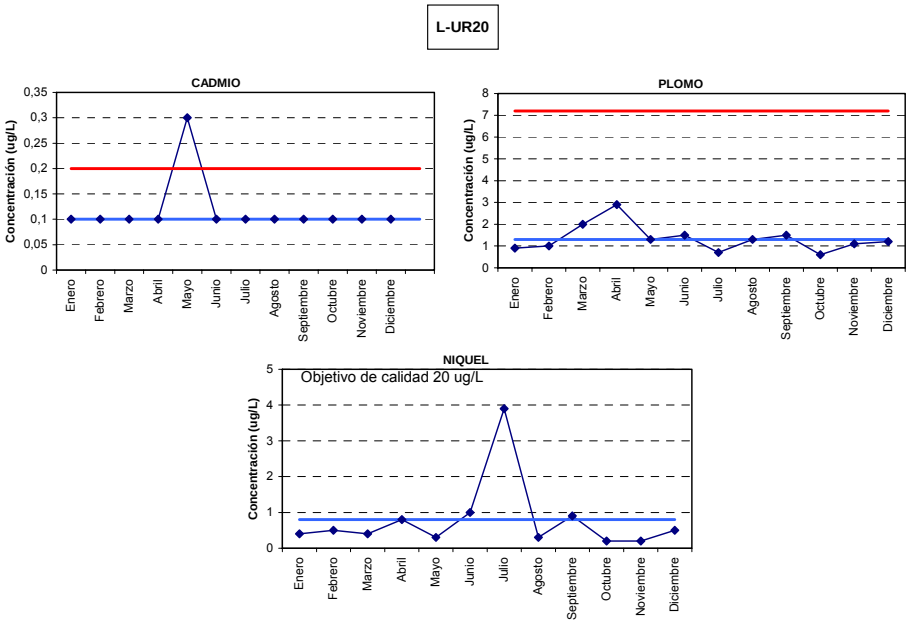


Figura 351 Evolución mensual en 2008 de la estación L-UR20 para el cadmio, plomo y níquel. Donde la línea roja indica el objetivo de calidad para cada metal y la azul la media anual de los datos obtenidos.

CONTAMINANTES ORGÁNICOS Y OTROS CONTAMINANTES ESPECÍFICOS

En los resultados obtenidos en 2008 se mantiene la ausencia de concentraciones significativas (por encima de los respectivos límites de detección) de grupos de contaminantes específicos excepto en el caso de los derivados de PAHs de nafataleno fenantreno detectadas mayoritariamente en la campaña de verano y derivados de fluoreno, antraceno y fluoreanteno detectados mayoritariamente en la campaña de primavera; en ningún caso se a superado el objetivo de calidad establecido para compuesto.

Muestreos mensuales

De los resultados obtenidos de los PAH analizados, se aprecia la presencia de algunos congéneres como los derivados del naftaleno y el fenantreno por encima de los respectivos límites de detección, pero sin sobrepasar los objetivos de calidad establecidos para compuesto.

ESTADO EN FUNCIÓN DE LOS INDICADORES FÍSICO-QUÍMICOS

En 2008, la calidad físico-química de la masa de agua se puede calificar como: 'Muy buena' en L-UR20.

En cuanto a los objetivos de calidad físico-química, la estación L-UR20 cumple para todas las variables.

ESTADO QUÍMICO

Teniendo en cuenta las Directivas europeas y la normativa española, referida a aguas (ver Tomo 1), se puede decir que la costera de Mompás-Pasaia **'Cumple'** en la estación L-UR20.

19.5.2 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS

PARÁMETROS SEDIMENTOLÓGICOS DE CARÁCTER GENERAL

En la Tabla 258 se presentan los datos de los parámetros sedimentológicos de la última campaña de 2008. Para la zona costera del Urumea hay datos de sucesivas campañas realizadas desde el año 1994.

ESTACIÓN	INVIERNO - 2008							
	GRAVA (%)	ARENA (%)	FINO (%)	M.O. (%)	REDOX (mV)	C.O.P. (mol·Kg^{-1})	N.O.P. (mol·Kg^{-1})	C / N
L-UR20	0,00	78,59	21,41	1,33	8	3,88	0,11	36,4

Tabla 263 Parámetros sedimentológicos correspondientes a los muestreos de invierno de 2008 en la estación costera Mompás-Pasaia. (GRAVA > 2 mm > ARENA > 63 µm > FINO). M.O.: materia orgánica; REDOX: potencial redox; C.O.P.: carbono orgánico particulado; N.O.P.: nitrógeno orgánico particulado; C / N: relación carbono / nitrógeno.

Los resultados de la tabla son indicativos de la naturaleza arenosa de los sedimentos litorales con un contenido en arenas del 79%. El contenido en materia orgánica (1,3%) está en el rango de los valores de esta variable en el litoral vasco. El valor de la relación C/N es intermedio a los valores encontrados en las dos estaciones estuáricas.

En la Figura 352 se muestra la evolución temporal del contenido en arenas, contenido en materia orgánica y relación C/N de los sedimentos de la zona costera del Urumea desde 1994.

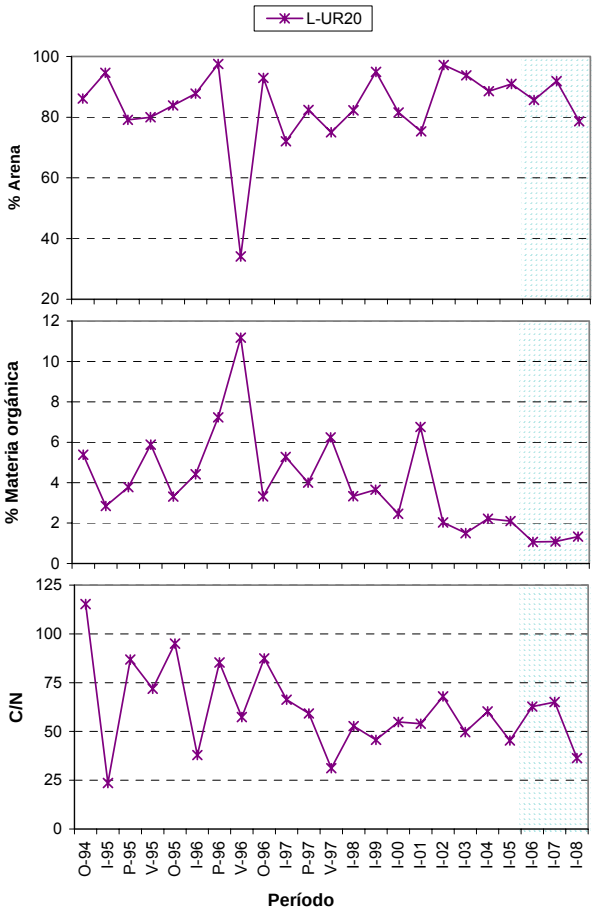


Figura 352 Gráficas de evolución temporal del contenido en arenas, contenido en materia orgánica y relación C/N de los sedimentos de la costera Mompás-Pasaia desde otoño de 1994.

La proporción de arenas en sedimento a lo largo del periodo de estudio se mantiene dentro de una cierta constancia, variando los porcentajes encontrados entre 75 y 98%, en su mayoría. Sólo en el verano de 1996 se aprecia un acusado descenso debido a la mayor presencia de material fino (66%). El porcentaje de arenas encontrado en esta estación litoral y en la estuárica más externa (E-UR10) es relativamente similar, coincidiendo en varios de los periodos muestreados.

La evolución de la concentración de la materia orgánica es normalmente coincidente con la de sedimentos de textura fina, tal como se observa en la gráfica, donde la menor proporción de arena en sedimento y el pico de materia orgánica de 11,2% coinciden en el verano de 1996.

No se aprecia una tendencia evolutiva clara para la relación C/N, estas fluctuaciones son debidas a los cambios en las concentraciones de COP y NOP que se han encontrado a lo largo del tiempo en la estación L-UR20.

METALES PESADOS

Las concentraciones de los metales pesados analizados en los sedimentos de la zona costera del Urumea en la campaña de invierno de 2008 se presentan en la Tabla 264.

Los metales determinados en la zona costera del Urumea presentan concentraciones dentro del rango del nivel de fondo regional, excepto el Hg.

La variación temporal para cada uno de los metales analizados se estudia a partir del factor de contaminación tal como se ha detallado en Borja *et al.* (2003) y se ilustra en la Figura 353. Dicha evolución muestra una cierta estabilidad para casi todos los metales excepto el Hg. En el año 1997 se observa un máximo para el Cu que coincide con otro para el Pb y el Hg. Se observa una cierta tendencia al incremento de concentración en los últimos años para el Ni y Mn. Con respecto al 2006 existe una gran variabilidad, mostrando un incremento para el Mn y Ni y una disminución para el Cd, Cu, Fe, Mn, Pb, Zn y Hg.

ESTACIÓN	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn
	mg·Kg^{-1}								
L-UR20	0,31	49,5	29,6	27947	0,68	395,5	33,7	60,3	171,9

Tabla 264 Concentración de metales pesados en los sedimentos en la campaña de invierno de 2008 en la masa costera Mompás-Pasaia.

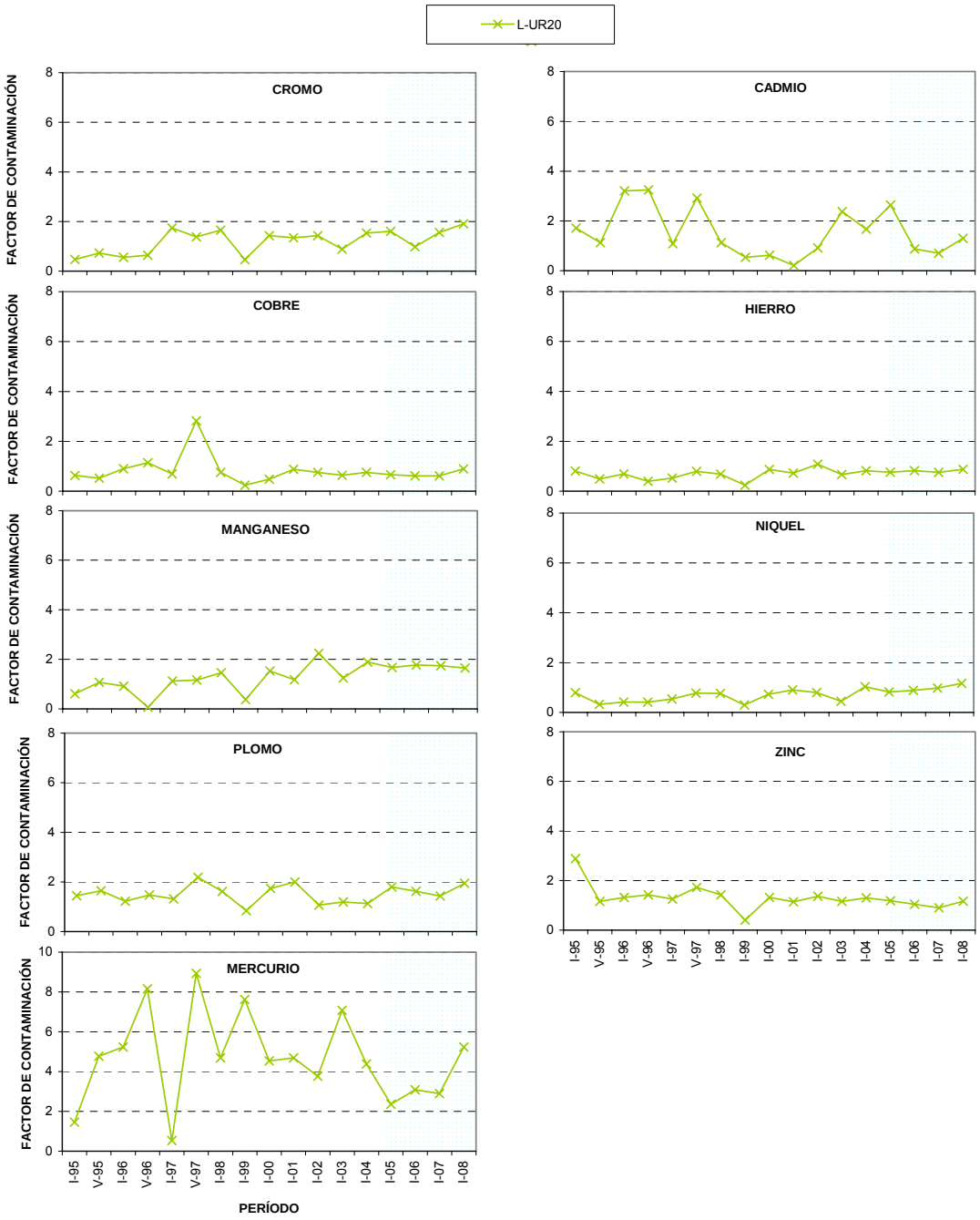


Figura 353 Evolución temporal de los factores de contaminación calculados para cada metal en la estación litoral L-UR20 desde el invierno de 1995.

COMPUESTOS ORGÁNICOS

En la Figura 354 se muestra la evolución temporal de la concentración de compuestos orgánicos (µg kg^{-1}) en la estación litoral L-UR20, desde el verano de 1995.

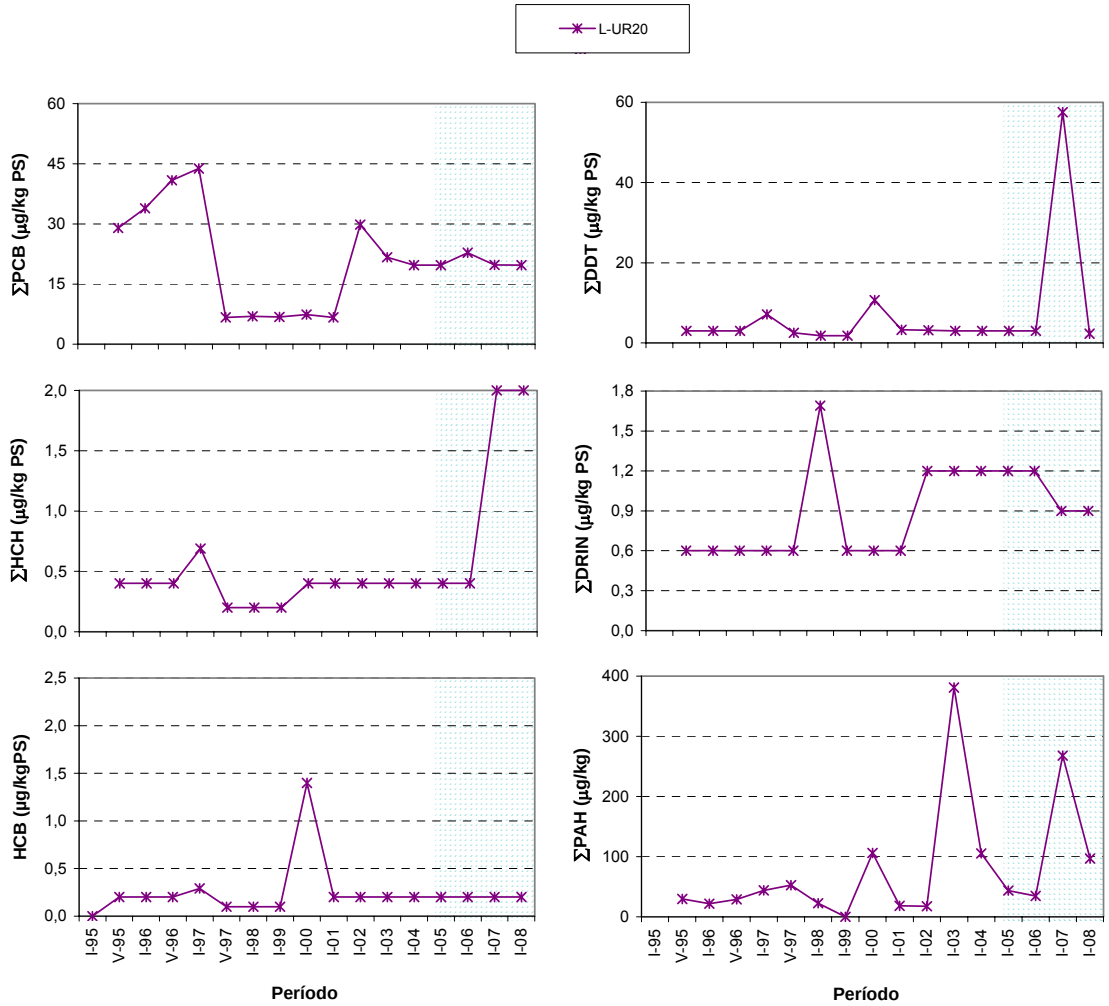


Figura 354 Evolución temporal de la concentración de compuestos orgánicos (µg kg^{-1}) desde 1995.

La concentración de PCBs, hexaclorohexano (HCH), hexaclorobenceno (HCB) y compuestos drin en los muestreos más recientes es inferior (o con valores muy próximos) al nivel de determinación. Sin embargo, en el grupo del DDT y sus derivados, en 2007 se determinaron concentraciones superiores al nivel de determinación. El sumatorio de PAHs no muestra una tendencia temporal dominante.

NORMATIVAS

Como se ha explicado en el capítulo de metodología, a nivel estatal no existe una legislación por la que se regule la gestión de sedimentos contaminados, sino que las actuaciones en este campo se hallan controladas por las correspondientes autorizaciones que, en su caso, concedan las administraciones correspondientes.

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

Siguiendo la metodología expuesta en Borja *et al.* (2003), para establecer el grado de contaminación en los sedimentos, se ha calculado el índice de carga contaminante global (ICC) para la estación y para todos los metales. En la Tabla 265 se presenta la clasificación de la contaminación en los sedimentos de la costera Mompás-Pasaia en función de la concentración de metales pesados registrada en 2008, basada en los Factores de Contaminación e Índices de Carga Contaminante (ICC) (Müller, 1979).

La evolución del índice de carga contaminante global de metales pesados desde 1995 para la estación L-UR20, se muestra en la Figura 355. La línea negra indica el límite de contaminación.

ESTACION	FACTORES DE CONTAMINACIÓN									ICC
	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn	GLOBAL
L-UR20	CL	CL	NC	NC	C	CL	CL	CL	CL	CL

Tabla 265 Clasificación de la contaminación en los sedimentos de la masa costera Mompás-Pasaia en función de los metales pesados en 2008, basada en los Factores de Contaminación e Índices de Carga Contaminante (ICC) (Müller, 1979). CE: contaminación extrema; C: contaminación media; CL: contaminación ligera; NC: no contaminado. Se presentan también los ICC globales por estación y por metal.

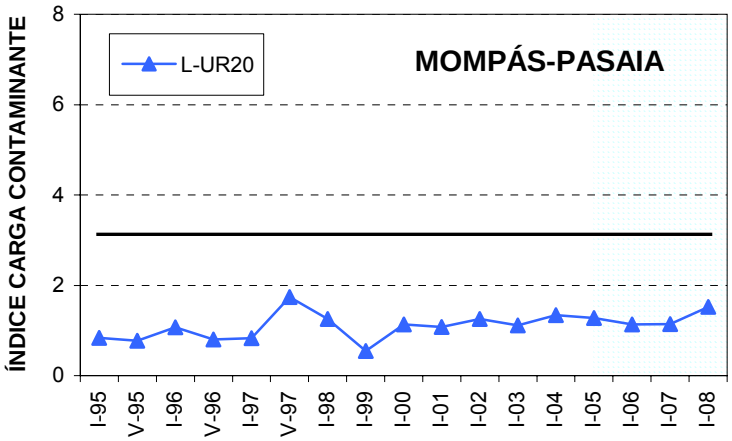


Figura 355 Evolución del índice de carga contaminante global de metales pesados, desde 1995. La línea negra indica el límite de contaminación.

A partir del ICC global, se obtiene una contaminación ligera en la estación litoral, asociada a la contaminación media de Hg. De los resultados representados en la figura se deduce que el ICC global se mantiene bastante estable y por debajo del límite de contaminación, estando los valores obtenidos por debajo de 2.

Comparando las concentraciones de metales analizadas en la campaña de 2008 con los niveles de toxicidad calculados por Long *et al*. (1995), se infiere que, que las concentraciones de Hg, Ni, Pb y Zn están por encima del nivel bajo de toxicidad, pudiendo suponer un cierto un cierto riesgo de efectos biológicos.

Para los compuestos orgánicos se siguen los criterios utilizados para la evaluación de la contaminación, tal como se explica en Borja *et al.* (2003), y para una aproximación de la toxicidad se utilizan los valores de Long *et al.* (1995). Siguiendo estos criterios, las concentraciones de compuestos orgánicos, obtenidas en la campaña de 2008 en la estación costera del Mompás-Pasaia, indican una clasificación global de no contaminada, con presencia de contaminación ligera debido a las concentraciones de PAHs. La concentración de PAHs, DDT y PCBs no supera el nivel bajo de de toxicidad descritos por Long *et al*. (1995).

19.6. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

Esta zona costera no ha presentado entre 2005 y 2008 ninguna obra, actuación o acción que altere de manera significativa su morfología ni las corrientes o mareas, por lo que su situación puede calificarse de Muy Buena (cumple), para este elemento.

REFERENCIAS

- Anonymous, 1959. Symposium on the classification of brackish waters, Venice 8-14th April 1958. Archivo di Oceanograpfia e Limnologia, 11 (supplemento).
- AZUR Environmental. 1998. Microtox® M500 Manual. A toxicity testing Handbook. Carslbad, CA.
- Bald J., A. Borja, J. Franco, R. Castro y J. Puig, 1999. El Análisis de Componentes Principales como herramienta de cálculo cuantitativo del impacto ambiental en el medio marino. Libro de Resúmenes de las V Jornadas Españolas de Ingeniería de Puertos y Costas. A Coruña, 1999. Eds. Gregorio Iglesias y Juan R. Acinas. 169-170 pp.
- Bald, J., A. Borja, J. Franco y R. Castro, 2000. Cálculo cuantitativo del impacto ambiental en la calidad de las aguas litorales de la CAPV mediante el empleo de técnicas de análisis multivariante. Océanographie du Golfe de Gascogne. Actes du VIIème Colloque International. Biarritz, 4-6 avril 2000. 55-59 pp.
- Bald, J., A. Borja, I. Muxika, J. Franco, V. Valencia, 2005. Assessing reference conditions and physico-chemical status according to the European Water Framework Directive: A case-study from the Basque Country (Northern Spain). Marine Pollution Bulletin, 50: 1508-1522.
- BAMBER, R.N. y SPENCER, J.F. (1984). The benthos of a coastal power station thermal discharge canal. J. mar. biol. Ass. U.K., 64: 603-623.
- BELLAN, G. (1967). Pollution et peuplements benthiques sur substrat meuble dans la région de Marseille. Deuxième partie. L'ensemble portuaire marseillais. Rev. Intern. Océanogr. Méd., 8: 51 95.
- Belzunce, M. J. y R. Castro. 2004. Resultados de la caracterización físico-química y biológica y propuesta de gestión de los materiales a dragar en el puerto de Ondarroa. AZTI Informe Técnico. Pasaia.
- Bock, M. T., B. S. Miller y A. W. Bowman, 1999. Assessment of Eutrophication in the Firth of Clyde: Analysis of Coastal Water Data from 1982 to 1996. Mar.Poll.Bull., 38 (3):222-231.
- Borja, A., 2005. The European water framework directive: A challenge for nearshore, coastal and continental shelf research. Continental Shelf Research, 25: 1768-1783.
- Borja, A., 2006. The new European Marine Strategy Directive: difficulties, opportunities, and challenges. Marine Pollution Bulletin.
- BORJA, Á. y MUXIKA, I. (2005). Guidelines for the use of AMBI (AZTI's marine biotic index) in the assessment of the benthic ecological quality. Mar. Poll. Bull., 50: 787–789.
- Borja, A. and H. Heinrich, 2005. Implementing the European Water Framework Directive: the debate continues... Marine Pollution Bulletin, 50(4): 486-488.
- Borja, A., M. Elliott, 2007. What does `good ecological potential' mean, within the European Water Framework Directive? Marine Pollution Bulletin, 54: 1559-1564.
- Borja, A., D. M. Dauer, 2008. Assessing the environmental quality status in estuarine and coastal systems: Comparing methodologies and indices. Ecological Indicators, 8: 331-337.
- Borja, A., J. Franco, V. Valencia, A. Uriarte y R. Castro, 1998. Red de Vigilancia y Control de la Calidad de las Aguas Litorales del País Vasco. Otoño 1996 - Verano 1997. Informe para Departamento de Ordenación del Territorio Vivienda y Medio Ambiente del Gobierno Vasco. San Sebastián (Gipuzkoa). 313 pp.
- Borja, A., J. Franco, V. Pérez, 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. Marine Pollution Bulletin, 40: 1100-1114.
- Borja, A., J. Franco, M.J. Belzunce y V. Valencia. 2001. Red de vigilancia y control de la calidad de las aguas litorales del País Vasco: otoño 1999 – verano 2000. Azti-Labein para Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente, Gobierno Vasco. 430 pp.

- Borja, A., I. Muxika, J. Franco, 2003. The application of a Marine Biotic Index to different impact sources affecting soft-bottom benthic communities along European coasts. Marine Pollution Bulletin, 46: 835-845.

- Borja, A., B. G. D. Bikuña, J. M. Blanco, A. Agirre, E. Aierbe, J. Bald, M. J. Belzunce, H. Fraile, J. Franco, O. Gandarias, I. Goikoetxea, J. M. Leonardo, L. Lonbide, M. Moso, I. Muxika, V. Pérez, F. Santoro, O. Solaun, E. M. Tello y V. Valencia, 2003. Red de Vigilancia de las masas de aguas superficial de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Informe inédito para Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, Gobierno Vasco. 22 vols, 3043 pp.

- Borja, A., J. Franco, V. Valencia, J. Bald, I. Muxika, M. Jesus Belzunce y O. Solaun, 2004a. Implementation of the European water framework directive from the Basque country (northern Spain): a methodological approach. Marine Pollution Bulletin, 48 (3-4):209-218.

- Borja, A., O. Solaun, I. Galparsoro, E.M. Tello, I. Muxika, V. Valencia, J. Bald, J. Franco y A. Manzanos, 2004e. Caracterización de las presiones e impactos en los estuarios y costa del País Vasco. Informe de la Fundación AZTI para la Dirección de Aguas del Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, Gobierno Vasco, 322 p.

- Borja, A., V. Valencia, J. Franco, I. Muxika, J. Bald, M.J. Belzunce and O. Solaun, 2004c. The water framework directive: water alone, or in association with sediment and biota, in determining quality standards?, Marine Pollution Bulletin, 49(1-2): 8-11.

- Borja, A., B. García de Bikuña, A. Agirre, J.Mª Blanco, J. Bald, M.J. Belzunce, H. Fraile, J. Franco, O. Gandarias, I. Goikoetxea, J.M. Leonardo, L. Lonbide, E. López, M. Moso, I. Muxika, O. Solaun, E.Mª Tello, V. Valencia, M. Aboal, I. Adarraga, F. Aguirrezabalaga, I. Cruz, L. Gurtubai, A. Laza, M.A. Marquiegui, J. Martínez, E. Orive, J.Mª Ruiz, J.C. Sola, J.Mª Trigueros, A. Manzanos, 2004d. Red de Vigilancia de las masas de agua superficial de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Informe de la UTE AZTI-Anbiotek-Labein-Ondoan para la Dirección de Aguas del Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, Gobierno Vasco. 22 Tomos, 1.313 pp.

- Borja, A., J. Franco and I. Muxika, 2004b. The Biotic Indices and the Water Framework Directive: the required consensus in the new benthic monitoring tools. Marine Pollution Bulletin, 48(3-4): 405-408.

- Borja, A., J. Bald, M.J. Belzunce, J. Franco, I. Muxika, V. Pérez, O. Solaun, A. Uriarte, V. Valencia, I. Adarraga, F. Aguirrezabalaga, I. Cruz, A. Laza, M.A. Marquiegui, J. Martínez, E. Orive, J.Mª Ruiz, J.C. Sola, J.Mª Trigueros, A. Manzanos, 2005. Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Informe de AZTI-Tecnalia para la Dirección de Aguas del Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, Gobierno Vasco. 14 Tomos, 718 pp.

- Borja, A., I. Galparsoro, O. Solaun, I. Muxika, E. M. Tello, A. Uriarte, V. Valencia, 2006. The European Water Framework Directive and the DPSIR, a methodological approach to assess the risk of failing to achieve good ecological status. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 66: 84-96.

- Borja, A., I. Muxika, J. Franco, 2006. Long-term recovery of soft-bottom benthos following urban and industrial sewage treatment in the Nervión estuary (southern Bay of Biscay). Marine Ecology Progress Series, 313: 43-55.

- Borja, A., A. B. Josefson, A. Miles, I. Muxika, F. Olsgard, G. Phillips, J. G. Rodríguez, B. Rygg, 2007. An approach to the intercalibration of benthic ecological status assessment in the North Atlantic ecoregion, according to the European Water Framework Directive. Marine Pollution Bulletin, 55: 42-52.

- Borja, Á., Bald, J., Belzunce, M.J., Franco, J., Garmendia, J.M., Muxika, i., Revilla, m., Rodríguez, g., Solaun, o., Tueros, i., Uriarte, a., Valencia, v., Adarraga, i., Aguirrezabalaga, f., Cruz, i., Laza, A., Marquiegui, m.a., Martínez, j., Orive, e., Ruiz, j.m., Seoane, s., Sola, J.c., Trigueros, j.m., Manzanos, A. (2008b). Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Informe de AZTI-Tecnalia para la Dirección de Aguas del Departamento de Medio

Ambiente y Ordenación del Territorio, Gobierno Vasco. 14 Tomos, 782 pp.

- Borja, A., D. Dauer, R. Diaz, R. J. Llansó, I. Muxika, J. G. Rodriguez, L. Schaffner, 2008. Assessing estuarine benthic quality conditions in Chesapeake Bay: A comparison of three indices. Ecological Indicators, 8: 395-403.

- Borja, A., I. Tueros, M. J. Belzunce, I. Galparsoro, J. M. Garmendia, M. Revilla, O. Solaun, V. Valencia, 2008. Investigative monitoring within the European Water Framework Directive: a coastal blast furnace slag disposal, as an example. Journal of Environmental Monitoring, 10: 453-462.

- Chevrier A., y P. A. Topping. 1998. National guidelines for monitoring dredged and excavated material at ocean disposal sites. Environment Canada, Marine Environment Division. 27 pp.

- DENIS, P. (1983). La macrofaune benthique des vasières du bassin oriental du Golfe de Morhihan. Cah. Biol. Mar., 24: 257-268.

- ELKAÏM, B. (1976). Bionomie et écologie des peuplements des substrats meubles d'un estuaire Atlantique Marocain: l'estuaire du Bou Regreg. I.- Unités indicatrices infralittorales. Vie Milieu, 26: 107-169.

- Geffard O., His E., Budzinski H., Chiffoleau J. F., Coynel A., y H. Etcheber. 2004. Effects of storage method and duration on the toxicity of marine sediments to embryos of Crassostrea gigas oysters. Environ. Pollut., 129:457-465.

- GRASSLE, J.F. y GRASSLE, J.P. (1974). Opportunistic life histories and genetic systems in marine benthic polychaetes. J. Mar. Res., 32: 253 284.

- GRASSLE, J.P. y GRASSLE, J.F. (1976). Sibling species in the marine pollution indicator Capitella capitata (Polychaeta). Science, 192: 567 569.

- HILY, C. (1984). Variabilité de la macrofaune benthique dans les milieux hypertrophiques de la rade de Brest. Thèse doctorat d'Etat, Universite de Bretagne Occidentale, Brest, Vol. 1, 350 pp; Vol. 2, 370 pp.

- Juanes, J. A., X. Guinda, A. Puente, J. A. Revilla, 2008. Macroalgae, a suitable indicator of the ecological status of coastal rocky communities in the NE Atlantic. Ecological Indicators, 8: 351-359.

- JUNOY, J. (1988). Estudio de la Macrofauna Intermareal de Sustrato Blando de la Ría de Foz (Lugo). Tesis Doctoral. Universidad de Alcalá de Henares, 619 pp.

- KATHMAN, R.D., CROSS, S.F. y WALDICHUK, M. (1984). Effects of wood waste on the recruitment potential of marine benthic communities. Can. Tech. Rep. Fis. Aquat. Sci., 1284: 1-50.

- MARTINEZ, J. y ADARRAGA, I., 2001. Distribución batimétrica de comunidades bentónicas de sustrato blando en la plataforma continental de Guipúzcoa (Golfo de Vizcaya). Boletín del Instituto Español de Oceanografía, 17: 33-48.

- Meglen, R. R., 1992. Examining large databases: a chemometric approach using principal component analysis. Marine Chemistry, 39:217-237.

- MUXIKA, I. (2007). AMBI, una herramienta para la evaluación del estado de las comunidades bentónicas: modo de uso y aplicación a la Directiva Marco del Agua. Tesis Doctoral. Euskal Herriko Univertsitatea/Universidad del País Vasco, Leioa: 230 pp.

- MUXIKA, I.; FRANCO, J.; BORJA, Á.; FONTÁN, A.; REVILLA, M.; SOLAUN, O.; TUEROS, I.; VALENCIA, V. 2007. Estudio ambiental de la zona costera de Mompás y del estuario del río Oiartzun. Informe final elaborado por AZTI-Tecnalia para el Dpto. de Desarrollo Sostenible, Diputación Foral de Gipuzkoa, y para Aguas del Añarbe. 231 pp.+Anexos.

- Muxika, I., A. Borja, J. Bald, 2007. Using historical data, expert judgement and multivariate analysis in assessing reference conditions and benthic ecological status, according to the European Water Framework Directive. Marine Pollution Bulletin, 55: 16-29.

- MUUS, B.J. (1967). The fauna of Danish estuaries and lagoons. Distribution and ecology of dominating species in the shallow reaches of the mesohaline zone. Medd. Danm. Fisk. og Havunders, 5: 1 316.

- Nauen, C.E., 1983. Compilation of legal limits for hazardous substances in fish and fishery products. FAO Fish. Circ. Nº 174.

- Nendza, M. 2002. Inventory of marine biotest methods for evaluation of dredged material and sediments. Chemosphere, 48: 865-883.
- Orfanidis, S., P. Panayotidis y N. Stamatis, 2001. Ecological evaluation of transitional and coastal waters: A marine benthic macrophytes-based model. Mediterranean Marine Science, 2/2: 45-65.
- OSPAR, 1995. Protocols on methods for the testing of chemicals used in the offshore oil industry, OSPARCOM.
- PERES J.M. y PICARD J., 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. Recueil des Travaux Station Marine d´Endoume, 14: 1-122.
- PLANAS, M. (1986). Dinámica de las Poblaciones de la Macrofauna Bentónica Intermareal de la Ensenada de Lourizán (Ría de Pontevedra). Tesis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela, 532 pp.
- PLANAS, M. y MORA, J. (1984). Influencia de los vertidos de un complejo industrial de pasta de papel y cloro sosa sobre las poblaciones bentónicas intermareales. I Primeros datos. Cuadernos da Area de Ciencias Mariñas, Seminario de Estudos Galegos, 1: 158-378.
- Reimann, C., P. Filzmoser & R. G. Garrett. (2005). Background and threshold: critical comparison of methods of determination. Science of the Total Environment 346, 1-16.
- REISH, D.J. (1959). An ecological study of pollution in Los Angeles Long Beach Harbors, California. Allan Hancock Fnd. Occ. Pap., 22: 1 119.
- REISH, D.J. (1972). The use of marine invertebrates as indicators of varying degrees of marine pollution. Marine Pollution and Sea Life. Fishing News (Books) Ltd. England, pp. 203-207.
- REISH, D.J. (1980): Effect of domestic wastes on the benthic marine communities of southern California. Helgoländer wiss. Meeresunters, 33: 377 383.
- Revilla, M., J. Franco, J. Bald, Á. Borja, V. Valencia (accepted). The assessment of the phytoplankton ecological status in the Basque coast (northern Spain) according to the European Water Framework Directive. Journal of Marine Systems.
- Ringwood, A.H., M.E. DeLorenzo, P.E. Ross, y A.F. Holland, 1997. Interpretation of Microtox® Solid-phase toxicity tests: the effects of sediment composition. Environmental Toxicology & Chemistry, 16(6): 1135-1140.
- Rodriguez, J. G., I. Tueros, A. Borja, M. J. Belzunce, J. Franco, O. Solaun, V. Valencia, A. Zuazo, 2006. Maximum likelihood mixture estimation to determine metal background values in estuarine and coastal sediments within the European Water Framework Directive. Science of The Total Environment, 370: 278-293.
- Schipper, C.A., Burgess, R.M., van den Dikkenberg, B., Kater, B.J. and Stronkhorst, J., 1999. Standard operating procedure specie-01 marine amphipod Corophium volutator mortality sediment toxicity test, National Institute for Coastal and Marine Management/RIKZ.
- SOLA, J.C. (1985). Estudio Cualitativo y Cuantitativo de los Anélidos Poliquetos del Estuario del Bidasoa. Tesis de Licenciatura, Universidad de Navarra, 307 pp.
- SOLA, J.C. (1994). Estudio de la comunidad reducida de Macoma en el estuario del Bidasoa: evolución de la estructura y biología de las especies dominantes (dinámica poblacional, reproducción, crecimiento y producción secundaria). Tesis Doctoral, Universidad de Navarra, Pamplona, 526 pp.
- STEPHEN, A.C., 1930. Studies on the Scottish marine fauna. Additional observations on the fauna of the sandy and muddy areas of the tidal zone. Transactions of the Royal Society of Edinburgh, 56: 521-535.
- THORSON, G., 1957. Bottom communities (sublittoral or shallow shelf). Memoires of the Geological Society of America, 67:461-534.
- Tueros, I., J.G. Rodríguez, A. Borja, O. Solaun, V. Valencia, E. Millán (submitted). Metal background levels in estuarine and coastal waters, for use in physico-chemical assessment within the European Water Framework Directive. Science of the Total Environment.
- Turekian, K. K. (1969). Oceans, streams, and atmosphere. In Handbook of Geochemistry (ed. K. H. Wedepohl), pp. 297-233. Springer-Verlag, Berlin.

- USEPA/USACE 1998. Evaluation of dredged material proposed for discharge in waters of the U.S. U.S. Environmental Protection Agency /Army Corps of Engineers Testing Manual EPA-823-B-98-004, Washington, DC, USA.
- Valencia, V., A. Borja, J. Franco, I. Galparsoro y E. Tello, 2004. Medio físico y dinámica de los estuarios de la costa vasca. Aplicaciones en ecología y gestión. Dirección de Biodiversidad, Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, Gobierno Vasco. 92 pp.
- Vincent, C., H. Heinrich, A. Edwards, K. Nygaard y J. Haythornthwaite, 2002. Guidance on typology, reference conditions and classification systems for transitional and coastal waters. CIS Working Group 2.4 (COAST), Common Implementation Strategy of the Water Framework Directive, European Commission. 119 pp.
- WARREN, L.M. (1977). The ecology of Capitella capitata in British waters. J. mar. biol. Ass. U.K., 57: 151 159.
- WOLFF, W.J. (1973). The estuary as a habitat. An analysis of data on the soft bottom macrofauna of the estuarine area of the rivers Rhine, Meuse, and Scheldt. Zool. Verhand., 126: 1 242