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

INFORME DE RESULTADOS

CAMPAÑA 2012

Pasaia, junio de 2013

INDICE

TOMO 1 **INTRODUCCIÓN Y MÉTODOS** **5**
TOMO 2 **MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL BARBADUN** **53**
TOMO 3 **MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL NERBIOI INTERIOR** **85**
TOMO 4 **MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL NERBIOI EXTERIOR** **121**
TOMO 5 **MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL BUTROE** **155**
TOMO 6 **MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL OKA INTERIOR** **181**
TOMO 7 **MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL OKA EXTERIOR** **201**
TOMO 8 **MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL LEA** **225**
TOMO 9 **MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL ARTIBAI** **251**
TOMO 10 **MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL DEBA** **277**
TOMO 11 **MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL UROLA** **311**
TOMO 12 **MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL ORIA** **337**
TOMO 13 **MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL URUMEA** **373**
TOMO 14 **MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL OIARTZUN** **397**
TOMO 15 **MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL BIDASOA** **429**
TOMO 16 **MASA DE AGUA COSTERA CANTABRIA-MATXITXAKO** **455**
TOMO 17 **MASA DE AGUA COSTERA MATXITXAKO-GETARIA** **515**
TOMO 18 **MASA DE AGUA COSTERA GETARIA-HIGER** **563**
TOMO 19 **MASA DE AGUA COSTERA MOMPAS-PASAIA** **605**
TOMO 20 **SEGUIMIENTO DE ZONAS PROTEGIDAS. ZONAS DE BAÑO LITORALES** **625**
REFERENCIAS **633**

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

TOMO 1 INTRODUCCIÓN Y MÉTODOS

Pasaia, junio de 2013

ÍNDICE

TOMO 1 INTRODUCCIÓN Y MÉTODOS 5

1.1 Introducción 7
- Planificación hidrológica y programas de seguimiento del estado 7
- Masas de agua de transición y costeras 8
- Objeto y antecedentes 9
- Estructura del informe 10
- Estaciones de muestreo 11

1.2 Evaluación del estado 11
- Elementos de calidad para la clasificación del estado ecológico 12
- Condiciones de referencia y límites entre clases de estado 13
- Normas de calidad de contaminantes específicos 14

1.3 Sistemas de evaluación del estado 16

1.3.1 Elementos de calidad biológicos 16
- Composición y abundancia de la fauna bentónica de invertebrados 16
- Composición y abundancia de la fauna ictiológica. 19
- Composición, abundancia y biomasa de fitoplancton. 21
- Composición y abundancia de macroalgas y angiospermas. 25

1.3.2 Elementos de calidad fisicoquímicos 30
- Aguas. Condiciones generales. 30
- Aguas. Sustancias prioritarias y otros contaminantes 34
- Aguas. Contaminantes preferentes 36
- Sedimentos 38
- Biomonitores 44

1.3.3 Elementos de calidad hidromorfológicos 45

1.4 Estrategia de evaluación global 46

1.5 ANEXO: masas de agua y estaciones muestreadas 48

1.1 INTRODUCCIÓN

El proyecto titulado "*Red de Seguimiento del Estado Ecológico de las Aguas de Transición y Costeras de la Comunidad Autónoma del País Vasco*", sobre el cual se redacta este informe final, corresponde a la campaña 2012, y se integra en la tercera prórroga del Convenio de Colaboración entre la Agencia Vasca del Agua y la Fundación AZTI Fundazioa suscrito con fecha 7 de octubre de 2008.

Este informe ha sido realizado por un equipo multidisciplinar compuesto de las siguientes personas:

- **Dirección y coordinación del trabajo (Agencia Vasca del Agua-URA)**: José Mª Sanz de Galdeano Equiza (Director de Planificación y Obras.); J. Alberto Manzanos Arnaiz (Técnico de Información Hidrológica. Director de los Trabajos)
- **Autores (AZTI-Tecnalia)**: Ángel Borja (Coordinador del Proyecto), Juan Bald; María Jesús Belzunce; Javier Franco; Joxe Mikel Garmendia, Joana Larreta, Iratxe Menchaca, Iñigo Muxika, Marta Revilla, J. Germán Rodríguez, Oihana Solaun, Ainhize Uriarte, Izaskun Zorita y Victoriano Valencia
- **Colaboradores**: por parte de Sociedad Cultural de Investigación Submarina (INSUB): Idoia Adarraga, Florencio Aguirrezabalaga, Juan Carlos Sola, Igor Cruz, Mikel Aitor Marquiegui, Julián Martínez y José Mª Ruiz. Por parte de Fundación Labein María Cano. Por parte de EHU-UPV: Aitor Laza, Sergio Seoane y Emma Orive

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, Labaqua, Iproma, Insub, y Laboratorio de Ecología de la Universidad del País Vasco) a todos ellos nuestro agradecimiento por su labor fundamental.

Si procede, este documento deberá ser citado del siguiente modo: Borja, A., J. Bald, M.J. Belzunce, J. Franco, J.M. Garmendia, J. Larreta, I. Menchaca, 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, A. Manzanos, 2013. *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 Agencia Vasca del Agua. 20 Tomos, 641 pp.

PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA Y PROGRAMAS DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO

La 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, también denominada Directiva Marco del Agua (en adelante DMA) constituye una profunda y sustancial reforma de la legislación europea en materia de aguas. Su objetivo es conseguir el buen estado y la adecuada protección de los sistemas acuáticos así como la mejora de la satisfacción de las demandas de agua y la reducción de los daños provocados por las inundaciones y sequías, todo ello en armonía con el medio ambiente y los demás recursos naturales.

La Ley 62/2003, de 30 de diciembre, de medidas fiscales, administrativas y del orden social en su artículo 129 modifica el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Aguas e incorpora al derecho español la DMA. Por su parte, la legislación autonómica del País Vasco mediante la Ley 1/2006, de 23 de junio, de Aguas toma como referencia dicha DMA.

El principal instrumento que contempla la DMA para conseguir el objetivo citado anteriormente son los Planes Hidrológicos de Cuenca. Los Planes Hidrológicos de Cuenca se redactan al amparo de lo establecido en el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Aguas (en adelante TRLA); y deben elaborarse para cada «demarcación hidrográfica».

La Demarcación Hidrográfica se define como "la zona terrestre y marina compuesta por una o varias cuencas hidrográficas vecinas y las aguas de transición, subterráneas y costeras asociadas a dichas cuencas". Las demarcaciones hidrográficas constituyen la principal unidad de gestión de las cuencas hidrográficas (art. 16 bis 1. del TRLA).

Según el Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica (en adelante RPH), la planificación hidrológica tiene por objetivos generales conseguir el

buen estado y la adecuada protección del dominio público hidráulico y de las aguas, la satisfacción de las demandas de agua, el equilibrio y armonización del desarrollo regional y sectorial, incrementando las disponibilidades del recurso, protegiendo su calidad, economizando su empleo y racionalizando sus usos en armonía con el medio ambiente y los demás recursos naturales.

Además de los objetivos generales establecidos en el TRLA, los Planes hidrológicos, deben garantizar el cumplimiento de los objetivos medioambientales establecidos en el art. 92 y 92 bis del propio TRLA.

En la Comunidad Autónoma del País Vasco (en adelante CAPV), la Agencia Vasca del Agua (URA) es el organismo que tiene como objeto llevar a cabo esta política del agua (Ley 1/2006, de 23 de junio, de Aguas).

Según el artículo 4 del Decreto 240/2007, de 18 de diciembre, Estatutos de la Agencia Vasca del Agua, la Agencia Vasca del Agua como entidad responsable en materia de aguas en el ámbito de las competencias que corresponden a la Administración General de la CAPV, ejerce las funciones indicadas en el artículo 7 de la Ley 1/2006. De estas y en relación con el objeto de este proyecto se destacan:

- La elaboración y remisión al Gobierno, para la aprobación, modificación o tramitación ante las autoridades competentes, de los instrumentos de planificación hidrológica previstos en la Ley 1/2006.
- La participación en la planificación hidrológica estatal de las cuencas intercomunitarias, de acuerdo con su normativa reguladora.

El RPH define masa de agua superficial como una parte diferenciada y significativa de agua superficial, como un lago, un embalse, una corriente, río o canal, parte de una corriente, río o canal, unas aguas de transición o un tramo de aguas costeras.

En el contexto de la DMA, una masa de agua se considera a aquella unidad discreta y significativa de agua que presenta características homogéneas, de tal manera que su delimitación permite establecer una base espacial en la cual es coherente desarrollar un análisis de las presiones e impactos que la afectan, definir los programas de seguimiento y medidas derivados del análisis anterior y comprobar el grado de cumplimiento de los objetivos ambientales que le sean de aplicación.

Las masas de aguas de transición y costeras de la CAPV se enmarcan en la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico dentro del ámbito de las cuencas intracomunitarias del País Vasco Oriental (Real Decreto 29/2011, de 14 de enero, por el que se modifican el Real Decreto 125/2007, de 2 de febrero, por el que se fija el ámbito territorial de las demarcaciones hidrográficas, y el Real Decreto 650/1987, de 8 de mayo, por el que se definen los ámbitos territoriales de los Organismos de cuenca y de los planes hidrológicos).

En la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental, se incluyen las Cuencas Internas del País Vasco o cuencas intracomunitarias del País Vasco, cuya planificación realiza la Agencia Vasca del Agua, y las Cuencas Intercomunitarias, cuya planificación acomete la Confederación Hidrográfica del Cantábrico. El Plan Hidrológico de esta Demarcación se aprueba tras la integración armónica de los planes hidrológicos de los dos ámbitos citados. Este Plan Hidrológico está actualmente pendiente de su aprobación por el Consejo de Ministros y su oportuna publicación oficial (actualmente disponible en www.uragentzia.net).

A efectos de este trabajo son relevantes diferentes aspectos del Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental, entre otros aspectos, la identificación, delimitación y tipificación de las masas de agua de la categoría aguas de transición y costeras, sus programas y herramientas de control, metodologías, objetivos ambientales…

MASAS DE AGUA DE TRANSICIÓN Y COSTERAS

En la Demarcación Cantábrico Oriental, para el ciclo de planificación hidrológica 2010-2015, se han identificado y delimitado un total de 10 masas de agua de la categoría aguas de transición y 4 de la categoría aguas costeras consideradas como naturales; y un total de 4 masas de la categoría aguas de transición como masas de agua muy modificadas (Tabla 1 y Tabla 2).

Asimismo se han identificado 3 tipologías asociadas a aguas de transición y una tipología para aguas costeras (Tabla 3). En el caso de aguas muy modificadas de la categoría aguas de transición se les asigna la tipología de masas naturales por similitud con las características de la masa de agua artificial o muy modificada.

Código masa	Masa de agua	UTMX Centroide	UTMY Centroide	Área (km2)	Código tipología	Naturaleza
ES111C000010	Getaria- Higer	577983	4799955	138,88	12	Natural
ES111C000015	Mompás- Pasaia	584959	4800183	10,46	12	Natural
ES111C000020	Matxitxako- Getaria	541641	4803643	231,25	12	Natural
ES111C000030	Cantabria- Matxitxako	494648	4806615	189,53	12	Natural

Tabla 1 Masas de agua superficial de la categoría aguas costeras (Sistema de Coordenadas: ETRS 89)

Código masa	Masa de agua	UTMX Centroide	UTMY Centroide	Longitud eje central (km.)	Área (km2)	Código tipología	Naturaleza
ES111T012010	Bidasoa	598837	4800216	15,81	7,58	10	Natural
ES111T028010	Oria	570418	4792364	11,35	2,05	9	Natural
ES111T034010	Urola	561083	4793672	7,74	0,98	9	Natural
ES111T042010	Deba	551282	4792736	6,67	0,71	8	Natural
ES111T044010	Artibai	547733	4796664	5,27	0,42	9	Natural
ES111T045010	Lea	540428	4800692	2,87	0,51	9	Natural
ES111T046010	Oka Interior	526945	4798337	6,61	3,96	9	Natural
ES111T046020	Oka Exterior	525383	4804073	5,61	6,1	9	Natural
ES111T048010	Butroe	504446	4805237	8,53	1,55	9	Natural
ES111T075010	Barbadun	490897	4798367	4,53	0,77	9	Natural
ES111T018010	Urumea	584863	4794906	11,74	1,34	8	Muy modificada. Masas de agua de la categoría ríos muy modificadas por canalizaciones y protección de márgenes
ES111T014010	Oiartzun	586943	4797198	5,37	0,98	10	Muy modificada. Masas de agua de la categoría aguas de transición muy modificada por infraestructuras portuarias y ocupación de terrenos intermareales
ES111T068010	Nerbioi Interior	502523	4792687	14,90	2,63	10	Muy modificada. Masas de agua de la categoría aguas de transición muy modificada por infraestructuras portuarias y ocupación de terrenos intermareales
ES111T068020	Nerbioi Exterior	496183	4800050	7,76	19,10	10	Muy modificada. Masas de agua de la categoría aguas de transición muy modificada por infraestructuras portuarias y ocupación de terrenos intermareales

Tabla 2 Masas de agua superficial de la categoría aguas de transición. (Sistema de Coordenadas: ETRS 89

	Código tipología	Tipología
Aguas de Transición	8	Estuario atlántico intermareal con dominancia del río sobre el estuario
	9	Estuario atlántico intermareal con dominancia marina
	10	Estuario atlántico submareal
Aguas costeras	12	Aguas costeras atlánticas del cantábrico oriental expuestas sin afloramiento

Tabla 3 Categorías y tipologías asociadas a masas de agua de transición y costeras en la CAPV

OBJETO Y ANTECEDENTES

La DMA 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. 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.

Este proyecto se enmarca dentro de los programas de seguimiento del estado de las masas de agua, por tanto, debe servir como base de información sobre el estado de las masas de agua y el grado de cumplimiento de los objetivos ambientales, y para evaluar el grado de ejecución y de efectividad de los programas de medidas que se planteen en el marco de la Planificación Hidrológica de la CAPV.

El objeto principal de este trabajo es la explotación de una *Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la CAPV*, 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 estuarinos y costeros.
- Constituir una documentación básica y valiosa para el adecuado desarrollo de la investigación científica sobre la materia en el ámbito de la CAPV y que, por otra parte, los resultados de la misma sean divulgables mediante publicaciones y/o aportaciones a la página Web de la Agencia Vasca del Agua.

- 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.
- Aportar información relevante para otras obligaciones de control, por ejemplo el Convenio OSPAR (Instrumento de Ratificación del Convenio para la Protección del Medio Ambiente Marino del Atlántico del Nordeste, hecho en París, 22 de septiembre de 1992, BOE de 24 de junio de 1998); y la Directiva Marco sobre la Estrategia Marina (La Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de Protección del Medio Marino constituye la transposición al sistema normativo español de la Directiva 2008/56/CE, de 17 de junio de 2008, por la que se establece un marco de acción comunitaria para la política del medio marino).

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 240/2007, 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 por parte de la Administración General de la CAPV.

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.

Pero ya con anterioridad, 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 es la base de la actual y 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 para adaptarse a las exigencias de control de la legislación estatal y europea.

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 de transición y costeras de la CAPV. 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.

ESTRUCTURA DEL INFORME

Este informe contiene un primer tomo que recoge los apartados metodológicos, tanto de muestreo, como de analítica e interpretación de los datos.

El objeto de este volumen inicial es proporcionar de una manera sintética una visión global de la metodología utilizada en 2012 para la evaluación de estado ecológico y químico de las aguas de transición y costeras de la CAPV.

En este tomo inicial sobre la base de los sistemas de evaluación presentados en el Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental (Normativa Común y Anejo II: Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental. Ámbito de las Cuencas Internas del País Vasco), se pretende informar de los avances científicos y técnicos dados y que han provocado que determinadas métricas, condiciones de referencia y umbrales necesarios para evaluar el estado de las masas se puedan incorporar, adaptar y consolidar en la evaluación adecuada de las aguas de transición y costeras de la CAPV. Para toda referencia previa pueden consultarse los informes de 2002 a 2011 (Borja *et al.,* 2003-2012), disponibles en www.uragentzia.euskadi.net.

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; Revilla *et al.,* 2008a, 2009a, 2010; 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).

Luego vienen 18 tomos de diferente tamaño, que corresponden a cada una de las masas de aguas de transición (14) y costeras (4) de la CAPV en los que se presentan y comentan los resultados de la campaña 2012, su evolución histórica y la calificación de su estado ecológico y químico en 2012.

Este año se ha añadido un nuevo tomo (Tomo 20) que corresponde a los análisis realizados en puntos de

control ambiental asociados a zonas de baño litorales de la CAPV, en los que se realizan controles bacteriológicos.

Por último, se presentan dos volúmenes de síntesis (uno en castellano y otro en euskera), que pretenden ser un resumen de las actividades de la campaña 2012 e informar de forma sintética de la calificación del estado ecológico y químico de las masas de aguas de transición y costeras de la CAPV.

Además, los datos brutos, obtenidos a lo largo del estudio, se encuentran recogidos en la Base de Datos de la Red (URSAREA).

ESTACIONES DE MUESTREO

En relación con aguas de transición y costeras de la CAPV se han analizado un total de 16 estaciones de litoral y 32 estaciones de estuario en la que se toman muestras de aguas, sedimentos, bentos y fitoplancton (la relación de estas estaciones puede verse en el Anexo final de este tomo, en varias tablas).

Se han diferenciado estaciones de muestreo operativo en zonas con potencial riesgo de no alcanzar el buen estado químico y, a partir de 2007, se muestrean mensualmente para las determinadas sustancias en agua.

Se cuenta con tres estaciones de control en la plataforma litoral con el fin de que en la CAPV se vaya teniendo información para adaptarse a la Directiva de la Estrategia Marina Europea (Anexo, Tabla 36).

Además, existen 13 estaciones de muestreo de moluscos (biomonitores), que corresponden a una por estuario excepto en el Nerbioi, con dos estaciones de muestreo (Anexo, Tabla 37).

Las estaciones de macroalgas y peces más que estaciones se corresponden con áreas de muestreo (Anexo, Tabla 38 y Tabla 39).

1.2 EVALUACIÓN DEL ESTADO

En los artículos 26 a 33 del RPH se definen los criterios para la clasificación y evaluación del estado de las masas de agua superficial de acuerdo con los requerimientos del artículo 92 ter. del TRLA, transponiendo así el anexo V de la DMA.

En relación con la clasificación del estado de las aguas superficiales el Artículo 26 del RPH dice:

2. El estado ecológico de las aguas superficiales se clasificará como muy bueno, bueno, moderado, deficiente o malo.

3. Para clasificar el estado ecológico de las masas de agua superficial se considerarán los elementos de calidad biológicos, hidromorfológicos y fisicoquímicos de acuerdo con las definiciones normativas incluidas en el anexo V. Estos elementos se determinarán mediante indicadores y se asignarán valores numéricos a cada límite entre las clases definidas en el apartado anterior. En el caso de los indicadores de los elementos de calidad biológicos representarán la relación entre los valores de los parámetros biológicos observados y los valores correspondientes a dichos parámetros en las condiciones de referencia.

4. Los elementos de calidad aplicables a las masas de agua artificiales y muy modificadas serán los que resulten de aplicación a la categoría de aguas superficiales naturales que más se parezca a la masa de agua artificial o muy modificada de que se trate. En el caso de las aguas muy modificadas y artificiales el potencial ecológico se clasificará como máximo, bueno, moderado, deficiente o malo.

Hay que hacer notar que, mientras que la RPH menciona el estado de 'moderado' en la trasposición de la DMA se utiliza el término de 'aceptable'. Es posible que, a lo largo de este informe, se utilice indistintamente la terminología de 'moderado' o 'aceptable', que deben ser considerados sinónimos.

Por tanto, según se indica en la DMA, la valoración de estado ecológico en primer lugar se corresponde con la peor de las valoraciones efectuadas para cada uno de los indicadores biológicos (el principio 'uno fuera, todos fuera') (Figura 1). Es decir, que si, por ejemplo, para el fitoplancton corresponde una valoración de moderado y el resto de indicadores presenta un buen estado biológico, la valoración será de moderado estado ecológico.

La determinación de estado ecológico se realiza al complementar la valoración de estado biológico con la valoración del estado referido a los indicadores fisicoquímicos que afectan a los indicadores biológicos en cuanto a condiciones fisicoquímicas generales y a contaminantes preferentes.

Hay que resaltar que la calidad fisicoquímica sólo interviene en el cálculo del estado ecológico cuando la calidad biológica es buena o muy buena; y que los indicadores hidromorfológicos participan para discernir entre el muy buen estado y el buen estado (lógicamente

no participan en la valoración de potencial ecológico) (Figura 1).

En el Artículo 26 del RPH también se dice que "*el estado químico de las aguas superficiales se clasificará como bueno o como que no alcanza el buen estado*"; y tras la disposición derogatoria primera (letra d) del Real Decreto 60/2011, de 21 de enero, sobre las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas (BOE, 22 enero) para determinar el estado químico son de aplicación las Normas de Calidad Ambiental del citado Real Decreto (ver página 14).

Finalmente y atendiendo a lo indicado en el Artículo 26 del RPH "El estado de las masas de agua superficial quedará determinado por el peor valor de su estado ecológico y de su estado químico".

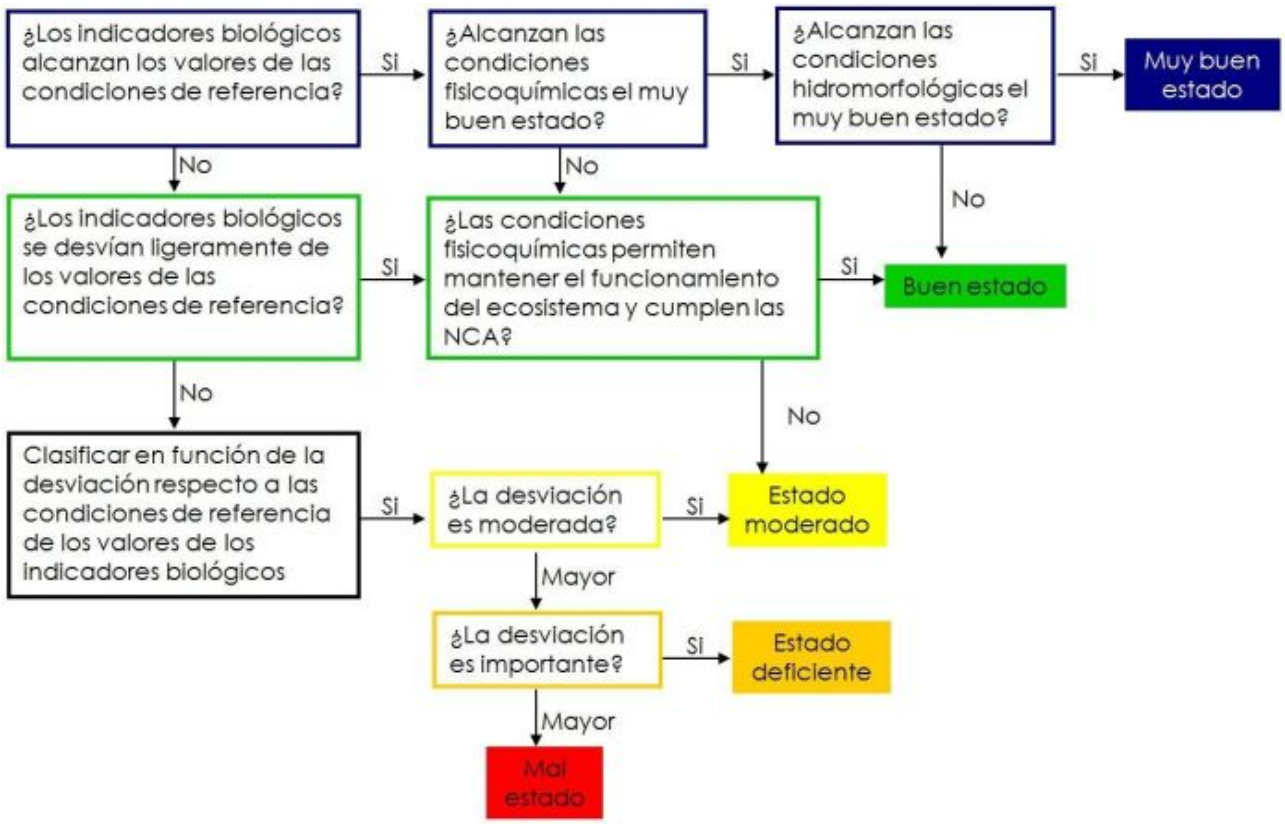


Figura 1 Proceso de calificación del Estado Ecológico, basado en la DMA.

ELEMENTOS DE CALIDAD PARA LA CLASIFICACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO

En relación con los elementos de calidad para la clasificación del estado ecológico de las aguas de transición el Artículo 29 del RPH dice:

1. Los elementos de calidad biológicos para la clasificación del estado ecológico de las aguas de transición son la composición, abundancia y biomasa del fitoplancton, la composición y abundancia de otro tipo de flora acuática y de la fauna bentónica de invertebrados y la composición y abundancia de la fauna ictiológica.

2. Los elementos de calidad hidromorfológicos son las condiciones morfológicas, incluyendo profundidad, cantidad, estructura y sustrato del lecho y estructura de la zona de oscilación de la marea, y el régimen de mareas, incluyendo flujo de agua dulce y exposición al oleaje.

3. Los elementos de calidad fisicoquímicos son la transparencia, las condiciones térmicas y de oxigenación, salinidad y nutrientes. Además son la contaminación producida por los contaminantes del anexo II del Reglamento del Dominio Público Hidráulico si se vierten en cantidades significativas.

En relación con los elementos de calidad para la clasificación del estado ecológico de las aguas costeras el Artículo 30 del RPH dice:

1. Los elementos de calidad biológicos para la clasificación del estado ecológico de las aguas costeras son la composición, abundancia y biomasa del fitoplancton y la composición y abundancia de otro tipo de flora acuática y de la fauna bentónica de invertebrados.

2. Los elementos de calidad hidromorfológicos son las condiciones morfológicas, incluyendo profundidad, estructura y sustrato del lecho costero y estructura de la zona ribereña intermareal, y el régimen de mareas, incluyendo dirección de las corrientes dominantes y exposición al oleaje.

3. Los elementos de calidad fisicoquímicos son la transparencia, las condiciones térmicas y de oxigenación, salinidad y nutrientes. Además son la contaminación producida por los contaminantes del anexo II del Reglamento del Dominio Público Hidráulico si se vierten en cantidades significativas.

CONDICIONES DE REFERENCIA Y LÍMITES ENTRE CLASES DE ESTADO

La consecución de los objetivos ambientales generales de las aguas superficiales (artículo 92 bis TRLA) implica que los diferentes indicadores del estado no deben apartarse significativamente de las condiciones naturales, es decir, el grado de distorsión o desviación de las condiciones inalteradas o condiciones de referencia debe ser tal que permita la consecución de un buen estado ecológico o un buen potencial ecológico (art. 3 RPH).

Las condiciones de referencia son un estado en el presente o en el pasado que corresponde a bajos niveles o ausencia de presión e impacto antrópico, sin los efectos de la industrialización, urbanización e intensificación de la agricultura.

La definición de condiciones biológicas de referencia y las condiciones físico-químicas e hidromorfológicas acompañantes se da en la sección 1.3 del Anexo II de la Directiva Marco del Agua: *"Para cada tipo de masa de agua superficial [...] se establecerán condiciones hidromorfológicas y fisicoquímicas específicas del tipo que representen los valores de los indicadores de calidad hidromorfológicos y fisicoquímicos [...] para ese tipo de masa de agua superficial en un muy buen estado ecológico [...]. Se establecerán condiciones biológicas de referencia específicas del tipo, de tal modo que representen los valores de los indicadores de calidad biológica [...] para ese tipo de masa de agua superficial en un muy buen estado ecológico […]."*

Estas condiciones de referencia se dan cuando no existen alteraciones antropogénicas de los valores de los elementos de calidad fisicoquímica e hidromorfológica correspondientes al tipo de masa de agua superficial, o existen alteraciones de muy escasa importancia, en comparación con los asociados normalmente con ese tipo en condiciones inalteradas.

La determinación de condiciones de referencia de las masas de agua superficial tiene implicaciones directas con el establecimiento de objetivos medioambientales específicos para cada indicador biológico y para la correcta evaluación de estado ecológico.

Los sistemas de evaluación de los elementos de calidad biológicos evalúan el estado en función del grado de desviación respecto a las condiciones de referencia mediante el denominado EQR o *Ecological Quality Ratio*, es decir, la relación entre los valores observados en la masa de agua y los correspondientes a las condiciones de referencia del tipo al que pertenece dicha masa.

Este EQR se expresa mediante un valor numérico comprendido entre 0 y 1; y el valor de EQR que determina la consecución de un buen estado ecológico (límite entre bueno y moderado) implica que los diferentes indicadores de estado no se apartan significativamente de las condiciones naturales o condiciones de referencia.

El valor del límite entre las clases de estado muy bueno y bueno, así como el valor del límite entre estado bueno y moderado se debe establecer para cada elemento de calidad biológico y para categoría de masas de agua superficial mediante el denominado ejercicio de intercalibración impulsado por la Comisión Europea que pretende:

- Evaluar la conformidad de los diferentes sistemas de clasificación nacionales con las definiciones normativas de la DMA para la clasificación del estado ecológico,
- Evaluar la comparabilidad de los sistemas de clasificación de los Estados miembro de la Unión Europea, en especial los resultados del control biológico,
- Garantizar que los límites entre clases de estado sean valorados de forma comparable y consensuada entre los Estados miembro, en especial los límites entre las clases de estado muy bueno y bueno, así como el correspondiente a los objetivos ambientales, es decir, el límite entre estado bueno y moderado.

De todo lo anterior se deduce que para la determinación de objetivos ambientales asociados a los indicadores biológicos es necesaria, para todos los indicadores y categorías de masas de agua, la identificación de condiciones de referencia específicas de cada tipo, sistemas de evaluación del estado y la oportuna conclusión del ejercicio de intercalibración.

Por último, es necesario disponer de directrices para que los resultados de intercalibración puedan transferirse a los sistemas nacionales de clasificación y así obtener las condiciones de referencia asociados a los tipos presentes en la demarcación y deducir el límite entre las clases de estado muy bueno y bueno, así como el valor del límite entre estado bueno y moderado.

Debe recordarse que es especialmente relevante la definición de protocolos de muestreo y análisis usados para la recopilación de datos asociados a cada uno de los indicadores biológicos. Estos protocolos son los que tienen que determinar el uso de sistemas de evaluación acordes con las definiciones normativas del anexo V de la DMA; la determinación de condiciones de referencia y evaluar el estado y por ende el grado de cumplimiento de objetivos ambientales de forma coherente con lo requerido por la DMA.

Actualmente, en el caso de las masas de agua de la categoría aguas de transición y costeras de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental, las condiciones de referencia y límites entre clases de estado se encuentra recogidos en el artículo 4 de la normativa común del Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental.

En el caso de aguas costeras son varios los indicadores de calidad biológica para los que se dispone de sistemas de evaluación y se cuenta con condiciones de referencia: *Spanish Phytoplankton Tool* (fitoplancton); M-AMBI (macroinvertebrados bentónicos de sustrato blando); índice CFR e índice RICQI (macroalgas).

Sin embargo, hasta ahora sólo se han intercalibrado completamente los referidos a macroalgas costeras, estando el fitoplancton y los macroinvertebrados en el Anejo II de la declaración de intercalibración (diciembre 2012), lo que implica que deben revisarse en la nueva fase de intercalibración que finalizará en 2016. En el caso del indicador biológico angiospermas se considera que no está presente de forma natural en las aguas costeras de la Demarcación.

En el caso de aguas de transición solo el indicador de calidad biológica fauna ictiológica (índice AFI) dispone de sistema de evaluación validado en el ejercicio de intercalibración europeo.

Debido a esto, es crucial la finalización del ejercicio de intercalibración europeo en el que se participa con sistemas de evaluación tales como el M-AMBI (macroinvertebrados bentónicos de sustrato blando) o el *Spanish Phytoplankton Tool* (fitoplancton). En estos casos se dispone de valores propuestos como condiciones de referencia y límites entre clases de estado Muy bueno/bueno y bueno/moderado.

Por tanto, en este tomo de Introducción y métodos, se pretende informar de los avances científicos y técnicos dados y que han provocado que determinadas métricas, condiciones de referencia y umbrales necesarios para evaluar el estado de las masas se puedan incorporar, adaptar y consolidar en la evaluación adecuada de las aguas de transición y costeras de la CAPV, en particular tras las decisiones derivadas del ejercicio de intercalibración.

NORMAS DE CALIDAD DE CONTAMINANTES ESPECÍFICOS

Se define Norma de Calidad Ambiental (NCA) como la concentración de un determinado contaminante o grupo de contaminantes en el agua, los sedimentos o la biota, que no debe superarse en aras de la protección de la salud humana y el medio ambiente. Este umbral puede expresarse como Concentración Máxima Admisible (NCA-CMA) o como Media Anual (NCA-MA)

En los artículos 4 y 16 de la DMA, se establece la obligación de aplicar las medidas orientadas a reducir progresivamente los vertidos, las emisiones y las pérdidas de las sustancias prioritarias e interrumpir o suprimir gradualmente las emisiones, los vertidos y las pérdidas de sustancias peligrosas prioritarias.

Como un paso más de la estrategia de protección de las aguas, y en cumplimiento del artículo 16 de dicha norma, se aprobó la 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.

El objeto de esta norma es establecer normas de calidad ambiental (NCA) para las sustancias prioritarias y para otros contaminantes, con el objetivo de conseguir un buen estado químico de las aguas superficiales.

Por otro lado y como complemento a la regulación establecida en relación con el seguimiento del estado químico de las aguas, se aprobó la Directiva 2009/90/CE de la Comisión de 31 de julio de 2009 por la que se establecen, de conformidad con la Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, las especificaciones técnicas del análisis químico y del seguimiento del estado de las aguas.

El Real Decreto 60/2011, de 21 de enero, sobre las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas traspone todos los aspectos contenidos en la Directiva 2008/105/CE, incorpora los requisitos técnicos sobre análisis químicos establecidos en la Directiva 2009/90/CE, es decir, los criterios mínimos que se deberán aplicar a los métodos de análisis para el seguimiento del estado de las aguas, sedimentos y seres

vivos, así como las normas dirigidas a demostrar la calidad de los resultados analíticos.

En concreto, en el Real Decreto 60/2011 se aprovechó para adaptar parte de la legislación española que traspone la Directiva 76/464/CEE , así como la legislación española que traspone las directivas derivadas de la Directiva 76/464/CEE.

En el Real Decreto 60/2011 se actualiza la legislación española que recoge las normas de calidad ambiental de las sustancias preferentes, seleccionadas por presentar un riesgo significativo para las aguas superficiales españolas debido a su especial toxicidad, persistencia y bioacumulación o por la importancia de su presencia en el medio acuático.

Mediante el Real Decreto 60/2011 se consolidan las disposiciones contenidas en el Real Decreto 995/2000, de 2 de junio, por el que se fijan objetivos de calidad para determinadas sustancias contaminantes, se modifica el Reglamento de Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril y las secciones B y C del anexo I, y anexo II del y Real Decreto 258/1989, de 10 de marzo, por el que se establece la normativa general sobre vertidos de sustancias peligrosas desde tierra al mar.

Asimismo se derogan otras normas entre las que destacan el artículo 26.6 del Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica y los anexos I, II y III de la Ley 22/1988 de 28 de julio, de Costas

Finalmente, en el Real Decreto 60/2011 se incorpora al derecho español el apartado 1.2.6 del anexo V de la DMA. En dicho anexo queda definido el procedimiento para el establecimiento de NCA de contaminantes en aguas, sedimento o biota. Dicho procedimiento deberá aplicarse para obtener la NCA de los contaminantes relevantes de cada demarcación hidrográfica.

En resumen, el Real Decreto 60/2011 tiene por objeto establecer NCA, como concentración de un determinado contaminante o grupo de contaminantes en el agua, para las sustancias prioritarias y para otros contaminantes de riesgo en el ámbito europeo (Anexo I); con objeto de conseguir un buen estado químico de las aguas superficiales y con arreglo a las disposiciones y objetivos del artículo 4 de la DMA; y para las sustancias preferentes de riesgo en el ámbito estatal (Anexo II) como parte de los indicadores necesarios para la determinación del estado o potencial ecológico.

Asimismo, incorpora las especificaciones técnicas del análisis químico y del seguimiento del estado de las aguas, y fija el procedimiento para calcular las NCA de los contaminantes con objeto de conseguir un buen estado de las aguas.

Por tanto, las normas de calidad ambiental indicadas en el Anexo I del Real Decreto 60/2011 y los requerimientos que esta impone se toman como normas de calidad de aplicación al Plan Hidrológico de la Demarcación Cantábrico Oriental, para la evaluación del estado químico de las aguas superficiales.

Asimismo, las normas de calidad ambiental recogidas en la normativa nacional para sustancias preferentes definidas en el Anexo II del Real Decreto 60/2011 también se toman como normas de calidad de aplicación al Plan Hidrológico de la Demarcación Cantábrico Oriental, para la evaluación del estado o potencial.

De acuerdo con la DMA, el estado químico es una expresión del grado de cumplimiento de las normas de calidad ambiental establecidas reglamentariamente para los contaminantes presentes en una masa de agua superficial.

El Artículo 26 del RPH establece que el estado químico de las aguas superficiales se clasificará como bueno o como que no alcanza el buen estado.

En el Real Decreto 60/2011 se define buen Estado Químico de las Aguas Superficiales como el estado de una masa de agua superficial que cumple las NCA establecidas en el anexo I del citado real decreto, así como otras normas comunitarias pertinentes que fijen normas de calidad ambiental.

Se define Norma de Calidad Ambiental (NCA) como la concentración de un determinado contaminante o grupo de contaminantes en el agua, los sedimentos o la biota, que no debe superarse en aras de la protección de la salud humana y el medio ambiente. Este umbral puede expresarse como Concentración Máxima Admisible (NCA-CMA) o como Media Anual (NCA-MA)

El Real Decreto 60/2011, en el apartado B de los anexos I y II, establece la aplicación de las normas de calidad ambiental establecidas en la parte A de cada anexo. Por tanto, la valoración del cumplimiento de la NCA expresada como media anual (NCA-MA) y concentración máxima (NCA-CMA) admisible se realizará con arreglo a los criterios previstos en la Directiva 2009/90/CE.

Así en el apartado B del anexo I se dice que una masa de agua superficial cumple la NCA-MA cuando la media aritmética de las concentraciones medidas

distintas veces durante el año, en cada punto de control representativo de la masa de agua, no excede de la norma.

Por otro lado, también se indica que una masa de agua superficial cumple la NCA-CMA cuando la concentración medida en cualquier punto de control representativo de la masa de agua no supera la norma. No obstante, los órganos competentes podrán adoptar métodos estadísticos como el cálculo de percentiles para garantizar un nivel aceptable de confianza y precisión en la determinación del cumplimiento de las NCA-CMA.

Con excepción del cadmio, plomo, mercurio y níquel, las NCA establecidas en el Anexo I del Real Decreto 60/2011 y las concentraciones determinadas en el presente proyecto se expresan como concentraciones totales en toda la muestra de agua. En el caso de estas sustancias, la NCA se refiere a la concentración disuelta, es decir, en la fase disuelta de una muestra de agua obtenida por filtración a través de membrana de 0,45 µm.

El Real Decreto 60/2011, en su artículo 7, indica que se pueden aplicar las NCA a los sedimentos o la biota, en lugar de las normas establecidas en el anexo I, apartado A, en determinadas categorías de aguas superficiales. En este caso se debe aplicar una NCA de 20 µg/kg para el mercurio y sus compuestos, o una NCA de 10 µg/kg para el hexaclorobenceno, o una NCA de 55 µg/kg para el hexaclorobutadieno, aplicándose estas NCA a los tejidos (peso húmedo) de peces, moluscos, crustáceos y otra biota, eligiendo entre ellos el indicador más adecuado; y en su caso establecer y aplicar NCA distintas a las contempladas a los sedimentos o la biota para sustancias específicas.

1.3 SISTEMAS DE EVALUACIÓN DEL ESTADO

A continuación se presentan los sistemas de evaluación de estado ecológico y químico que se han planteado como válidos para la evaluación de las masas de agua costeras y de transición de la CAPV para esta campaña de 2012.

1.3.1 ELEMENTOS DE CALIDAD BIOLÓGICOS

COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DE LA FAUNA BENTÓNICA DE INVERTEBRADOS

Las comunidades bentónicas de macroinvertebrados de sustrato blando, tanto de fangos como de arenas, están bien representadas en los diferentes hábitats de las masas de agua de transición y litorales (EUNIS, European Nature Information System: http://eunis.eea.eu.int/habitats.jsp).

El seguimiento de estas comunidades, exigida por la DMA, se debe a diversas razones, entre las que pueden incluirse que proporcionan información integrada en el tiempo, que son especies con ciclos de vida cortos y responden de una manera rápida a presiones antrópicas, y que presentan sensibilidad al grado de contaminación de los sedimentos, lo que las convierte en buenos indicadores globales de la calidad de éste.

Sobre la base de protocolos de vigilancia estandarizados (ISO 16665: "Water quality, guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft-bottom fauna" www.iso.org) o recomendaciones de carácter internacional, como ICES (Rees, 2004), el muestreo se realiza coincidiendo con las abundancias mínimas y fuera de la época principal de reclutamiento, una vez al año y en invierno (enero-marzo).

Las zonas de muestreo se corresponden con zonas de sedimentos finos, en el tipo sedimentario mayoritario en la masa de agua, y en cada zona de muestreo se realizan tres réplicas.

En relación con aguas de transición y costeras en 2012 se han analizado un total de 16 estaciones de litoral y 32 estaciones de estuario en la que se toman muestras de, bentos. De igual forma se cuenta con tres estaciones de control en la plataforma litoral con el fin de que en la CAPV se vaya teniendo información para adaptarse a la Directiva de la Estrategia Marina Europea (Anexo, Tabla 36).

En zona submareal y aguas costeras el muestreo se realiza sobre la cota de 25-30 m y deben evitarse zonas inestables sometidas a fuertes corrientes, cambios por oleaje o fuertes gradientes batimétricos. La toma de muestra es mediante una draga Van Veen (de, al menos, 0,07 m^2), siendo válido el lance cuando la penetración en el sedimento sea al menos 5 cm, el volumen de sedimento sea 5-10 l y los sedimentos no estén disturbados ni tengan pérdidas.

En zona intermareal se muestrea en la parte más baja, cercana al 0 de marea, siendo la toma de muestra mediante un cuadrado metálico de 0,5 x 0,5 m, y la profundidad de la muestra obtenida de 15 cm.

Todas las muestras son tamizadas de inmediato, a través de una malla de 1 mm y fijadas en formol neutralizado con bórax. Las muestras se separan a la lupa, y se realiza la identificación hasta nivel de especie, según Registro Europeo de Especies Marinas (Costello *et al.,* 2008; www.marbef.org/data/erms.php). Finalmente, se realiza el recuento de individuos y se determina la biomasa en peso seco asociada a cada especie.

Existen índices y metodologías contrastadas para establecer la calidad del medio a partir del bentos de sustrato blando, como el índice AMBI[1] (AZTI's Marine Biotic Index) y el índice M-AMBI (Multivariate-AMBI), habiendo sido validadas frente a diversas presiones antropogénicas[2].

El M-AMBI se basa en el uso de Análisis Factorial para determinar el estado de las comunidades bentónicas de macroinvertebrados de sustrato blando. En estos análisis 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.

Este análisis utiliza como métricas el AMBI, la diversidad de Shannon (H'; bit·ind^{-1}) y la riqueza (S; número de especies), utilizando el programa disponible en www.azti.es y una serie de indicaciones adicionales[3,4].

M-AMBI está aceptado como el método oficial para valoración de estado ecológico en las aguas costeras de España, y ha sido intercalibrado entre varios países europeos, para zonas costeras[5,6,7] con datos obtenidos ediciones previas de esta Red.

Las condiciones de referencia fueron determinadas para cada tipo de masa de agua y tramo de salinidad a partir de datos recogidos por la Red que fueron interpretados por análisis multivariante, modelos y juicio de experto[8] [9].

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 (sensibles a la contaminación), II (indiferente a la contaminación) y III (tolerante a la contaminación) debiendo estar ausentes los grupos IV y V (oportunista de 2º y 1º orden).

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 4 (las de *Pontocrates arenarius* se determinaron en Borja et al., 2009b y las de *Amphiura*, para aguas profundas, se calcularon en Borja *et al.,* 2011).

---

1 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(12): 1100-1114.

2 Borja, A., I. Muxika, J.G. Rodríguez, 2009. Paradigmatic responses of marine benthic communities to different anthropogenic pressures, using M-AMBI, within the European Water Framework Directive. Marine Ecology, 30: 214-227..

3 Borja, A., I. Muxika, 2005. Guidelines for the use of AMBI (AZTI's marine biotic index) in the assessment of the benthic ecological quality. Marine Pollution Bulletin, 50: 787-789.

4 Borja, A., J. Mader, I. Muxika, J.G. Rodríguez, J. Bald, 2008. Using M-AMBI in assessing benthic quality within the Water Framework Directive: some remarks and recommendations. Marine Pollution Bulletin, 56: 1377-1379.

5 Borja, A., A. Miles, A. Occhipinti-Ambrogi, T. Berg, 2009. Current status of macroinvertebrate methods used for assessing the quality of European marine waters: implementing the Water Framework Directive. Hydrobiologia, 633(1): 181-196.

6 GIG, 2008. WFD intercalibration technical report. Part 3 – Coastal and Transitional Waters. Section 2 – Benthic invertebrates. Four parts: Mediterranean GIG; Black Sea GIG; North East Atlantic GIG; and Baltic GIG. http://circa.europa.eu/Public/irc/jrc/jrc_eewai/library

7 Decisión de la Comisión de 30 de octubre de 2008 por la que se fijan, de conformidad con la Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, los valores de las clasificaciones de los sistemas de seguimiento de los Estados miembros a raíz del ejercicio de intercalibración. DOCE nº. L 332, de 10-12-2008.

8 Borja, A., I. Muxika, J.G. Rodríguez, 2009. Paradigmatic responses of marine benthic communities to different anthropogenic pressures, using M-AMBI, within the European Water Framework Directive. Marine Ecology, 30: 214-227..

9 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

A partir de las condiciones de referencia y de los resultados del ejercicio de intercalibración obtenidos para aguas costeras y por extrapolación del límite 'Bueno/Moderado' obtenido, se han establecido objetivos del índice M-AMBI para las tipologías de aguas de transición presentes en la CAPV en función de la salinidad del tramo (Tabla 4).

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).

Se utilice el método que se utilice siempre se pueden dar problemas de adscripción de algunas estaciones. Por ejemplo, al realizar el estudio para 2003 se encontraron algunos problemas. Así por ejemplo, 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 pulchra*, 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 4.

Por otro lado, 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, antes la metodología de cálculo se estableció en el apartado de físico-química (Borja *et al*., 2005), puesto que es similar. El método es un análisis factorial, en el que, como la información acumulada es suficiente y se necesitan los valores de M-AMBI (EQR) para su comparación con otros datos europeos, ya no se utiliza el análisis discriminante que se proponía hace unos años.

En lo referente a las MAMM, de acuerdo al Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental, se mantendrá la misma metodología, pero los límites entre clases se modificarán de modo que a los límites entre Potencial Ecológico Aceptable y Buen Potencial Ecológico y entre Buen Potencial Ecológico y Máximo Potencial Ecológico les corresponderán valores de EQR de 0,451 y 0,655 (equivalentes al 85% del valor de los límites entre los estados ecológicos Aceptable y Bueno, y Bueno y Muy Bueno), respectivamente.

Categoría	Tipología	Comunidad asociada	S	HS	AMBI	EQR MB/B	EQR B/Mo	EQR Mo/D	EQR D/M
Aguas costeras	12 - Aguas someras	Tellina tenuis-Venus fasciata	42	4	1	≥0,77	≥0,53	0,38	0,20
	12 -Aguas profundas	Amphiura	130	5,7	1				
Aguas de transición	8, 9, 10 (0-18 UPS)	Cerastoderma edule-Scrobicularia plana	13	2,5	2,8				
	9, 10 (18-25 UPS)	Venus fasciata	32	3,8	2,0				
	9 (18-34 UPS)	Pontocrates arenarius-Eurydice pulchra	9	2,0	1,0				
	9, 10 (30-34 UPS)	Abra alba	40	3,5	2,1				

Tabla 4 Aguas costeras y aguas de transición. Fauna bentónica de invertebrados. Condiciones de referencia para S, H' y AMBI (las condiciones de muy mal estado son siempre 0, 0 y 6, respectivamente); y objetivos de calidad (umbral B/Mo del M-AMBI) expresados como valores del Ecological Quality Ratio de M-AMBI. Muy Buen estado ecológico (MB), Buen estado (B), estado Moderado (Mo), estado deficiente (D) y estado malo (M). Tramificación en función de la salinidad: Tramo oligohalino (0-5 UPS), mesohalino (5-18 UPS), polihalino (18-25), euhalino (30-34 UPS) y euhalino mar o costa (>34 UPS

COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DE LA FAUNA ICTIOLÓGICA.

La fauna ictiológica de aguas de transición es uno de los indicadores de calidad biológica exigido por la DMA ya que, entre otras razones, los peces constituyen un compartimiento asociado a altos niveles de la cadena trófica lo que proporciona una respuesta temprana a las posibles alteraciones del medio y a las presiones antrópicas; siendo buenos indicadores de calidad especialmente en lo que se refiere a cambios de la calidad fisicoquímica de las aguas.

Por otro lado, existen al menos borradores de normas internacionales estandarizadas para el muestreo y la interpretación de resultados (prEN 14962:2005: E: "Water quality - Guidance on the scope and selection of fish sampling methods"; USEPA, 1992; Gibson *et al.*, 2000).

Las estaciones de peces se corresponden con áreas de muestreo (Anexo, Tabla 38).

La Red se plantea un control trienal de este indicador siguiendo el siguiente cronograma. Los estuarios estudiados para vida piscícola en 2002 fueron los de Butroe, Oka, Artibai y Lea; en 2003 fueron los de Barbadun, 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 (Anexo, Tabla 38).

Con este esquema de muestreo se completan en 3 años los 12 estuarios principales de la costa vasca, por lo que en 2005, 2008 y 2011 lo que se hizo fue volver a comenzar con los estuarios muestreados en 2002, en 2006, 2009 y 2012 con los muestreados en 2003, y en 2007 y 2010 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, en 2008, con objeto de determinar la variabilidad intraanual se comenzó a muestrear los estuarios que se muestreaban en otoño también en primavera y verano. De esta manera, en 2010, se completaron todos los estuarios con muestreos en primavera, verano y otoño.

En el País Vasco se han desarrollado sistemas de clasificación del estado en función de la fauna ictiológica asociada a aguas de transición, que han sido validados frente a presiones antropogénicas[10], y actualmente están intercalibrados.

Así se propone que para el estudio de cada estuario se divida en 3 o 4 tramos o zonas de muestreo. En cada zona de muestreo se realizan tres arrastres empleando una embarcación neumática y una red de percha de 1,5 m de anchura, con malla exterior de 40 mm y copo interior de 8 mm, arrastrada a una velocidad de 1,5-2 nudos durante unos 10 minutos en cada lance, que puede reducirse hasta 5 minutos en caso de dificultad de arrastre o de pequeño tamaño del estuario.

Aquellos arrastres en los que las capturas son inusualmente bajas o en los que se detectan problemas (enganches, piedras, etc.), que puedan afectar al buen funcionamiento de la técnica empleada, deben repetirse.

En estuarios de gran tamaño (estuario del Nerbioi) se utiliza una red de percha de 2,5 m de ancho y 0,5 m de alto, con malla exterior de 40 mm y copo interior de 14 mm, con la misma velocidad y tiempo de muestreo.

El hecho de que muchos de los estuarios de la CAPV sean muy pequeños hace que las especies de peces residentes sean muy pocas, y por ello también se consideran también los crustáceos epibentónicos, que son característicos de las comunidades demersales de estuarios. En las aguas de transición del Tipo 10 (Nerbioi, Oiartzun y Bidasoa) debido a su tamaño y a su volumen de agua, sólo se consideran para calificar el estado las especies de peces.

Una vez a bordo los organismos se separan por especie, se identifican según el Registro Europeo de Especies Marinas (http://www.marbef.org/data/). Se realiza el recuento de individuos asociada a cada especie (además de peces se incluyen crustáceos epibentónicos). Se mide la talla de los especimenes de peces más grandes; los especimenes de identificación dudosa se guardan en agua de mar con formol para su posterior identificación en el laboratorio (el resto de los animales se devuelve al medio), y se registran posibles anormalidades externas en los peces (posibles indicadores de estrés tóxico o alteraciones genéticas por contaminación).

Para la determinación del estado biológico a partir de la fauna ictiológica de aguas de transición, en la CAPV se ha desarrollado un índice multimétrico llamado AZTI's

10 Uriarte, A., A. Borja, 2009. Assessing fish quality status in transitional waters, within the European Water Framework Directive: setting boundary classes and responding to anthropogenic pressures. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 82: 214-224.

Fish Index (AFI)[10] que es el resultado del sumatorio de puntuaciones (1, 3 o 5) asociados a diferentes niveles de 9 métricas diferentes (Tabla 5). El índice AFI da lugar a una puntuación máxima de 45 y mínima de 9. La valoración como EQR del AFI es a partir de la siguiente fórmula: EQR-AFI= (AFI observado – 9)/36.

La metodología aplicada se resume en la Tabla 5, se basa en la metodología aplicada anteriormente (Borja *et al.*, 2003, 2004a; Uriarte y Borja, 2009), 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).

La clasificación de estado propuesta inicialmente era: Muy Bueno: AFI de 0,82 a 1; Bueno: AFI de 0,56 a 0,81; Moderado: AFI de 0,34 a 0,55; Deficiente: AFI de 0,17 a 0,33 y; Malo: AFI menor de 0,17. Por tanto el objetivo medioambiental planteado se corresponde con un valor superior a 0,55 como AFI. La clasificación propuesta ha variado un poco tras una intercalibración con otras metodologías europeas y el trabajo realizado en el proyecto WISER, y con objeto de adaptarse a los nuevos límites entre clases propuestos en el EQR (Muy Bueno: 0,78-1; Bueno: 0,55-0,78; Aceptable: 0,34-0,55; Deficiente: 0,17-0,34; Malo: 0-0,17) (Tabla 6).

De acuerdo a lo establecido por el Plan Hidrológico de la Demarcación Cantábrico Oriental, en las masas de agua muy modificadas (MAMM) los valores de los límites entre clases quedan definidos por el 85% del valor establecido en las aguas no modificadas. Así pues, los valores de los límites quedan como: Muy bueno: ≥ 0,663; Bueno: 0,4675 - <0,663; Aceptable: 0,289- <0,4675; Deficiente: 0,1445-<0,289; Malo (M): < 0,1445. Esto implica que el estado presentado tanto por las diferentes estaciones como el de la masa de agua muy modificada es superior al obtenido aplicando la metodología utilizada hasta la fecha.

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).

Indicador	Valor		
	1	3	5
Riqueza taxonómica (nº esp.) (Peces y crustáceos)	≤ 3	4 a 9	>9
% individuos de especies indicadoras contaminación (Peces y crustáceos)	> 80	30 - 80	< 30
% individuos de especies introducidas (Peces y crustáceos)	> 80	30 - 80	< 30
Salud piscícola (daños, enfermedades...)(% afección)	≥ 50	5 a 49	<5
Presencia de peces planos (%)	<5	5-10 ó >60	> 10 a 60
Composición trófica.% de peces omnívoros.	<1 ó >80	1<2,5 ó 20-80	2,5 a <20
Composición trófica.% de peces piscívoros	<5 ó >80	5<10 ó 50-80	10 a <50
Número de especies residentes (Peces y crustáceos)	<2	2 a 5	>5
% individuos de especies residentes (Peces y crustáceos)	<5 ó >50	5<10 ó 40-50	10 a >40

Tabla 5 Aguas de transición. Fauna ictiológica. Métricas y sistema de calificación del estado propuesto, AZTI's Fish Index (AFI).

	Condiciones de referencia	
Tipología	8, 9	10
Grupos de especies a evaluar	Peces y crustáceos	Peces
Riqueza taxonómica (nº esp.)	>9	>9
% individuos de especies indicadoras contaminación	<30	<30
% individuos de especies introducidas	<30	<30
Salud piscícola (daños, enfermedades…)(% afección)	<5	<5
Presencia de peces planos (%)	10-60	10-60
Composición trófica. % de peces omnívoros.	2,5-20	2,5-20
Composición trófica. % de peces piscívoros	10-50	10-50
Número de especies residentes	>5	>5
% individuos de especies residentes	10-40	10-40
AZTI's Fish Index (AFI) (umbral MB/B)	0,78	
AZTI's Fish Index (AFI) (umbral B/M)	0,55	

Tabla 6 Aguas de transición. Fauna ictiológica. Condiciones de referencia y objetivos de calidad (umbral B/A) expresados como valores del AZTI's Fish Index (AFI) y para cada métrica utilizada en el método. Muy Buen estado ecológico (MB), Buen estado (B) y estado Moderado (M).

COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA Y BIOMASA DE FITOPLANCTON.

El enriquecimiento en nutrientes del agua puede llevar consigo una degradación de su calidad mediada por procesos biológicos que implican una primera fase de activación del crecimiento del fitoplancton (algas unicelulares), dando lugar a aumentos de la abundancia celular y de la biomasa fitoplanctónica en el agua (eutrofización), y que pueden ocasionar efectos negativos para la biota, así como para los usos del agua (presencia de coloraciones y olores, descenso de la concentración de oxígeno, acumulación de fitotoxinas en bivalvos, etc.).

Por lo tanto, el fitoplancton se encuentra entre los elementos biológicos contemplados por la DMA. Ésta establece como indicadores de calidad biológica para el fitoplancton en aguas costeras y de transición: su composición y abundancia, su biomasa y la frecuencia e intensidad de las floraciones.

En relación con aguas de transición y costeras se han analizado en 2012 un total de 16 estaciones de litoral y 32 estaciones de estuario en la que se toman muestras de fitoplancton. De igual forma se cuenta con tres estaciones de control en la plataforma litoral con el fin de que en la CAPV se vaya teniendo información para adaptarse a la Directiva de la Estrategia Marina Europea (Anexo, Tabla 36).

Biomasa fitoplanctónica

La concentración de clorofila se mide tanto en superficie (0-1 m) como en fondo, en las aguas costeras y en los estuarios donde la profundidad lo permite (esto es, en los del Ibaizabal y el Oiartzun). En el resto de los estuarios, más someros, sólo se mide en superficie.

La frecuencia de muestreo es trimestral, con objeto de representar la variabilidad anual en las condiciones meteorológicas e hidrográficas (invierno, primavera, verano y otoño). En las aguas costeras no se tiene en cuenta el estado de la marea a la hora del muestreo, mientras que en los estuarios en el mismo día se realizan dos muestreos, uno en pleamar y otro en bajamar.

La concentración de clorofila “a” se estima mediante fluorescencia de CTD en las aguas costeras y en los estuarios del Ibaizabal y el Oiartzun. El CTD se calibra regularmente con muestras naturales que se miden mediante espectrofotometría.

En los estuarios someros se toman muestras de agua que posteriormente se filtran en el laboratorio mediante filtros Whatman GF/C. Éstos se someten inmediatamente a extracción con acetona, durante 24-48 horas, en condiciones de refrigeración y oscuridad. Finalmente, se aplica un método tricromático para la estima de la concentración de clorofila “a”, que es el método espectrofotométrico recomendado por SCOR-UNESCO (Jeffrey y Humphrey, 1975; Lorenzen y Jeffrey, 1980).

En las masas de agua costera también se ha estimado la **concentración de clorofila “a” mediante teledetección**, siguiendo una aproximación similar a Revilla *et al*. (2012). Aunque estos datos no se han utilizado para clasificar el estado del fitoplancton, ya que aún no se dispone de una métrica adecuada para ello (en cuanto a condiciones de referencia y umbrales), los resultados se muestran de manera preliminar. Los datos de clorofila utilizados para el cálculo del P90 del periodo 2007-2012 proceden de las imágenes diarias MODIS-AQUA de 1km de resolución. El producto utilizado es el de clorofila estimada a partir del algoritmo OC5 por el centro CERSAT (Center for Satellite Exploitation and Research) de IFREMER (Institut français de recherche pour l'exploration de la mer).

Todas las imágenes diarias en formato netcdf comprendidas en el periodo de estudio se agregaron mediante la herramienta NCO (netcdf operators). Posteriormente se calculó el valor P90 para cada píxel de la imagen con la función quantile de R. Finalmente, se extrajeron los valores de R en los píxeles coincidentes con las estaciones litorales de muestreo de la red de calidad, y para cada masa de agua se extrajeron de la imagen P90, los píxeles contenidos dentro de sus límites geográficos y se calculó su media aritmética. Este último paso se realizó con la herramienta ROI (Region of Interest) del software ENVI-IDL.

Composición y abundancia del fitoplancton

Para el análisis de la composición y abundancia de fitoplancton se recogen muestras de agua de superficie (0-1 m), en la costa (sin tener en cuenta el estado de la marea) y en los estuarios (sólo en pleamar).

Hasta la campaña de 2011 las muestras se fijaban con glutaraldehído (1 ml de una solución al 25% en 125 ml de muestra), pero posteriormente se decidió utilizar lugol debido a que es menos tóxico. Por lo tanto, en la presente campaña, a cada muestra de agua se le ha añadido 0,5 ml de una solución de lugol ácido, para obtener una concentración final de 0,4% (v/v). Las muestras, una vez fijadas, se han mantenido refrigeradas y en oscuridad hasta el momento de su análisis.

La frecuencia de muestreo es trimestral en las aguas costeras (estaciones: L-REF10, L-REF20, L-REF30, L-

N10, L-N20, L-B10, L-B20, L-OK10, L-L10, L-L20, L-A10, L-D10, L-U10, L-O10, L-O20, L-UR20, L-OI10, L-OI20, L-BI10); y en los tramos euhalinos de los estuarios (estaciones: E-N17, E-N20, E-N30, E-B7, E-B10, E-OK20, E-OI15, E-OI20).

Para las estaciones situadas en los tramos oligohalinos, mesohalinos o polihalinos de los estuarios se realizan muestreos únicamente en primavera y verano (estaciones: E-M5, E-M10, E-N10, E-N15, E-B5, E-OK5, E-OK10, E-L5, E-L10, E-A5, E-A10, E-D5, E-D10, E-U5, E-U8, E-U10, E-O5, E-O10, E-UR5, E-UR10, E-OI10, E-BI5, E-BI10, E-BI20).

Esta estrategia de muestreo se debe a la baja probabilidad de encontrar comunidades propias del estuario en las épocas de invierno y otoño en las zonas que están sometidas a una elevada influencia del caudal fluvial. Así, además, se evitan muestras con alto contenido en detrito, que interfiere con la técnica de microscopía (las de bajamar y las de fondo también podrían presentar este problema).

La identificación y el recuento celular del fitoplancton se realizan mediante observación con microscopio invertido o técnica de Utermöhl (Utermöhl, 1958) siguiendo las recomendaciones de la norma europea EN 15204:2006 (AENOR, 2007).

Se procura identificar a nivel de género o especie. Cuando ello no es posible, se clasifica en grandes grupos (diatomeas, dinoflagelados, ciliados, clorofitas, haptofitas, criptofitas, euglenofitas, pequeñas formas flageladas, pequeñas formas cocoides, etc.) o en niveles jerárquicos inferiores (orden o familia).

Para comprobar los nombres científicos actualmente aceptados y evitar la utilización de sinónimos se consulta el Registro Europeo de Especies Marinas (www.marbef.org/data) y el de AlgaeBase (www.algaebase.org).

Sistema de evaluación

El índice denominado **Spanish Phytoplankton Tool** (versión inicial[11], con modificaciones posteriores) valora biomasa fitoplanctónica y abundancia celular mediante dos métricas (Percentil 90 de la concentración de clorofila-a y frecuencia de floraciones de un taxón individual cualquiera) en series de datos que abarcan periodos móviles de seis años.

Para la determinación del estado del fitoplancton en las aguas costeras, se adoptó a partir del año 2007 la metodología acordada por los Estados Miembros de la UE en la primera fase de la intercalibración (BOE, 2008; European Commission, 2008; Revilla *et al.*, 2008b; Carletti y Heiskanen, 2009).

Sin embargo, dichos ejercicios de intercalibración no abarcaron todos los aspectos de los métodos de evaluación, ya que su objetivo fue definir las condiciones de referencia y los límites entre las clases de estado "muy bueno", "bueno" y "aceptable" para unas métricas comunes. A partir del informe correspondiente a la campaña de 2009, el método se completó en otros aspectos, como la definición de los límites entre las clases peores.

En caso de las aguas de transición, a partir del informe de la campaña 2009 se aplicó un nuevo método para la evaluación del fitoplancton. Éste había sido acordado entre los expertos de las CCAA del País Vasco, Cantabria y Principado de Asturias que participaban en los ejercicios de intercalibración (Revilla *et al.*, 2009b). Con anterioridad, para las aguas estuáricas se utilizaba una modificación del método que utilizaba IFREMER en Francia, y que tenía en cuenta los siguientes aspectos: concentración de clorofila, abundancia de especies tóxicas para la salud humana, abundancia de especies nocivas para los ecosistemas y abundancia total. La clasificación se hacía siempre por el indicador peor. Este método, aunque permitía la clasificación de la calidad biológica en cinco clases, no proporcionaba las condiciones de referencia, ni por lo tanto podía calcularse el valor del EQR.

El método empleado a partir de 2009 para las aguas de transición es más acorde con el de aguas costeras, en cuanto a las métricas, y define, además, unas condiciones de referencia (Revilla *et al.*, 2008a). Este nuevo método no utiliza la abundancia de especies tóxicas o nocivas, siguiendo las recomendaciones del grupo de intercalibración europeo.

Tras las reuniones llevadas a cabo entre 2009 y 2012 por el grupo europeo, en la segunda fase de los ejercicios de intercalibración, y por consenso entre los expertos de fitoplancton de varias CCAA atlánticas, se modificaron los métodos de evaluación anteriores. Estas modificaciones afectan, tanto en aguas costeras como de transición, a la integración de los resultados de las dos métricas y a los límites entre clases de estado del EQR. En el caso de las aguas costeras también se han modificado los indicadores basados en la clorofila y en el porcentaje de floraciones (véase a continuación).

11 Revilla, M., J. Franco, J. Bald, Á. Borja, A. Laza, S. Seoane, V. Valencia, 2009. Assessment of the phytoplankton ecological status in the Basque coast (northern Spain) according to the European Water Framework Directive. Journal of Sea Research, 61: 60-67.

Hoy en día aún no se ha completado la intercalibración de los métodos en Europa; la finalización de dichos ejercicios está prevista para diciembre de 2016. Por lo tanto, estos métodos de evaluación han de tomarse como provisionales.

Respecto a las masas de agua de transición muy modificadas, el potencial ecológico del fitoplancton se calcula de la misma manera que el estado ecológico. No se aplica ninguna corrección, debido a que no existe suficiente conocimiento sobre cómo pueden afectar las modificaciones hidromorfológicas al fitoplancton. Además, el fitoplancton es un elemento biológico que está muy influido por las condiciones físico-químicas del medio, para las cuales no se aplican objetivos ambientales diferentes a los utilizados en aguas naturales.

Tanto en las aguas costeras como en las de transición (estuarios) se utilizan dos métricas: una, basada en la biomasa fitoplanctónica (el percentil 90 de la concentración de clorofila "a") y otra, en la abundancia celular (la frecuencia de floraciones de un taxón individual cualquiera). Las dos métricas se evalúan en series de datos que abarcan periodos móviles de seis años, en cada una de las estaciones de muestreo. Se utilizan únicamente los datos de las aguas de superficie.

En el caso del indicador de biomasa se utilizan datos de clorofila de las cuatro épocas del año (invierno, primavera, verano y otoño). En el caso del indicador de floraciones fitoplanctónicas en aguas costeras se utilizan también datos adquiridos con frecuencia trimestral. Por el contrario, en aguas de transición se utilizan únicamente datos de primavera y verano.

El umbral a partir del cual se considera una floración fitoplanctónica de un taxón individual cualquiera es 400.000 células·l^{-1} en aguas costeras y 750.000 células·l^{-1} en aguas de transición. En aguas costeras, anteriormente, para floraciones fitoplanctónicas se utilizaban solo los datos de primavera y verano, y un umbral de 750.000 células l^{-1}. Al disponer en la actualidad de un registro suficientemente amplio de medidas de esta variable en invierno y en otoño se ha reconsiderado este valor umbral a 400.000 células l^{-1} y valoración de los cuatro periodos estacionales

Para el indicador de biomasa (clorofila) en las aguas costeras, en el presente informe (campaña de 2012) se emplea una condición de referencia de 1,00 µg l^{-1}. Ésta es inferior a la empleada en años anteriores y, por lo tanto, más exigente.

En la Instrucción de Planificación Hidrológica de 2008 (BOE, 2008) se indicaba como condición de referencia 2,33 µg l^{-1}. En dicho documento, las aguas costeras del País Vasco quedaban adscritas al tipo 12 (Cantábrico Oriental). Esta tipología quedaba limitada al este por la desembocadura del Bidasoa y al oeste por el Cabo Peñas (Asturias). Sin embargo, durante el proceso de intercalibración, en 2011, por acuerdo entre los expertos de Asturias, Cantabria y País Vasco se decidió establecer una nueva subregión para el fitoplancton (Cantábrico Central) que integrase exclusivamente a las aguas costeras de Asturias. De esta forma, se podía delimitar mejor el efecto de fertilización natural e incremento de la clorofila que producen los fenómenos de afloramiento (que afectan más a la zona occidental y central del Cantábrico, que a la oriental).

Por ello, a partir de 2011 sólo Cantabria y País Vasco pertenecen al tipo Cantábrico Oriental y la condición de referencia para la clorofila es más baja que la empleada anteriormente (esto es, más exigente) (CEDEX 2011).

Para la determinación de las condiciones de referencia de la clorofila en el Cantábrico Oriental se estudiaron los datos de las estaciones situadas en aquellas masas de agua costeras del País Vasco que presentan muy baja presión y también en la estación marina de referencia de la plataforma, L-REF10 (Revilla *et al*., 2012) (Tabla 7).

En los estuarios las condiciones de referencia se han determinado mediante juicio de experto y análisis de datos de masas de agua sometidas a distinto grado de presión. Para ello, se utilizó la información de programas de vigilancia ambiental realizados por AZTI-Tecnalia, en estuarios del País Vasco (la Red), por el Instituto de Hidráulica Ambiental-Universidad de Cantabria, en estuarios de Cantabria, y por INDUROT-Universidad de Oviedo, en estuarios de Asturias (Revilla *et al*., 2009b; Revilla *et al*., 2010).

Para calcular el estado del fitoplancton en base al indicador de biomasa (clorofila) se utiliza el sistema de clasificación de la Tabla 7.

En las aguas de transición, la salinidad determina el sistema de clasificación. Así, los tramos euhalinos de los estuarios (>30 UPS) se diferencian del resto de las zonas (oligohalinas, mesohalinas o polihalinas), siendo sus condiciones de referencia y límites entre clases de estado superiores a los de las aguas costeras.

En las zonas identificadas como oligohalinas, mesohalinas o polihalinas los límites establecidos para la métrica de la clorofila son más altos que en la zona euhalina de los estuarios (Tabla 7). Esto es así, para

tener en cuenta los aportes naturales de nutrientes en las aguas estuáricas de menor salinidad. Para determinar el tramo salino al que pertenecen las estaciones de muestreo de la Red se utiliza la clasificación de Bald (2005), con ligeras modificaciones (ver párrafos anteriores).

Para la clasificación de la calidad biológica mediante el indicador basado en la abundancia fitoplanctónica (% de floraciones) se utiliza el sistema de la Tabla 7. Para este indicador, como ya se ha indicado anteriormente, hay diferencias en el umbral que determina la existencia de una floración en las aguas costeras (400.000 células $\cdot l^{-1}$) y en los estuarios (750.000 células$\cdot l^{-1}$).

En cada estación de muestreo, los resultados de las dos métricas anteriormente descritas deben integrarse, para obtener así el estado o calidad global del fitoplancton.

En los primeros informes, el fitoplancton se clasificaba por el indicador peor, siguiendo el método de IFREMER. Este método derivaba de otro desarrollado para las aguas de producción de marisco (European Commission, 2003). Por lo tanto, era muy restrictivo con objeto de proteger la salud de los consumidores.

A partir de 2007 (aguas costeras) y 2009 (aguas de transición) se aplicó un sistema de promediado para integrar los dos indicadores, ya que tenía más sentido ecológico. Este método de integración se basaba en la asignación de valores numéricos discretos a la clase que indicaba cada métrica (1 para el estado "Muy bueno", 0,8 para "Bueno", 0,6 para "Moderado", 0,3 para "Deficiente" y 0 para "Malo"). Después, con la media aritmética de los valores asignados se podía clasificar el estado global del fitoplancton (Revilla *et al*. 2009a, 2010).

A partir del informe correspondiente a la campaña de 2011 se sigue un método de integración diferente. No se asignan valores discretos, sino que se calcula la media aritmética con los dos EQRs parciales (resultantes de cada métrica), para obtener un EQR global (CEDEX, 2011.).

Si algún EQR parcial supera el valor de 1, se ajusta a 1. Después, se clasifica la calidad del fitoplancton en cada estación de muestreo aplicando los criterios de la Tabla 7.

Por último, en cuanto a MAMM, se consideró que este elemento debe evaluarse conforme a los mismos parámetros que en masas naturales, por lo que los límites de clase son los mismos.

Categoría	Tipología	Métrica	REF	MB/B	B/Mo	Mo/D	D/M
Aguas costeras	12	Percentil 90 de clorofila-a (µg L^{-1})	1,00	1,5	3,0	4,5	6,0
		% Floraciones Cualquier taxón (a)	16,7	20	39	69	89
	12	EQR global (promedio de los EQRs de ambas métricas)		>0,755	>0,380		
Aguas de transición	8,9 y 10 (30-34 UPS)	Percentil 90 de clorofila a µg l^{-1}	2,67	4,0	8,0	12,0	16,0
		% Floraciones Cualquier taxón (b).	16,7	20	39	69	89
	8,9 y 10 (0-30 UPS)	Percentil 90 de clorofila a µg$\cdot l^{-1}$	5,33	8,0	12,0	16,0	32,0
		% Floraciones Cualquier taxón (b).	16,7	20	39	69	89
	8,9 y 10	EQR global (promedio de los EQRs de ambas métricas)		>0,755	>0,435		

[a] Aplicando un umbral de 400.000 células L^{-1} a la abundancia de cada taxón individual
[b] Aplicando un umbral de 750.000 células L^{-1} a la abundancia de cada taxón individual

Tabla 7 Aguas costeras y aguas de transición. Fitoplancton. Condiciones de referencia y límites entre clases de estado Muy bueno/bueno, bueno/moderado/deficiente y deficiente/malo.

COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DE MACROALGAS Y ANGIOSPERMAS.

Las comunidades de macroalgas y de angiospermas marinas están bien representadas en las masas de agua de transición (sobre sustratos duros y sobre sustratos blandos) y litorales (sobre sustratos duros).

El seguimiento de estas comunidades, exigida por la DMA, se debe a diversas razones, entre las que pueden incluirse: la amplia distribución geográfica de muchas de las especies, que proporcionan información comparable entre diversas áreas; responden de una manera rápida a las presiones antrópicas a las que están sometidas, especialmente en lo que se refiere a procesos de eutrofia y a alteraciones morfológicas; muchas especies de macroalgas estructuran comunidades bentónicas, en las que otras especies encuentran refugio, alimento o áreas de reproducción; existen protocolos de vigilancia que pueden servir de guía (ISO 19493:2007 ('Water quality -- Guidance on marine biological surveys of hard-substrate communities'; /www.iso.org).

En el caso del indicador biológico angiospermas se considera que no está presente de forma natural en las aguas costeras de la Demarcación.

El muestreo se lleva a cabo con periodicidad trienal, a finales de primavera (abril-junio) o verano, coincidiendo con el periodo de máximo desarrollo de la mayoría de especies vegetales. Así, los estuarios estudiados en 2002, 2005, 2008 y 2011 fueron los de Butroe, Oka, Artibai y Lea; en 2003, 2006, 2009 y 2012 fueron los de Barbadun, Nerbioi, Deba y Oria; y en el año 2004, 2007 y 2010 fueron los de Urola, Urumea, Oiartzun y Bidasoa.

El número de estaciones para el muestreo de macroalgas es variable y depende del tamaño de cada uno de los 4 estuarios muestreados anualmente (ver estaciones en la Tabla 39 del Anexo).

La determinación se lleva a cabo hasta el nivel de especie, siempre que se puede, identificando las especies según el Registro Europeo de Especies Marinas (http://www.marbef.org/data/).

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.

Sistema de evaluación. Aguas costeras

Como sistema de evaluación del estado relativo a macroalgas, para aguas costeras se utiliza el Índice de Calidad de los Fondos Rocosos o CFR (Juanes et al., 2008), aceptado oficialmente para su uso en España, e intercalibrado en Europa[7] (Aguas costeras, Grupo Geográfico de Intercalibración Atlántico Noreste).

Este método implica la obtención del sumatorio de las puntuaciones asignadas tras la valoración del porcentaje de la cobertura de poblaciones de macroalgas características, riqueza de poblaciones de macroalgas características y porcentaje de cobertura de especies oportunistas o tolerantes a la contaminación, respecto a la cobertura vegetal total (Tabla 8).

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. 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 se aplica únicamente en intermareal.

Las valoraciones se realizan 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.

La localización de las estaciones debe 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.).

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.

Los 19 puntos que componen las estaciones de aguas 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, el planteamiento de estudio en el caso de la CAPV y para aguas costeras es el siguiente.

Se realizan transectos semicuantitativos perpendiculares a la línea de costa en zonas de sustrato duro localizadas en las proximidades de las desembocaduras de los estuarios (normalmente un transecto a cada lado de la desembocadura). Los transectos cubren el rango entre la franja infralitoral y la zona supralitoral y los datos que se toman consisten en una estima semicuantitativa de la cobertura o abundancia de cada una de las especies vegetales identificadas in situ, para cada uno de los horizontes que se diferencian. Los resultados se adscriben a las estaciones costeras frente a la desembocadura, en las que se estudian otros indicadores

El índice está compuesto por bloques a evaluar independientemente (Tabla 8). 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.

Métricas	Valor	Intermareal	
		semiexpuesto	expuesto
(1) % de cobertura de macroalgas características	0,45	70-100%	50-100%
	0,35	40-69%	30-49%
	0,20	20-39%	10-29%
	0,10	10-19%	5-9%
	0,00	<10%	< 5%
(2) Riqueza de poblaciones de macroalgas características	0,20	> 5	> 3
	0,15	4 - 5	3
	0,10	2 - 3	2
	0,05	1	1
	0,00	0	0
	Valor	Intermareal	
(3) % de cobertura de especies oportunistas o tolerantes a la contaminación, respecto a la cobertura vegetal total	0,35	<10%	
	0,25	10-19%	
	0,15	20-29%	
	0,05	30-69%	
	0,00	70-100%	
Índice de Calidad de los Fondos Rocosos (CFR)	Sumatorio de 1, 2 y 3		

Tabla 8 Aguas costeras. Macroalgas. Valoración de cada bloque que compone el método de macroalgas costeras CFR.

Bloque 1 Cobertura (máximo 45 puntos): 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. 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).

A continuación 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:

Especies de macroalgas características Intermareal: Bifurcaria bifurcata, Caulacanthus ustulatus, Cladostephus spongiosus, Codium tomentosum, Corallina spp., Cystoseira baccata, Fucus spp., Gelidium latifolium, Gelidium sesquipedale, Gigartina spp., Halopteris scoparia, Laminaria ochroleuca, Laurencia spp., Leathesia difformis, Litophyllum tortuosum, Nemalion helminthoides, Pelvetia canaliculata, Porphyra sp., Saccorhiza polyschides.

Especies de macroalgas características Submareal: Calliblepharis ciliata, Cladostephus spongiosus, Codium tomentosum, Corallina spp., Cutleria multifida, Cystoseira baccata, Cystoseira tamariscifolia, Desmarestia ligulata, Dictyopteris membranacea, Dictyota dichotoma, Gelidium sesquipedale, Halidrys siliquosa, Halopithys incurvus, Halopteris filicina, Halopteris scoparia, Halurus equisetifolius, Heterosiphonia plumosa, Laminaria ochroleuca, Peyssonnelia sp., Saccorhiza polyschides, Spatoglossum solieri, Sphaerococcus coronopifolius, Taonia atomaria, Zanardinia prototypus.

Bloque 2 Riqueza (máximo 20 puntos): 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: Oportunistas (máximo 35 puntos): En este bloque se evalúa el grado de cobertura de especies oportunistas o indicadoras de contaminación presentes en la estación evaluada (listado orientativo especies

oportunistas: *Blidingia* spp., *Briopsis* spp., *Chaetomorpha* spp., *Cladophora* spp., Ectocarpales, *Enteromorpha* spp., *Ulva* spp., *Ceramium* spp). 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.

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 1 (muy buena calidad). Para macroalgas en aguas costeras (Tipología 12) y según el Índice de Calidad de los Fondos Rocosos (CFR) se han determinado las condiciones de referencia y objetivos de calidad indicados en la Tabla 9. Algunos umbrales han cambiado respecto del plan inicial, debido a que el método se ha ido adaptando a medida que se hacía la intercalibración, siendo válidos los incluidos en dicha tabla, al ser los aceptados en la intercalibración.

	Intermareal semiexpuesto	Intermareal expuesto
Condiciones de referencia		
% de cobertura de macroalgas características (%)	70-100	50-100
Riqueza de poblaciones de macroalgas características (nº)	>5	>3
% de cobertura de especies oportunistas o indicadoras de polución, respecto a la cobertura vegetal total	<10	<10
Valores del Ecological Quality Ratio (EQR)		
EQR -CFR (umbral MB/B)	≥0,84	
EQR -CFR (umbral B/Mo)	≥0,62	
EQR -CFR (umbral Mo/D)	≥0,41	
EQR -CFR (umbral D/MA)	≥0,20	

Tabla 9 Aguas costeras. Macroalgas. Tipología 12. Condiciones de referencia y escala de calidad establecida para el Índice CFR expresados como valores de Ecological Quality Ratio (EQR), para cada métrica utilizada en el método Calidad de los Fondos Rocosos (CFR). Muy Bueno (MB), Bueno (B), Aceptable (Mo), Deficiente (D) y Malo (M).

Además, aunque no se tendrá en cuenta para el cálculo del estado ecológico mientras no se complete el ciclo de tres campañas anuales que permita disponer de datos de toda la costa, se calculará también el índice RICQI (del inglés *Rocky Intertidal Community Quality Index*). Este índice, desarrollado por un equipo de investigación de Euskal Herriko Unibertsitatea/Universidad del País Vasco, con la colaboración de investigadores de AZTI-Tecnalia (Díez *et al.*, 2012) está también aceptado oficialmente para su uso en España, e intercalibrado en Europa (Aguas costeras, Grupo Geográfico de Intercalibración Atlántico Noreste).

Para el cálculo del índice se muestrean visualmente diez cuadrados (0,5×0,5 m) por punto, dispuestos a una altura de 0,5-1,3 m sobre el nivel de la bajamar máxima equinoccial. En cada cuadrado se cuantifican las coberturas vegetales y animales siguiendo la escala propuesta por Braun-Blanquet (1951) y, a continuación, se calcula la composición media por punto a partir de la cobertura mediana correspondiente a cada uno de los rangos propuestos por Braun-Blanquet. A partir de dichas coberturas se estiman las siguientes métricas (Tabla 10):

Especies indicadoras (SpBio): esta métrica consta, a su vez, de dos submétricas:

- Similaridad al estado ecológico (ESS): similaridad entre la composición media y cinco inventarios de referencia que representan comunidades correspondientes a cada uno de los cinco posibles estados (entre malo y muy bueno).
- Presencia de Cystoseira (PC).

Algas morfológicamente complejas (MCA): cobertura.

Riqueza específica (R): esta métrica consta, a su vez, de dos submétricas:

- Riqueza específica de algas (Ra).
- Riqueza específica de animales (Rf).

Cobertura animal (FC): esta métrica consta, a su vez, de tres submétricas:

- *Porcentaje de cobertura animal* (Pf): porcentaje de cobertura animal respecto a la cobertura total de la comunidad.
- Cobertura de herbívoros (Ch).
- Cobertura de suspensívoros (Cs).

Finalmente, RICQI se calcula a partir de la suma de las puntuaciones derivadas de la valoración de cada una de las métricas arriba descritas, según la Tabla 10.

	Sistema de puntuaciones de RICQI			
	ESS	Puntuación	PC	Puntuación
SpBio (ESS+PC)	Malo	0,10	Presente	0,00
	Deficiente	0,20	Ausente	-0,05
	Aceptable	0,30		
	Bueno	0,40		
	Muy Bueno	0,50		

	Sistema de puntuaciones de RICQI	
	MCA	Puntuación
MCA	0-15%	0,05
	>15-30%	0,10
	>30-45%	0,15
	>45%	0,20

	Sistema de puntuaciones de RICQI			
	Ra	Puntuación	Rf	Puntuación
R (Ra+Rf)	0-10	0,02	0-5	0,00
	>10-20	0,04	>5-10	0,01
	>20-30	0,06	>10-15	0,02
	>30-40	0,08	>15-20	0,03
	>40	0,10	>20-25	0,04
			>25	0,05

	Sistema de puntuaciones de RICQI					
	Pf	Puntuación	Ch	Puntuación	Cs	Puntuación
FC (Pf+Ch+Cs)	0-5%	0,03	0-5%	0,00	0-10%	0,05
	>5-10%	0,05	>5%	0,05	>10%	0,00
	>10-15%	0,04				
	>15-20%	0,02				
	>20-25%	0,01				
	>25%	0,00				

	Sistema de puntuaciones de RICQI				
	Malo	Deficiente	Aceptable	Bueno	Muy Bueno
EQR-RICQI	0,00-0,20	>0,20-0,40	>0,40-0,60	>0,60-0,82	>0,82-1,00

Tabla 10 Aguas costeras. Macroalgas. Tipología 12. Condiciones de referencia y escala de calidad establecida para el Índice RICQI expresados como valores de *Ecological Quality Ratio* (EQR), para cada métrica utilizada en el método *Rocky Intertidal Community Quality Index* (RICQI).

Sistema de evaluación. Aguas de transición

Los 32 puntos que componen las estaciones de aguas de transición 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, el planteamiento de estudio en el caso de la CAPV y para aguas de transición es el siguiente.

Se lleva a cabo un estudio extensivo, dividiendo el estuario en áreas más o menos homogéneas, teniendo en cuenta las características del sustrato y las fisiográficas, y por tanto se estudia en toda su superficie intermareal la distribución de macroalgas y angiospermas. En cada una de las zonas se estima la cobertura de cada especie vegetal y su recubrimiento allí donde esté presente. De este modo, se obtiene una descripción cualitativa de los pisos bionómicos que caracterizan la zonación según la metodología de la USEPA (1992)

Como sistema de evaluación del estado relativo a macroalgas, para aguas de transición no existe en Europa una metodología común que haya sido aceptada, por lo que se propone el uso de un índice multimétrico, que es el resultado del sumatorio de puntuaciones (1, 3 o 5) asociados a diferentes niveles de 4 métricas diferentes, Tabla 11. Los valores de las métricas a los que se le asigna una puntuación de 1 se corresponden con condiciones de referencia de las tipologías 8, 9 y 10.

	Puntuación		
Métrica	1	3	5
1-Riqueza de macroalgas (nº)	<1	2-5	>6
2- Porcentaje de cobertura de especies oportunistas o indicadoras de polución (%)	>70%	20%-70%	<20%
3- Porcentaje de cobertura de especies sensibles a la polución (%)	<5%	5%-30%	>30%
4-Ratio verdes/resto algas y fanerógamas	>3,1	1-3	<1

Tabla 11 Aguas de transición. Macroalgas. Métricas asociadas y valores asociados al cálculo del índice multimétrico propuesto

Para la aplicación del citado multimétrico se califican como taxones tolerantes a la contaminación: 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.*

Para la aplicación del citado multimétrico se califican como taxones 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; y se suman las coberturas de las tolerantes y sensibles.

Se aplica la Tabla 11 y la calificación final de cada estación de muestreo viene dada por la suma de los valores obtenidos por cada indicador. El índice por tanto obtiene una puntuación máxima de 20 y mínima de 4. Para determinara la clase de estado se tienen en cuenta las marcas de clase de la Tabla 12. Estos valores han sido modificados respecto al informe anterior, a partir de los estudios realizados este año, con objeto de ajustar mejor la valoración biológica

Valores del Multimétrico de Macroalgas en aguas de transición	
Muy Buena (MB)	18 a 20
Buena (B)	14 a 17
Aceptable (A)	10 a 13
Deficiente (D)	7 a 9
Mala (M)	4 a 6
Valores del Ecological Quality Ratio (EQR)	
Umbral MB/B	>0,813
Umbral B/A	>0,563
Umbral A/D	>0,322
Umbral D/M	>0,188

Tabla 12 Aguas de transición. Macroalgas. Límites de clase establecidos.

Teniendo en cuenta que en un estuario hay muchas zonas de estudio de macroalgas, se asigna a cada estación de control de la Tabla 36 del Anexo las diferentes áreas de estudio de macroalgas. La calificación que a partir del estudio de macroalgas se traslada a la estación se obtiene mediante el cálculo de un valor ponderado por la longitud del tramo y el uso de unos valores de equivalencia (Tabla 13). El valor global se calcula multiplicando la equivalencia de cada tramo por el tanto por uno de cada uno y sumando todos. El total da un valor cuya calificación final viene dada por la valoración (Tabla 14).

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.

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

Tabla 13 Límites de clase establecidos para las clases de calidad biológica. Valoración tramo (Macroalgas).

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						5,51
Calificación						Aceptable

Tabla 14 Ejemplo de evaluación de un tramo a partir de los resultados obtenidos en varias zonas de muestreo de macroalgas.

En lo referente a las MAMM, de acuerdo al Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental, las masas de aguas de transición incluidas en dicha categoría presentan condiciones hidromorfológicas que limitan notablemente la presencia de hábitats intermareales (necesarios para el desarrollo de comunidades de macroalgas). Por tanto, no se plantean objetivos medioambientales para este grupo biológico en las MAMM.

Sin embargo, se aplicará la misma metodología que en el resto de masas de agua de transición, aunque los resultados obtenidos no se vayan a tener en cuenta para la calificación global de la masa de agua.

1.3.2 ELEMENTOS DE CALIDAD FISICOQUÍMICOS

Dentro de este grupo de indicadores para la evaluación del estado o potencial ecológico de las aguas superficiales (aguas de transición y costeras) se toman en consideración elementos de calidad fisicoquímicos tales como la transparencia, las condiciones térmicas y de oxigenación, salinidad y nutrientes; y las sustancias indicadas en el Anexo II del Real Decreto 60/2011

Asimismo se refiere a las sustancias indicadas en el Anexo I del Real Decreto 60/2011 que se toman como normas de calidad de aplicación al Plan Hidrológico de la Demarcación Cantábrico Oriental, para la evaluación del estado químico.

Por otro lado, también se han realizado actividades relativas al control de sedimentos y biomonitores.

AGUAS. CONDICIONES GENERALES.

En el caso de aguas de transición y aguas costeras, la DMA establece en cuanto a condiciones generales que son objeto de análisis las condiciones térmicas, las condiciones de oxigenación, la transparencia, la salinidad, el estado de acidificación y las condiciones en cuanto a nutrientes.

Según la DMA el componente con mayor peso en la determinación del estado ecológico son los elementos biológicos mientras que el componente físico-químico participa en la discriminación entre estados Muy bueno y Bueno y estados Bueno y Moderado (Figura 1).

Quizás uno de los apartados que más merece ser comentado es el relativo a la clasificación del estado físico-químico basado en condiciones generales, 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.

En relación con los análisis de los indicadores fisicoquímicos en aguas de transición y costeras se dispone de protocolos de seguimiento y análisis bien establecidos y estandarizados internacionalmente como los propuestos por ISO (ISO 5667-1:1980 “Water quality - Sampling - Part 1: Guidance on the design of sampling programmes”; norma ISO 5667-2:1991 “Water quality - Sampling - Part 2: Guidance on sampling techniques”; www.iso.org.), por OSPAR (JAMP Eutrophication Monitoring Guidelines: Chlorophyll a in Water; www.ospar.org.) y por ICES (Kirkwood, 1996).

En relación con aguas de transición y costeras en 2012 se han analizado un total de 16 estaciones de litoral y 32 estaciones de estuario en la que se toman muestras de aguas. De igual forma se cuenta con tres estaciones de control en la plataforma litoral con el fin de que en la CAPV se vaya teniendo información para adaptarse a la Directiva de la Estrategia Marina Europea (Anexo, Tabla 36).

La frecuencia de control de los indicadores fisicoquímicos asociados a condiciones generales tiene carácter trimestral estacional. En aguas de transición la determinación es tanto en pleamar como en bajamar en aguas de superficie; y en aguas costeras se determinan en fondo y superficie.

En la Tabla 15 se resumen los métodos analíticos de las variables asociadas a condiciones generales.

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 temperatura, 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 15 Variables objeto de estudio. Condiciones generales de aguas. Resumen de características.

Siguiendo normas ISO, el muestreo se realiza un perfil continuo desde la superficie hasta el fondo a una tasa de adquisición de 2 datos por segundo mediante una sonda hidrográfica (CTD), midiendo temperatura, pH, salinidad, oxígeno disuelto, concentración de clorofila a (a partir de medidas de fluorescencia), y el porcentaje de transmisión de la luz. En las estaciones de transición, excepto las dos últimas variables, el resto se mide con una sonda YSI. Además se mide la temperatura del aire y la profundidad de visión del disco de Secchi. Para realizar la analítica en laboratorio se toman muestras de agua con botellas oceanográficas Niskin de 5 l hasta obtener el volumen necesario para la totalidad de las determinaciones a realizar.

Para la medición de la concentración de los nutrientes disueltos (amonio, nitrito, nitrato, ortofosfato y silicato) se utilizan metodologías colorimétricas. La determinación de nitrógeno total se realiza como nitrato tras oxidación caliente con persulfato potásico. La determinación del fósforo total se realiza como ortofosfato (ver arriba) tras someter a la muestra original a oxidación con persulfato en medio ácido. La turbidez se mide con un turbidímetro calibrado con patrones de formazina en la escala NTU.

Para las masas de agua de transición y aguas costeras el planteamiento en cuanto a la valoración de las condiciones fisicoquímicas generales tiene en consideración las propiedades ópticas (turbidez y concentración de sólidos en suspensión), condiciones de oxigenación (porcentaje de saturación de oxígeno) y condiciones relativas a los nutrientes (amonio, nitrato, y fosfato). Así se ha desarrollado el índice de calidad del estado físico-químico (IC-EFQ), asimilable a EQR.

Partiendo de las tipologías establecidas para aguas de transición, se ha profundizado 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 de tal forma que se asignaron tramos en función de la salinidad (Sistema Venecia, 1959: Tramo oligohalino (0-5 UPS), mesohalino (5-18 UPS), polihalino (18-25), euhalino (30-34 UPS) y euhalino mar o costa (>34 UPS).

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. Por ello, Bald *et al.* (2005) desarrollaron una propuesta metodológica basada en técnicas de análisis multivariante, concretamente el Análisis Factorial (AF), para la determinación del estado físico-químico de las aguas superficiales costeras y de transición de la CAPV.

Así, se llevó a cabo un AF mediante el método de las componentes principales como método de extracción, incluyendo en dicho análisis los valores de superficie, tanto en pleamar como bajamar de las diversas estaciones de muestreo tanto estuáricas como litorales con sus respectivas referencias. Dichas estaciones de muestreo comprendían todos los datos disponibles para cada una de las variables empleadas entre 1994 y 2012.

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, para obtener una interpretación más sencilla del resultado

obtenido por el análisis factorial, éste fue previamente transformado mediante el sistema de rotación "varimax".

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

Como condiciones de referencia se han empleado las señaladas en la Tabla 16. En la misma tabla se pueden observar los objetivos de calidad definidos en 2009 (umbral Bueno-Moderado y umbral Muy Bueno – Bueno). El cumplimiento del objetivo se determina eliminando grandes avenidas y tomando la media de los datos obtenidos para cada estación de muestreo en la correspondiente anualidad, en este caso 2012. Si se supera el objetivo de calidad, no cumple.

	Tramo salino	Sólidos en suspensión ($mg \cdot l^{-1}$)	Turbidez (NTU)	Saturación de Oxígeno (%)	Amonio ($\mu mol \cdot l^{-1}$)	Nitrato ($\mu mol \cdot l^{-1}$)	Fosfato ($\mu mol \cdot l^{-1}$)
Condiciones de referencia de Muy Buen estado	Oligohalino (0-5 USP)	30	5	81,57	5,69	78,71	1,29
	Mesohalino (5-18 USP)			86,57	4,69	58,71	1,06
	Polihalino (18-30 USP)			93,71	3,26	30,14	0,73
	Euhalino (30-34 USP)			98,28	2,34	11,86	0,52
	Costa (>34 USP)			99,71	2,06	6,14	0,45
Condiciones de referencia de Muy Mal estado	Oligohalino (0-5 USP)	150	150	41,57	63,41	218,93	14,13
	Mesohalino (5-18 USP)			46,57	50,41	163,03	10,58
	Polihalino (18-30 USP)			53,71	31,84	83,17	5,51
	Euhalino (30-34 USP)			58,28	19,96	32,06	2,27
	Costa (>34 USP)			59,71	16,24	16,09	1,25
Objetivos de calidad : umbral Bueno/Moderado	Oligohalino (0-5 USP)	≤70	≤11	≥66	≤28	≤132	≤6,2
	Mesohalino (5-18 USP)	≤70	≤11	≥71	≤22	≤98	≤4,7
	Polihalino (18-30 USP)	≤60	≤9	≥79	≤14	≤50	≤2,5
	Euhalino (30-34 USP)	≤50	≤7	≥83	≤9	≤18	≤1,1
	Costa (>34 USP)	≤40	≤5	≥85	≤7	≤8	≤0,7
Objetivos de calidad : umbral Muy Bueno/Bueno	Oligohalino (0-5 USP)	≤60	≤10	≥79	≤12,5	≤80	≤2,30
	Mesohalino (5-18 USP)	≤60	≤10	≥82	≤11	≤61	≤1,80
	Polihalino (18-30 USP)	≤50	≤8	≥88	≤7	≤33	≤1,00
	Euhalino (30-34 USP)	≤40	≤6	≥92	≤5	≤15	≤0,60
	Costa (>34 USP)	≤35	≤5	≥95	≤3,5	≤7	≤0,55

Tabla 16 Valores de las diferentes variables para cada una de las referencias de muy buen y mal estado físico-químico. Objetivos de calidad (umbral Bueno/Moderado) y umbral Muy Bueno/Bueno para cada variable y tramo halino.

Como se puede ver en la Tabla 17, el 82% de la variabilidad del sistema se encuentra explicada por los tres primeros factores del AF realizado, siendo el primer factor, el principal, al reunir el sólo un 47 % de la variabilidad total.

En la Tabla 18, se puede observar el peso de cada variable con respecto a cada uno de los tres factores extraídos.

Factor nº	Valor propio	% de Varianza	% Acumulativo
1	2,86	47,77	47,77
2	1,23	20,50	68,27
3	0,82	13,76	82,04
4	0,50	8,42	90,46
5	0,35	5,87	96,33
6	0,21	3,66	100,00

Tabla 17 Valores propios para cada uno de los 6 factores extraídos mediante el método de componentes principales. Asimismo se detalla el porcentaje de varianza explicado por cada factor, así como el porcentaje de varianza acumulado entre todos los factores extraídos.

Variable	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5	Factor 6
% Saturación de oxígeno.	-0,15	-0,04	**0,97**	-0,02	-0,07	-0,13
NH_4-H ($\mu mol \cdot l^{-1}$)	**0,90**	0,23	-0,17	0,07	0,09	0,28
NO_3-N ($\mu mol \cdot l^{-1}$)	0,23	**0,91**	-0,04	0,10	0,21	0,22
PO_4-P ($\mu mol \cdot l^{-1}$)	0,44	0,32	-0,22	0,05	0,11	**0,79**
Turbidez (NTU)	0,09	0,20	-0,08	0,28	**0,92**	0,08
Sólidos en suspensión ($mg \cdot l^{-1}$)	0,06	0,08	-0,02	**0,96**	0,25	0,03

Tabla 18 Valores propios para cada uno de los 6 factores extraídos mediante el método de componentes principales. Asimismo se detalla el porcentaje de varianza explicado por cada factor, así como el porcentaje de varianza acumulado entre todos los factores extraídos.

El primer factor se encuentra asociado al amonio, pudiendo identificarse como el principal eje de afección antrópica, debida al vertido de aguas residuales urbanas e industriales que llevan asociadas elevadas concentraciones de este nutriente (Graneli, 1987; Balls, 1992; Borkman y Turner, 1993; Kennish, 1997). El segundo factor, en el que el nitrato adquiere gran peso, representa la descarga del río, mientras que el tercer factor, en el que el porcentaje de saturación de oxígeno adquiere gran peso, se asocia a las condiciones de oxigenación de las aguas de transición.

Las variables relacionadas con las propiedades ópticas de las aguas (sólidos en suspensión y turbidez) se encuentran asociadas al cuarto y quinto factor del AF respectivamente, mientras que el fosfato se asocia al sexto. Estas últimas variables adquieren una importancia menor al estar en relación con factores que explican un porcentaje menor de la variabilidad total del sistema.En la Figura 2 y en la Figura 3 se puede ver la disposición de las estaciones de muestreo en relación con los tres primeros factores extraídos en el análisis factorial realizados, así como en el peso de las variables contempladas en el análisis con relación a cada factor extraído.

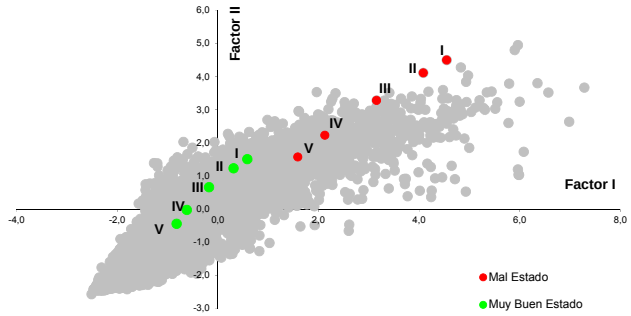


Figura 2 Disposición de las estaciones de la Red de Calidad junto con sus respectivas referencias de mal y muy buen estado físico-químico en relación con el primer y segundo factor del análisis factorial realizado. Se indica asimismo la posición de las respectivas referencias. Clave: I = tramo oligohalino; II = tramo mesohalino; III = tramo polihalino; IV = tramo euhalino estuárico y V = tramo euhalino mar.

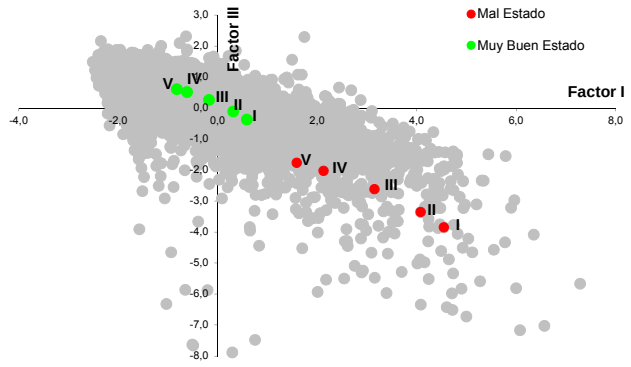


Figura 3 Disposición de las estaciones de la Red de Calidad junto con sus respectivas referencias de mal y muy buen estado físico-químico en relación con el primer y tercer factor del análisis factorial realizado. Se indica asimismo la posición de las respectivas referencias. Clave: I = tramo oligohalino; II = tramo mesohalino; III = tramo polihalino; IV = tramo euhalino estuárico y V = tramo euhalino mar.

De acuerdo con el resultado obtenido, en el segundo cuadrante de las Figura 2 y Figura 3 se situarían aquellas estaciones afectadas de forma más significativa por el vertido de aguas residuales asociadas a la descarga de los ríos, dando lugar a valores altos de amonio y condiciones de oxigenación reducidas debido a la generación de procesos de eutrofia asociados al enriquecimiento en nutrientes provocado por dichos vertidos. En el caso contrario (tercer y cuarto cuadrante), se sitúan aquellas estaciones menos afectadas por la descarga de aguas residuales, presentando una menor concentración de amonio y en consecuencia unas condiciones de oxigenación mejores.

Incrementos en la concentración de nutrientes disueltos en las aguas estuáricas y costeras (Angelidis et al., 1995; Billen et al., 2001) se han descrito en relación con grandes áreas urbanas (Scanes y Philip, 1995) y el uso del suelo para la agricultura (Bell, 1991), dando lugar a la posibilidad de generación de proliferaciones algales (Chapelle et al., 1993; Bell, 1991; Hallegraeff, 1992) y en consecuencia eutrofización y descenso en los niveles de oxigenación de las aguas (Malone et al., 1996; Wassmann, 1990) con el consiguiente efecto sobre las comunidades biológicas (Díaz y Rosemberg, 1995; Karlson et al., 2002; Ringwood y Keppler, 2002).

Así, siguiendo la metodología aplicada en los últimos años Así, siguiendo la metodología aplicada en los últimos años (Borja *et al.,* 2009c) y con el fin de obtener un valor único del estado físico-químico para cada estación de muestreo y año, a partir del valor de EQR de las cuatro campañas realizadas en 2012 con sus respectivos valores de pleamar y bajamar, se llevó a cabo el cálculo del percentil 25 como valor del estado físico-químico de una estación de muestreo para 2012. Este EQR y el método utilizado lo hemos llamado índice de calidad del estado físico-químico (IC-EFQ).

En el caso de las condiciones fisicoquímicas generales, siguiendo las recomendaciones del grupo REFCOND, se han planteado umbrales muy buen estado/ buen estado (IC-EFQ 0,83) y de buen estado/moderado (IC-EFQ 0,62). Así como objetivo ambiental se considera que un valor EQR de 0,62 o superior implica un resultado de condiciones fisicoquímicas aptas para que se dé un buen estado ecológico. Tomando el valor de EQR igual a 0,62, se han determinado los valores individuales necesarios para alcanzar el buen estado (Tabla 16); y por tanto se deben considerar como objetivos de calidad. Para los sólidos en suspensión se han mantenido como muy buen estado los 30 $mg \cdot L^{-1}$ para todos los tramos salinos, sin embargo, los límites entre el Muy Bueno/Bueno y Bueno/Moderado, se ha escalado entre el Muy Buen y Mal estado.

Se plantea que el grado de cumplimiento de los objetivos ambientales propuestos para las condiciones

fisicoquímicas generales en aguas de transición y costeras sea tal que realizándose un muestreo al menos trimestral o estacional, el 75% de las muestras recogidas durante un año se encuentren dentro de los umbrales establecidos. El cumplimiento del objetivo se determina eliminando grandes avenidas y tomando la media de los datos obtenidos para cada estación de muestreo en la correspondiente anualidad.

AGUAS. SUSTANCIAS PRIORITARIAS Y OTROS CONTAMINANTES

En el Anexo I del Real Decreto 60/2011 se establecen las NCA para sustancias prioritarias y para otros contaminantes que se definen como sustancias que presenta un riesgo significativo para el medio acuático comunitario, o a través de él, incluidos los riesgos de esta índole para las aguas utilizadas para la captación de agua potable, y reguladas a través del artículo 16 de la DMA. Entre estas sustancias se encuentran las sustancias peligrosas prioritarias. La relación de sustancias prioritarias figura en el anexo I de este real decreto.

Por tanto, las normas de calidad ambiental indicadas en el Anexo I del Real Decreto 60/2011 y los requerimientos que esta impone se toman como normas de calidad de aplicación al Plan Hidrológico de la Demarcación Cantábrico Oriental, para la evaluación del estado químico de las aguas superficiales.

En relación con aguas de transición y costeras en 2012 se han analizado un total de 16 estaciones de litoral y 32 estaciones de estuario en la que se toman muestras de aguas. De igual forma se cuenta con tres estaciones de control en la plataforma litoral con el fin de que en la CAPV se vaya teniendo información para adaptarse a la Directiva de la Estrategia Marina Europea (Anexo, Tabla 36).

En 2007, en aguas de transición y costeras se redujeron las sustancias preferentes analizadas, limitándolas a aquellas que se había demostrado que presentaban valores que pueden ser nocivos o que superaban los objetivos de calidad. En relación con contaminantes preferentes en la edición de 2012 se ha realizado el control de las sustancias indicadas en la Tabla 19 donde se resumen de las características de las variables consideradas en 2012 como sustancias prioritarias y otros contaminantes.

Se define Norma de Calidad Ambiental (NCA) como la concentración de un determinado contaminante o grupo de contaminantes en el agua, los sedimentos o la biota, que no debe superarse en aras de la protección de la salud humana y el medio ambiente. Este umbral puede expresarse como Concentración Máxima Admisible (NCA-CMA) o como Media Anual (NCA-MA)

En la Tabla 20 se muestran los valores de las NCA de las sustancias analizadas en el marco de este proyecto.

Variables	Medición / determinación aguas	Límite Cuantificación ($\mu g\ l^{-1}$)	Observaciones
Cadmio	Técnica del ICP-MS-ORC	0,02-0,05	E-N17, E-N20, E-D10, E-OI15, L-UR20
Níquel		1-2	E-N17, E-N20, E-D10, E-OI15, L-UR20
Plomo		1-2	E-N17, E-N20, E-D10, E-OI15, L-UR20
Mercurio	Fluorescencia atómica	0,01	E-N17, E-N20, E-D10, E-OI15, L-UR20
PAHs	Extracción mediante la técnica SBSE (Stir Bar Sorptive Extraction) acoplada a Cromatografía de Gases y Espectrometría de. Masas (GC/MS)	0,0005 -0,01	
DDTs		0,001-0,01	E-N17, E-N20
Hexaclorociclohexano		0,001-0,01	E-N17, E-N20
Aldrín, Dieldrín		0,001-0,01	E-N17, E-N20
Isodrín		0,001-0,01	E-N17, E-N20

Tabla 19 Sustancias prioritarias y otros contaminantes en 2012. En las observaciones se indican las estaciones en las que se muestrean mensualmente algunas sustancias prioritarias, en la red operativa.

Nº		Sustancia	Nº: Chemical Abstracts Service.	Otras aguas superficiales		Límite de Cuantificación
				NCA-MA	NCA-CMA	
(9ter)	c	DDT total i (suma de los isómeros 1,1,1-tricloro-2,2-bis-(p-clorofenil)-etano (no CAS 50 29 3); 1,1,1-tricloro-2-(o-clorofenil)-2-(pclorofenil)- etano (no CAS 789 02 6); 1,1-dicloro-2,2-bis-(p-clorofenil)-etileno (no CAS 72 55 9); y 1,1-dicloro-2,2-bis-(pclorofenil)-etano (no CAS 72 54 8)	NA	0,025	NA	0,001-0,01*
		p,p-DDT	50-29-3	0,01	NA	0,001-0,01*
(18)	b	Hexaclorociclohexano (HCH)	608-73-1	0,002	0,02	0,001-0,01*
(28)	b	Benzo(a)pireno	50-32-8	0,05	0,1	0,01
		Benzo(b)fluoranteno	205-99-2	Σ =0,03	NA	0,0005-0,01 *
		Benzo(k)fluoranteno	207-08-9			
		Benzo(g,h,i)perileno	191-24-2	Σ =0,002	NA	0,0005-0,01 *
		Indeno(1,2,3-cd)pireno	193-39-5			
(2)	b	Antraceno	120-12-7	0,1	0,4	0,01
(6)	b	Cadmio y sus compuestos. (en función de cinco clases de dureza del agua Clases de dureza: clase I:< 40; clase II: 40 a <50; clase III: 50 a <100; clase IV: 100 a <200; clase V: ≥50) (dureza en mg Ca CO3/l))	7440-43-9	0,2	≤ 0,45 (I); 0,45 (II); 0,6 (III); 0,9 (IV); 1,5 (V)	0,02-0,05*
(15)	a	Fluoranteno	206-44-0	0,1	1	0,01
(20)	a	Plomo y sus compuestos	7439-92-1	7,2	NA	1-2*
(21)	b	Mercurio y sus compuestos	7439-97-6	0,05	0,07	0,01
(22)	a	Naftaleno	91-20-3	1,2	NA	0,05
(23)	a	Níquel y sus compuestos	7440-02-0	20	NA	1-2*
(9bis)	c	Plaguicidas de tipo ciclodieno En el caso de Plaguicidas de tipo ciclodieno incluye la suma de Aldrín (no CAS 309-00-2), Dieldrín (no CAS 60-57-1), Endrín (no CAS 72-20-8), Isodrin (no CAS 465-73-6).		□ =0,005	NA	0,001-0,01*

Tabla 20 Real Decreto 60/2011. Anexo I. Normas de calidad ambiental (NCA). Concentraciones en µg/l. (a- Prioritaria, b- Peligrosa prioritaria, c- Otros contaminantes, NA: no aplicable). Sustancias controladas en agua. 2012; * rango de valores de límite de cuantificación en 2012.

Se analizan los siguientes congéneres del grupo hidrocarburos policíclicos aromáticos (PAHs): 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.

Se analizan los siguientes congéneres del grupo DDTs: p-p'DDE, p-p'DDD y p-p'DDT.

Se analizan los siguientes congéneres del grupo Hexaclorociclohexano: α-HCH y γ-HCH.

Con excepción del cadmio, plomo, mercurio y níquel, las NCA establecidas en el Anexo I del *Real Decreto 60/2011* y las concentraciones determinadas en el presente proyecto se expresan como concentraciones totales en toda la muestra de agua. En el caso de estas sustancias, la NCA se refiere a la concentración disuelta, es decir, en la fase disuelta de una muestra de agua obtenida por filtración a través de membrana de 0,45 µm.

La frecuencia de control de estos indicadores fisicoquímicos es semestral. En aguas de transición la determinación es tanto en pleamar como en bajamar en aguas de superficie; y en aguas costeras se determinan en superficie independientemente de la marea.

En estaciones asociadas a cinco masas de agua que se identificaron como en riesgo de incumplir objetivos medioambientales por la presencia de sustancias preferentes se ha establecido que el muestreo sea mensual (red operativa).

Atendiendo a lo indicado en Apartado B de anexo I del Real Decreto 60/2011 (Aplicación de las Normas de Calidad Ambiental establecidas en la parte A:

- Una masa de agua superficial cumple la NCA-MA cuando la media aritmética de las concentraciones medidas distintas veces durante el año, en cada punto de control representativo de la masa de agua, no excede de la norma.
- Una masa de agua superficial cumple la NCA-CMA cuando la concentración medida en cualquier punto de control representativo de la masa de agua no supera la norma.

El Real Decreto 60/2011, en el apartado B de los anexos I y II, establece la aplicación de las normas de calidad ambiental establecidas en la parte A de cada anexo. Por tanto, la valoración del cumplimiento de la NCA expresada como media anual (NCA-MA) y concentración máxima (NCA-CMA) admisible se realizará

con arreglo a los criterios previstos en la Directiva 2009/90/CE. Para la evaluación de cumplimiento de NCA y por tanto para determinar el estado químico como bueno o como que no alcanza el buen estado se sigue el siguiente procedimiento.

Si una sustancia está en todos los muestreos de un año por debajo del límite de detección, se considera que no se superan los valores de NCA-MA ni el de NCA-CMA y por tanto alcanza el buen estado químico. (limitaciones analíticas)

Si una sustancia está en algunos muestreos de un año por debajo del límite de detección y en otros muestreos por encima del límite de detección, se calcula un Promedio Anual de Punto de Control (PAPC) y el Valor Máximo del Punto de Control (VMPC). En particular en lo referente al cálculo de los valores medios se debe destacar que atendiendo al apartado B del anexo del Real Decreto 60/2011:

- Si las cantidades de los mensurandos fisicoquímicos o químicos de una muestra determinada son inferiores al límite de cuantificación, los resultados de la medición se fijarán en la mitad del valor del límite de cuantificación correspondiente para el cálculo de los valores medios.
- Si un valor medio calculado de los resultados de la medición a que se refiere el apartado anterior es inferior a los límites de cuantificación, el valor se considerará «inferior al límite de cuantificación».
- El apartado primero no se aplicará a los mensurandos que sean sumas totales de un grupo determinado de parámetros fisicoquímicos o mensurandos químicos, incluidos sus productos de metabolización, degradación y reacción pertinentes. En estos casos, los resultados inferiores al límite de cuantificación de las distintas sustancias se fijarán en cero.

Por otro lado para el cálculo de los valores medios se ha tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- En el cálculo de sumatorio de concentraciones de plaguicidas de tipo ciclodieno se incluyen: Aldrín (nº CAS: 309-00-2), Dieldrín (nº CAS: 60-57-1) e Isodrín (nº CAS: 465-73-6). No se incluye en este sumatorio la concentración de Endrín (nº CAS: 72-20-8).
- En el cálculo de sumatorio de concentración de DDT total se incluyen los isómeros: 1,1,1-tricloro-2,2-bis-(p-clorofenil)-etano (nº CAS 50-29-3) (p,p'-DDT); 1,1-dicloro-2,2-bis-(p-clorofenil)-etileno (nº CAS 72-55-9) (p,p'-DDE); y 1,1-dicloro-2,2-bis-(pclorofenil)-etano (nº CAS 72-54-8) (p,p'-DDE). No se incluye en este sumatorio la concentración de 1,1,1-tricloro-2-(o-clorofenil)-2-(pclorofenil)-etano (nº CAS 789-02-6) (o,p'-DDT).
- El cálculo de la concentración de hexaclorociclohexano (nº CAS 608-73-1) se realiza con el sumatorio de los isómeros alfa-hexaclorociclohexano (nº CAS 319-84-6) y gamma-hexaclorociclohexano (nº CAS 58-89-9) (lindano).

Una vez calculado el PAPC y el VMPC, si se supera el NCA-MA o la NCA-CMA, se considera que no se alcanza el buen estado químico. En caso contrario se considera que se alcanza el buen estado químico.

AGUAS. CONTAMINANTES PREFERENTES

En el Anexo II del Real Decreto 60/2011 se establecen las NCA para sustancias preferentes que se definen como contaminantes que presentan un riesgo significativo para las aguas superficiales españolas debido a su especial toxicidad, persistencia y bioacumulación o por la importancia de su presencia en el medio acuático.

Para la consecución del objetivo de buen estado o buen potencial ecológico las concentraciones de contaminantes, distintos a los recogidos en el anexo I del Real Decreto 60/2011, deben cumplir las NCA y en particular las sustancias preferentes cumplen las NCA establecidas en el anexo II de este real decreto.

En relación con aguas de transición y costeras en 2012 se han analizado un total de 16 estaciones de litoral y 32 estaciones de estuario en la que se toman muestras de aguas. De igual forma se cuenta con tres estaciones de control en la plataforma litoral con el fin de que en la CAPV se vaya teniendo información para adaptarse a la Directiva de la Estrategia Marina Europea (Anexo, Tabla 36).

En 2007, en aguas de transición y costeras se redujeron las sustancias preferentes analizadas, limitándolas a aquellas que se había demostrado que presentaban valores que pueden ser nocivos o que superaban los objetivos de calidad.

En relación con contaminantes preferentes en la edición de 2012 solo se ha realizado el control de zinc y cobre.

La frecuencia de control de estos indicadores fisicoquímicos es semestral. En aguas de transición la determinación es tanto en pleamar como en bajamar en aguas de superficie; y en aguas costeras se determinan en superficie independientemente de la marea.

En estaciones asociadas a cinco masas de agua que se identificaron como en riesgo de incumplir objetivos medioambientales por la presencia de sustancias preferentes se ha establecido que el muestreo sea mensual. Sin embargo ni zinc y cobre estaban entre las sustancias problemáticas.

Las concentraciones de estos contaminantes preferentes se evalúan en cada estación para consignar tres estados: (i) muy buen estado, (ii) buen estado o (iii) estado aceptable.

En el caso de los contaminantes preferentes no sintéticos se considera que no alcanzan el muy buen estado físico-químico cuando algún contaminante supera un 15% el valor de fondo en más de un 50% de las campañas de muestreo. En la presente campaña se han evaluado cobre y zinc como contaminantes específicos no sintéticos. Los límites de fondo de metales (Tabla 21) se calcularon tanto para las aguas de transición como para las costeras (Tueros *et al*., 2008).

		Tramo salino	Cobre ($\mu g\ l^{-1}$)	Zinc ($\mu g\ l^{-1}$)
Aguas de transición	Umbral o niveles de fondo	Dulce	5,8	38
		Oligohalino	4,4	61
		Mesohalino	4,8	56
		Polihalino	3,8	55
		Euhalino	3,5	47
	NCA-MA		25	60
Aguas costeras	Umbral o niveles de fondo	Euhalino	2,7	27
	NCA-MA		25	60

Tabla 21 Niveles de fondo y NCA-MA de Cobre y Zinc en masas de agua de transición y en masas de agua costeras.

En el caso de los contaminantes específicos sintéticos se considera que no alcanzan el muy buen estado cuando se detecta la presencia de algún contaminante en más de un 15% de las campañas. En la presente campaña no se han evaluado contaminantes específicos sintéticos.

El límite de las clases de buen estado y estado aceptable coincide con las normas de calidad establecidas como promedio anual de concentración y recogidas en la Tabla 21 (anexo II del Real Decreto 60/2011). Para la evaluación de cumplimiento de NCA y por tanto para determinar si se puede diagnosticar buen estado ecológico es el mismo que el indicado en el apartado “Aguas. Sustancias prioritarias y otros contaminantes”.

La metodología analítica utilizada fue la misma que en 2002 (ver el Tomo 1 en Borja *et al.*, 2003). En la Tabla 22 un resumen de las características de las variables consideradas en 2012 como contaminantes preferentes. También se analizan con la misma intensidad de muestreo cromo, manganeso y hierro aunque no se consideran para la evaluación de estado ecológico ni para determinar estado químico.

Variables	Medición / determinación aguas	Límite Cuantificación
Cobre	Técnica del ICP-MS-ORC	1-2 $\mu g\ l^{-1}$
Zinc		1-2 $\mu g\ l^{-1}$
Manganeso		1 $\mu g\ l^{-1}$
Hierro		2 $\mu g\ l^{-1}$
Cromo		1-2 $\mu g\ l^{-1}$

Tabla 22 Contaminantes preferentes. 2012.

SEDIMENTOS

La frecuencia de control de sedimentos tiene carácter anual para el conjunto de estaciones asociadas a aguas de transición y costeras (total 51). Los parámetros determinados y los métodos analíticos usados se muestran en la Tabla 23.

La determinación de estos parámetros en las campañas anteriores a 2012, fueron analizados según la metodología descrita por Borja *et al.* (2011).

Con objeto de que el análisis de las muestras de sustancias prioritarias estuviera acreditado, este año se han realizado dichos análisis en Investigación y Proyectos Medio Ambiente S.L. (IPROMA), habiendo cambiado los límites de detección y algunos métodos de análisis respecto a años precedentes.

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			
Mercurio			
Carbono Orgánico	Analizador elemental (HCN)	0,05 mol/kg	En la fracción fina (<63 µm)
Nitrógeno Orgánico		0,01 mol/kg	
PAHs	Extracción (sobre el sedimento total) y Cromatografía de Gases	10 µg/kg	
PCBs		1 µg/kg	
DDTs		1 µg/kg	
Hexaclorociclohexano		1 µg/kg	
Hexaclorobenceno		1 µg/kg	
Aldrín, Dieldrín, Endrín, Isodrín		1 µg/kg	

Tabla 23 Indicadores de contaminación específica en sedimentos en aguas de transición y costeras, en 2012. Para la metodología detallada véase Larreta *et al*. (2012, 2013).

Granulometría: El análisis granulométrico de las muestras de sedimento superficial se realizó utilizando las técnicas de (i) tamizado en seco, para las muestras con bajo contenido en arcillas y limos y, en el resto de las muestras, (ii) tamizado en húmedo de la fracción mayor de 2000 µm (fracción gravosa) y análisis en húmedo por difracción de láser de la fracción menor de 2000 µm.

El tamizado en seco del sedimento se realizó en submuestras siguiendo las recomendaciones de Folk (1974). Las submuestras fueron extraídas de forma representativa siguiendo el método de coneo y cuarteo para reducir a la cantidad adecuada para su análisis (Jackson, 1958). Para evitar la presencia de sales que pueden provocar la formación de agregados, se realizaron dos lavados previos al tamizado. Cada lavado consistió en la adición de un litro de agua dulce a cada submuestra con un período de decantación de 24 horas. El secado se realizó durante 24 horas a 105ºC. El tamizado se realizó en una tamizadora electromecánica RETSCH AS 200 digit durante 15 minutos y una amplitud de 50 unidades. Se utilizó una batería de trece tamices de red metálica RETSCH (DIN-ISO 3310/1) de acero inoxidable con una resolución 0,5 Phi (*i.e*., 63, 90, 125, 180, 250, 355, 500, 710, 1000, 1400, 2000, 2800 y 4000 µm de tamaño de luz de malla), según la escala geométrica de Wentworth (Krumbein y Sloss, 1969). Las distintas fracciones fueron pesadas para poder realizar la caracterización de la distribución granulométrica según Folk (1974).

El análisis en húmedo por difracción de láser se realizó con un analizador de tamaño de partículas por difracción de láser Beckman Coulter LS 13 320 (utilizando el modelo matemático de Fraunhofer, y con tratamiento por ultrasonidos).

El contenido en **materia orgánica** del sedimento se estimó por medida de la pérdida de peso por ignición. Se tomaron 30 g de sedimento secado previamente a 105ºC (convenientemente homogeneizado para evitar agregaciones y heterogeneidad) y se calcinaron a 450ºC durante 6 horas. La diferencia entre peso seco y calcinado se tomó como índice del contenido en materia orgánica del sedimento (Dean, 1974).

El **potencial redox** se determinó mediante un electrodo combinado de platino ORION 977800, con referencia interna, conectado a un pH-metro/milivoltímetro digital ORION 710A y calibrado con un sistema redox patrón. Los valores de potencial redox indicados en este informe han sido convertidos a valores de electrodo de hidrógeno (Eh) siguiendo a Langmuir (1971).

La cantidad de **carbono y nitrógeno orgánico** se ha determinado en la fracción limo arcillosa (<63µm) de la muestra. Con objeto de aplicar una metodología normalizada para todos los tipos de sedimentos y hacer comparables los resultados, se siguió el siguiente procedimiento de análisis:

- Una submuestra en la que se ha eliminado por gravedad la mayor parte de las aguas intersticiales, se seca y se somete a un tamizado en seco, recogiéndose la fracción inferior a 63 µm. Esta fracción generalmente concentra la mayor parte de la materia orgánica particulada.
- En esta fracción se determina el carbono y el nitrógeno orgánicos mediante un analizador elemental PERKIN-ELMER 2400. La cantidad de muestra a analizar se estima a partir de los datos obtenidos en análisis de materia orgánica por ignición, de modo que no sea ni excesivamente pequeña, con lo que daría resultados poco representativos, ni excesivamente grande, de modo que pudiera saturarse el circuito. La temperatura del horno de combustión se mantiene alrededor de 760°C para evitar la descomposición de los carbonatos.
- De este modo se asegura una mayor homogeneidad de la muestra en las etapas de pesada y análisis y se evitan errores relativos altos en las muestras predominantemente arenosas o conchíferas en las que los contenidos en carbono orgánico son habitualmente muy bajos.

Para el análisis de **metales**, las muestras de sedimento se secaron en la estufa a 60ºC durante 48 h y se tamizaron en seco. Se analizó únicamente la fracción de tamaño de partícula inferior a 63 µm. Esta fracción es la más habitual de las empleadas en los análisis de metales en sedimentos y su uso constituye un método de normalización, especialmente útil si se quieren realizar comparaciones (Loring y Rantala, 1992).

La extracción de metales se realizó sobre 1 g de sedimento seco, se añadió ácido clorhídrico y ácido nítrico en proporción (2:1 en volumen). La mezcla se procesó en un microondas (Multiwave 3000, Anton Paar) durante 20 min. a una potencia máxima de 1.000 W. Posteriormente, la fase líquida se separó de la sólida mediante centrifugación, llevándose a un volumen final de 50 mL. El análisis de los extractos, en todos los períodos de estudio, se efectuó mediante espectroscopía de absorción atómica (AAnalyst 800, Autosampler AS800 y Autosampler AS90, Perkin Elmer), con metodologías diferentes en función de las características de cada metal y de su concentración: cromo, cobre, hierro, manganeso, níquel, plomo y zinc se analizaron con la técnica de llama (aire-acetileno); mercurio, mediante la técnica de vapor frío; arsénico, mediante la generación de hidruros por $NaHBO_4$ en cámara de cuarzo; y, por último, Cadmio, se determinó en horno de grafito, con corrección Zeeman.

Para la calibración se utilizaron patrones preparados por sucesivas diluciones a partir de patrones comerciales certificados de 1.000 µg mL^{-1} (Perkin Elmer, Merck). Se realizaron 3 réplicas de cada medida, tomándose como criterios de calidad coeficientes de variación (CV) inferiores al 2% para señales superiores a 0,2 unidades de absorbancia, y desviaciones típicas (S) inferiores a 0,004 para señales inferiores a 0,2 unidades de absorbancia. El método analítico completo (extracción y análisis) se validó mediante el uso de materiales de referencia de sedimentos marinos (PACS-2 del Instituto Nacional de Investigaciones de Canadá, CNRC). Los límites de detección para los metales estudiados se presentan en la Tabla 24.

As	Cd	Cr	Hg	Mn	Cu	Fe	Ni	Pb	Zn
0,7	0,1	1,8	0,03	15	2	600	1,5	7	4

Tabla 24 Límites de detección (mg/kg) para los metales determinados en el estudio, referidos a la concentración mínima detectable en muestra (sedimento).

PCBs: Se analizan los siguientes congéneres: IUPAC nº 28, 52, 101, 118, 153, 138, 180. La muestra seca por liofilización se extrae por un proceso de extracción secuencial sólido-líquido activada mediante ultrasonidos. Se añade primero acetona extrayendo durante 5 minutos con ultrasonidos, luego se añade diclorometano extrayendo durante 5 minutos más y finalmente se añade una mezcla (en proporción 1:1 en volumen) de ciclohexano/diclorometano extrayendo durante otros 5 minutos. El extracto se pre-concentra en un rotavapor, bajo una corriente suave de nitrógeno. El extracto final se reconstituye en 2 ml de isooctano. La muestra se determina con un cromatógrafo de gases acoplado a un detector de captura de electrones, GC-ECD.

Compuestos organoclorados: Se analizan los siguientes congéneres: p-p'DDE, p-p'DDD y p-p'DDT, α-

HCH y γ-HCH; aldrín, dieldrín, endrín, isodrín. La muestra seca se extrae en acetona con 15 min. de agitación magnética o 30 s de Ultra-Turrax (dispersión de alto rendimiento) a continuación se le añade diclorometano y éter etílico al mismo volumen aplicando nuevamente el mismo procedimiento de extracción. La mezcla obtenida se centrifuga y se recoge la parte orgánica sobrenadante llevándola a sequedad en un rotavapor con una temperatura entre 40 y 60ºC. La muestra se re-disuelve en diclorometano y el extracto se purifica mediante cromatografía de permeabilidad en gel (GPC) donde se recoge el extracto correspondiente. La muestrea se lleva a sequedad con un rotavapor. Se recoge la muestra con diclorometano, se vuelve a evaporar y a redisolver en 0,5 ml de hexano. Esta muestra se limpia en una columna de florosil, de la que se extrae la muestra pre-concentrada con una mezcla de diclorometano/hexano (en proporción 30:70 en volumen), se lleva a sequedad y se recoge nuevamente con diclorometano, se vuelve a llevar a sequedad y se re-disuelve en isooctano. La muestra se determina con un cromatógrafo de gases acoplado a un detector de captura de electrones, GC-ECD.

Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAHS): 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. La extracción se realiza a través del sistema ASE (Accelerated Solvent Extraction), combinando disolventes de distinta polaridad. Así, la primera parte de la extracción se hace con ASE utilizando diclorometano y seguido de ASE utilizando ciclohexano. Se concentra la muestra en el rotavapor bajo una corriente suave de nitrógeno hasta sequedad y se re-disuelve en acetonitrilo. La muestrea se determina por cromatografía liquida de alta resolución equipada con un detector de fluorescencia y ultravioleta-visible en serie, HPLC-F-UV.

Grado de contaminación

Con el objeto de establecer el **grado de contaminación por metales** de las estaciones muestreadas, se ha utilizado un enfoque puramente geoquímico.

Con el objeto de establecer el grado de contaminación por metales de las estaciones muestreadas, se ha utilizado un enfoque puramente químico que consiste en la comparación de los valores de fondo (B) de metales en sedimentos no contaminados con los encontrados en las zonas estudiadas. Para ello se calcula el Factor de Contaminación (FC) como el ratio entre la concentración medida y la concentración del valor de fondo; y se establece una escala con varios grados de contaminación (Tabla 25), desde ausencia de la misma (valor medido inferior o similar al de fondo), hasta contaminación extrema (concentración medida superior más de 48 veces al valor de fondo). Cuanto mayor sea la concentración de un metal en una zona con respecto al valor de fondo, mayor es la contaminación por dicho metal.

FC - ICC	GRADO DE CONTAMINACIÓN	
>48	CE	Contaminación extrema
12-48	CF	Contaminación fuerte
3-12	C	Contaminado
1-3	CL	Contaminación ligera
<1	NC	No contaminado

Tabla 25 Escala de grados de contaminación (adaptado de Müller, 1979).

A partir del Factor de Contaminación (FC) de cada metal se puede calcular el Índice de Carga Contaminante (ICC) globalmente, considerando todos los metales en conjunto (mediante la media geométrica de los FC para cada metal) (Tomlinson et al., 1980).

$$FC = \frac{C_n}{B_n} \qquad ICC = \left(FC_1 \cdot FC_2 \cdot \ldots . FC_n\right)^{\frac{1}{n}}$$

Donde: FC: Factor de Contaminación; Cn: Concentración del metal n; Bn: Valor de fondo del metal n; y ICC: Índice de Carga Contaminante.

Rodríguez et al. (2006) a partir numerosos datos de los estuarios y zona litoral del País Vasco obtenidos en los últimos años estableció niveles de fondo calculados para los sedimentos de la costa vasca (Tabla 26), y siguiendo los criterios de clasificación de la contaminación de la Tabla 25 se han calculado los niveles de contaminación de metales en los estuarios vascos. Estos niveles de fondo fueron calculados a escala regional, por lo tanto, su utilización en estuarios que tengan unos niveles de fondo locales muy diferenciados podría llevar a una clasificación de la contaminación sobre- o subestimada.

Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn
0,24	26	33	31784	0,13	240	29	31	147

Tabla 26 Valores centrales de nivel de fondo (VF μg g^{-1}) (Rodríguez *et al*. 2006) y umbrales de calidad para metales en sedimentos (Menchaca *et al*., 2012).

Por otro lado, para evaluar la **posible toxicidad** de las concentraciones determinadas se utilizan los

umbrales de calidad de la Tabla 27 para los metales y de la Tabla 28 para los compuestos orgánicos.

VARIABLE	TEL- mg kg-1 (NF)	PEL mg kg-1 (NF)
Cd	0,07	1
Cr	5,45	39
Cu	3,4	55
Hg	0,04	0,53
Ni	2,25	23
Pb	5,42	78
Zn	19	249

Tabla 27 Niveles de toxicidad (TEL: Threshold Effect Level and PEL: Probable Effect Level (Menchaca et al., 2012), normalizados por el contenido en finos (<63 µm) (NF: normalizado por el contenido en material fino).

Variable µg kg^{-1}	TEL(1)	PEL(1)
Fenantreno	86,7	544
Pireno	153	1398
Criseno	108	846
Benzo(e)pireno	nd	nd
Benzo(g,h,i)perileno	nd	nd
Fluoranteno	113	1494
Benzo(a)antraceno	74,8	693
Benzo(b)fluoranteno	nd	nd
Benzo(a)pireno	88,8	763
Indeno1,2,3 pireno	nd	nd
ΣPAH	1684	16770
p-p'- DDE	2,07	374
p-p'- DDD	1,22	7,81
p-p'- DDT	1,19	4,77
ΣDDT(2)	3,89	51,7
ΣPCB	21,55	189
γ-HCH(lindano)	0,32	1
ΣHCH	nd	nd
Aldrín	nd	nd
Dieldrín	0,72	4,3

Tabla 28 Niveles de efectos biológicos (TEL: Threshold Effect Level y PEL: Probable Effect Level) para compuestos orgánicos en los sedimentos. No deben de considerase estos niveles como normas de cumplimiento legal o como evaluadores que garanticen la presencia o ausencia de efectos ambientales negativos. (1) Niveles de efectos biológicos bajo (TEL) y medio (PEL) descritos por MacDonald et al. (1996). (2) DDT totales (p-p' DDE, p-p' DDD y p-p' DDT). nd: no hay valor

Para la clasificación de los sedimentos en función de sus posibles efectos, se han tomado como valores de referencia aquellos recogidos en el trabajo de Menchaca et al. (2012) (Tabla 27). Estos valores de referencia regionales (SQG, del inglés Sediment Quality Guidelines) se derivan de una colección de datos obtenidos a partir de análisis químicos, de estudios de toxicidad y de las comunidades macrobentónicas realizados en sedimentos marinos y estuáricos en toda la costa vasca. Estos valores SQG representan dos niveles de efectos biológicos adversos:

- Nivel bajo de efectos biológicos adversos (o TEL – Threshold Effect Level), por debajo del cual no se esperan efectos biológicos adversos para el medio.
- Nivel medio de efectos biológicos adversos (o PEL – Probable Effect Level), por encima del cual los efectos biológicos adversos pueden ser frecuentes.

Los valores SQG se calcularon a partir de la concentración de metales corregida por el contenido en finos de la muestra de sedimento. Para poder llevar a cabo la comparación entre SQG y la concentración del metal en la muestra de sedimento correspondiente, dicha concentración se ha corregido también por su contenido en finos. Así, por ejemplo, un sedimento con un 50% de contenido en finos y una concentración de 20 mg/kg de Zn (en fracción <63 µm), presenta una concentración normalizada por finos de 10 mg/kg NF, siendo inferior al valor TEL (19 µg/g NF) y, por lo tanto, se descarta la presencia de efectos tóxicos adversos debido a esa concentración de Zn.

En el caso de los metales estos umbrales de calidad se han calculado para las determinaciones realizadas en fracción limosa del sedimento (<63 µm), y son variables en función del contenido en limo. Así, el valor debe modificarse dividiéndose por el contenido en fracción limosa (en tanto por uno) (Menchaca *et al.,* 2012). Estos umbrales de calidad fueron calculados según la metodología PEL (del inglés, Probable Effect Level) propuesta por Buchman et al. (2008), basada en McDonald (1994).

Debido a que los umbrales de calidad de metales es variable en sedimento, en función del contenido limoso, la evolución temporal de la concentraciones de metales de las tres últimas campañas se ha representado corrigiendo cada concentración por el contenido de finos del sedimento, de tal manera, que el valor de los umbrales de calidad y la concentración del metal sean comparables.

Para la clasificación de los sedimentos en función de los posibles efectos derivados de la concentración de **compuestos orgánicos,** se han tomado como valores de referencia aquellos recogidos en el trabajo de MacDonald et al. (1996) (Tabla 28). Estos valores de referencia (SQG, del inglés Sediment Quality Guidelines) se derivan de una colección de datos químicos y biológicos de estudios llevados a cabo en aguas costeras de Florida. Estos valores SQG representan dos niveles de efectos biológicos adversos (TEL y PEL)

Estos valores de referencia deben de utilizarse con precaución. Así, los autores de estos valores de referencia indican que su uso debe de limitarse a valoraciones preliminares; siendo requeridos estudios adicionales (i.e. ensayos toxicológicos) para evaluar si la

presencia de un contaminante en el medio tiene efectos adversos o no.

En el caso de los compuestos orgánicos se han utilizado los valores propuestos por Long *et al.* (1995) (Tabla 29).

VARIABLE	ERL	ERM
PAHs	4022	44792
PCBs	22,7	189
DDTs	1,58	46,1

Tabla 29 Niveles de efectos biológicos bajo ($ng.g^{-1}$) (ERL: *Effects Range Low*) y medio (ERM: *Effects Range Median*) de compuestos orgánicos en los sedimentos (Long *et al*., 1995)

Debe de tenerse en cuenta que estos umbrales de calidad se utilizan para facilitar la evaluación de la posible toxicidad asociada, pero no para la evaluación del estado químico

Ecotoxicidad

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 Barbadun (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), en 2008 Artibai (E-A5 y E-A10), Lea (E-L5 y E-L10) y Deba (E-A5), en 2009 Bidasoa (E-BI5, E-BI10 y E-BI20) y Barbadun (E-M5 y E-M10), y en 2010 en Deba (E-D5, E-D10), Urola (E-U5, E-U8 y E-U10 y Oiartzun (E-OI10). De esta manera, se tienen datos ecotoxicológicos de todos los estuarios vascos. En 2011, con el objeto de un análisis más detallado incluyendo bioensayos crónicos, se volvieron a utilizar sedimentos de E-M5, E-OK5 y E-OK10, y en 2012 sedimentos de E-OI10, E-N10 y E-N20. La metodología se explica más adelante. 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® (AZUR Environmental, 1998), 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 utilización de, al menos, otra especie (Nendza, 2002).

En el año 2009 se utilizó por primera vez el bioensayo con larvas de erizo de mar en sustitución del Microtox®, pero los resultados no fueron tan aclaratorios como se esperaba y en 2010 solamente se pudo llevar a cabo el bioensayo con anfípodos. En 2011 y 2012, además del bioensayo agudo con anfípodos, también se realizó el bioensayo crónico. Los test agudos con organismos adultos tienen la ventaja de que permiten una rápida obtención de resultados y son una buena opción para obtener una imagen general del área; no obstante, utilizando únicamente la mortalidad como referencia, solamente detectan los escenarios más desfavorables. Sin embargo, la mortalidad no es el único efecto que los sedimentos contaminados pueden producir sobre los organismos bentónicos; efectos subletales pueden ocurrir como consecuencia de la exposición a un sedimento contaminado (Summers, 2001). En definitiva, el bioensayo crónico, reproduciendo el ciclo de vida completo de los organismos, da una imagen más detallada del estrés causado y ofrece una mejor comprensión de las vías de alteración que pueden afectar

a los organismos (supervivencia, crecimiento y reproducción) (Castro *et al*., 2006).

En este sentido, en Europa los anfípodos más utilizados son los pertenecientes al género *Corophium* (Figura 4). 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).



Figura 4 Imagen de un ejemplar macho de *Corophium urdaibaiense* tomada con un microscopio electrónico (la línea blanca en la parte inferior derecha representa 1 mm).

En la región geográfica a la que pertenecen los estuarios seleccionados este año para su análisis, existen dos especies del género *Corophium* que reúnen 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 2012 se han mencionado anteriormente. Las muestras de sedimento obtenidas se almacenaron en botes de plástico de 1,5 l de capacidad en una cámara congeladora hasta el comienzo del bioensayo.

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 11 días los anfípodos se mantuvieron en bandejas de mantenimiento dentro de una cámara climática en condiciones de temperatura y oxigenación controladas.

Durante el periodo de mantenimiento se cambió completamente el agua de las bandejas dos veces por semana. El agua utilizada, tanto en las bandejas de mantenimiento como en los bioensayos, se trataba de una mezcla de agua marina artificial (elaborada a partir de sal marina (Tetra Marine SeaSalt) y agua de grifo (previamente aireada, al menos durante dos días, para eliminar los posibles restos de cloro)). Los porcentajes de cada tipo de agua fueron variando a lo largo de los 11 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 del bioensayo).

La metodología utilizada en los bioensayos está descrita en varias publicaciones: el bioensayo agudo en OSPAR (1995) y Schipper *et al*. (1999), y el crónico en USEPA (2001), Castro *et al.* (2006) y Scarlett *et al.* (2007).

En el caso del bioensayo agudo, básicamente consistió en lo siguiente: 24 h antes del comienzo del test se tamizaron los sedimentos por una malla de 1 mm y fueron introducidos en vasos de precipitado de 1 l. Se utilizaron 3 réplicas por cada sedimento. Posteriormente, se añadió agua marina artificial 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 de incubación con aireación constante (Figura 5).

Tanto durante el mantenimiento como durante el bioensayo, la temperatura seleccionada en la cámara fue de 15 ºC. Durante el experimento se controlaron parámetros como la temperatura, salinidad, pH y oxígeno disuelto. También se midió la cantidad de amonio disuelto en el agua al inicio y al final del bioensayo. Al cabo de 10

días se tamizó cada vaso y se contabilizó el número de supervivientes. Para considerar el bioensayo válido, el porcentaje de mortalidad en anfípodos hallado en la muestra control no debe superar el 10%. A partir de ahí, el criterio para clasificar la muestra como tóxica es doble: por una parte, se requiere una diferencia de mortalidad superior al 20% con respecto al control (Belzunce y Castro, 2004); por otra parte, las diferencias entre la muestra y el control han de ser estadísticamente significativas ($p < 0,05$) (ANOVA, test de Bonferroni).

En el caso del bioensayo crónico, se obró de igual manera con las siguientes diferencias: el bioensayo duró 28 días en lugar de 10; antes de añadir los anfípodos a los vasos, fueron pesados y fotografiados (para su posterior medición mediante un analizador de imagen); durante el bioensayo, cada 3 días, se llevaba cabo la renovación de agua (400 ml del vaso) y se añadía alimento (entre los días 0-13, 20 mg de alimento/vaso; entre los días 14-28, 40 mg de alimento/vaso); al final del bioensayo, se pesaron y fotografiaron los ejemplares supervivientes; los resultados del crecimiento (en peso y en tamaño) se obtienen a partir de la comparación de los valores al inicio y final del bioensayo. Los anfípodos se pesan todos juntos y, posteriormente, se estima el peso indivdual. El tamaño considerado para la longitud corporal ha sido la distancia entre el extremo del rostro y el extremo del tercer par de urópodos.

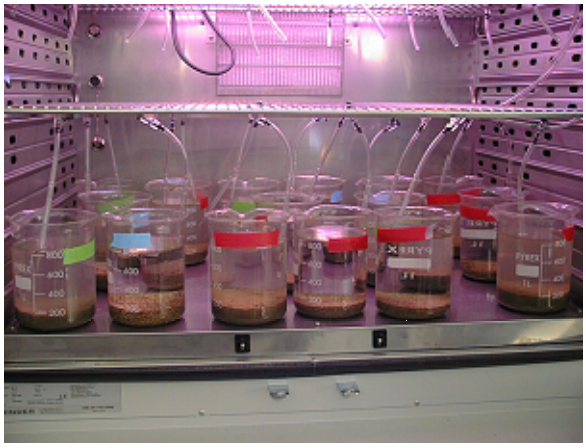


Figura 5 Vasos de precipitado con los sedimentos en la cámara de incubación.

BIOMONITORES

La frecuencia de control tiene carácter anual para el conjunto de estaciones asociadas a control en biomonitores (total 13). Todos los indicadores de contaminación específica analizados en biomonitores se observan en la Tabla 30.

La metodología analítica utilizada fue la misma que en 2002 (ver el Tomo 1 en Borja *et al.*, 2003). En la Tabla 30 un resumen de las características de las variables consideradas en 2012 para el control en biomonitores

- PAHs 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.
- PCBs: Se analizan los siguientes congéneres: IUPAC nº 28, 52, 101, 118, 153, 138, 180
- DDTs Se analizan los siguientes congéneres: p-p'DDE, p-p'DDD y p-p'DDT
- Hexaclorociclohexano Se analizan los siguientes congéneres: alfa-HCH y gamma-HCH.

Variable	Determinación Moluscos	L. Detección
Mercurio	Digestión ácida oxidante + E.A.A. por vapor en frío	0,003 mg/kg
Zinc	Digestión ácida + Espectrofotometría de Absorción Atómica en cámara de grafito o en llama (en función de la concentración y sensibilidad de los distintos metales)	3,2 mg/kg
Cobre		0,07 mg/kg
Cadmio		0,02 mg/kg
Cromo		0,02 mg/kg
Plomo		0,004 mg/kg
Níquel		0,02 mg/kg
Plata		0,001 mg/kg
PAHs	Extracción (sobre muestra liofilizada) y Cromatografía de Gases acoplada a Espectrometría de Masas (GC/MS)	1,5 – 2,5 µg/kg
PCBs		0,5 – 1,5 µg/kg
DDTs		0,6 µg/kg
Hexaclorociclohexano		0,08 µg/kg
Hexaclorobenceno		1 µg/kg PS
Aldrín		1 µg/kg PS
Dieldrín		1 µg/kg PS
Isodrín		1 µg/kg PS

Tabla 30 Indicadores de contaminación específica en biomonitores en aguas de transición, en 2012.

Para evaluar si las concentraciones determinadas en los moluscos pueden representar concentraciones nocivas para el medio ambiente o consumo humano, se ha realizado una selección de objetivos de calidad (Tabla 31).

El Real Decreto 60/2011, en su artículo 7, indica que se pueden aplicar las NCA a los sedimentos o la biota, en lugar de las normas establecidas en el anexo I, apartado A, en determinadas categorías de aguas superficiales. En este caso se debe aplicar una NCA de 20 µg/kg para el mercurio y sus compuestos, o una NCA de 10 µg/kg para el hexaclorobenceno, o una NCA de 55 µg/kg para el hexaclorobutadieno, aplicándose estas NCA a los tejidos (peso húmedo) de peces, moluscos, crustáceos y otra biota, eligiendo entre ellos el indicador más adecuado; y en su caso establecer y aplicar NCA distintas a las contempladas a los sedimentos o la biota para sustancias específicas.

En el caso del mercurio no se ha utilizado la NCA establecida el Real Decreto 60/2011, 20 µg/kg peso fresco, por estar dentro del rango del nivel de fondo regional: 0,004-0,084 mg/kg peso fresco para mejillones, y 0,004-0,106 mg/kg peso fresco para ostras (Solaun et al, 2013), dividiendo por el factor 5 para convertir peso seco en peso fresco (OSPAR, 2009). Por lo tanto, el NCA establecido se considerada un valor muy bajo para su aplicación en la costa vasca.

En el caso del hexaclorobenceno sí se ha considerado como objetivo el NCA establecido, mientras que para el resto de metales y compuestos oráganicos, sólo se han tenido en cuenta aquellos indicadores que tienen establecidos en la normativa vigente límites máximos permitidos para consumo (Reglamento (CE) Nº 1881/2006, Reglamento (CE) Nº 835/2011, Reglamento (UE) Nº 1259/2011).

Respecto a los sumatorios estudiados, para su cálculo se tienen en cuenta solamente valores que estén por encima del límite de detección (como se recoge en el Real Decreto 60/2011), es decir, se han considerado como valor cero aquellas concentraciones de los congéneres individuales inferiores a los límites de detección.

Para la clasificación de la contaminación en función de la concentración de metales pesados en moluscos se han tenido en cuenta los valores centrales del nivel de fondo (VF) calculados para el País Vasco (Solaun *et al*., 2013; Tabla 31) y se ha utilizado la misma metodología que para el cálculo de los ICC para sedimentos.

Variable	Unidades	VF	Objetivo de calidad	Observaciones
Ag	mg kg^{-1} PF	0,032 (1,082)		
Cd	mg kg^{-1} PF	0,19 (0,20)	1	Reglamento (CE) Nº 1881/2006
Cr	mg kg^{-1} PF	0,47 (0,38)		
Cu	mg kg^{-1} PF	2,16 (57)		
Hg	mg kg^{-1} PF	0,044 (0,048)	0,5	Reglamento (CE) Nº 1881/2006
			0,02	Directiva 2008/105/CE, Real Decreto 60/2011
Ni	mg kg^{-1} PF	0,48 (0,42)		
Pb	mg kg^{-1} PF	0,58 (0,58)	1,5	Reglamento (CE) Nº 1881/2006
Zn	mg kg^{-1} PF	92 (583)		
Σ(6)PCBs	µg/kg^{-1} PF		75	Reglamento (UE) Nº 1259/2011
Σ(4)PAHs	µg/kg^{-1} PF		30	Reglamento (CE) Nº 835/2011
Benzo(a)pireno	µg/kg^{-1} PF		5	Reglamento (CE) Nº 835/2011
Hexaclorobenceno	µg/kg^{-1} PF		10	Directiva 2008/105/CE, Real Decreto 60/2011

Tabla 31 Valores centrales del nivel de fondo (VF) de metales para otoño en mejillón y ostra, entre paréntesis (Solaun et al. 2013), y objetivos de calidad considerados en 2012 para los moluscos bivalvos. Σ(6)PCBs: suma de los congéneres 28, 52, 101, 138, 153 y 180; Σ(4)PAHs: suma de Benzo(a)pireno, Benzo(a)antraceno, Benzo(b)fluoranteno, Criseno.

1.3.3 ELEMENTOS DE CALIDAD HIDROMORFOLÓGICOS.

En relación con elementos de calidad hidromorfológico no se plantea una evaluación mediante métricas. Se limita a registrar 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 realiza a juicio de experto.

Debe recordarse que cuatro masas de agua de la categoría aguas de transición están consideradas como masas de agua muy modificada, y que por tanto no es de aplicación la evaluación de indicadores hidromorfológicos.

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".

1.4 ESTRATEGIA DE EVALUACIÓN GLOBAL

Según la DMA, la valoración global asociada a los indicadores biológicos se corresponde con la peor de las valoraciones efectuadas para cada uno de los indicadores biológicos (el principio 'uno fuera, todos fuera'). Es decir, que si, por ejemplo, para el fitoplancton corresponde una valoración de moderado (aceptable) y el resto de indicadores presenta un *buen estado ecológico*, la valoración será de *moderado 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, en anteriores informes se creyó 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). De esta manera, la determinación del estado ecológico se realizaba para cada estación teniendo en cuenta todos los elementos de la DMA y, posteriormente, evaluando el estado de cada Masa de agua según un árbol de decisión.

Sin embargo, en 2012 se aplica el principio mencionado de 'uno fuera, todos fuera', y siguiendo la valoración de estado ecológico asociado a cada estación de control según lo estipulado en la Figura 1. Para ello se ha realizado la asociación de estación a masa de agua (Anexo, Tabla 36). Las estaciones de control de macroalgas y de peces se han asociado a las estaciones de la Tabla 36 del Anexo.

Tenido en cuenta tanto la tipología como la naturaleza de la masa de agua en la que se encuentra la estación de muestreo, para cada una de las estaciones de la Tabla 36 del Anexo se determina estado o potencial ecológico y estado químico siguiendo los criterios de evaluación de los apartados 1.2, 1.3.1, 1.3.2y 1.3.3 de este informe.

Para la valoración de estado a partir de los indicadores biológicos de aplicación a cada masa de agua y en cuanto a la integración espacial a partir de los resultados obtenidos en cada estación de muestreo, teniendo en cuenta que en muchos casos existe más de una estación de muestreo por masa de agua, uno de los problemas que se plantea es determinar cuál es la valoración global del estado para el conjunto de la masa de agua.

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 es asignar a cada estación de muestreo una representatividad dentro de la masa de agua, es decir, teniendo en cuenta la superficie representada por la estación de muestreo en el total de la masa de agua (o la longitud, o el volumen de agua de cada tramo).

En el caso del estado biológico (el determinado a partir de los indicadores biológicos) se ha establecido una equivalencia a cada estado, es decir, Muy Bueno: 10, Bueno: 8, Aceptable: 6, Deficiente: 4 y Malo: 2. El valor global se calcula multiplicando esta equivalencia de estado de cada estación por el tanto por uno de representatividad de cada estación y sumando todos. El total da un valor cuya calificación final viene dada por la valoración de la Tabla 32. Un ejemplo de esta sistemática de integración a nivel de masa se puede ver en la Tabla 33.

Esta sistemática se considera igualmente válida para la evaluación de estado según indicadores fisicoquímicos asociados a condiciones generales (Tabla 34).

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

Tabla 32 Límites de clase establecidos para valorar las masas de agua en su conjunto.

	Elementos biológicos				Estado biológico	Equivalencia	Tanto por uno	Valor global	Calificación estado biológico masa de agua	
	Fitoplancton	Macroalgas	Bentos	Peces						
E-U10	B	B	B	A	A	6	0,66	3,96	6,24	Aceptable
E-U5	MB	MB	MB	B	B	8	0,12	0,96		
E-U8	MB	B	B	A	A	6	0,22	1,32		

Tabla 33 Propuesta de determinación de estado biológico para el conjunto de una masa.

	Condiciones fisicoquímicas generales	Equivalencia	Tanto por uno	Valor global	Calificación estado según condiciones generales masa de agua	
E-U10	B	8	0,66	5,28	7,56	Buen estado
E-U5	B	8	0,12	0,96		
E-U8	A	6	0,22	1,32		

Tabla 34 Propuesta de determinación de estado según condiciones generales para el conjunto de una masa.

Atendiendo a lo indicado en Apartado B de anexo I del Real Decreto 60/2011 (Aplicación de las Normas de Calidad Ambiental establecidas en la parte A):

- Una masa de agua superficial cumple la NCA-MA cuando la media aritmética de las concentraciones medidas distintas veces durante el año, en cada punto de control representativo de la masa de agua, no excede de la norma.
- Una masa de agua superficial cumple la NCA-CMA cuando la concentración medida en cualquier punto de control representativo de la masa de agua no supera la norma.

La valoración del cumplimiento de las NCA a nivel de masa de agua tanto para sustancias prioritarias y otros contaminantes como para sustancias preferentes se realiza de la siguiente forma.

Si una sustancia está en todos los muestreos de un año por debajo del límite de detección en todos los puntos de control de una masa de agua, se considera que la masa cumple el NCA-MA y el NCA-CMA y por tanto alcanza el buen estado químico.

Si no ocurre lo especificado en el punto anterior, se calcula el PAPC para cada uno de los puntos de control. Si el promedio (ponderado por la representatividad de cada punto control) de los PAPC de los puntos de control de una masa de agua supera el NCA-MA se considera que la masa no alcanza el buen estado químico (Tabla 35)

Por otro lado se valora el cumplimiento de NCA-CMA, de tal forma que para que se determine buen estado químico no debe de darse superación de esta norma en ningún punto de la masa de agua.

Sustancia	NCA-MA ($\mu g\ l^{-1}$)	Límite de cuantificación ($\mu g\ l^{-1}$)	Valor determinado (promedio anual)		Valor para cálculo		Valor ponderado por representatividad por masa	Diagnóstico Global Masa de agua
			E-X10	E-X20	E-X10	E-X20		
Representatividad			20%	80%	20%	80%		
DDT total	0,025	0,001	<LC	0,030	0	0,030	0,024	Bueno
Hexaclorociclohexano	0,002	0,001	0,005	<LC	0,005	0	0,001	Bueno
Estado Químico			No alcanza	No alcanza				Bueno

Tabla 35 Ejemplo de evaluación de normas de calidad ambiental en una masa de agua con dos estaciones.

La determinación de estado ecológico para la masa de agua resultará de la valoración de estado biológico, condiciones generales y sustancias preferentes según se ha explicado anteriormente y siguiendo lo indicado en la Figura 1.

La consideración de los indicadores hidromorfológicos solo se tendrá en consideración para discernir entre el muy buen estado y el buen estado ecológico.

De esta evaluación de estado ecológico y de la evaluación de estado químico se determina la evaluación de estado atendiendo a lo indicado en el artículo 26 del RPH.

1.5 ANEXO: MASAS DE AGUA Y ESTACIONES MUESTREADAS

Masa de agua	Código estación	UTMXETRS89	UTMYETRS89	Estación	%
Getaria-Hige	L-BI10	597007	4805570	Litoral de Hondarribia	18
	L-OI20	589800	4801397	Litoral de Pasaia (Asabaratza)	18
	L-O10	570105	4795093	Litoral de Orio	21
	L-O20	566485	4796186	Litoral de Getaria	25
Mompas-Pasaia	L-OI10	586537	4798855	Litoral de Pasaia	18
	L-UR20*	584725	4798981	Litoral de Mompás	100
Matxitxako-Getaria	L-L10	533594	4805605	Litoral de Elantxobe (Kai Arri)	20
	L-L20	541347	4802354	Litoral de Lekeitio	20
	L-OK10	524145	4809822	Litoral de Mundaka	20
	L-U10	561415	4796323	Litoral de Zumaia	15
	L-A10	548439	4798291	Litoral de Ondarroa	13
	L-D10	552500	4797285	Litoral de Deba	12
Cantabria-Matxitxako	L-B10	503617	4809354	Litoral de Gorliz (cabo Villano)	25
	L-B20	515916	4810520	Litoral de Bakio	25
	L-N10	493360	4803304	Litoral del Abra (frente al superpuerto)	25
	L-N20	498328	4805152	Litoral de Sopelana	25
Bidasoa	E-BI10	597956	4800641	Hondarribia (Amute)	22
	E-BI20	598024	4802583	Hondarribia (Txingudi)	45
	E-BI5	600337	4799756	Irún (Behobia)	33
Oiartzun	E-OI10	588878	4797244	Lezo	48
	E-OI15*	586667	4797168	Pasaia de San Pedro (Dársena de Herrera)	15
	E-OI20	587465	4797618	Pasaia (San Pedro)	37
Urumea	E-UR10	582856	4796532	Donostia (puente de Santa Catalina)	64
	E-UR5	583597	4796227	Donostia (Loiola)	36
Oria	E-O5	571392	4791824	Orio (rampa)	63
	E-O10	570456	4792569	Orio (puente de la autopista)	37
Urola	E-U10	560329	4793991	Zumaia (puente Narrondo)	66
	E-U5	560693	4792078	Zumaia (Bedua)	12
	E-U8	561250	4793514	Zumaia (puente del ferrocarril)	22
Deba	E-D5	551601	4793594	Deba (campo de fútbol)	54
	E-D10*	552145	4793494	Deba (puente)	46
Artibai	E-A5	545136	4796732	Ondarroa (Errenteria)	15
	E-A10	546950	4796501	Ondarroa (embarcadero)	85
Lea	E-L10	540602	4800938	Lekeitio (molino)	90
	E-L5	540135	4800565	Lekeitio (astillero)	10
Oka Interior	E-OK5	527059	4798683	Gernika (salida de la depuradora)	100
Oka Exterior	E-OK10	525598	4801359	Murueta (astillero)	45
	E-OK20	524758	4804573	Sukarrieta (Txatxarramendi)	55
Butroe	E-B10	504349	4806084	Plentzia (puerto)	68
	E-B5	506146	4804824	Plentzia (Abanico)	16
	E-B7	504518	4805004	Plentzia (campo de fútbol)	16
Nerbioi Interior	E-N10	504948	4790762	Bilbao (puente de Deusto)	38
	E-N15	502111	4793583	Barakaldo (puente de Rontegi)	31
	E-N17*	500185	4795862	Leioa (Lamiako)	31
Nerbioi Exterior	E-N20*	497813	4798377	Abra Interior	20
	E-N30	496329	4800840	Abra Exterior	80
Barbadun	E-M5	490876	4797710	Muskiz (Petronor)	6
	E-M10	490145	4799342	Pobeña (puente)	94
Plataforma	L-RF10	587545	4811735	Litoral Oiartzun - plataforma	
	L-RF20	556693	4805474	Litoral Deba - plataforma	
	L-RF30	516177	4816362	Litoral Butroe - plataforma	

Tabla 36 Estaciones de muestreo en aguas de transición y en aguas costeras, junto con el porcentaje de representatividad asociada a cada una de ellas en la masa de agua, para el cálculo del estado. Campaña 2012. Con asterisco las estaciones de muestreo operativo.

Estación	Masa de agua	Estación	UTMXETRS89	UTMYETRS89
I-B10	Butroe	Plentzia (desembocadura)	504081	4806507
I-BI10	Bidasoa	Hondarribia (desembocadura)	597938	4802508
I-L10	Lea	Lekeitio (puente)	540609	4800975
I-N10	Ibaizabal	Zierbena	493525	4800079
I-N20	Ibaizabal	Getxo	498136	4798630
I-OI10	Oiartzun	Pasaia (desembocadura)	587028	4798330
I-OK10	Oka	Mundaka (puerto)	524534	4806182
I-OK20	Oka	Sukarrieta (Txatxarramendi)	524663	4804493
I-U10	Urola	Zumaia (desembocadura)	560827	4794596
I-UR10	Urumea	Donostia (puente del Kursaal)	582692	4797349
I-M10	Barbadun	Pobeña (puente) (Barbadun)	490174	4799396
I-A10	Artibai	Ondarroa	547196	4797072
I-O10	Oria	Orio (puente de la autopista)	570516	4792648
I-D10	Deba	Mutriku (playa)	552377	4794395

Tabla 37 Estaciones de muestreo de biomonitores en aguas de transición (Sistema de Coordenadas: European Datum 1950, UTM zona 30N). Campaña 2012.

Masa de agua	Código Estación	Estación	UTMX ETRS89	UTMY ETRS89	Representatividad	Estación asociada
Artibai	AAE	Artibai (Arrastre zona exterior estuario)	547042	4796516	60	E-A10
Artibai	AAI	Artibai (Arrastre zona interior estuario)	546343	4796548	15	E-A5
Artibai	AAM	Artibai (Arrastre zona media estuario)	546632	4796381	25	E-A5
Butroe	ABE	Butroe (Arrastre zona exterior estuario)	504447	4805314	68	E-B10
Butroe	ABI	Butroe (Arrastre zona interior estuario)	505900	4804280	16	E-B5
Butroe	ABM	Butroe (Arrastre zona media estuario)	504985	4804479	16	E-B7
Deba	ADE	Deba (Arrastre zona exterior estuario)	552251	4793894	20	E-D10
Deba	ADI	Deba (Arrastre zona interior estuario)	551794	4793365	50	E-D5
Deba	ADM	Deba (Arrastre zona media estuario)	552102	4793285	30	E-D10
Lea	ALE	Lea (Arrastre zona exterior estuario)	540539	4800757	50	E-L10
Lea	ALI	Lea (Arrastre zona interior estuario)	540295	4800401	10	-
Lea	ALM	Lea (Arrastre zona media estuario)	540183	4800574	40	E-L5
Barbadun	AME	Barbadun (Arrastre zona exterior estuario)	490647	4798852	54	E-M10
Barbadun	AMI	Barbadun (Arrastre zona interior estuario)	490545	4797514	6	E-M5
Barbadun	AMM	Barbadun (Arrastre zona media estuario)	490941	4798152	40	-
Nerbioi Interior	ANE	Ibaizabal (Arrastre zona exterior estuario)	498521	4796830	33	E-N20
Nerbioi Interior	ANI	Ibaizabal (Arrastre zona interior estuario)	502381	4792893	33	E-N15, E-N10
Nerbioi Interior	ANM	Ibaizabal (Arrastre zona media estuario)	500778	4795564	33	E-N17
Oria	AOE	Oria (Arrastre zona exterior estuario)	570656	4792828	37	E-O10
Oria	AOI	Oria (Arrastre zona interior estuario)	573313	4791818	23	-
Oria	AOM	Oria (Arrastre zona media estuario)	571198	4791762	40	E-O5
Oka Interior	AOKI	Oka (Arrastre zona interior estuario)	526714	4800078	100	E-OK5
Oka Exterior	AOKE	Oka (Arrastre zona exterior estuario)	525406	4803628	55	E-OK20
Oka Exterior	AOKM	Oka (Arrastre zona media estuario)	525875	4802035	45	E-OK10
Bidasoa	BIDE	Bidasoa (Arrastre zona exterior estuario)	597947	4802900	45	E-BI20
Bidasoa	BIDI	Bidasoa (Arrastre zona interior estuario_a)	598759	4800210	15	-
Bidasoa	BIDIb	Bidasoa (Arrastre zona interior estuario_b)	599634	4799557	18	E-BI5
Bidasoa	BIDM	Bidasoa (Arrastre zona media estuario)	598243	4801046	22	E-BI10
Oiartzun	OIAE	Oiartzun (Arrastre zona exterior estuario)	587189	4798099	30	E-OI20
Oiartzun	OIAI1	Oiartzun (Arrastre zona interior 1 estuario Lezo)	588555	4797254	35	E-OI10
Oiartzun	OIAI2	Oiartzun (Arrastre zona interior 2 estuario Herrera)	586832	4797174	15	E-OI15
Oiartzun	OIAM	Oiartzun (Arrastre zona media estuario)	587555	4797301	20	-
Urola	UROE	Urola (Arrastre zona exterior estuario)	560723	4794479	66	E-U10
Urola	UROI	Urola (Arrastre zona interior estuario)	560433	4792270	12	E-U5
Urola	UROM	Urola (Arrastre zona media estuario)	561068	4793706	22	E-U8
Urumea	URUE	Urumea (Arrastre zona exterior estuario)	582782	4797091	55	E-UR10
Urumea	URUI	Urumea (Arrastre zona interior estuario)	583955	4796071	15	E-UR5
Urumea	URUM	Urumea (Arrastre zona media estuario)	583206	4795598	30	E-UR5

Tabla 38 Estaciones de arrastre para peces demersales en estuarios, junto con el porcentaje de representatividad asociada a cada una de ellas en la masa de agua, para el cálculo del estado, y la estación asociada

Masa de agua	Código Estación	Estación	UTMX ETRS89	UTMY ETRS89	Representatividad	Estación asociada
Artibai	M-EA1	Artibai Zona 01.Estuario Macroalgas	546850	4796518	48	E-A10
Artibai	M-EA2	Artibai Zona 02.Estuario Macroalgas	546365	4796525	12	E-A10
Artibai	M-EA3	Artibai Zona 03.Estuario Macroalgas	546121	4796538	40	E-A10
Artibai	M-EA4	Artibai Zona 04.Estuario Macroalgas	545785	4796376	58	E-A5
Artibai	M-EA5	Artibai Zona 05.Estuario Macroalgas	545795	4796464	20	E-A5
Artibai	M-EA6	Artibai Zona 06.Estuario Macroalgas	545684	4796586	10	E-A5
Artibai	M-EA7	Artibai Zona 07.Estuario Macroalgas	545412	4796664	12	E-A5
Butroe	M-EB1	Butroe Zona 01.Estuario Macroalgas	504061	4805996	4	E-B10
Butroe	M-EB2	Butroe Zona 02.Estuario Macroalgas	503906	4805554	78	E-B10
Butroe	M-EB3	Butroe Zona 03.Estuario Macroalgas	504206	4805550	19	E-B10
Butroe	M-EB4	Butroe Zona 04.Estuario Macroalgas	504507	4805404	10	E-B7
Butroe	M-EB5	Butroe Zona 05.Estuario Macroalgas	504452	4805044	5	E-B7
Butroe	M-EB6	Butroe Zona 06.Estuario Macroalgas	504740	4804875	<1	E-B7
Butroe	M-EB7	Butroe Zona 07.Estuario Macroalgas	504685	4804661	7	E-B7
Butroe	M-EB8	Butroe Zona 08.Estuario Macroalgas	505432	4804201	78	E-B7
Butroe	M-EB9	Butroe Zona 09.Estuario Macroalgas	506178	4804793	12	E-B5
Butroe	M-EB10	Butroe Zona 10.Estuario Macroalgas	506486	4805028	5	E-B5
Butroe	M-EB11	Butroe Zona 11.Estuario Macroalgas	506586	4804267	57	E-B5
Butroe	M-EB12	Butroe Zona 12.Estuario Macroalgas	506219	4803463	20	E-B5
Butroe	M-EB13	Butroe Zona 13.Estuario Macroalgas	506270	4803157	6	E-B5
Bidasoa	M-EBI1	Bidasoa Zona 01. Estuario Macroalgas	598011	4802114	2	E-BI20
Bidasoa	M-EBI2	Bidasoa Zona 02. Estuario Macroalgas	598093	4801458	5	E-BI20
Bidasoa	M-EBI3	Bidasoa Zona 03. Estuario Macroalgas	598147	4801149	6	E-BI20
Bidasoa	M-EBI4	Bidasoa Zona 04. Estuario Macroalgas	597574	4800375	6	E-BI10
Bidasoa	M-EBI5	Bidasoa Zona 05. Estuario Macroalgas	597992	4800411	29	E-BI10
Bidasoa	M-EBI6	Bidasoa Zona 06. Estuario Macroalgas	598520	4799765	11	E-BI10
Bidasoa	M-EBI7	Bidasoa Zona 07. Estuario Macroalgas	599768	4799530	52	E-BI5
Bidasoa	M-EBI8	Bidasoa Zona 08. Estuario Macroalgas	598712	4799747	8	E-BI10
Bidasoa	M-EBI9	Bidasoa Zona 09. Estuario Macroalgas	598630	4800057	6	E-BI10
Bidasoa	M-EBI10	Bidasoa Zona 10. Estuario Macroalgas	598948	4799902	14	E-BI10
Bidasoa	M-EBI11	Bidasoa Zona 11. Estuario Macroalgas	598794	4799984	4	E-BI10
Bidasoa	M-EBI12	Bidasoa Zona 12. Estuario Macroalgas	600068	4799621	19	E-BI5
Bidasoa	M-EBI13	Bidasoa Zona 13. Estuario Macroalgas	599285	4802669	9	E-BI20
Bidasoa	M-EBI14	Bidasoa Zona 14. Estuario Macroalgas	599467	4802077	65	E-BI20
Bidasoa	M-EBI15	Bidasoa Zona 15. Estuario Macroalgas	599085	4801522	14	E-BI20
Bidasoa	M-EBI16	Bidasoa Zona 16. Estuario Macroalgas	598621	4801176	3	E-BI10
Bidasoa	M-EBI17	Bidasoa Zona 17. Estuario Macroalgas	598384	4800748	4	E-BI10
Bidasoa	M-EBI18	Bidasoa Zona 18. Estuario Macroalgas	598775	4800247	9	E-BI10
Bidasoa	M-EBI19	Bidasoa Zona 19. Estuario Macroalgas	599167	4799875	5	E-BI10
Bidasoa	M-EBI20	Bidasoa Zona 20. Estuario Macroalgas	599868	4799602	29	E-BI5
Bidasoa	M-EBI21	Bidasoa Zona 21. Estuario Macroalgas	596718	4800534	50	Jaizubia
Bidasoa	M-EBI22	Bidasoa Zona 22. Estuario Macroalgas	596103	4800119	50	Jaizubia
Deba	M-ED1	Deba Zona 01. Estuario Macroalgas	552200	4794020	46	E-D10
Deba	M-ED2	Deba Zona 02. Estuario Macroalgas	552228	4793747	17	E-D10
Deba	M-ED3	Deba Zona 03. Estuario Macroalgas	552144	4793446	34	E-D10
Deba	M-ED4	Deba Zona 04. Estuario Macroalgas	552101	4793251	3	E-D10
Deba	M-ED5	Deba Zona 05. Estuario Macroalgas	552048	4793108	10	E-D20
Deba	M-ED5b	Deba Zona 05b. Estuario Macroalgas	552004	4793216	21	E-D20
Deba	M-ED6	Deba Zona 06. Estuario Macroalgas	551797	4793365	38	E-D20
Deba	M-ED7	Deba Zona 07. Estuario Macroalgas	551332	4793486	31	E-D20
Lea	M-EL1	Lea Zona 01.Estuario Macroalgas	540612	4801215	<1	E-L10
Lea	M-EL2	Lea Zona 02.Estuario Macroalgas	540649	4800821	41	E-L10
Lea	M-EL3	Lea Zona 03.Estuario Macroalgas	540331	4800656	47	E-L10
Lea	M-EL4	Lea Zona 04.Estuario Macroalgas	540418	4800615	11	E-L10
Lea	M-EL5	Lea Zona 05.Estuario Macroalgas	540146	4800512	73	E-L5
Lea	M-EL6	Lea Zona 06.Estuario Macroalgas	540384	4800224	27	E-L5
Barbadun	M-EM1	Barbadún Zona 01. Estuario Macroalgas	490016	4799204	40	E-M10
Barbadun	M-EM2	Barbadún Zona 02. Estuario Macroalgas	490150	4799173	60	E-M10
Barbadun	M-EM3	Barbadún Zona 03. Estuario Macroalgas	490487	4798778	69	E-M5
Barbadun	M-EM4	Barbadún Zona 04. Estuario Macroalgas	490900	4798360	31	E-M5
Nerbioi Exterior	M-EN1	Ibaizabal Zona 01. Estuario Macroalgas	497943	4797577	100	E-N20
Nerbioi Interior	M-EN2	Ibaizabal Zona 02. Estuario Macroalgas	499246	4796210	22	E-N17
Nerbioi Interior	M-EN3	Ibaizabal Zona 03. Estuario Macroalgas	500288	4795942	54	E-N17
Nerbioi Interior	M-EN4	Ibaizabal Zona 04. Estuario Macroalgas	501496	4795312	18	E-N17
Nerbioi Interior	M-EN5	Ibaizabal Zona 05. Estuario Macroalgas	501156	4794646	7	E-N17
Nerbioi Interior	M-EN6	Ibaizabal Zona 06. Estuario Macroalgas	501728	4794183	47	E-N15
Nerbioi Interior	M-EN7	Ibaizabal Zona 07. Estuario Macroalgas	502553	4793445	53	E-N15
Nerbioi Interior	M-EN8	Ibaizabal Zona 08. Estuario Macroalgas	502314	4792309	14	E-N10
Nerbioi Interior	M-EN9	Ibaizabal Zona 09. Estuario Macroalgas	503508	4790275	86	E-N10
Oria	M-EO1	Orio Zona 01. Estuario Macroalgas	570475	4793208	10	E-O10
Oria	M-EO2	Orio Zona 02. Estuario Macroalgas	570409	4791887	67	E-O10
Oria	M-EO3	Orio Zona 03. Estuario Macroalgas	570397	4791511	23	E-O10

Masa de agua	Código Estación	Estación	UTMX ETRS89	UTMY ETRS89	Representatividad	Estación asociada
Oria	M-EO4	Orio Zona 04. Estuario Macroalgas	571415	4791724	23	E-O5
Oria	M-EO5	Orio Zona 05. Estuario Macroalgas	571181	4791565	31	E-O5
Oria	M-EO6	Orio Zona 06. Estuario Macroalgas	572021	4791833	1	E-O5
Oria	M-EO7	Orio Zona 07. Estuario Macroalgas	572808	4791494	45	E-O5
Oria	M-EO8	Orio Zona 08. Estuario Macroalgas	572954	4791231	38	-
Oria	M-EO9	Orio Zona 09. Estuario Macroalgas	573226	4791219	33	-
Oria	M-EO10	Orio Zona 10. Estuario Macroalgas	573568	4791156	4	-
Oria	M-EO11	Orio Zona 11. Estuario Macroalgas	573363	4791849	26	-
Oiartzun	M-EOI1	Oiartzun Zona 01. Estuario Macroalgas	587312	4797918	100	E-OI20
Oiartzun	M-EOI2	Oiartzun Zona 02. Estuario Macroalgas	586794	4797170	10	E-OI15
Oiartzun	M-EOI3	Oiartzun Zona 03. Estuario Macroalgas	587939	4797050	90	E-OI15
Oiartzun	M-EOI4	Oiartzun Zona 04. Estuario Macroalgas	587907	4796729	21	E-OI10
Oiartzun	M-EOI5	Oiartzun Zona 05. Estuario Macroalgas	588935	4796575	79	E-OI10
Oka Exterior	M-EOK1	Oka Zona 01.Estuario Macroalgas	525675	4804047	64	E-OK20
Oka Exterior	M-EOK2	Oka Zona 02.Estuario Macroalgas	524731	4804549	18	E-OK20
Oka Exterior	M-EOK3	Oka Zona 03.Estuario Macroalgas	525227	4803910	7	E-OK20
Oka Exterior	M-EOK4	Oka Zona 04.Estuario Macroalgas	525316	4803569	10	E-OK20
Oka Exterior	M-EOK5	Oka Zona 05.Estuario Macroalgas	525245	4802709	15	E-OK10
Oka Exterior	M-EOK6	Oka Zona 06.Estuario Macroalgas	525549	4802476	7	E-OK10
Oka Exterior	M-EOK7	Oka Zona 07.Estuario Macroalgas	526242	4801962	77	E-OK10
Oka Exterior	M-EOK8	Oka Zona 08.Estuario Macroalgas	525794	4801646	1	E-OK10
Oka Interior	M-EOK9	Oka Zona 09.Estuario Macroalgas	526003	4800911	82	E-OK5
Oka Interior	M-EOK10	Oka Zona 10.Estuario Macroalgas	526332	4801084	18	E-OK5
Urola	M-EU1	Urola Zona 01. Estuario Macroalgas	560551	4794319	25	E-U10
Urola	M-EU2	Urola Zona 02. Estuario Macroalgas	560767	4794226	68	E-U10
Urola	M-EU3	Urola Zona 03. Estuario Macroalgas	560186	4793820	7	E-U10
Urola	M-EU4	Urola Zona 04. Estuario Macroalgas	561257	4793495	33	E-U8
Urola	M-EU5	Urola Zona 05. Estuario Macroalgas	560954	4792726	67	E-U8
Urola	M-EU6	Urola Zona 06. Estuario Macroalgas	560441	4792255	100	E-U5
Urumea	M-EUR1	Urumea Zona 01. Estuario Macroalgas	582771	4797107	27	E-UR10
Urumea	M-EUR2	Urumea Zona 02. Estuario Macroalgas	582855	4796771	21	E-UR10
Urumea	M-EUR3	Urumea Zona 03. Estuario Macroalgas	582820	4796239	9	E-UR10
Urumea	M-EUR4	Urumea Zona 04. Estuario Macroalgas	582918	4795581	42	E-UR10
Urumea	M-EUR5	Urumea Zona 05. Estuario Macroalgas	583177	4796022	59	E-UR5
Urumea	M-EUR6	Urumea Zona 06. Estuario Macroalgas	583932	4796099	20	E-UR5
Urumea	M-EUR7	Urumea Zona 07. Estuario Macroalgas	583946	4795763	21	E-UR5

Tabla 39 Estaciones de muestreo de macroalgas en estuarios, junto con el porcentaje de representatividad asociada a cada una de ellas en la masa de agua, para el cálculo del estado, y la estación asociada

Masa de agua	Código Estación	Estación	UTMX ETRS89	UTMY ETRS89	Representatividad	Estación asociada
Cantabria-Matxitxako	M-LM1	Barbadún Zona 01. Litoral Macroalgas	490119	4799581	12.5	-
Cantabria-Matxitxako	M-LM2	Barbadún Zona 02. Litoral Macroalgas	490816	4799985	12.5	-
Cantabria-Matxitxako	M-LN1	Ibaizabal Zona 01. Litoral Macroalgas	495826	4800839	12.5	L-N10
Cantabria-Matxitxako	M-LN2	Ibaizabal Zona 02. Litoral Macroalgas	496966	4802124	12.5	L-N10
Cantabria-Matxitxako	M-LN3	Ibaizabal Zona 03. Litoral Macroalgas	490801	4800511	12.5	L-N10
Cantabria-Matxitxako	M-LN4	Ibaizabal Zona 04. Litoral Macroalgas	498713	4803053	12.5	L-N20
Cantabria-Matxitxako	M-LB1	Butroe Zona 01. Litoral Macroalgas	504127	4807240	12.5	L-B10
Cantabria-Matxitxako	M-LB2	Butroe Zona 02. Litoral Macroalgas	504089	4807253	12.5	L-B10
Matxitxako-Getaria	M-LOK1	Oka Zona 01. Litoral Macroalgas	524585	4806280	5.88	L-OK10
Matxitxako-Getaria	M-LOK2	Oka Zona 02. Litoral Macroalgas	524483	4805700	5.88	L-OK10
Matxitxako-Getaria	M-LOK3	Oka Zona 03. Litoral Macroalgas	524870	4804680	5.88	L-OK10
Matxitxako-Getaria	M-LOK4	Oka Zona 04. Litoral Macroalgas	525494	4805545	5.88	L-OK10
Matxitxako-Getaria	M-LOK5	Oka Zona 05. Litoral Macroalgas	524444	4806457	5.88	L-OK10
Matxitxako-Getaria	M-LOK6	Oka Zona 06. Litoral Macroalgas	526213	4806622	5.88	L-OK10
Matxitxako-Getaria	M-LL1	Lea Zona 01. Litoral Macroalgas	540735	4801679	5.88	L-L10
Matxitxako-Getaria	M-LL2	Lea Zona 02. Litoral Macroalgas	540836	4801455	5.88	L-L10
Matxitxako-Getaria	M-LL3	Lea Zona 03. Litoral Macroalgas	541187	4801289	5.88	L-L10
Matxitxako-Getaria	M-LA1	Artibai Zona 01. Litoral Macroalgas	547652	4796686	5.88	L-A10
Matxitxako-Getaria	M-LA2	Artibai Zona 02. Litoral Macroalgas	547732	4796861	5.88	L-A10
Matxitxako-Getaria	M-LD1	Deba Zona 01. Litoral Macroalgas	552211	4794650	5.88	L-D10
Matxitxako-Getaria	M-LD2	Deba Zona 02. Litoral Macroalgas	553132	4794609	5.88	L-D10
Matxitxako-Getaria	M-LU1a	Urola Zona 01a. Litoral Macroalgas	559982	4794816	5.88	L-U10
Matxitxako-Getaria	M-LU1b	Urola Zona 01b. Litoral Macroalgas	560029	4794800	5.88	L-U10
Matxitxako-Getaria	M-LU1c	Urola Zona 01c. Litoral Macroalgas	560054	4794792	5.88	L-U10
Matxitxako-Getaria	M-LU2	Urola Zona 02. Litoral Macroalgas	561711	4795353	5.88	L-U10
Getaria-Higer	M-LO1	Orio Zona 01. Litoral Macroalgas	570405	4793738	11.1	L-O10
Getaria-Higer	M-LO2	Orio Zona 02. Litoral Macroalgas	570970	4793585	11.1	L-O10
Getaria-Higer	M-LO3	Orio Zona 03. Litoral Macroalgas	569074	4793827	11.1	L-O20
Getaria-Higer	M-LO4	Orio Zona 04. Litoral Macroalgas	570786	4793372	11.1	L-O10
Getaria-Higer	M-LUR1	Urumea Zona 01. Litoral Macroalgas	579832	4796918	11.1	L-UR10
Getaria-Higer	M-LOI2	Oiartzun Zona 02. Litoral Macroalgas	586941	4798660	11.1	L-OI10
Getaria-Higer	M-LBI1	Bidasoa Zona 01. Litoral Macroalgas	597523	4805182	11.1	L-BI10
Getaria-Higer	M-LBI2	Bidasoa Zona 02. Litoral Macroalgas	597938	4804962	11.1	-
Getaria-Higer	M-LOI1	Oiartzun Zona 01. Litoral Macroalgas	585227	4798247	11.1	-
Mompas-Pasaia	M-LUR2	Urumea Zona 02. Litoral Macroalgas	583345	4797925	100	L-UR20

Tabla 40 Estaciones de muestreo de macroalgas en aguas costeras, junto con el porcentaje de representatividad asociada a cada una de ellas en la masa de agua, para el cálculo del estado, y la estación asociada

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

TOMO 2 MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL BARBADUN

Pasaia, junio de 2013

ÍNDICE

TOMO 2 MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL BARBADUN 53

2.1 Resumen estado. Barbadún 55

2.2 Estaciones de muestreo 58

2.3 Indicadores biológicos 59

2.3.1 Macroinvertebrados bentónicos 59

2.3.2 Fauna ictiológica 60

2.3.3 Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton 65

2.3.4 Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas 67

2.4 Indicadores Fisicoquímicos 73

2.4.1 Caracterización físico-química en aguas 73

2.4.2 Caracterización físico-química en sedimentos 76

2.4.3 Caracterización físico-química en biota (moluscos) 80

2.5 Indicadores hidromorfológicos 83

2.1 RESUMEN ESTADO. BARBADÚN

La masa de agua de transición del Barbadun en la campaña 2012 no alcanza el buen estado puesto que aunque para el conjunto de la masa el estado químico se considera que alcanza el buen estado, el estado ecológico se diagnostica como deficiente (Tabla 42).

Esta situación de incumplimiento de objetivos medioambientales es relativamente estable en los últimos cinco años analizados (Tabla 41).

Año	2008	2009	2010	2011	2012
ESTADO ECOLÓGICO	5	4	4	4	4
ESTADO QUÍMICO	2	2	2	2	2
ESTADO	3	3	3	3	3

Tabla 41 Evolución del periodo 2008-2012. Masa de agua del Barbadún. (Claves: *estado ecológico*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde), moderado (3- amarillo), deficiente (4- naranja) y malo (5- rojo). *Estado químico:* bueno (2- azul) y no alcanza el buen estado (3- rojo). *Estado*: bueno (2- azul) y peor que bueno (3-rojo)

COD_ESTACION	ESTACION	MACROINVERTEBRADOS	FAUNA ICTIOLOGICA	FITOPLANCTON	MACROALGAS	BIOLOGICO	CONDICIONES GENERALES	SUSTANCIAS PREFERENTES	ECOLOGICO	QUIMICO	ESTADO
E-M5	Muskiz (Petronor) (Barbadun)	3	3	2	3	3	1	1	3	2	3
E-M10	POBEÑA (PUENTE) (BARBADUN)	4	3	1	3	4	2	3	4	2	3
	Barbadun Transicion	4	3	1	3	4	2	1	4	2	3

Tabla 42 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado en la masa de agua del Barbadún en 2012. (Claves: *Macroinvertebrados, fauna ictiológica fitoplancton macroalgas, estado biológico, condiciones generales y estado ecológico*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde), moderado (3- amarillo), deficiente (4- naranja) y malo (5- rojo). *Sustancias preferentes*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde)), y no alcanza el buen estado (3- rojo). *Estado químico:* bueno (2- azul), y no alcanza el buen estado (3- rojo).*Estado*: bueno (2- azul) y peor que bueno (3-rojo)

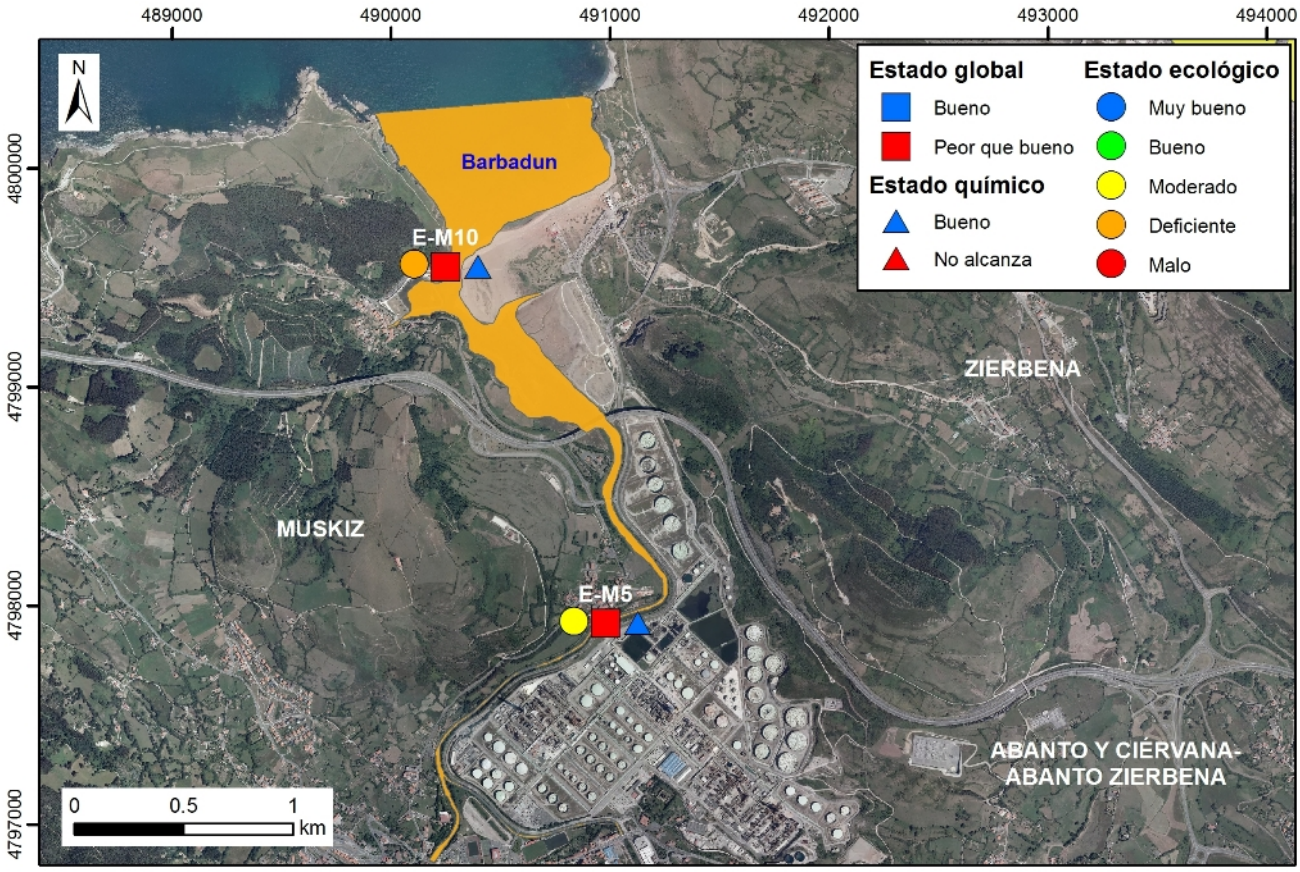


Figura 6 Calificación del Estado Ecológico, estado químico y global de las estaciones en la masa de agua del Barbadún (y estado ecológico para la masa de agua), en 2012.

Desde que se realizó en 2004 el estudio de presiones e impactos en esta Masa de agua, lo más destacable en cuanto a actuaciones fue el inicio de la recuperación y restauración de los terrenos de la antigua CLH, en 2006-2007, lo que se tradujo en obras en esta zona y en movimiento de tierras y vertidos de aguas de drenaje, cargadas de sólidos en suspensión y, posiblemente, contaminantes. Esto fue especialmente intenso en 2008, lo que provocó una pérdida de calidad en dicho año y continuó en 2009, con señales de afección aún en 2010-2012.

Con los trabajos emprendidos en la zona de CLH, en 2006-2008, se produjo una degradación de la calidad en el estuario, que se ha recuperado muy parcialmente en 2009-2012.

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 2012, el estado biológico del estuario se puede considerar como Moderado en el tramo interior y Deficiente en el exterior (Figura 6), habiendo mejorado ligeramente respecto a 2011.

La evaluación realizada a partir de los macroinvertebrados bentónicos es de deficiente para el conjunto de la masa; con valoración de moderado en la parte interior y deficiente en la exterior. Las macroalgas tienen una calificación de Moderada, habiendo mejorado respecto a 2009 y 2006 (fueron de calidad Mala) en todo el estuario.

Por otro lado, la evaluación a partir del fitoplancton ha mejorado, pero ha empeorado algo la calidad piscícola, respecto de 2006, lo que indica que este elemento posiblemente se vio afectado por las obras realizadas en 2008 en CLH, estando actualmente en calidad Moderada.

En relación con condiciones fisicoquímicas generales la masa se evalúa como en buen estado. De acuerdo con la metodología expuesta en el Tomo 1, las estaciones E-M10 y E-M5 en 2012 están en “Buen” y ‘Muy Buen Estado’ físico-químico respectivamente. Así, entre 1994 y 2012 la estación E-M10 presenta una tendencia estadísticamente significativa a la mejora ($p<0,05$) (Figura 7). En el caso de la E-M5 no se observa ninguna tendencia (Figura 7).

En cuanto a los objetivos de calidad físico-química, generales los valores medios de todas las variables medidas en las estaciones E-M5 y E-M10, cumplen objetivos medioambientales en 2012. A pesar de la valoración de 2012, en el pasado hubo una ligera degradación en las condiciones físico-químicas, reflejadas en la saturación de oxígeno más baja a partir de 2003, también las bacterias aumentaron en 2008 en los moluscos (hay una bajada en 2009), así como los nutrientes en aguas.

La evaluación de las sustancias preferentes implica que la masa alcanza el muy buen estado (Tabla 43) siendo *aceptable* para la estación E-M5, *muy bueno* para la estación E-M10.

En relación con estos dos grupos de indicadores se observa que la evaluación es peor en la parte interior del estuario (E-M5).

La evaluación de estado químico en 2012 indica que en la masa se alcanza el buen estado químico tanto en la parte interior como en la exterior del estuario. De las sustancias analizadas en 2012 y pertenecientes al grupo de sustancias prioritarias y otros contaminantes, implicados en la evaluación del estado químico, solo se ha detectado cadmio y níquel por encima del límite de cuantificación usado en 2012. En ambos caso no se da superación de las normas de calidad establecidas. (Tabla 44, Tabla 45).

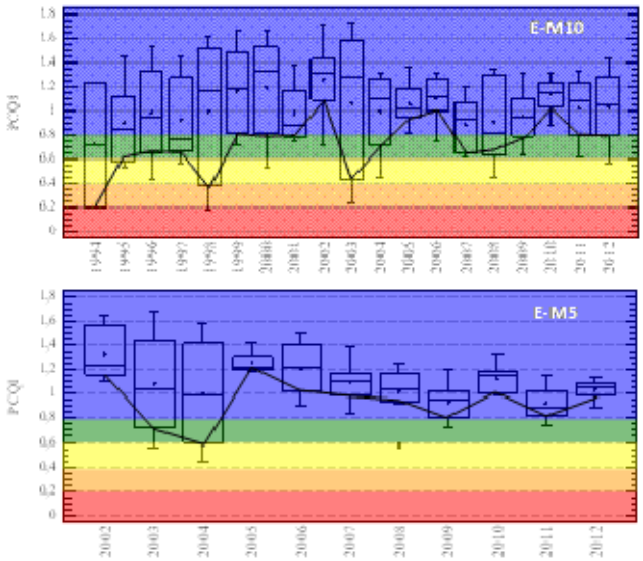


Figura 7 Box and Whisker Plot de la evolución del índice de calidad del estado físico-químico (PCQI) entre 1994 y 2012 de las estaciones de muestreo E-M10 y E-M5 de la masa de agua de transición del Barbadun. La línea negra representa el percentil 25 del PCQI para cada año. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Aceptable; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC (µg l^{-1})	E-M5	E-M10	Masa	Global
Zinc	Concentración promedio	60 µg l-1	1-2	67,0	7,2	19,26	Muy bueno
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	0%	
Cobre	Concentración promedio	25 µg l-1	1-2	6,6	1,65	3,04	Muy bueno
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		100%	25%	20%	
Estado Físico-Químico (Contaminantes específicos)				Aceptable	Muy bueno		Muy bueno

Tabla 43 Evaluación del cumplimiento del Estado Físico-Químico (sustancias específicas) en la masa de agua del Barbadún en 2012.

Sustancia	Criterio	Objetivo (µg l^{-1})	LC (µg l^{-1})	E-M5	E-M10	Global
Benzo(b)fluoranteno+Benzo(k)fluoranteno	NCA-MA	0,03	0,0005-0,01	<LC	<LC	Cumple
Benzo(g,h,i)perileno+Indeno(1,2,3-cd)pireno	NCA-MA	0,002	0,0005-0,01	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-MA	0,1	0,01	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-CMA	0,4	0,01	<LC	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-MA	0,1	0,01	<LC	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA	1	0,01	<LC	<LC	Cumple
Naftaleno	NCA-MA	1,2	0,05	<LC	<LC	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-MA	0,05	0,01	<LC	<LC	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-CMA	0,1	0,01	<LC	<LC	Cumple
Cadmio	NCA-MA	0,2	0,02-0,05	0,2	0,06	Cumple
Cadmio	NCA-CMA	0,45	0,02-0,05	0,199	0,139	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-MA	7,2	1-2	<LC	<LC	Cumple
Mercurio y sus compuestos	NCA-MA	0,05	0,01	<LC	<LC	Cumple
Mercurio y sus compuestos	NCA-CMA	0,07	0,01	<LC	<LC	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-MA	20	1-2	6,20	1,95	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno	Bueno

Tabla 44 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua del Barbadún en 2012. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible.

Año	Estado Químico	Sustancias que superan NCA
2004	Bueno	-
2005	Bueno	-
2006	Bueno	-
2007	Bueno	-
2008	No alcanza	Pb
2009	Bueno	-
2010	Bueno	-
2011	Bueno	-
2012	Bueno	-

Tabla 45 Estado químico de la masa de agua de transición Barbadún en los años 2004-2012.

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, 2009 y 2012, y cuyas valoraciones se han actualizado. Sus posiciones se observan en la Tabla 46 y Figura 8.

Código Estación	Estación	UTMX	UTMY	Tipo de Estación
E-M10	Pobeña (puente) (Barbadún)	490250	4799550	Estuarios
E-M5	Muskiz (Petronor) (Barbadún)	490982	4797918	Estuarios
M-EM1	Barbadún Zona 01. Estuario Macroalgas	490122	4799412	Estuarios (Macroalgas)
M-EM2	Barbadún Zona 02. Estuario Macroalgas	490255	4799381	Estuarios (Macroalgas)
M-EM3	Barbadún Zona 03. Estuario Macroalgas	490593	4798985	Estuarios (Macroalgas)
M-EM4	Barbadún Zona 04. Estuario Macroalgas	491006	4798568	Estuarios (Macroalgas)
I-M10	Pobeña (puente) (Barbadún)	490280	4799604	Estuarios (Moluscos)
AME	Barbadún (Arrastre zona exterior estuario)	547104	4797029	Estuarios (Vida piscícola)
AMM	Barbadún (Arrastre zona media estuario)	546865	4796688	Estuarios (Vida piscícola)
AMI	Barbadún (Arrastre zona interior estuario)	546506	4796703	Estuarios (Vida piscícola)
M-LM1	Barbadún Zona 01. Litoral Macroalgas	490224	4799789	Litorales (Macroalgas)
M-LM2	Barbadún Zona 02. Litoral Macroalgas	490921	4800193	Litorales (Macroalgas)

Tabla 46 Estaciones de muestreo en el estuario del Barbadún.

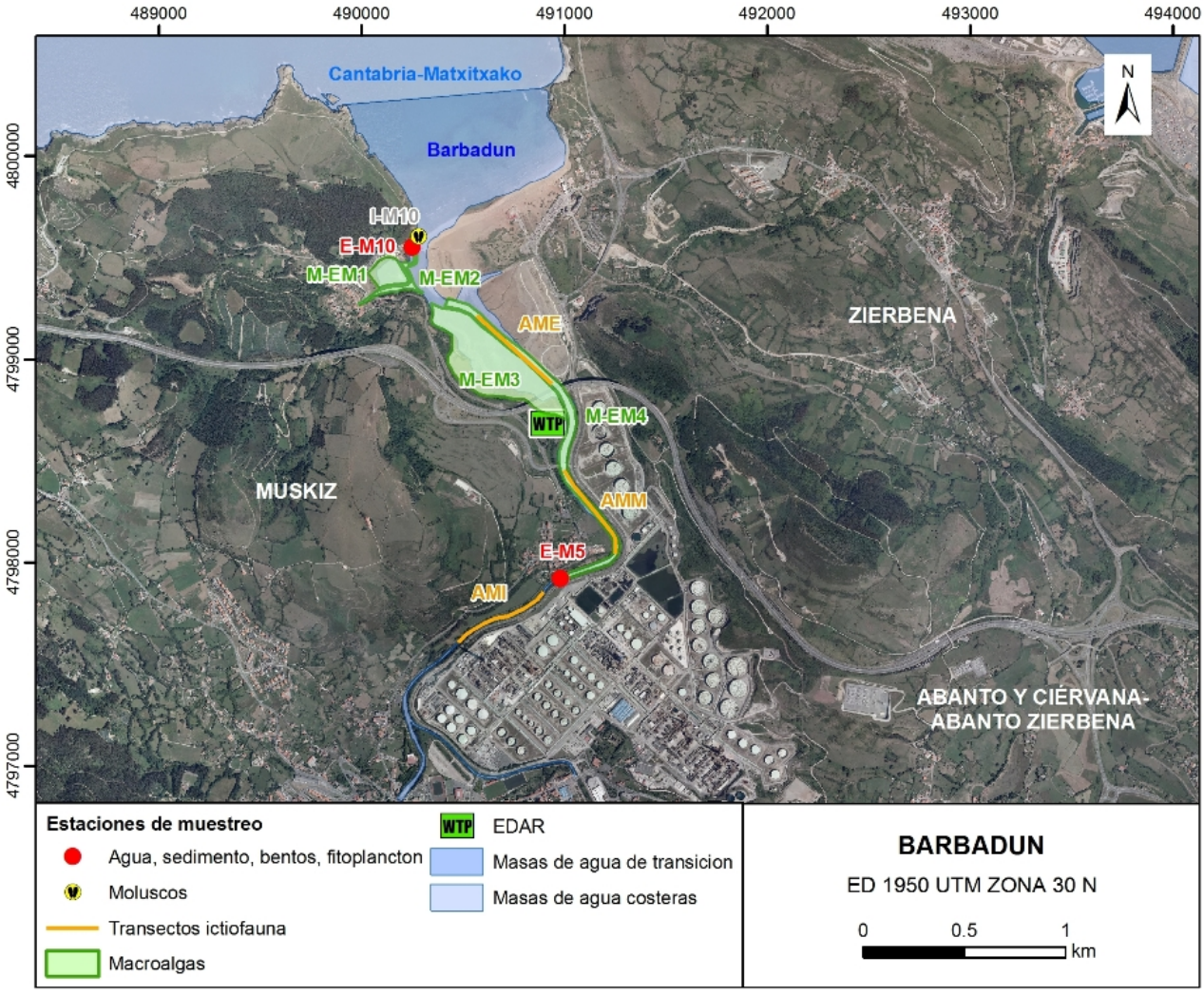


Figura 8 Ubicación de estaciones en la masa de agua del Barbadún.

2.3 INDICADORES BIOLÓGICOS

2.3.1 MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

Los parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Barbadún, en invierno de 2012, pueden verse en la Tabla 47.

PARÁMETRO	UNIDAD	ESTACIÓN	
		E-M5	E-M10
Densidad	ind·m^{-2}	431	5
Biomasa	g·m^{-2}	0,063	0,003
Riqueza	nº taxa	9	2
Diversidad número	bit·ind^{-1}	1,25	1,00
Diversidad biomasa	bit·g^{-1}	2,22	0,93
Equitabilidad número		0,39	1,00
Equitabilidad biomasa		0,70	0,93
Diversidad máxima	bits	3,17	1,00
AMBI		5,478	5,167
Clasificación AMBI		Alteración fuerte	Alteración fuerte

Tabla 47 Parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Barbadun.

La estación E-M5 muestreada en la masa de agua de transición del Barbadún presenta sedimentos ricos en arenas (54%) y en limos (46%), y porcentajes moderados de materia orgánica (4,1%). La densidad de la comunidad (Figura 9) descendió progresivamente desde 1.267 ind·m^{-2} en 2002 a 108 ind·m^{-2} en 2006 y 111 ind·m^{-2} en 2007. En 2008, merced especialmente al grupo de los oligoquetos, la densidad aumentó a 3.269 ind·m^{-2} (máxima del periodo de estudio). Posteriormente, en 2009 se alcanzó el mínimo del seguimiento para la estación (16 ind·m^{-2}) y, en 2010 y 2011 se registran valores intermedios, que rondan los 600 ind·m^{-2}. En 2012 desciende hasta los 431 ind·m^{-2}.

Como ha sido habitual en los diferentes años de seguimiento, la riqueza específica de la estación E-M5, sigue siendo baja (9 *taxa*; máxima 10 *taxa* en 2011). De la misma manera, la diversidad para las abundancias (1,25 bit·ind^{-1}) es de las más bajas de los nueve años de seguimiento, debido a la dominancia en densidad (79%) del grupo de los oligoquetos.

El *taxon* dominante es (como en 2002, 2004 y 2008) el grupo de los oligoquetos. Le siguen, en orden de dominancia, las larvas de dípteros (32 ind·m^{-2}), el isópodo *Cyathura carinata* (16 ind·m^{-2}) y el poliqueto omnívoro *Hediste diversicolor* (15 ind·m^{-2}), entre otros.

En la segunda estación (E-M10), más próxima al mar, prácticamente con un 100% de arenas y 2,5% de materia orgánica, en 2012 sólo se han identificado 4 ejemplares de macroinvertebrados bentónicos. La biocenosis de esta estación siempre se ha caracterizado, por presentar una densidad muy baja, aunque casi siempre ha aparecido algún ejemplar. Así, por ejemplo, en 1996, 2001, 2003, 2007, 2009 y 2011 únicamente aparecieron 3 ejemplares. En 2008, en cambio, no se encontró ningún individuo. Las causas de esta pobreza posiblemente estén relacionadas con el pequeño tamaño del estuario y con la inestabilidad del sedimento, debida al fuerte hidrodinamismo de la zona, que impide el establecimiento de comunidades equilibradas.

En relación al índice AMBI en la estación E-M5 (Figura 10), se observa una tendencia decreciente, indicando una mejoría en la calidad, al menos hasta el año 2009. Así, desde 2009 el porcentaje de especies de grupo V (oportunistas de primer orden) es bajo, presentando la estación grado de alteración ligera (AMBI=3,2). Posiblemente la mejoría tenga que ver con el cierre del vertido de Petronor, a finales de los años 90. El empeoramiento puntual detectado en 2008 pudo estar relacionado con las obras de acondicionamiento de la zona previamente ocupada por los tanques de almacenamiento de la Compañía Logística de Hidrocarburos (CLH). A partir de 2009 el valor de AMBI se estabiliza ligeramente por encima de 3, hasta que en la presente campaña de 2012, se detecta un importante incremento (AMBI=5,5), indicativo de alteración fuerte, debido a la clara dominancia del grupo de los oligoquetos, en una situación similar a la de 2008.

En la estación E-M10, más próxima al mar, con un sedimento predominantemente arenoso y sometida a acción hidrodinámica, también se evidenció empeoramiento en 2007 y posteriores (Figura 10). En los años más recientes, el hecho de que algunas de las réplicas hayan resultado ser azoicas hace que el índice AMBI estimado corresponda a comunidades moderadamente alteradas o con alteración fuerte (Tabla 47). 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 la interpretación del valor de AMBI debe de considerase teniendo en cuenta dichas características. En todo caso, en los últimos años, los pocos individuos de macrofauna que aparecen son del grupo I (sensibles a la contaminación) y grupo III (especies tolerantes a la contaminación), aunque destaca que en 2011 no se

encontraran especies sensibles a la contaminación, siendo reemplazadas por oportunistas de segundo orden.

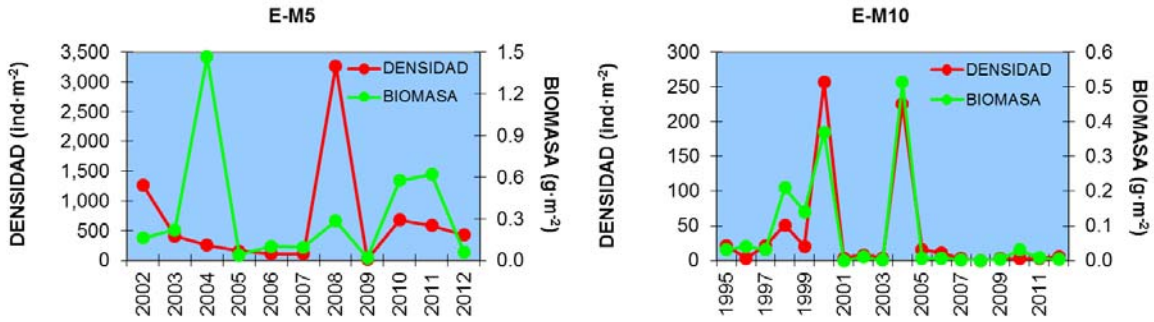


Figura 9 Evolución de la densidad y biomasa en las estaciones E-M5 y E-M10 (Barbadún).

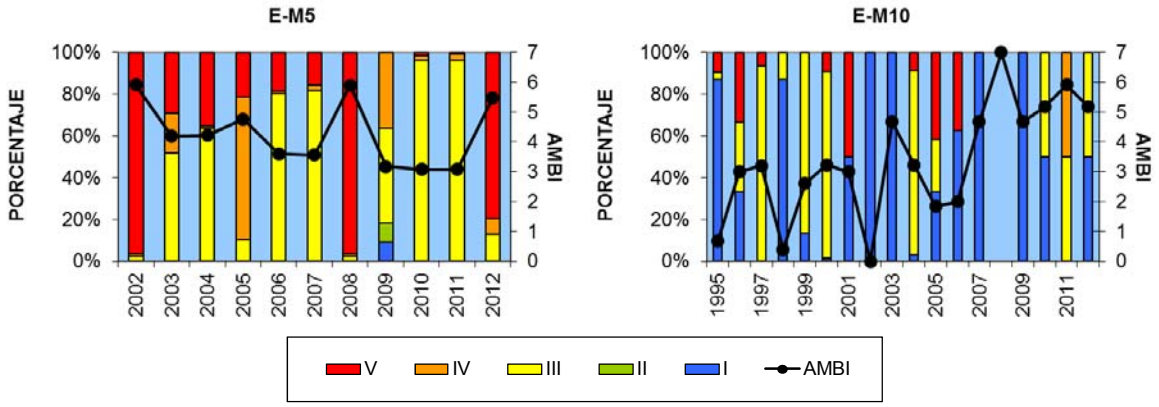


Figura 10 Evolución del porcentaje de cada grupo ecológico y de AMBI en las estaciones E-M5 y E-M10 de la masa de agua de transición del Barbadún.

La evaluación del estado ecológico del compartimiento de los macroinvertebrados bentónicos en las dos estaciones de estudio a partir de los valores de M-AMBI indica que en la presente campaña de 2012, la estación E-M5 presenta **Estado Aceptable** (Figura 11), rompiéndose la tendencia temporal positiva que venía detectándose hasta la pasada campaña de 2011. Por otro lado, en la presente campaña, la estación E-M10 presenta **Estado Deficiente** con una tendencia temporal negativa del EQR (Figura 11). Sin embargo, tras el mínimo correspondiente al año 2008, cuando se alcanzó la calificación de Mal Estado, se observa cierta estabilidad en los valores de M-AMBI.

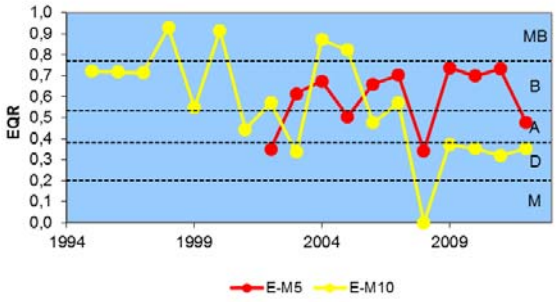


Figura 11 Evolución de EQR para las estaciones de la masa de agua de transición del Barbadún.

2.3.2 FAUNA ICTIOLÓGICA

Las muestras de fauna demersal que fueron recogidas durante la campaña de campo de 2012 han sido identificadas a nivel de especie, al igual que en las muestras de años anteriores. En la Figura 8 se pueden ver las estaciones o transectos.

En la campaña realizada en 2012 fueron recogidos un total de 11 taxones (cinco peces y seis 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 2003, 2006 y 2009 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., 2004; 2007; 2010). El total de especies identificadas en 2003 fue de trece (seis crustáceos y siete peces), en 2006 los taxones identificados fueron once (seis crustáceos y cinco peces) y en 2009 ocho (cuatro crustáceos y cuatro peces). A su vez, en este estuario

existen también datos anteriores pertenecientes a los estudios realizados para el Consorcio de Aguas de Bilbao Bizkaia entre los años 1990 y 2002 (Franco *et al.*, 1997 - 2003).

En la Figura 12 se muestra la riqueza de taxones de peces y crustáceos encontrados entre 1990 y 2012. Los primeros cinco años de la década la riqueza total de taxones disminuye debido principalmente al descenso de la presencia de peces. Tras una recuperación moderada en 1995 (aumento de taxones de peces y crustáceos), la riqueza vuelve a decrecer de forma gradual hasta 1999, año en que tras la puesta en marcha de la EDAR y la retirada del vertido de Petronor en el estuario, esta aumenta de forma significante. Entre 1999 y 2006 la riqueza alcanza los valores más altos de toda la serie (entre 7 y 9 taxones), para posteriormente, en 2009, disminuir de forma acusada y alcanzar valores relativamente bajos. En 2012 se rompe con la tendencia negativa, alcanzando valores similares a 2006.

Cabe destacar que aparecen por primera vez en este estuario los taxones *Galathea squamifera*, *Pisa tetraodon* y *Diplodus annularis*. A su vez, fueron capturados dos especies del género *Palaemon, P. elegans y P. longirostris;* sin embargo, de cara a estudios de evolución, las quisquillas del género *Palaemon* identificadas seguirán siendo consideradas como *Palaemon* sp.

El número de especies distribuidas por todo el estuario la (Tabla 48) fue de dos en 2012 (*Carcinus maenas* y *Pachygrapsus marmoratus*), una en 2009 (*Carcinus maenas),* cuatro en *2006* (*Solea solea*, *Pomatoschistus sp., Carcinus maenas, Crangon crangon*) y cinco en 2003 (*Gobius niger*, *Pomatoschistus sp.*, *Carcinus maenas*, *Crangon crangon*, *Palaemon sp.*). *Carcinus maenas* es la especie cuya distribución por todo el estuario ha sido continua entre 2003 – 2012.

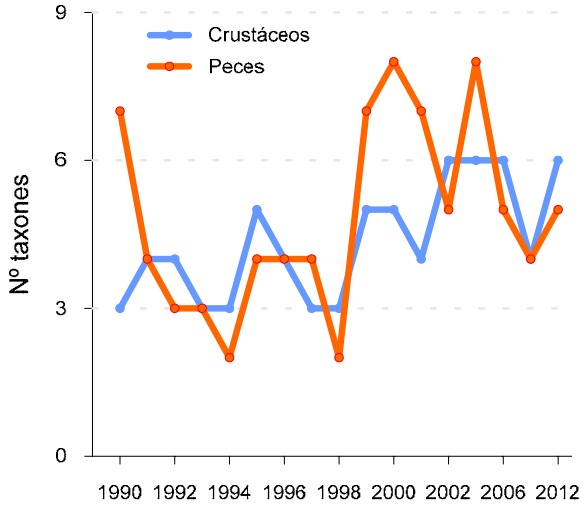


Figura 12 Evolución temporal del número de taxones de crustáceos y de peces en la masa de agua de transición del Barbadun. Se muestran los registros correspondientes a los estudios realizados para el Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia (1990–2002) y a la Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de CAPV (2003, 2006, 2009 y 2012).

TAXONES	AME	AMM	AMI
CRUSTÁCEOS			
Quisquilla delta - *Palaemon longirostris*			x
Sastre negro - *Galathea squamifera*	x		
Cangrejo araña - *Pisa tetraodon*	x		
Cangrejo verde - *Carcinus maenas*	x	x	x
Cangrejo araña – *Macropodia rostrata*	x		
Cangrejo cuadrado - *Pachygrapsus marmoratus*	x	x	x
PECES			
Raspallón – *Diplodusannularis*		x	x
Sargo - *Diplodus sargus*		x	x
Chaparrudo - *Gobius niger*	x		
Cabuxino - *Pomatoschistus* sp.			x
Lenguado común – *Solea solea*	x		

Tabla 48 Taxones identificados en las estaciones de la masa de agua de transición del Barbadun (AME, exterior; AMM, medio; AMI, interior).

En la Tabla 49 se muestran las abundancias y densidades de cada una de las especies capturadas por estación. En 2012 las mayores capturas tanto en número de especies como en número de individuos fueron efectuadas en la estación externa.

TAXONES	Estación AME		Estación AMM		Estación AMI	
	Nº ind. totales	Densidad (ind*Ha^{-1})	Nº ind. totales	Densidad (ind*Ha^{-1})	Nº ind. totales	Densidad (ind*Ha^{-1})
CRUSTÁCEOS						
Quisquilla común - *Palaemon sp.*	1	20.00	3	20.00		
Sastre negro - *Galathea squamifera*	1	20.00				
Cangrejo araña - *Pisa tetraodon*						
Cangrejo verde - *Carcinus maenas*	7	120.00	5	31.75	5	31.75
Cangrejo araña – *Macropodia rostrata*	10	45.79				
Cangrejo cuadrado - *Pachygrapsus marmoratus*	4	34.64	1	20.00	1	20.00
Raspallón – *Diplodus annularis*			1	20.00	1	20.00
Sargo - *Diplodus sargus*			3	28.28	2	40.00
Chaparrudo - *Gobius niger*	1	20.00				
Cabuxino - *Pomatoschistus sp.*					1	20.00
Lenguado común – *Solea solea*	1	20.00				

Tabla 49 Abundancia (nº de individuos) y densidad (individuos por hectárea) de los taxones identificados en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Barbadun (AME, exterior; AMM, medio; AMI, interior).

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 riqueza específica, densidad y diversidad. Estos cálculos se han aplicado tanto para el conjunto de los organismos detectados como para los principales grupos por separado (peces, crustáceos). Los resultados se muestran en la Tabla 50.

Estación	AME			
Parámetros estructurales	2003	2006	2009	2012
Riqueza	8	10	15	8
Riqueza peces	4	4	2	2
Nº de individuos	39	36	95	25
Nº de individuos peces	12	13	6	2
Densidad	341.28	427.53	1031.88	280.43
Diversidad	2.080	2.530	1.320	2.360
Estación	AMM			
Parámetros estructurales	2003	2006	2009	2012
Riqueza	7	7	10	5
Riqueza peces	2	4	2	2
Nº de individuos	183	36	76	13
Nº de individuos peces	55	25	4	4
Densidad	1083.61	271.93	560.82	128.28
Diversidad	1.80	2.110	3.016	2.200
Estación	AMI			
Parámetros estructurales	2003	2006	2009	2012
Riqueza	11	5	9	5
Riqueza peces	7	3	1	3
Nº de individuos	585	39	62	10
Nº de individuos peces	239	10	1	4
Densidad	3323.87	301.22	451.58	131.75
Diversidad	1.890	1.51	2.889	1.961

Tabla 50 Parámetros estructurales: riqueza (nº taxones), abundancia (nº de individuos), densidad (individuos por hectárea) y diversidad Shannon en cada una de la estaciones de la masa de agua de transición del Barbadun (AME tramo exterior, AMM tramo medio, AMI tramo interior).

En 2012, la estación externa (AME) es la estación con mayor riqueza total, abundancia total, densidad total y diversidad y, menor riqueza y abundancia de peces. La estación media e interna presentan valores similares y máximos en cuanto a abundancia de peces.

No obstante, comparando estos resultados de 2012 con los obtenidos en los muestreos previos, se observa que los del último muestreo se encuentran entre los valores más bajos obtenidos en toda la serie, a excepción de la diversidad, que presenta el valor más alto en la estación externa y valores medios en el resto. Destaca el descenso en el número de individuos y densidad respecto a 2009 en todos los tramos.

En la Figura 13 se representa la variación de los parámetros estructurales de la riqueza de peces y riqueza de crustáceos, en la Figura 14 el número de individuos y, en la Figura 15 la diversidad en cada uno de los tramos muestreados teniendo también en consideración los datos pertenecientes a los estudios realizados para el Consorcio de Aguas de Bilbao Bizkaia entre los años 1990 y 2002 (Franco et al., 1997 - 2003).

Se puede observar como en las estaciones exterior (AME) y media (AMM) la riqueza de crustáceos alcanza valores máximos y medios respectivamente; por el contrario, la riqueza de peces disminuye y vuelve a alcanzar valores medios, propios de la década de los 90. En el tramo interior (AMI) la riqueza de peces se recupera y la riqueza de crustáceos alcanza valores similares a los obtenidos años anteriores, presentando en ambos casos valores medios (Figura 13).

En términos de abundancia se observan distintos comportamientos para cada tramo del estuario y tipo de fauna. En el caso de los crustáceos, en las estaciones ABE y ABM se mantiene la tendencia hacia el empobrecimiento reflejada en años anteriores, mientras que en ABI, donde en años previos se notó cierta mejoría en la presencia faunística, se observa una drástica reducción de los ejemplares recogidos (Figura 14). En el caso de los peces, en AME se continúa con la progresión descendente iniciada en 2002, mientras que en AMM y AMI se rompe con la mejoría observada en 2003.

De un modo similar, la evolución de los valores de diversidad también es distinta en cada tramo de estuario (Figura 15). En los tramos interior y medio, el valor de la diversidad es menor que el obtenido en el muestreo de 2009, mientras que en el exterior la diversidad se recupera. No obstante, en líneas generales, la diversidad muestra una tendencia ascendente en todos los tramos, siendo más acusado esta progresión ascendente en el tramo medio.

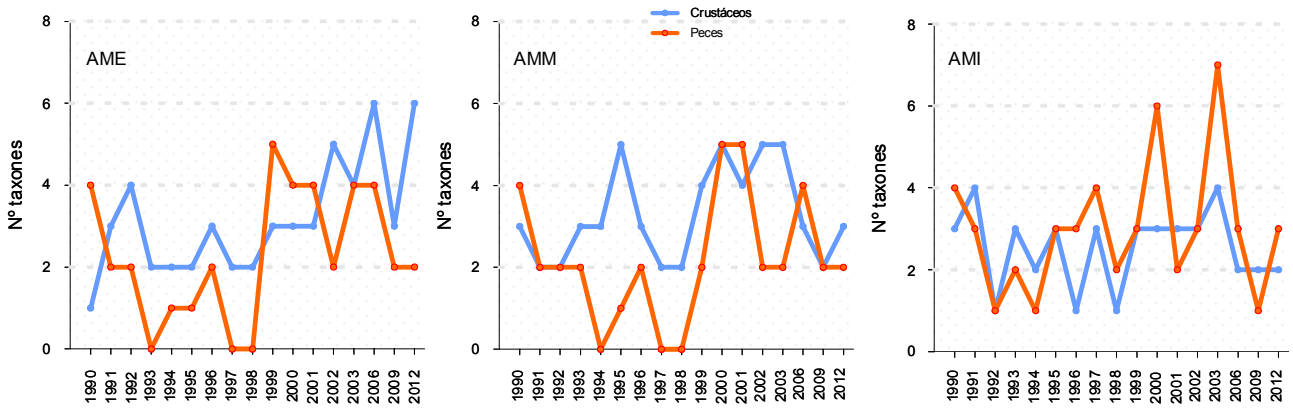


Figura 13 Evolución temporal de la riqueza de peces (color rojo) y riqueza de crustáceos (color azul) en la estación exterior (AME), media (AMM) e interior (AMI) de la masa de agua de transición del Barbadun. Se muestran los registros correspondientes a los estudios realizados para el Consorcio de Aguas de Bilbao Bizkaia (1990-2002) y a la Red de Seguimiento del Estado Ecológico de las aguas de transición y costeras de la CAPV (2003, 2006, 2009, 2012).

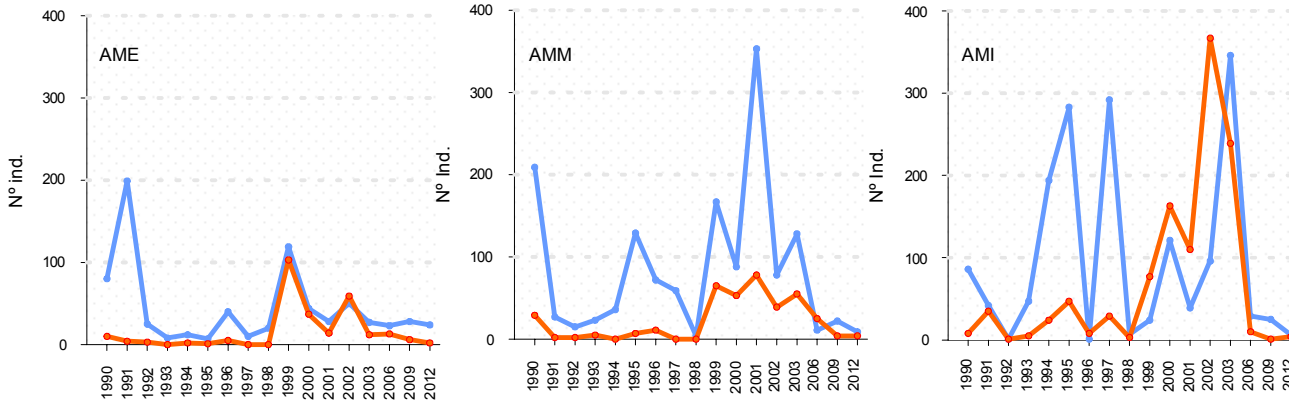


Figura 14 Evolución temporal de la abundancia de peces (color rojo) y riqueza de crustáceos (color azul) en la estación exterior (AME), media (AMM) e interior (AMI) de la masa de agua de transición del Barbadun. Se muestran los registros correspondientes a los estudios realizados para el Consorcio de Aguas de Bilbao Bizkaia (1990-2002) y a la Red de Seguimiento del Estado Ecológico de las aguas de transición y costeras de la CAPV (2003, 2006, 2009, 2012).

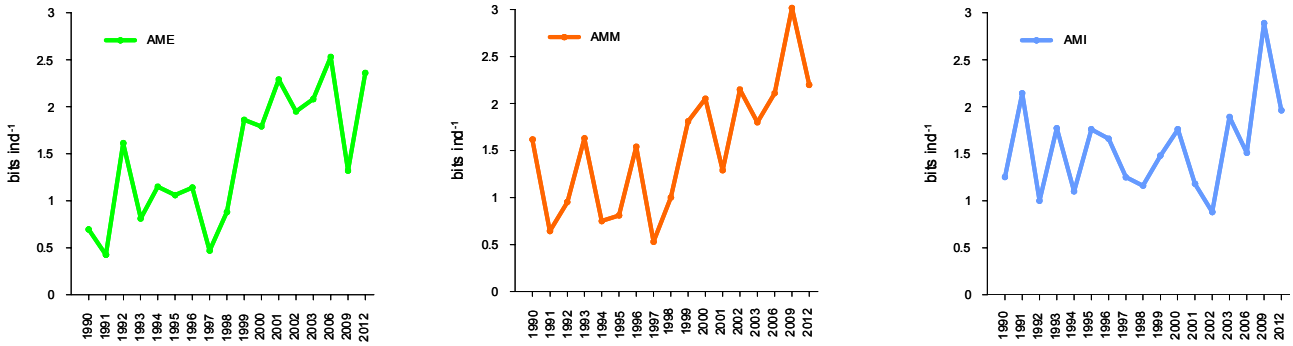


Figura 15 Evolución temporal de la diversidad en la estación exterior (AME), media (AMM) e interior (AMI) de la masa de agua de transición del Barbadun. Se muestran los registros correspondientes a los estudios realizados para el Consorcio de Aguas de Bilbao Bizkaia (1990-2002) y a la Red de Seguimiento del Estado Ecológico de las aguas de transición y costeras de la CAPV (2003, 2006, 2009, 2012).

En cuanto a la tendencia temporal y espacial de la calidad biológica asociada a la comunidad ictiológica, se han utilizado los datos obtenidos en las campañas realizadas en 2003, 2006, 2009 y 2012 por la *"Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la comunidad autónoma del País Vasco"* (Borja et al., 2004; 2007; 2009) y los obtenidos en las campañas de campo realizadas entre los años 1990 y 2002 para el Consorcio de Aguas Bilbao-Bizkaia (Franco *et al.*, 2003). La metodología aplicada para establecer la calidad biológica en peces en estuarios ha sido explicada en el Tomo 1.

En la Tabla 51 se expresan los valores obtenidos para cada indicador considerado en el cálculo del estado para cada tramo de estuario objeto de estudio en la red de calidad (años 2003, 2006, 2009 y 2012).

Estación/año	AME				AMM				AMI			
Parámetros	2003	2006	2009	2012	2003	2006	2009	2012	2003	2006	2009	2012
Riqueza	3	5	3	3	3	3	3	3	5	3	1	3
Esp. Indicadoras contaminación	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Especies introducidas	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Salud piscícola	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Peces planos	1	1	1	1	1	3	1	1	1	3	1	1
Omnívoros	3	3	1	1	3	3	1	1	3	3	1	3
Piscívoros	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Especies residentes (nº)	5	5	3	5	5	3	3	3	5	3	3	3
Especies residentes (%)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PUNTUACIÓN	29	31	25	27	29	29	25	25	31	29	23	27
AFI	0,56	0,61	0,44	0,50	0,56	0,56	0,44	0,44	0,61	0,56	0,39	0,50
CALIDAD BIOLÓGICA	B	B	A	A	B	B	A	A	B	B	A	A

Tabla 51 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): ≥ 0,76; Bueno (B): 0,55-0,76; Aceptable (A): 0,34-0,55; 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. La riqueza de especies alcanza el valor medio en todas las estaciones. A su vez, la presencia de peces planos obtiene un valor mínimo en todos los tramos del estuario.

El indicador número de especies residentes alcanza el valor máximo en la estación externa y un valor medio en las otras dos. En cuanto a la composición trófica en los tramos exterior y medio del estuario existe una relación equilibrada pero de valor mínimo en la relación entre omnívoros y piscívoros (valor porcentual de 1:1), al contrario que en la interior, donde dicha relación no es equilibrada (valor porcentual de 1:1).

Según los rangos establecidos para la clasificación de la calidad, todos los tramos del estuario están en un nivel **'Aceptable'**. El aumento de calidad respecto a 2009 en la estación exterior e interior se debe al aumento en el número de especies residentes y a la riqueza respectivamente.

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 16 se muestra la evolución temporal de la calidad biológica entre los años 1990 y 2009 para cada una de las estaciones. La evolución de la calidad de los tres tramos del Barbadun muestra cómo, entre 1990 y 1998, los valores oscilan 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.

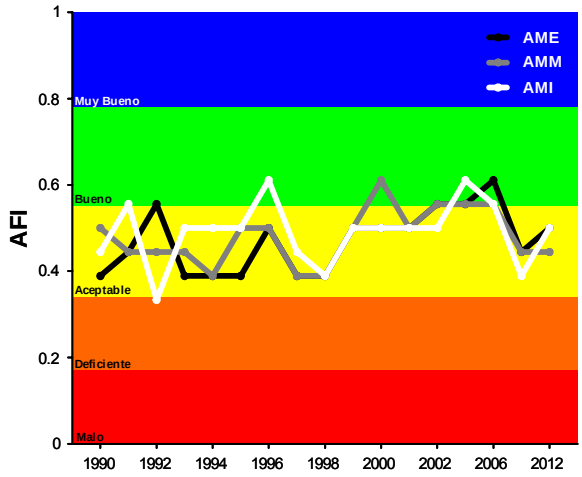


Figura 16 Valores de la calidad biológica obtenidos para cada estación entre los años 1990 y 20012. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): ≥ 0,78; Bueno (B): 0,55-0,78; Aceptable (A): 0,34-0,55; Deficiente (D): 0,17-0,34; Malo (M): ≤ 0,17. Interior (AMI), medio (AMM) y exterior (AME). AFI: AZTI's Fish Index.

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 17 muestra la evolución de la calidad biológica en la masa de transición del Barbadun entre los años 1990 y 20012. La calidad de la masa de agua correspondiente al año 2012 está en un nivel **'Aceptable'**, al igual que en 2009; no obstante, este año 2012 el valor es mayor. En 2009 se rompió la tendencia positiva mostrada desde 1999, alcanzando valores más propios de la década de los 90.

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, año tras año, desde 1999 se produzca una mejora progresiva, alcanzando los años 2003 y 2006 el estado de 'Bueno'. Esta mejoría es coincidente con la del bentos, que se ha visto anteriormente, y la diferencia antes-después de suprimir los vertidos es significativa ($p<0,05$), siendo mejor tras la supresión (Uriarte y Borja, 2009).

Sin embargo, el descenso de la calidad apreciado en 2009 podría deberse a diversos vertidos ocurridos a lo largo de los años 2008 y 2009 y a las obras de regeneración y recuperación de las marismas de la zona ocupada anteriormente por CLH.

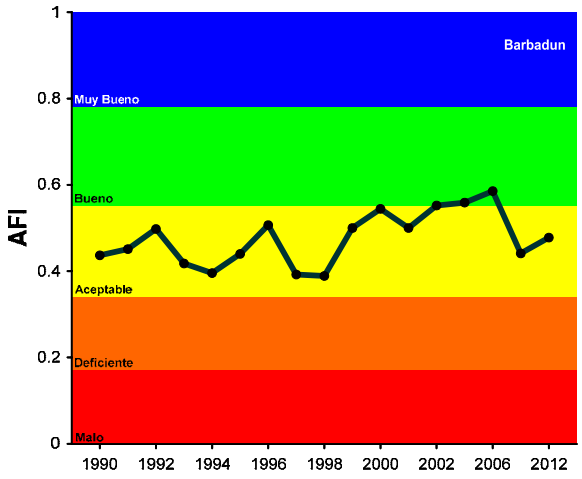


Figura 17 Valores de la calidad biológica obtenidos en la masa de transición del Barbadun entre los años 1990 y 2012. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): ≥ 0,78; Bueno (B): 0,55-0,78; Aceptable (A): 0,34-0,55; Deficiente (D): 0,17-0,34; Malo (M): ≤ 0,17. AFI: AZTI's Fish Index.

2.3.3 VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO. FITOPLANCTON

Al igual que en anteriores informes, el fitoplancton en la masa de agua de transición del Barbadun se evalúa con los datos de los últimos seis años, en base a dos métricas: el percentil 90 de la clorofila y el porcentaje de blooms. El estado global del fitoplancton se calcula promediando los EQRs de ambos indicadores (véase tomo de metodología).

En la Figura 18 se presenta el percentil 90 de la clorofila en cada una de las estaciones de muestreo, para el último periodo de estudio. En la estación E-M5, la métrica supone 6,34 µg l^{-1} (n=48) lo cual corresponde a un estado "Muy bueno", aunque cercano a "Bueno". En la estación E-M10, el resultado es 2,21 µg l^{-1} (n=48), lo cual indica un estado "Muy bueno".

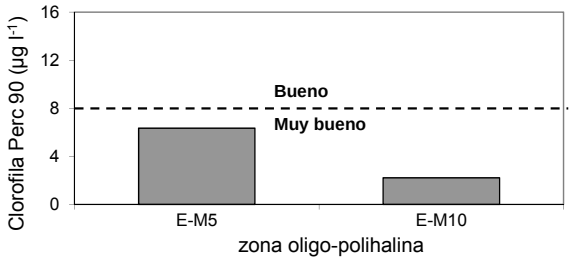


Figura 18 Percentil 90 de la concentración de clorofila en el estuario del Barbadun. Los datos utilizados han sido los de superficie, pleamar y bajamar, de las cuatro épocas del año, desde 2007 hasta 2012.

En la Figura 19 se muestra la frecuencia de blooms durante el último periodo de estudio. En la estación E-M5 es 30,0%, lo cual indica un estado "Bueno". En la estación E-M10 es 8,3%, lo que corresponde a un estado "Muy bueno".

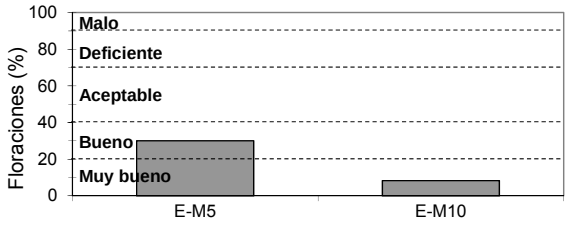


Figura 19 Frecuencia de floraciones fitoplanctónicas (%) en el estuario del Barbadun. Los datos utilizados corresponden a superficie, pleamar, en primavera y verano, desde 2007 hasta 2012.

En la Tabla 52 se indica el estado del fitoplancton en cada una de las estaciones del Barbadun, integrando los resultados de ambos indicadores. El estado global del fitoplancton para el periodo 2007-2012 se clasifica como "Bueno" en la estación E-M5 y como "Muy bueno" en la estación E-M10.

ESTACIÓN	EQR_1 Biomasa	EQR_2 Floraciones	Estado y EQR Global
E-M5	0,841	0,557	Bueno (0,699)
E-M10	1,000	1,000	Muy bueno (1,000)

Tabla 52 Estuario del Barbadun. Calificación del estado del fitoplancton para cada estación de muestreo durante el periodo 2007-2012. Se muestran los EQRs parciales de cada indicador y el EQR global.

En la Tabla 53 se muestra la evolución del estado del fitoplancton a lo largo de periodos móviles de seis años. En la estación E-M5 las últimas evaluaciones son las más fiables ya que disponen de mayor número de datos para el indicador de blooms. Hay que tener en cuenta que las estaciones más interiores de los estuarios (de grado II) comienzan a muestrearse con regularidad para los recuentos fitoplanctónicos a partir de la campaña de 2008.

El **estado del fitoplancton** en la masa de agua del **Barbadun** se clasifica como "**Muy bueno**" para toda la serie temporal (Tabla 53). La estación E-M10, clasificada hasta ahora con un estado "Muy bueno", representa un elevado porcentaje de la superficie del estuario (94%) y, por lo tanto, influye considerablemente en la clasificación del estado de esta masa de agua.

	03-08	04-09	05-10	06-11	07-12
Barbadun	MB (0,970)	MB (0,976)	MB (0,972)	MB (0,970)	MB (0,983)
E-M5	B	B	B	B	B
E-M10	MB	MB	MB	MB	MB

Tabla 53 Evolución temporal del estado del fitoplancton en el estuario del Barbadun, a lo largo de periodos móviles de seis años. Se indica entre paréntesis la evolución del EQR del fitoplancton en la masa de agua.

Clorofila

En el estuario del Barbadun la concentración de clorofila se midió en dos estaciones, una situada en la zona superior (E-M5, clasificada como oligohalina), y otra en la desembocadura (E-M10, clasificada como polihalina). Las muestras se tomaron sólo en superficie.

Considerando todas las situaciones de muestreo (pleamar y bajamar, en cuatro épocas del año) se obtuvo un total de 16 muestras. En 2012 se cubrió un amplio gradiente de salinidad, entre 0,2 y 35,2 USP. La concentración de clorofila "a" osciló entre 0,3 y 9,8 µg l^{-1} (Figura 20).

En invierno la clorofila estuvo en valores mínimos (inferiores o cercanos a 1 µg l^{-1}). El máximo se registró en otoño, en la cabecera del estuario. En verano se registraron picos secundarios cercanos a 4 µg l^{-1} en la misma zona, asociados a aguas polihalinas (Figura 20).

Durante el muestreo de verano, la salinidad indicó condiciones de caudal fluvial muy bajo, que son muy propicias para el desarrollo de las comunidades fitoplanctónicas en la zona superior del estuario debido al aumento del tiempo de residencia del agua (Figura 20).

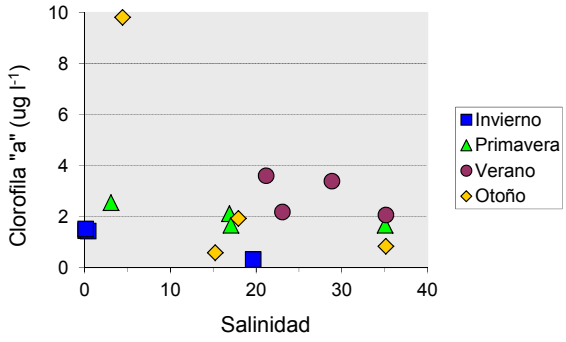


Figura 20 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino del estuario del Barbadun en las cuatro épocas de estudio durante 2012. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

En comparación con otras masas de agua del mismo tipo (Tipo 9, estuarios con grandes zonas intermareales), el Barbadun presentó concentraciones de clorofila más bien bajas, muy similares a las del Butroe y el Oria. En el resto de los estuarios de este tipo, en 2012 los picos de clorofila alcanzaron entre 15 y 35 µg l^{-1}; como fue el caso del Oka, Lea, Artibai y Urola. No obstante, en los dos últimos años las concentraciones de clorofila registradas en los estuarios vascos han sido bastante moderadas. Por ejemplo, en el año 2010 se observaron picos de 80 µg l^{-1} en el Urola y en el Barbadun.

El amonio, nutriente que en concentraciones elevadas se asocia a vertidos de aguas residuales urbanas, mostró los valores más altos en verano. En la estación E-M10 el máximo de amonio fue 39 µM y en la estación E-M5, 12 µM. El valor máximo de fosfato fue 2,0 µM y se observó en otoño; en verano fue cercano a 1,5 µM. Estas concentraciones están ligeramente por encima de la concentración de fondo. No obstante, se trata de ocasiones puntuales que no representan la situación media anual.

En resumen, al igual que lo observado en años recientes, durante 2012 la biomasa fitoplanctónica en el estuario del Barbadun es relativamente baja y coherente con la presión antropogénica, en el sentido de los aportes de nutrientes inorgánicos (N y P).

Para estudiar la evolución a lo largo de los años de la concentración de clorofila en el estuario del Barbadun se ha calculado el valor del percentil 90, con periodos móviles de seis años, tal y como se utiliza para la evaluación de la calidad biológica (ver apartados siguientes). En la estación E-M5 la serie comienza en 2002, mientras que en la estación E-M10 se dispone de datos desde 1995 (Figura 21).

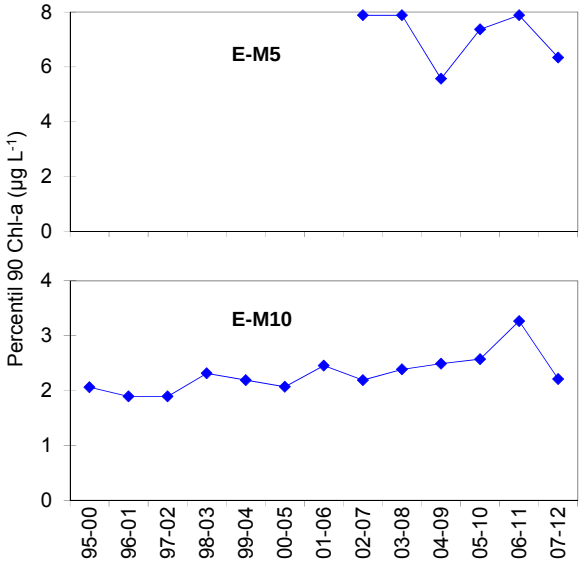


Figura 21 Evolución de la concentración de clorofila en el estuario del Barbadun. Se muestra el percentil 90 calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, para periodos móviles de seis años.

Como puede apreciarse en la Figura 21, en la estación E-M5 (zona oligohalina) la concentración de clorofila presenta oscilaciones entre 5 y 8 µg l^{-1}. En la estación E-M10 (zona polihalina) el percentil 90 es mucho más bajo. En esta zona más exterior se observó una leve tendencia de aumento durante la década del 2000, desde 2 hasta 3 µg l^{-1}, aproximadamente. Sin embargo, en el último periodo (2007-2012) el valor del percentil ha disminuido bruscamente hasta 2 µg l^{-1}.

En el resto de los estuarios del País Vasco, en aguas de carácter oligo-, meso- o polihalino el valor del percentil 90 de la clorofila normalmente no supera los 8 µg l^{-1}. Por lo tanto, el Barbadun se encuentra dentro de los límites habituales para la biomasa fitoplanctónica.

Composición y abundancia del fitoplancton

En la Tabla 54 se muestran las variables que describen a la comunidad de fitoplancton en el estuario del Barbadun, en primavera y verano de 2012.

En primavera el número de especies y la abundancia celular fueron muy bajas en la cabecera del estuario. En la desembocadura, por el contrario, se encontró un gran número de especies y la abundancia fue moderada. Las comunidades en primavera estuvieron constituidas mayoritariamente por diatomeas. En la zona exterior del estuario destacó *Chaetoceros* spp. y la especie potencialmente tóxica *Pseudo-nitzschia* spp. En dicha zona también fueron importantes los dinoflagelados gymnodiniales de pequeño tamaño, así como *Gyrodinium* cf. *flagellare*.

En verano la densidad fitoplanctónica mostró los valores máximos, entre 1 y $2 \cdot 10^6$ células l^{-1}, a lo largo del estuario. Las comunidades estuvieron dominadas por organismos de tamaño pequeño, muchos de los cuales sólo pudieron ser identificados a nivel de grupo. Destacaron por su abundancia las criptofitas (*Hemiselmis* spp., en la parte superior, y *Plagioselmis* spp. junto con *Teleaulax* spp., en la desembocadura), las diatomeas pennales y las formas ≤10 µm. En la cabecera también destacaron las clorofitas (prasinofíceas), especialmente *Tetraselmis* spp.

Estación	E-M5	E-M10
Fecha	17/05/2012	17/05/2012
Abund. (x10^3 céls. l^{-1})	215	730
Diversidad (bit/cel)	1,8	4,0
Riqueza (Nºespecies)	7	43
Estación	E-M5	E-M10
Fecha	29/08/2012	29/08/2012
Abund. (x10^3 céls. l^{-1})	1.997	1.094
Diversidad (bit/cel)	2,9	2,8
Riqueza (Nºespecies)	16	21

Tabla 54 Índices relacionados con Fitoplancton. Estuario del Barbadun. Los datos son de superficie, en pleamar.

2.3.4 VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO. MACROALGAS

Para el estudio asociado a macroalgas la masa de agua se dividió en 4 zonas tanto en 2003, como en 2006, 2009 y 2012, numeradas del 1 al 4 desde la desembocadura al interior (Figura 8).

Las zonas se han nombrado siguiendo una nomenclatura parecida al resto de estaciones: M de "macroalgas", E de "estuario" y M de "Muskiz", seguido del número (ej. M-EM2). Estas 4 zonas representan dos tramos del estuario, que se pueden adscribir a las estaciones E-M10 (zonas 1 y 2) y E-M5 (zonas 3 y 4), desde la desembocadura al interior.

En la Tabla 55 se muestran los índices de cobertura de cada especie de macroalga para cada una de las zonas.

En la Tabla 56 se observan los datos obtenidos para la masa de agua de transición del Barbadun en 2012 con objeto de calificar cada tramo. La metodología utilizada se explica en el Tomo 1 del informe correspondiente a la campaña de 2003 (Borja et al., 2004d).

En la presente campaña de 2012, la calificación es de 'Estado Aceptable' para los dos tramos de la masa de agua (Tabla 56). Por tanto, se aprecia una recuperación en la calidad de las comunidades de macrófitos en el tramo interior del estuario, que pasa de 'Mal Estado' en 2009 a 'Buen Estado' en 2012.

La mejora detectada se debe, básicamente, a una mayor riqueza de especies y a un menor ratio de algas verdes respecto a la cobertura vegetal total.

Por el contrario, el tramo exterior mantiene la misma calificación que la pasada campaña de 2009.

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**, mejorando respecto a la calificación obtenida en 2009 (Estado Deficiente) debido a la mejora en el tramo interior arriba indicada.

ZONAS	M-EM1		M-EM2		M-EM3		M-EM4	
Superficie (m^2)	2.000		3.000		17.000		7.500	
Área ocupada por macroalgas (m^2)	55		1.100		3.000		5.000	
Índice	IC	ID	IC	ID	IC	ID	IC	ID
XANTHOPHYCEAE								
Vaucheria sp.	4	2	4	3	4	2		
CLOROPHYCEAE								
Filamentosas	5	3	5	4	5	3	5	4
Laminares					2	1		
RHODOPHYCEAE								
Catenella caespitosa			2	2				
Porphyra umbilicalis			2	2				
Gracilaria sp.					2	1		
PHAEOPHYCEAE								
Fucus spiralis			1	1				
Total Cobertura Algal (%)	3		37		18		67	

Tabla 55 Especies de macrófitas identificadas en cada una de las zonas estudiadas en el estuario del Barbadún el 7 de junio de 2012. Se representan: Índice de Cobertura (IC), Índice de Distribución (ID) (ver escalas en el Tomo 1), la cobertura total de la estación y la superficie ocupada.

INDICADORES	M-EM1	M-EM2	M-EM3	M-EM4
1- Riqueza	3	3	1	3
3- Cobertura indicadores contaminación	5	5	3	5
4- Cobertura media algas sin indic contamin.	1	1	1	1
5- Ratio verdes/resto	3	3	1	3
SUMA=	12	12	6	12
CALIFICACIÓN AREA=	A	A	M	A
EQUIVALENCIA=	6	6	2	6
SUPERFICIE DE LA ZONA=	2000	17000	7500	17000
PORCENTAJE SOBRE EL TRAMO=	0,40	0,69	0,31	0,69
VALOR GLOBAL=	2,4	4,2	0,6	4,2
EQUIVALENCIA TRAMO=	6,0		4,8	
CALIFICACIÓN TRAMO=	A		A	
ESTACIÓN RED ASIGNADA=	E-M10		E-M5	

Tabla 56 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 2012.

ZONA M-EM1 (Marismas de Pobeña)

El río Barbadún y una regata que atraviesa el barrio de Pobeña delimitan una extensión de marismas de 21.250 m^2.

En esta zona se encuentra una comunidad típica de plantas halófitas definida por Halimione portulacoides, Salicornia ramosissima, Limonium vulgare, Juncus maritimus, Sarcocornia perennis y Plantago maritima.

De entre dichas especies, es reseñable que la abundancia de *L. vulgare*, en zonas inundadas diariamente por las mareas, junto con *P. maritima*, constituye una comunidad muy característica, sólo presente en este estuario y en el de Urdaibai.

S. ramosissima sólo está presente en dos estuarios de la CAPV: Barbadún y Butroe (Vega Txipio). Por otro lado, *S. perennis* aparece en tres: Barbadún, Butroe y Urdaibai.

En el centro de la marisma, 2.000 m^2 aparecen ocupados por dos canales de una anchura de 10-20 m, cuya naturaleza arenosa limitaba en años anteriores el desarrollo de algas. En 2009, se observaron pequeñas manchas discontinuas de clorofíceas filamentosas (*Ulva* sp.), tanto en los taludes como en las charcas que quedan en el centro de los canales. La cobertura en estas pequeñas manchas alcanzaba el 40% (Foto 1-2009). En la campaña 2012, además de las clorofíceas filamentosas (Foto 2-2012), se encuentran manchas poco densas (cobertura máxima del 20%) de *Vaucheria* sp.





Las manchas de clorofíceas filamentosas que años anteriores aparecían en la zona de confluencia de los canales (Fotos 3-2003 y 4-2009), han desaparecido en la presente campaña (Foto 5-2012).





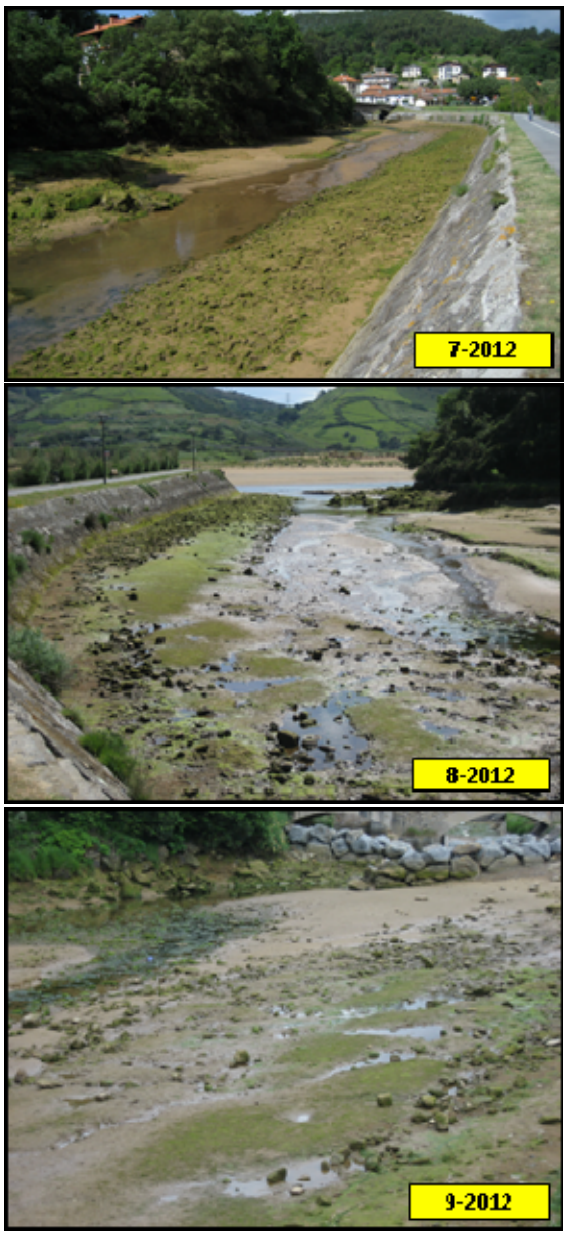


ZONA M-EM2 (Zona comprendida entre la regata de Pobeña y el puente peatonal que enlaza con la playa de La Arena)

Entre la regata que atraviesa el barrio de Pobeña y el puente peatonal de La Arena, se distinguen tres subzonas: la ribera derecha de la propia regata, cubierta por piedras sueltas de pequeño y mediano tamaño; el muro que delimita la marisma, y un tramo de grandes bloques que bordea la península de San Pantaleón.

Sobre los 220 m correspondientes a la primera subzona se encuentra una franja de 2 m de anchura con un desarrollo importante (60% de coberura) de algas clorofíceas filamentosas. En 2009, un mayor depósito de arena en la zona condicionó el desarrollo de macroalgas, que únicamente se localizaron en las piedras (Foto 6-2009). En 2012, el sustrato blando adyacente aparece recubierto por clorofíceas filamentosas y por dos manchas de *Vaucheria* sp., localizadas en la parte más interna. Estas manchas tienen unas dimensiones de 25×2 m (Foto 8-2012) y 10 m×2 m (Foto 9-2012), y alcanzan una cobertura del 30%.





Las marismas de Pobeña están delimitadas por un muro de piedra de 2,5 m de altura y 325 m de perímetro. En la base de dicho muro, se asienta un cinturón de clorofíceas filamentosas del género *Ulva* de 1,5 m de anchura y 50% de cobertura (superior al 20% de 2009, pero sin alcanzar el 70% observado en 2003 y 2006).

A pie de muro, los acúmulos de piedras de mediano tamaño presentes en campañas anteriores, aparecen en 2012 cubiertos por arena, lo que impide el desarrollo algal.

La pequeña playa situada entre el muro y la península de San Pantaleón aparece en 2012 en una situación intermedia entre la observada los primeros años (totalmente cubierta de arena) y la campaña de 2009 (zona de 120 m^2 con piedras recubiertas por clorofíceas filamentosas) (Fotos 10-2006 y 11-2009). En la actualidad se estima una superficie de piedras de 60 m^2 con una cobertura de clorofíceas filamentosas del 80% (Fotos 12-2012 y 13-2012). Por primera vez desde el inicio del estudio, se ha localizado en esta playa un ejemplar de *Fucus spiralis spiralis*.



Por último, al pie de la Ermita de Nuestra Señora del Socorro, y bordeando la península de San Pantaleón, se describe una franja litoral de 125 m de grandes bloques, que llega hasta el puente peatonal. La comunidad

macrofítica asentada en esta subzona está limitada a los bloques sueltos y a la parte baja del acantilado, y se caracteriza por una banda de clorofíceas de 1 m de anchura, con una cobertura del 70%. De manera puntual aparecen algunos ejemplares de las rodofíceas *Porphyra umbilicalis* y *Catenella caespitosa*, y, como ya ocurrió en 2003, se encuentra un ejemplar de *F. spiralis spiralis* (Fotos 14-2003 y 15-2012)



ZONA M-EM3 (Marismas de Areño)

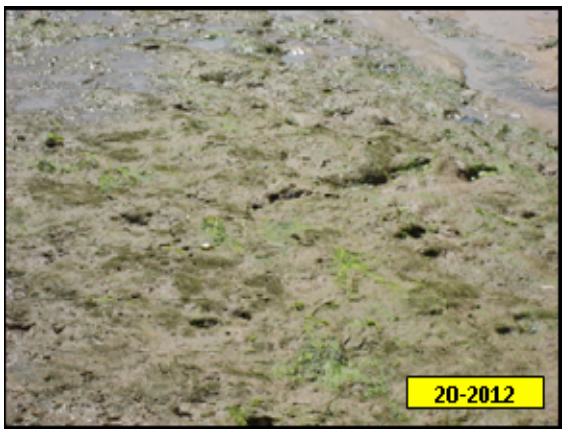
A 300 m hacia el interior del estuario, desde la pasarela peatonal, se llega a una extensión de marismas de 90.000 m^2, con dos canales principales: uno de unos 12.000 m^2 y otro, más pequeño, de 1.500 m^2. Se ha estimado que, en conjunto, la zona inundable apta para el desarrollo de macroalgas abarca aproximadamente 17.000 m^2.

Se puede observar la presencia de la comunidad vegetal de plantas halófitas típica descrita para la zona de las marismas de Pobeña (zona M-EM1).

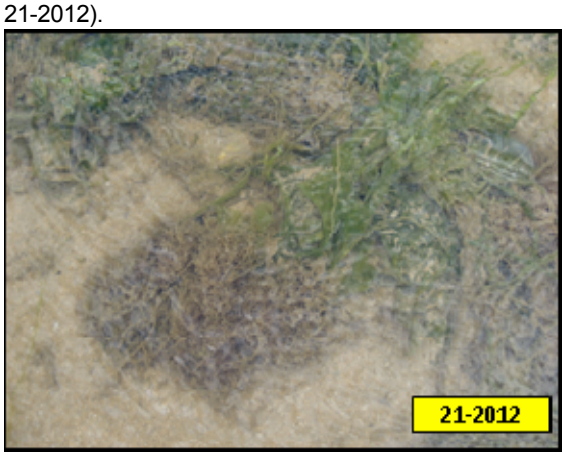
En cuanto a las macroalgas, se encuentran diferencias significativas respecto a anteriores campañas. Las clorofíceas filamentosas, que estaban limitadas a escasas manchas en los bordes de los canales (Fotos 16-2006 y 17-2009), alcanzan en 2012 mayor desarrollo y extensión, cubriendo amplias zonas con coberturas de hasta el 90% (Fotos 18-2012 y 19-2012).



Igual que en las dos zonas anteriores, aparecen, por primera vez desde el inicio del estudio, manchas aisladas de *Vaucheria* sp. que alcanza coberturas máximas del 40% (Foto 20-2012)



Otras especies presentes en la zona, y no observadas en campañas anteriores, son la rodofícea *Gracilaria* sp. (único punto de todo el estuario) y clorofíceas laminares del género *Ulva*, apareciendo ambas especies en forma de ejemplares aislados (Foto 21-2012).



ZONA M-EM4 (Cauce principal del río)

Desde el cordón dunar de la playa de la Arena y continuando río arriba a lo largo de 2 km, el cauce principal presenta dos partes diferenciadas.

Próximos al complejo dunar de la playa de La Arena, se localizan los restos de la antigua línea de transporte de mineral al lavadero de Campomar. Dichos restos consisten en un pequeño muro de 40 m y un acúmulo de bloques de aproximadamente 300 m^2.

Al igual que en campañas anteriores, las únicas macroalgas presentes pertenecen a la clase Clorophyta y tapizan bloques de mediano tamaño con recubrimientos importantes, de hasta el 90%.

La segunda subzona comprende el cauce principal del Barbadún, en cuyas riberas se encuentra un lecho areno-fangoso de 2,5 m de anchura media. En su orilla derecha se observa una banda más o menos continua, de 1-2 m de ancho, con coberturas de hasta el 80%, frente al 40% de 2009. Mientras en 2003 las clorofíceas se distribuían de tal modo que únicamente alcanzaban recubrimientos importantes en algunas pequeñas zonas, que no suponían más de 1.000 m^2 en total, desde 2006 la superficie recubierta por algas alcanza los 3.000 m^2 (Fotos 22-2006, 23-2009 y 24-2012).

Para terminar con la orilla derecha, se llega a una zona donde el Barbadún se encuentra canalizado por un pequeño muro de 1,5 m de altura, con una banda de clorofíceas filamentosas muy aparente.

En cuanto a la orilla izquierda, puede decirse que, como en campañas anteriores, es bastante uniforme, presentando una banda de fango de 1 m de anchura. La cobertura de clorofíceas se mantiene similar, alcanzando coberturas máximas del 40%.







2.4 INDICADORES FISICOQUÍMICOS

2.4.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA EN AGUAS

CONSIDERACIONES GENERALES

En la Tabla 57 se muestra el promedio anual de las variables básicas analizadas en el año 2012 en los niveles de fondo y superficie, en ambas estaciones del estuario del Barbadún.

La temperatura media del agua varía entre 14,21 y 15,44 ºC entre los distintos puntos de muestreo.

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, situada en la zona interior del estuario, presentó un porcentaje de agua de origen fluvial de 41-57%) mientras que en la estación E-M10, situada en la zona externa, el agua dulce supuso un 47-49%. En cuanto al grado de estratificación, se aprecian diferencias de salinidad en el eje vertical de la columna de agua del orden de 5 USP en la zona interior del estuario. La estación de la zona inferior del estuario (E-M10) se puede considerar prácticamente mezclada, con diferencias entre superficie y fondo que no superan, en promedio, 1 USP.

Los valores de saturación de oxígeno disuelto están en el rango de los años más recientes. Los valores promedio son próximos al nivel de saturación: 90-94% en la estación más interna, 93-96% en la zona más externa.

El promedio anual de los valores de pH varía muy poco entre las estaciones muestreadas (7,75-7,84) y se sitúa en el rango habitual de los estuarios.

Variables	Unidad	E-M5-S	E-M5-F	E-M10-S	E-M10-F
Temperatura	ºC	15,34	15,44	14,28	14,21
Salinidad	USP	15,43	20,91	18,78	18,04
Agua Fluvial	%	56,66	41,27	47,25	49,33
Saturación O_2	%	94,20	90,00	92,90	95,56
pH		7,84	7,84	7,75	7,81
Silicato	µmol.dm^{-3}	68,96		35,24	
Amonio	µmol.dm^{-3}	7,49		9,06	
Nitrito	µmol.dm^{-3}	0,77		0,46	
Nitrato	µmol.dm^{-3}	79,00		39,86	
Nitrógeno Total	µmol.dm^{-3}	132,94		84,50	
Fosfato	µmol.dm^{-3}	1,21		0,74	
Fósforo Total	µmol.dm^{-3}	2,34		1,75	
Carbono O. Total	µmol.dm^{-3}	196,53		196,18	

Tabla 57 Estuario del Barbadún. Valores medios de variables relacionadas con el estado trófico. F: fondo, S: superficie.

La concentración de los nutrientes en esta masa de agua 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 y 2 veces) entre la estación E-M5 y la estación E-M10, lo cual evidencia el origen principalmente terrestre de estos nutrientes. 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. Una excepción en 2012 es el amonio, con un promedio inferior en la zona interior.

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 66% del nitrógeno total y el fosfato el 52% del fósforo total en la zona de cabecera (E-M5). En la zona de la desembocadura (E-M10) la relación para el nitrógeno es inferior a la de la estación de cabecera (58%) y el fosfato supone el 42% del fósforo total. 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 2012, por las proporciones mencionadas y por el predominio del nitrato sobre el amonio.

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 en la estación E-M5 se observan valores similares a los registrados en 2002-2004 en los que se superan casi los niveles de evaluación aplicables a las aguas oligoalinas para el NID (150 µmol l^{-1}). En la estación E-M10, de la cual se poseen más datos históricos, se muestra una tendencia a la disminución aunque en verano del 2007 y en otoño 2008 se registran los valores más altos de los últimos años. El fosfato, muestra una estabilidad en ambas estaciones (Figura 22).

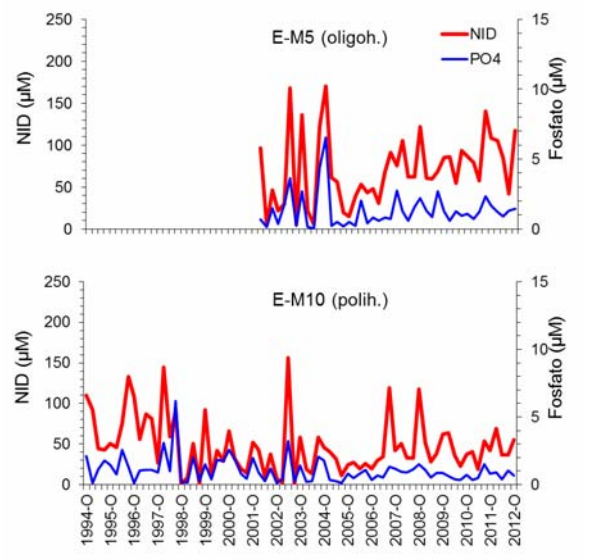


Figura 22 Evolución trimestral, entre otoño de 1994 y otoño de 2012, de la concentración de Nitrógeno Inorgánico Disuelto (NID) y fosfato, ambos en micromoles por litro, en aguas de superficie (media de pleamar y bajamar), en la estación E-M5 (cabecera) y E-M10 (desembocadura).O: otoño.

Según se observa en la Figura 23, el porcentaje de saturación de oxígeno en la estación más interna (E-M5) presenta mayor variabilidad intra-anual que la estación más externa (E-M10). Desde el año 2005 no se observa un patrón general de ascenso o descenso. Sin embargo, es de destacar que la estación de la cabecera (E-M5) presenta valores próximos o ligeramente inferiores al 60% en algunos muestreos de los años más recientes.

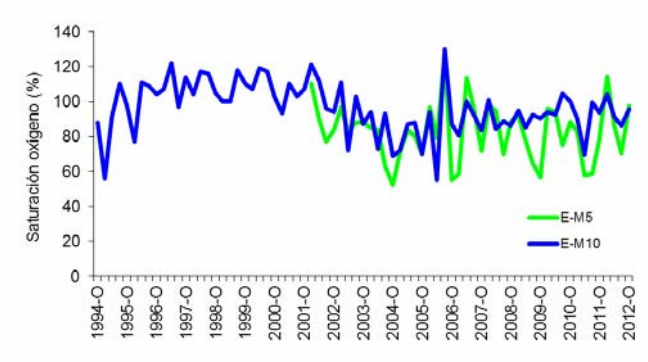


Figura 23 Porcentaje de saturación de oxígeno en la columna de agua en la zona inferior del estuario Barbadún (estaciones E-M5 y E-M10). Se muestra el promedio para cada época del año (invierno, primavera, verano y otoño) desde 1994 hasta 2012. La media se ha realizado con los datos tomados en superficie y fondo, y en dos situaciones de marea (pleamar y bajamar).

METALES DISUELTOS

En la campaña de 2012, las concentraciones de cromo (trivalente) y de mercurio en las aguas de superficie de las estaciones del estuario del Barbadún se mantienen por debajo de sus límites de cuantificación (1-2 µg·l^{-1} y 0,01 µg·l^{-1}, respectivamente).

Por otra parte, en la Figura 24 se muestra la evolución temporal de la concentración media anual para el resto de metales en las estaciones del estuario del Barbadún en el periodo que abarca desde 1994 a 2012. 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 y en superficie.

Para el caso del cadmio, históricamente, se venían registrando concentraciones muy cercanas o inferiores al límite de cuantificación, pero, a partir del invierno de 2002, en la estación E-M10 (Pobeña), se empiezan a registrar concentraciones sustancialmente superiores. Con respecto a 2011, en la campaña de 2012 se aprecia un importante descenso, donde las concentraciones medias anuales en las dos estaciones muestran valores inferiores al objetivo de calidad establecido (0,2 µg·l^{-1}) con un valor medio anual de 0,19 µg·l^{-1} en la estación E-M5 y 0,06 µg·l^{-1} en la estación E-M10.

Con respecto al níquel, en la campaña de invierno de 2003 se observa un pico de concentración media anual en ambas estaciones de muestreo y otro máximo en la estación interior (E-M5) en la presente campaña, aunque en ningún caso se supera el objetivo de calidad establecido (20 µg·l^{-1}). Además, en la presente campaña, la estación externa (E-M10) muestra valores cercanos al límite de cuantificación (1 µg·l^{-1}).

En cuanto al hierro, se observa un pico de concentración media anual en ambas estaciones de muestreo y en la campaña de 2011, otro máximo en la estación interior (E-M5) (50 $\mu g \cdot l^{-1}$).

Por el contrario, el plomo y manganeso presentan una tendencia bastante irregular a lo largo de los años. En el caso del Mn, este año se ha apreciado un claro aumento de la concentración media anual en las dos estaciones, con un pico de 60 y 88 $\mu g \cdot l^{-1}$ en la estación E-M10 y E-M5, respectivamente. En el caso del Pb, en la campaña de 2012 se aprecia un importante descenso de las concentraciones medias anuales en las dos estaciones con respecto a 2011, de tal manera que los valores son inferiores al objetivo de calidad establecido (7,2 $\mu g \cdot l^{-1}$).

En caso del cobre no se aprecia una tendencia definida durante los años de estudio, que en ningún caso supera el objetivo de calidad establecido (25 $\mu g \cdot l^{-1}$).

En el caso del zinc, en los últimos años, en la estación más interna, los valores se han mantenido entre 20 y 40 $\mu g \cdot l^{-1}$ sin observar un patrón dominante. En el caso de la estación E-M5, se observa un aumento de los valores medios anuales, hasta superar el objetivo de calidad (60 $\mu g \cdot l^{-1}$) en las campañas de 2009, 2011 y 2012.

En general, no se observan tendencias globales bien definidas, con elevada variabilidad interanual en la concentración de algunos metales. 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.

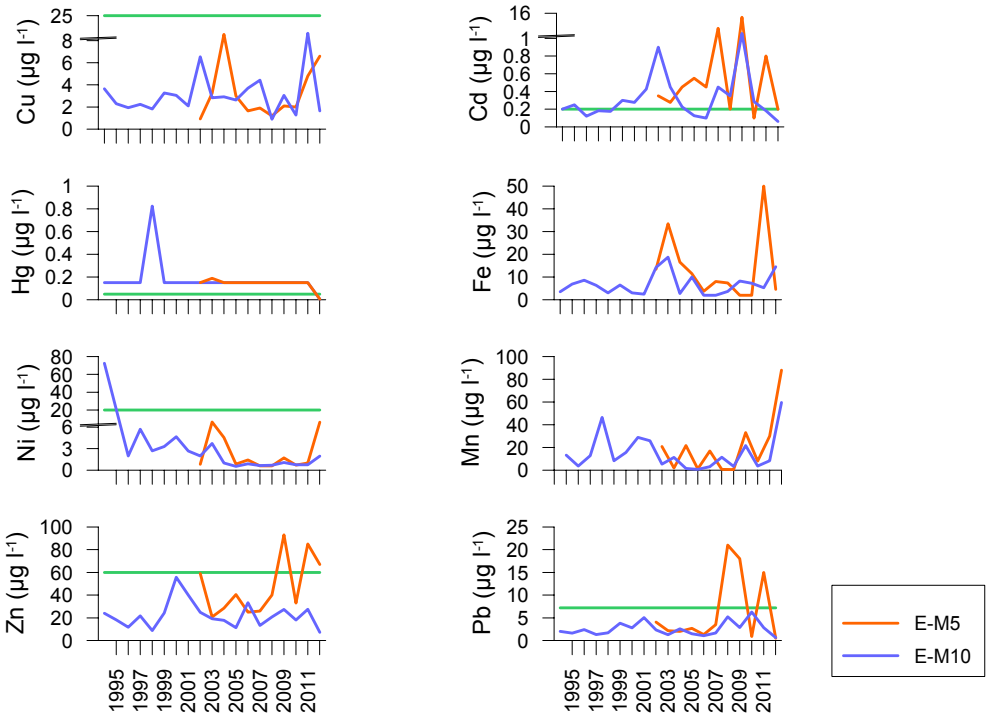


Figura 24 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en las estaciones del estuario del Barbadun en el periodo que abarca desde 1994 a 2012. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

CONTAMINANTES ORGÁNICOS Y OTROS CONTAMINANTES ESPECÍFICOS

Respecto a los contaminantes orgánicos estudiados no se han encontrado concentraciones que superen los respectivos límites de cuantificación para ninguna de las dos estaciones de estudio.

2.4.2 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS

PARÁMETROS SEDIMENTOLÓGICOS DE CARÁCTER GENERAL

Desde el año 1995, en la estación E-M10 y desde el invierno de 2002, en la estación E-M5, se dispone de la información relativa a la composición granulométrica, contenido en materia orgánica, potencial redox y contenido en carbono y nitrógeno orgánico particulado. A partir de esta información, en la Figura 25 y Figura 26 se ha establecido una evolución temporal para ambas estaciones. Además, en la Tabla 58 se recogen los resultados de los análisis realizados en la campaña de invierno de 2012.

En la presente campaña se observa que, la estación de muestreo más interna (E-M5) presenta un sedimento predominantemente arenoso y limoso, con baja relación C/N. La estación más externa (E-M10), presenta una granulometría predominantemente arenosa, de tal manera que, no ha sido viable el análisis de carbono ni de nitrógeno orgánico particulado, y por lo tanto, tampoco se ha calculado la relación C/N.

En relación a la variabilidad espacial, la estación más externa (E-M10) presenta valores más altos de C/N que se corresponden con concentraciones bajas de NOP, de alrededor de 0,01 mol kg^{-1}, lo que indica una mayor actividad de degradación. Al contrario, los bajos valores de C/N (<20) se deben a concentraciones altas de NOP, más características de zonas internas, como sucede generalmente en la estación E-M5.

En cuanto a la evolución temporal, la estación de muestreo más exterior (E-M10) presenta poca variación en el contenido de arena, siendo ésta la fracción granulométrica dominante. Por el contrario, la muestra interna (E-M5) presenta un contenido en finos que varía a lo largo de las diferentes campañas de muestreo. En relación al contenido en materia orgánica, se observa una tendencia descendente discontinua en ambas estaciones.

Estación	Grava (%)	Arena (%)	Limo (%)	M.O. (%)	Eh (mV)	C.O.P. (mol kg^{-1})	N.O.P. (mol kg^{-1})	C/N (mol/mol)
E-M5	0,06	54,02	45,92	4,15	-26	2,59	0,15	17,17
E-M10	0,03	99,58	0,39	2,52	192	nd	nd	nd

Tabla 58 Parámetros sedimentológicos correspondientes a los muestreos de invierno de 2012. Grava > 2 mm > Arena > 63 µm > Limo; M.O.: materia orgánica; Eh: potencial redox; C.O.P. carbono orgánico particulado; N.O.P.: nitrógeno orgánico particulado; C / N: relación carbono / nitrógeno; nd: no disponible.

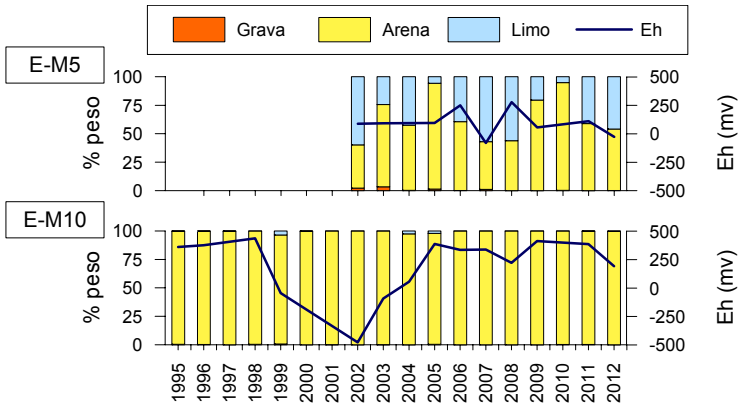


Figura 25 Evolución temporal del potencial redox (Eh) y las fracciones granulométricas (grava, arena y limo) en los sedimentos de la masa de agua de transición del Barbadún (muestreos de invierno).

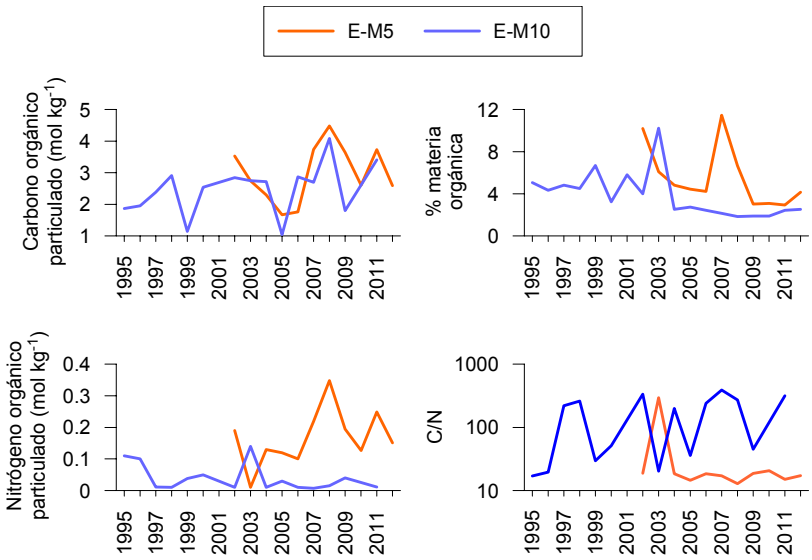


Figura 26 Evolución temporal del contenido en materia orgánica, carbono orgánico particulado y relación carbono/nitrógeno en los sedimentos de la masa de agua de transición del Barbadún (muestreos de invierno).

METALES PESADOS

La Tabla 59 recoge las concentraciones de metales analizados en la estación interna E-M5 en la campaña de invierno de 2012.

En la Figura 27 se muestra la evolución temporal para cada uno de los metales en la estación E-M10, así como los datos de la estación E-M5 obtenidos desde el muestreo de invierno de 2002. En ambas estaciones, las concentraciones de Cd, Hg, Cr, Ni, Zn (excepto en la E-M10 de la presente campaña) en las campañas más recientes se encuentran por debajo del umbral del nivel de fondo. En el caso del Cu (en la estación E-M10), Mn, Pb (en la estación E-M10) y Fe se supera el nivel de fondo.

En la Figura 28 se representa la concentración de metales (corregidos por el contenido en finos de los sedimentos) durante los últimos tres años con el objetivo de conocer el posible efecto adverso sobre la biota asociado a la presencia de dichos metales. En la estación más interna (E-M5), en 2012, todos los metales (excepto el Hg), presentan concentraciones superiores al valor TEL, indicando existencia de riesgo bajo de afección sobre la biota. En la estación más externa no se supera el valor TEL para ningún metal, indicando ausencia de posible efecto en la biota.

Estación	Cd ($\mu g\ g^{-1}$)	Cr ($\mu g\ g^{-1}$)	Cu ($\mu g\ g^{-1}$)	Fe ($\mu g\ g^{-1}$)	Hg ($\mu g\ g^{-1}$)	Mn ($\mu g\ g^{-1}$)	Ni ($\mu g\ g^{-1}$)	Pb ($\mu g\ g^{-1}$)	Zn ($\mu g\ g^{-1}$)
E-M5	0,35	31	70	50.253	0,08	665	30	45	156
E-M10	0,29	15	236	236.309	0,09	2675	50	124	314
Media	0,32	23,1	152,5	143281	0,08	1670	39,9	84,1	234,7
Desv. est.	0,05	11,4	117,4	131562	0,00	1421	14,4	55,9	111,6

Tabla 59 Concentración de metales pesados en la fracción fina de los sedimentos en la campaña de invierno de 2012.

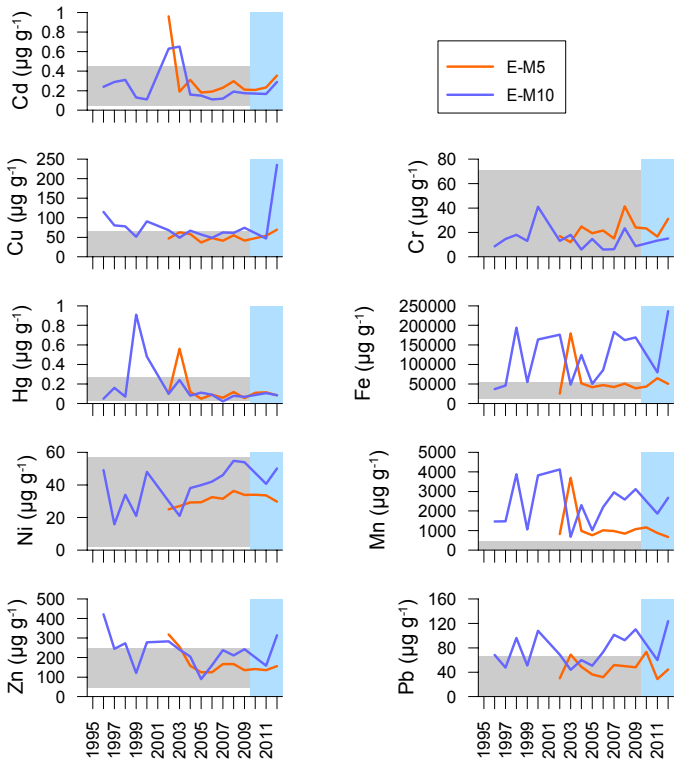


Figura 27 Evolución temporal de la concentración de metales en la fracción fina del sedimento de las estaciones E-M10 (desde 1995) y E-M5 (desde 2002) (muestreos de invierno). La franja gris representa el nivel de fondo para cada uno de los metales.

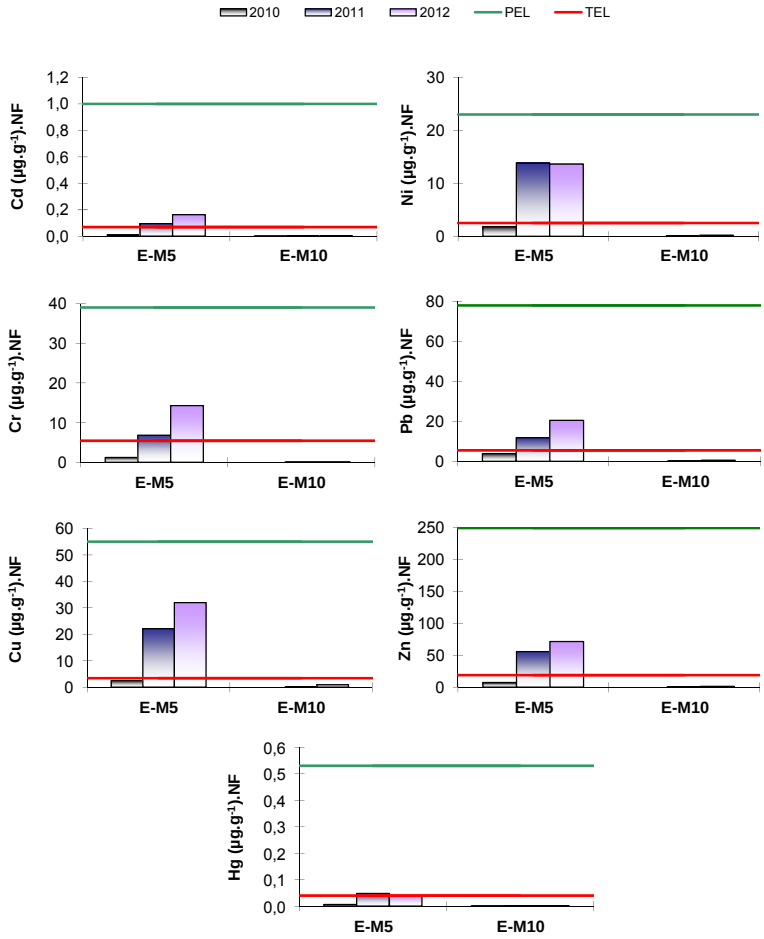


Figura 28 Evolución temporal de la concentración de metales del sedimento de las estaciones del Barbadun, durante los últimos tres años (muestreos de invierno). PEL (Probable Effect Level): concentración con efecto negativo probable en la biota; TEL (Threshold Effect Level): concentración por debajo de la cual no se esperan efectos sobre la biota. Nótese que las concentraciones están corregidas por el contenido en la fracción fina (NF).

COMPUESTOS ORGÁNICOS

En la Tabla 60 se recogen las concentraciones de compuestos orgánicos analizados en la campaña de invierno de 2012, en las dos estaciones consideradas. La Figura 29 ilustra la evolución en la concentración de contaminantes orgánicos analizados en la estación E-M10 (desde 1995) y la estación E-M5 (desde 2002).

Durante las últimas campañas, en ambas estaciones, las concentraciones de DDT y sus derivados, Aldrín, Dieldrín y el sumatorio de policlorobifenilos (PCBs) (excepto en la estación E-M5 en 2012), han sido inferiores al límite de cuantificación.

Por el contrario, el sumatorio de hidrocarburos poliaromáticos (PAHs) es superior al límite de cuantificación en ambas estaciones, aunque sin superar el objetivo de calidad (44792 ng g^{-1}). Por lo tanto, las concentraciones de contaminantes orgánicos en ambas estaciones no implican efectos negativos sobre la biota.

Estación	Aldrín (ng g^{-1})	Dieldrín (ng g^{-1})	Isodrín (ng g^{-1})	DDE (ng g^{-1})	DDD (ng g^{-1})	DDT (ng g^{-1})	*a*HCH (ng g^{-1})	*g*HCH (ng g^{-1})	HCB (ng g^{-1})	S.PCB (ng g^{-1})	S.PAH (ng g^{-1})
E-M5	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	3	629
E-M10	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	0	13

Tabla 60 Concentración de compuestos orgánicos en los sedimentos en la campaña de invierno de 2012. *a*HCH: alfa-hexaclorociclohexano; *g*HCH:gamma-hexaclorociclohexano; HCB: hexaclorobenceno; S.PCB: suma de las concentraciones de los policlorobifenilos congéneres CB28, CB52, CB101, CB118, CB138, CB153 y CB180; S.PAH: suma de las concentraciones de 10 hidrocarburos poliaromáticos: fenantreno, indeno[1,2,3-cd]pireno, pireno, criseno, benzo[e]pireno, benzo[g,h,i]perileno, fluoranteno, benzo[a]antraceno, benzo[b]fluoranteno y benzo[a]pireno. Cabe señalar que las concentraciones inferiores a los límites de cuantificación no se han considerado en el sumatorio.

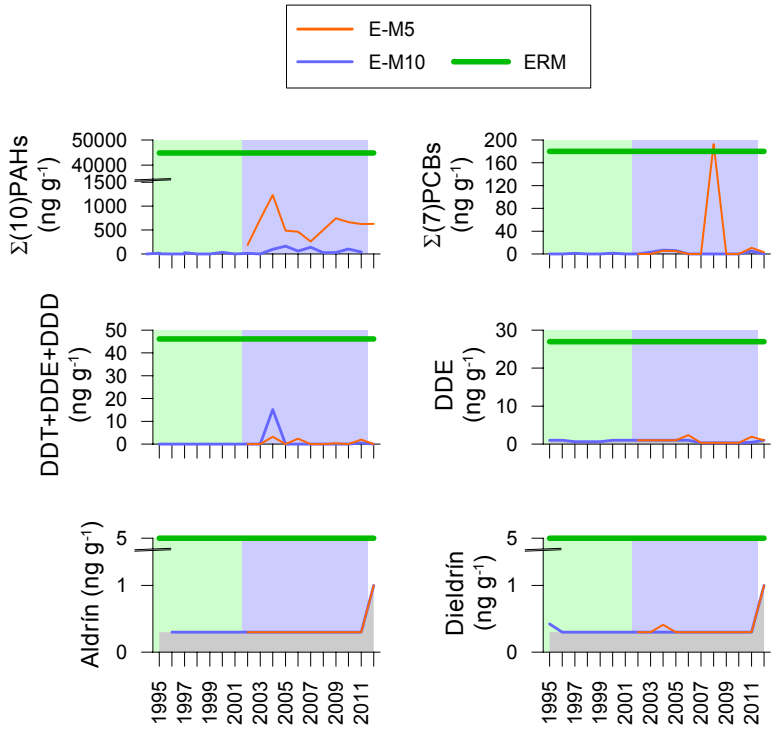


Figura 29 Evolución temporal de la concentración de compuestos orgánicos. La variación en el nivel de cuantificación analítico se muestra sobre fondo gris. ERM: concentración con efecto adversos probables en la biota (del inglés, Effects Range Median, Long *et al.*, 1995). Cabe señalar que las concentraciones inferiores a los límites de detección no se han considerado en el sumatorio. Cambio de color de fondo indica cambio de metodología.

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

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.

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 centrales del nivel de fondo de metales, calculados por Rodríguez *et al.* (2006), con los encontrados en las zonas estudiadas (Factor de Contaminación, FC). 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 61 se recoge el índice de carga contaminante (ICC) por cada metal en los sedimentos del

estuario del Barbadun, así como los valores globales de ICC para la campaña de invierno de 2012. Según los valores de ICC globales, ambas estaciones presentan contaminación ligera.

En la Figura 30 se presenta la evolución del ICC global para la estación E-M10 desde invierno de 1995, y en la estación E-M5 desde 2003. Se observa que ambas estaciones mantienen valores inferiores al ICC de contaminación media (*i.e.*, ICC < 3).

Estación	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn	ICC global
E-M5	CL	CL	CL	CL	NC	CL	CL	CL	CL	CL
E-M10	CL	NC	C	C	NC	C	CL	C	CL	CL
Total	CL	NC	C	C	NC	C	CL	CL	CL	CL

Tabla 61 Clasificación de la contaminación en los sedimentos del Barbadún en función de los metales pesados en 2012, 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.

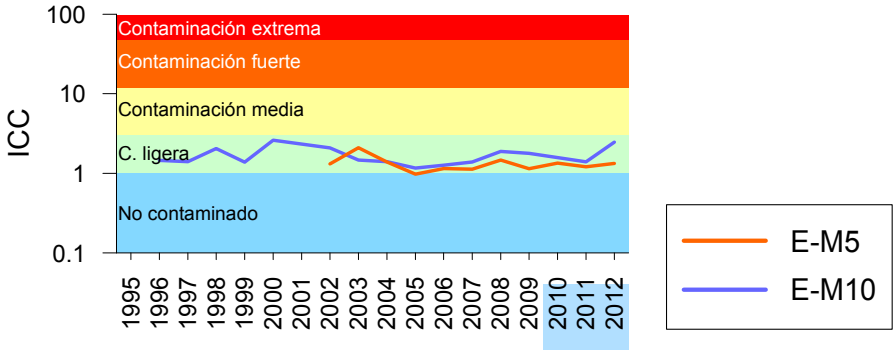


Figura 30 Evolución del Índice de Carga Contaminante (ICC) global de metales en sedimento.

2.4.3 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA EN BIOTA (MOLUSCOS)

El 15 de octubre de 2012 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 2012) se estudian en este apartado.

BACTERIOLOGÍA

La evolución de las concentraciones de bacterias en el estuario del Barbadún se representa en la Figura 31; se han resaltado con fondo azul los tres últimos años de seguimiento.

En 2012 se ha observado un aumento de la concentración de ***E. coli*** (16000 NMP/100g), probablemente ligado a la elevada precipitación en los días previos al muestreo. Suponiendo que se tratase de una zona de producción de moluscos, la concentración observada en la campaña de otoño de 2012 se encuentra dentro del rango 4600-46000 NMP 100 g^{-1}, valor establecido en el Reglamento (CE) nº 854/2004 para la clasificación de las Zonas tipo C, es decir, aquellas zonas en las que pueden recolectarse moluscos bivalvos vivos que únicamente pueden comercializarse tras su reinstalación durante un periodo prolongado.

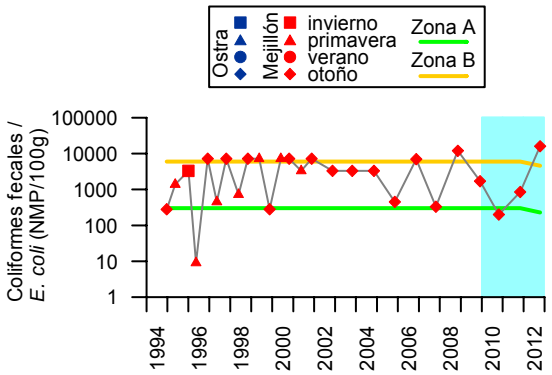


Figura 31 Evolución de la concentración de bacterias (Coliformes fecales hasta 2011 y *E. coli* en 2012) en la estación I-M10 a lo largo del periodo de estudio (otoño de 1994-otoño de 2012).

METALES PESADOS

En la Figura 32 se muestra la evolución de la concentración de los distintos metales estudiados desde 1994 en la estación I-M10 (se han destacado con fondo azul los tres últimos años de seguimiento).

En 2012, la concentración de **cadmio** (0,09 mg kg^{-1}) es menor al promedio de los valores de Cd medidos en esta estación desde 1994 (0,13 mg kg^{-1}). En la Figura 32 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 hasta

otoño de 2004, campaña en la que se observa el máximo valor de cadmio en esta estación (0,42 mg kg^{-1}). Todas las concentraciones observadas son inferiores al objetivo de calidad considerado (1,0 mg kg^{-1}), que se corresponde con el valor establecido como contenido máximo permitido de este metal en los productos alimenticios.

La concentración de **cromo** presenta un elevado rango de variación en esta estación sin mostrar un patrón de variación dominante, aunque en los últimos años se observa un aumento.

El **cobre** presenta en otoño de 2012 una concentración de 0,62 mg kg^{-1}, valor inferior al promedio de los valores registrados desde otoño de 1994 (1,60 mg kg^{-1}) y la concentración máxima se observó en otoño de 1998 (2,73 mg kg^{-1}).

En cuanto al **mercurio**, la concentración observada en otoño de 2012 es de 0,03 mg kg^{-1}, inferior al valor medio de los observados desde 1994 (0,05 mg kg^{-1}). A lo largo del periodo de estudio, el máximo (0,18 mg kg^{-1}) se observó en otoño de 1998, sin embargo, en ningún caso se ha superado el límite legal establecido para consumo, 0,5 mg kg^{-1}. Sin embargo, en el 62% de los casos se ha superado la norma de calidad ambiental (20 µg kg^{-1}, valor que, tal y como se ha explicado en el tomo 1 de introducción y métodos, se ha considerado muy bajo para su aplicación en la costa vasca).

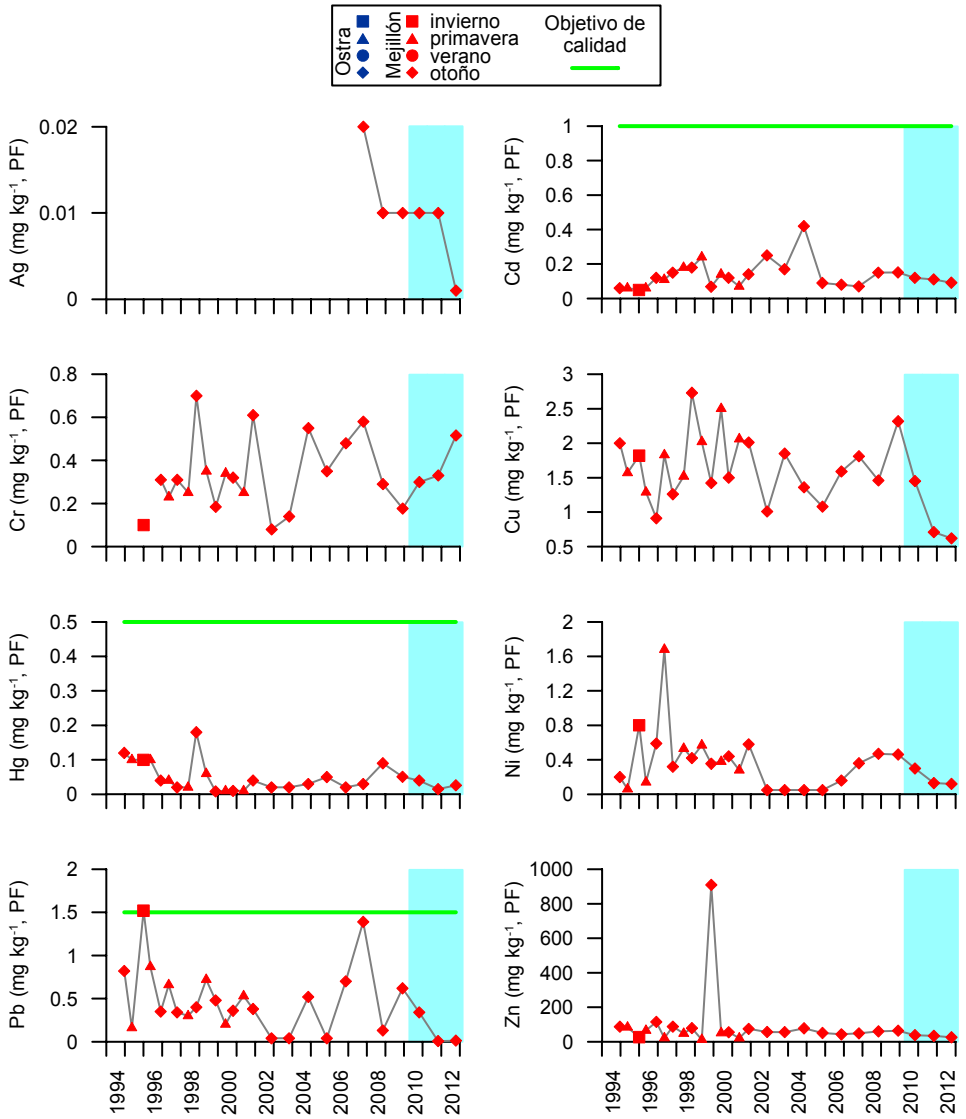


Figura 32 Evolución de la concentración de metales en moluscos (mg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-M10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2012).

El **níquel** muestra en 2012 una concentración (0,12 mg kg^{-1}) inferior a las de los últimos años. A lo largo del periodo de estudio, la máxima concentración de este metal se observó 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 2012 se observa una concentración de 0,01 mg kg^{-1}, una de las más bajas desde 1994. Sólo la concentración observada en invierno

de 1996 (1,52 mg kg^{-1}) supera el límite legal establecido para el consumo (1,5 mg kg^{-1}).

En cuanto al **zinc**, la concentración observada en otoño de 2012 (26 mg kg^{-1}) es inferior al promedio del período 1994-2012 (88 mg kg^{-1}), y un orden de magnitud inferior a la máxima concentración de zinc observada en otoño de 1999 (910 mg kg^{-1}).

La concentración de **plata**, se comenzó a medir en los moluscos en la campaña de 2007. En 2012 la concentración observada es inferior al límite de detección (0,001 mg 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.

En el caso de los policlorobifenilos (**PCBs**) se han sumado las concentraciones de 6 de los 7 congéneres analizados (congéneres 28, 53, 101, 138, 153 y 180), con objeto de poder compararlas con el límite establecido para consumo. En la Figura 33 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. La concentración de PCBs medida en 1994 (160 µg kg^{-1}) es la máxima de las observadas a lo largo del periodo de estudio en esta estación Éste es el único caso en el que se ha superado el objetivo de calidad considerado, es decir, el límite máximo permitido para el consumo de moluscos bivalvos (75 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 los últimos años las concentraciones observadas se encuentran próximas a los límites de detección o por debajo de ellos. 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}.

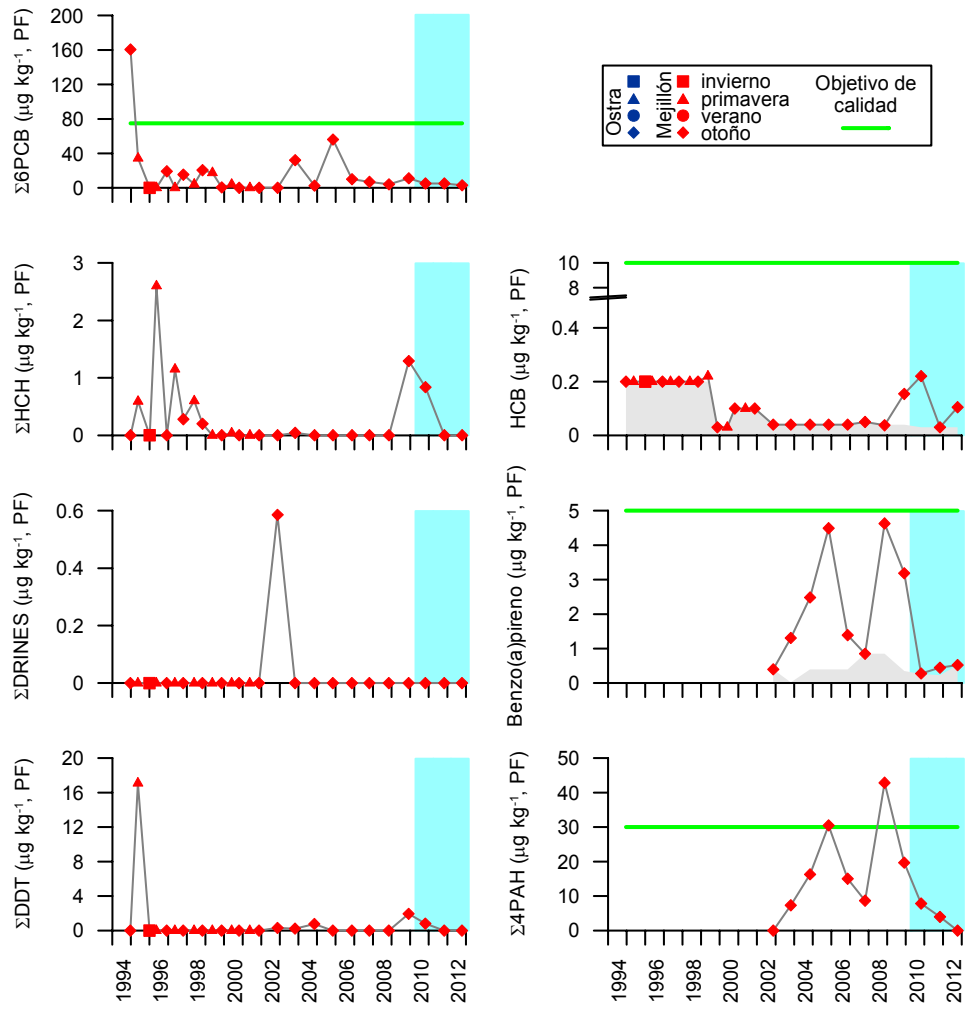


Figura 33 Evolución de la concentración de compuestos orgánicos (µg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-M10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2012).

La concentración de **HCH** corresponde a la suma de α-HCH y γ-HCH (lindano). Tanto en 2009 (1,36 μg kg^{-1}) como en 2010 (1,36 μg kg^{-1}) el lindano ha superado los límites de detección correspondientes, alcanzando concentraciones superiores a las de años anteriores; sin embargo, en 2011 y 2012 las concentraciones observadas en esta estación son inferiores a los límites de detección correspondientes. La concentración más elevada de HCH en el estuario del Barbadún se midió en primavera de 1996 (2,6 μg kg^{-1}).

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 otoño de 1998, en primavera de 1999, en otoño de 2009 y en otoño de 2010 se superan los límites de detección correspondientes y se alcanzaron los valores de 0,20, 0,22, 0,16 y 0,22 μg kg^{-1}, respectivamente. Estos valores son inferiores al objetivo de calidad propuesto para este compuesto, 10 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). Sólo en aquella primera campaña los 10 PAHs considerados mostraron concentraciones inferiores a los límites de detección correspondientes. Sin embargo, en las campañas siguientes dichos límites se superan para varios compuestos, alcanzándose el máximo en otoño de 2009. Desde entonces, la concentración ha ido disminuyendo hasta 2012. Una tendencia similar se observa para Σ4PAH y para el benzo(a)pireno, aunque el máximos en estos dos casos se observa en 2008. A pesar de que el límite de benzo(a)pireno permitido para el consumo (5 µg kg^{-1} peso freso) no se supera a lo largo del periodo de estudio, el límite para Σ4PAH se supera en 2005 y 2008.

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

En base a la concentración de *E. coli* en la muestra tomada en otoño de 2012, la calificación podría ser de Zona tipo C (recolección permitida, pero es necesaria la reinstalación durante un periodo prolongado), según el Reglamento (CE) nº 854/2004.

Para la clasificación de la contaminación de los metales pesados se han tenido en cuenta los niveles de fondo para el País Vasco (Solaun *et al*., 2013) 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 2012 en los moluscos recolectados en el estuario del Bidasoa la clasificación general sería de no contaminado, aunque se puede considerar que existe contaminación ligera por cromo.

En cuanto a los compuestos orgánicos, rara vez se alcanzan los límites de detección, por lo que se puede considerar que, en general, los moluscos de este estuario no están contaminados por compuestos orgánicos. Incluso la suma de las concentraciones de los 4 PAHs y de los 6 PCBs indicadores de la presencia de PAH y PCB no similares a dioxinas, respectivamente, en los alimentos, según la EFSA (Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria), no superan los valores recomendados para el consumo (30 µg kg^{-1}, y 75 µg kg^{-1}, respectivamente).

2.5 INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

En este estuario en 2008-2009 se han estado realizando obras de restauración de la zona de CLH, sin embargo, en estos años 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 2007-2009 se han ido eliminando estructuras de esta empresa, que en el futuro darán lugar a la recuperación de la zona, aunque en 2008-2009 han producido alteraciones en la biota.

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

TOMO 3 MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL NERBIOI INTERIOR

Pasaia, junio de 2013

ÍNDICE

TOMO 3 MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL NERBIOI INTERIOR 85

3.1 Resumen estado. Nerbioi interior 87

3.2 Estaciones de muestreo 90

3.3 Indicadores biológicos 91

3.3.1 Macroinvertebrados bentónicos 91

3.3.2 Fauna ictiológica 94

3.3.3 Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton 98

3.3.4 Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas 102

3.4 Indicadores fisicoquímicos 109

3.4.1 Caracterización físico-química en aguas 109

3.4.2 Caracterización físico-química en sedimentos 114

3.5 Indicadores hidromorfológicos 120

3.1 RESUMEN ESTADO. NERBIOI INTERIOR

La masa de agua de transición del Nervión interior en la campaña 2012 no alcanza el buen estado puesto que para el conjunto de la masa el potencial ecológico se diagnostica como moderado y el estado químico no alcanza el buen estado (Tabla 63). Esta situación de incumplimiento de objetivos medioambientales es estable en los últimos cinco años analizados (Tabla 62).

Año	2008	2009	2010	2011	2012
ESTADO ECOLÓGICO	3	3	3	3	3
ESTADO QUÍMICO	3	3	3	3	3
ESTADO	3	3	3	3	3

Tabla 62 Evolución del periodo 2008-2012. Masa de agua del Nervión Interior. (Claves: *estado ecológico*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde), moderado (3- amarillo), deficiente (4- naranja) y malo (5- rojo). *Estado químico:* bueno (2- azul) y no alcanza el buen estado (3- rojo). *Estado*: bueno (2- azul) y peor que bueno (3-rojo)

COD_ESTACION	ESTACION	MACROINVERTEBRADOS	FAUNA ICTIOLOGICA	FITOPLANCTON	MACROALGAS	BIOLOGICO	CONDICIONES GENERALES	SUSTANCIAS PREFERENTES	ECOLOGICO	QUIMICO	ESTADO
E-N10	BILBAO (PUENTE DE DEUSTO) (IBAIZABAL)	1	1	2	5	2	3	1	3	2	3
E-N15	Barakaldo (puente de Rontegi)(Ibaizabal)	4	2	2	5	4	4	1	4	2	3
E-N17	LEIOA (LAMIAKO)(IBAIZABAL)	2	3	2	4	3	5	1	3	3	3
	Nerbioi / Nervión Interior Transicion	2	2	2	4	2	4	1	3	3	3

Tabla 63 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado en la masa de agua del Nerbioi interior en 2012. (Claves: *Macroinvertebrados, fauna ictiológica fitoplancton macroalgas, estado biológico, condiciones generales y estado ecológico*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde), moderado (3- amarillo), deficiente (4- naranja) y malo (5- rojo). *Sustancias preferentes*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde)), y no alcanza el buen estado (3- rojo). *Estado químico:* bueno (2- azul), y no alcanza el buen estado (3- rojo).*Estado*: bueno (2- azul) y peor que bueno (3-rojo)

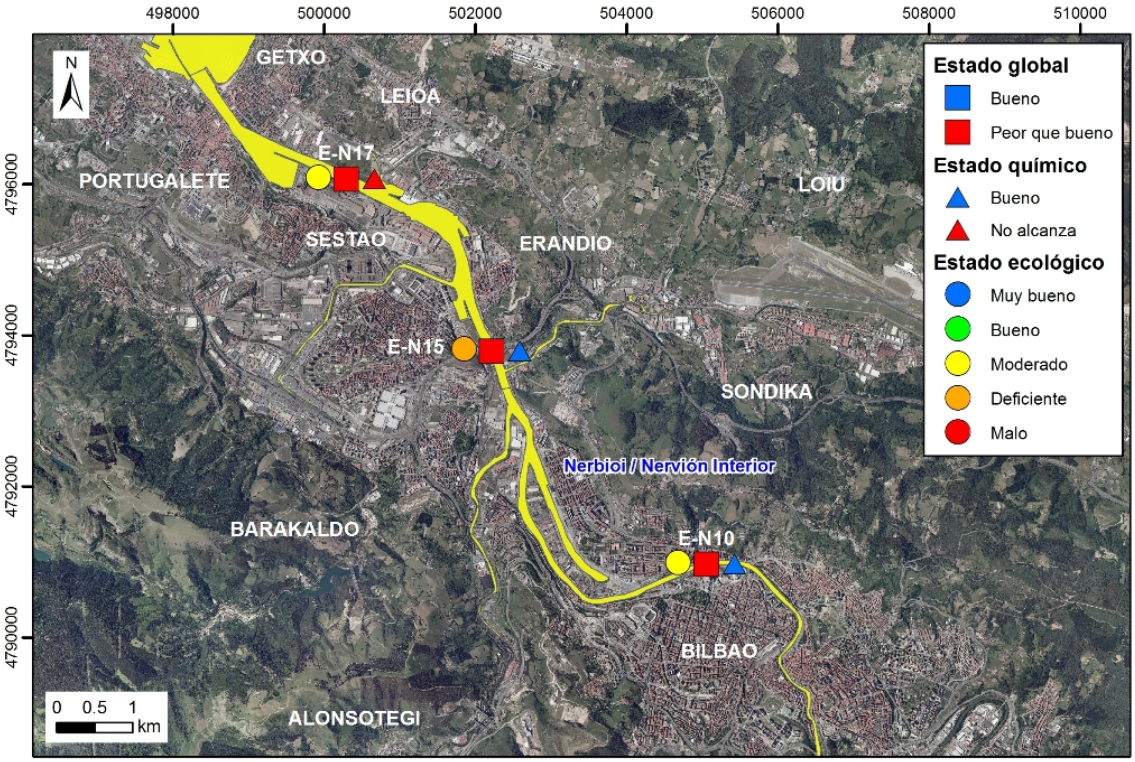


Figura 34 Calificación del Estado Ecológico, estado químico y global de las estaciones en la masa de agua del Nerbioi interior (y estado ecológico para la masa de agua), en 2012.

Desde que se realizó en 2004 el estudio de presiones e impactos en esta masa de agua lo más destacable, en cuanto a presiones, han sido los dragados en algunas partes del canal en la zona del Puente Colgante y antiguos AHV. Así, en diciembre de 2012 se dragaron 1.500 m3 de fango en Axpe, que se vertieron en la base del muelle para relleno portuario en la dársena exterior de Zierbena.

En general, en esta masa de agua, se observa que toda ella está en un **Potencial Ecológico** entre Deficiente y Moderado (Figura 34).

En la parte más interna (estación E-N10 en Deusto) la clasificación de contaminación extrema para el bentos 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 del bentos es bueno globalmente, siendo deficiente en E-N15. Las comunidades bentónicas indican una calidad que va mejorando en los últimos años, debido al saneamiento, especialmente tras la entrada en funcionamiento de la depuración biológica en 2001. Pero, por otro lado, la presencia de contaminantes específicos, y las alteraciones morfológicas relevantes provoca que el estado ecológico sea deficiente en el tramo medio y moderado en el resto. 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.

Las macroalgas presentan un estado entre deficiente y malo. Sin embargo, 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 no van a poder presentar nunca un buen estado, como las macroalgas, debido a la ausencia de sustratos adecuados, por lo que no se tiene en cuenta en la evaluación del estado en masas de agua muy modificadas.

El hecho de que el fitoplancton analizado en 2012 suponga un estado bueno 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.

En relación con condiciones fisicoquímicas generales la masa de agua se puede calificar como: 'Aceptable en E-N10, "Deficiente" en E-N15 y 'Mala" en E-N17; Figura 35. Estas última estación, aunque no presenta una tendencia estadísticamente significativa, si parece mostrar cierta tendencia al empeoramiento (Figura 35). La tendencia al empeoramiento observada por Borja *et al*. (2009) en la estación E-N15 entre 2002 y 2009 ya no se observa con los datos obtenidos a partir de 2010. En el caso de la estación E-N10, entre 1994 y 2011 presenta una tendencia significativa a la mejora del estado físico-químico ($p<0,01$), a pesar de que a partir de 2004 se observó un ligero empeoramiento que se ha recuperado entre 2008 y 2012 (Figura 35).

En cuanto a los objetivos de calidad físico-química, las medias de 2012 de la estación E-N10 no cumple para el porcentaje de saturación de oxígeno y la turbidez, mientras que las estaciones E-N15 y E-N17 no cumplen para ninguno de los nutrientes y, en el caso de la E-N15, tampoco para la turbidez.

La evaluación de las sustancias preferentes implica que en los tres puntos de control de esta masa el estado es Muy bueno (Tabla 64).

La evaluación de estado químico en 2012 indica que en la masa, de forma global, no se alcanza en buen estado químico (Tabla 65) por presencia de hexaclorociclohexano en agua en la estación E-N17. De esta forma se mantiene la tendencia observada en esta masa en las campañas más recientes, así desde 2004 de forma global no se ha alcanzado el buen estado químico (Tabla 66). 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. Los contaminantes presentes en aguas y sedimentos tienen algunas de las concentraciones más elevadas del País Vasco.

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.

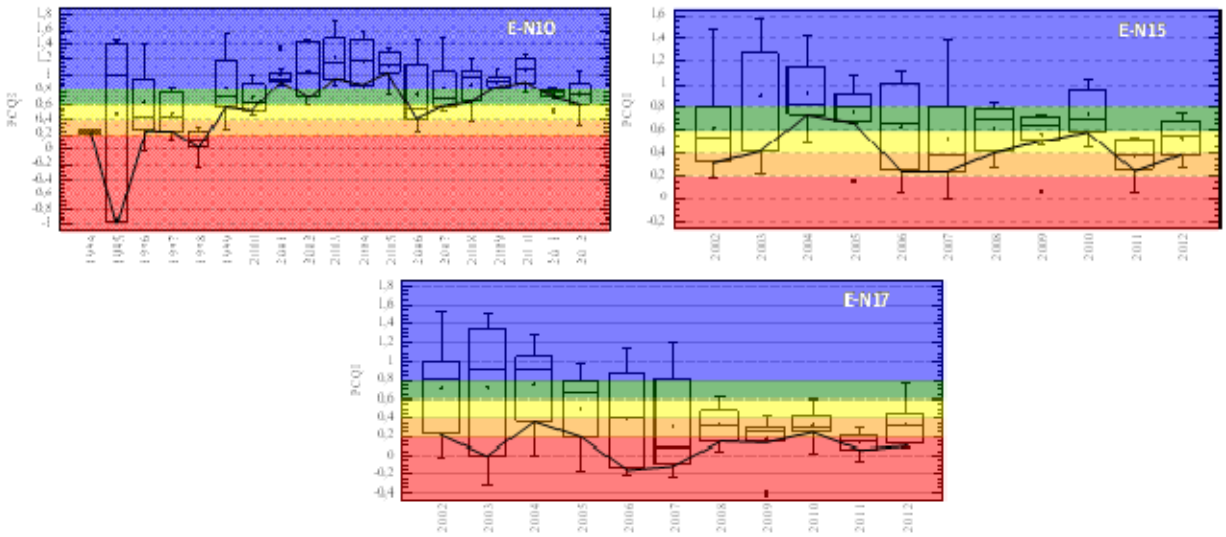


Figura 35 Box and Whisker Plot de la evolución del índice de calidad del estado físico-químico (PCQI) entre 1994 y 2012 de las estaciones de muestreo E-N10, E-N17 y E-N15 de la masa de agua de transición del Nervión interior. La línea negra representa el percentil 25 del PCQI para cada año en la estación de muestreo correspondiente. Se indican los rangos de calidad: azul: Muy bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Aceptable; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

Sustancia	Criterio	Objetivo	Limite de cuantificación	E-N10	E-N15	E-N17	Global
Zinc	Concentración promedio	60 µg l^{-1}	1-2 µg l^{-1}	7,7	9,6	8,98	Muy bueno
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	0%	
Cobre	Concentración promedio	25 µg l^{-1}	1-2 µg l^{-1}	<LC	<LC	<LC	Muy bueno
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	0%	
Estado Físico-Químico (Contaminantes específicos)				Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno

Tabla 64 Evaluación del cumplimiento del Estado Físico-Químico (sustancias específicas).

Sustancia	Criterio	Objetivo (µg l^{-1})	LC (µg l^{-1})	E-N10	E-N15	E-N17	Global
DDT total (2DDT + 2DDD+ 2DDE)	NCA-MA	0,025	0,001-0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
p,p-DDT	NCA-MA	0,01	0,001-0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Plaguicidas de tipo ciclodieno (Aldrín, Dieldrín, Isodrín)	NCA-MA	0,005	0,001-0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Hexaclorociclohexano	NCA-MA	0,002	0,001-0,01	0,002	<LC	0,004	No cumple
Hexaclorociclohexano	NCA-CMA	0,02	0,001-0,01	0,002	<LC	0,02	Cumple
Hexaclorobenceno	NCA-MA	0,01	0,001-0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Hexaclorobenceno	NCA-CMA	0,05	0,001-0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Benzo(b)fluoranteno+Benzo(k)fluoranteno	NCA-MA	0,03	0,0005-0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Benzo(g,h,i)perileno+Indeno(1,2,3-cd)pireno	NCA-MA	0,002	0,0005-0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-MA	0,1	0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-CMA	0,4	0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-MA	0,1	0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA	1	0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Naftaleno	NCA-MA	1,2	0,05	<LC	<LC	<LC	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-MA	0,05	0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-CMA	0,1	0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Cadmio	NCA-MA	0,2	0,02-0,05	<LC	0,13	0,10	Cumple
Cadmio	NCA-CMA	0,45	0,02-0,05	<LC	0,1	0,3	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-MA	7,2	1-2	<LC	<LC	<LC	Cumple
Mercurio y sus compuestos	NCA-MA	0,05	0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Mercurio y sus compuestos	NCA-CMA	0,07	0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-MA	20	1-2	4,8	3,8	2,23	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno	No alcanza	No alcanza

Tabla 65 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua del Nervión Interior en 2012. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible.

Año	Estado Químico	Sustancias que superan NCA
2004	No alcanza	HCH
2005	No alcanza	Pentaclorobenceno, Cd(sedimento), Hg (sedimento)
2006	No alcanza	Pentaclorobenceno, HCH Cd(sedimento), Hg (sedimento)
2007	No alcanza	HCH Cd(sedimento), Hg (sedimento)
2008	No alcanza	HCH, Pb Cd(sedimento), Hg (sedimento)
2009	No alcanza	HCH Cd(sedimento), Hg (sedimento)
2010	No alcanza	HCH
2011	No alcanza	HCH, Hg(sedimentos), ∑(Benzo(g,h,i)perileno y Indeno(1,2,3-cd)pireno)
2012	No alcanza	HCH

Tabla 66 Estado químico de la masa de agua de transición Nerbioi Interior en los años 2004-2012.

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, 2009 y 2012. Sus posiciones y denominación pueden verse en la Tabla 67 y en la Figura 36.

Código Estación	Estación	Cod_Tipo	UTMX	UTMY
E-N10	Bilbao (puente de Deusto) (Ibaizabal)	Estuarios	505054	4790970
E-N15	Barakaldo (puente de Rontegi)(Ibaizabal)	Estuarios	502217	4793791
E-N17	Leioa (Lamiako)(Ibaizabal)	Estuarios	500291	4796070
ANI	Ibaizabal (Arrastre zona interior estuario)	Estuarios (Vida piscícola)	502654	4792296
ANM	Ibaizabal (Arrastre zona media estuario)	Estuarios (Vida piscícola)	501622	4795327
ANE	Ibaizabal (Arrastre zona exterior estuario)	Estuarios (Vida piscícola)	498379	4797549
M-EN2	Ibaizabal Zona 02. Estuario Macroalgas	Estuarios (Macroalgas)	499351	4796417
M-EN3	Ibaizabal Zona 03. Estuario Macroalgas	Estuarios (Macroalgas)	500393	4796150
M-EN4	Ibaizabal Zona 04. Estuario Macroalgas	Estuarios (Macroalgas)	501602	4795520
M-EN5	Ibaizabal Zona 05. Estuario Macroalgas	Estuarios (Macroalgas)	501262	4794854
M-EN6	Ibaizabal Zona 06. Estuario Macroalgas	Estuarios (Macroalgas)	501833	4794391
M-EN7	Ibaizabal Zona 07. Estuario Macroalgas	Estuarios (Macroalgas)	502658	4793653
M-EN8	Ibaizabal Zona 08. Estuario Macroalgas	Estuarios (Macroalgas)	502420	4792517
M-EN9	Ibaizabal Zona 09. Estuario Macroalgas	Estuarios (Macroalgas)	503614	4790483

Tabla 67 Estaciones de muestreo en la masa de agua de transición del Nerbioi Interior.

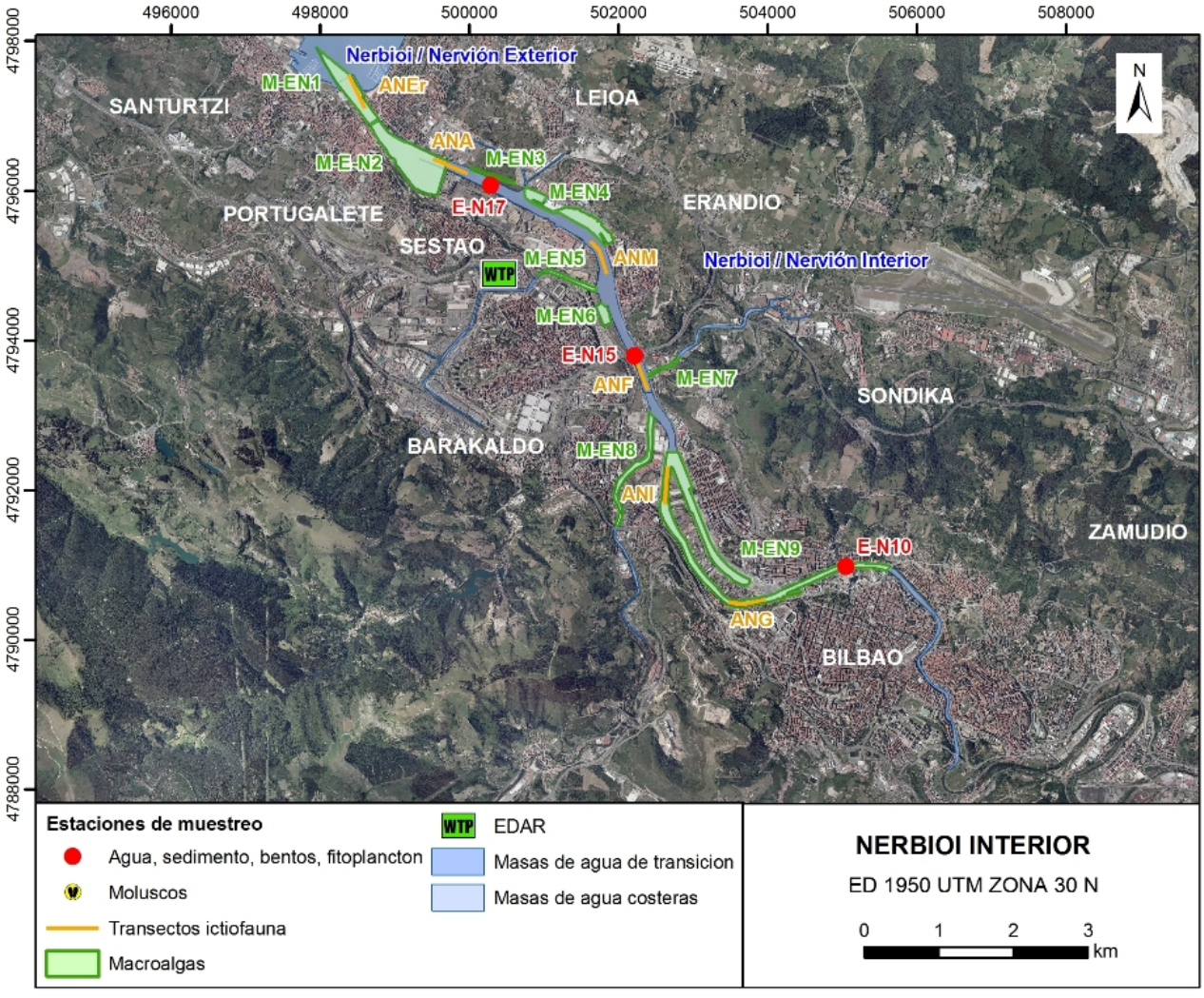


Figura 36 Ubicación de estaciones en la masa de agua del Nerbioi interior.

3.3 INDICADORES BIOLÓGICOS

3.3.1 MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

Los parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Nerbioi Interior, en invierno de 2012 pueden verse en la Tabla 68.

PARÁMETRO	UNIDAD	ESTACIÓN		
		E-N10	E-N15	E-N17
Densidad	ind·m^{-2}	267	3.257	877
Biomasa	g·m^{-2}	14,882	3,653	3,372
Riqueza	nº taxa	9	16	28
Diversidad número	bit·ind^{-1}	2,59	1,19	2,73
Diversidad biomasa	bit·g^{-1}	0,17	1,76	2,73
Equitabilidad número		0,82	0,30	0,57
Equitabilidad biomasa		0,17	0,44	0,57
Diversidad máxima	bits	3,17	4,00	4,81
AMBI		4,477	5,321	4,619
Clasificación AMBI		Alteración Moderada	Alteración Fuerte	Alteración Moderada

Tabla 68 Parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Nerbioi Interior.

Las tres estaciones muestreadas presentan comunidades relativamente homogéneas, constituidas por especies que, en su mayoría, pertenecen a una de las biocenosis más características y mejor representadas de los estuario y medios afines de las costas atlánticas europeas: comunidad reducida de *Macoma* (Borja *et al.*, 2004).

La estación E-N10 es la más interna de las muestreadas en el estuario del Nerbioi, en 2012 presenta sedimentos con altos porcentajes de arenas (78%), y menos limos (19%), y valores en materia orgánica moderados (4,4%). Desde 1995 hasta 2001 no se muestrearon especies pertenecientes al macrobentos. Sin embargo, en 2002 se observó una recuperación de la macrofauna en la estación, ratificada en muestreos de años sucesivos. Así, la estación pasó de ser una zona azoica (situación anterior a 2002), a una zona de recuperación ocupada por especies oportunistas y/o características de la comunidad reducida de *Macoma.*

Las densidades registradas a lo largo de los diferentes años muestran variaciones importantes. A excepción de 2004 (5.808 ind·m^{-2}) y 2008 (2.180 ind·m^{-2}), el resto de los años las densidades presentan siempre valores inferiores a 121 ind·m^{-2}, aunque en la presente campaña de 2012, al igual que la pasada campaña de 2011, la densidad registrada es mayor (267 ind·m^{-2}). Así mismo, la riqueza específica presenta un valor alto para esta estación (9 *taxa*), aunque inferior a las de las campañas anteriores (máximo, 15 *taxa* en 2011; la media del periodo 2002-2012 es de 7 *taxa*). También la diversidad para las abundancias en alta (la máxima del seguimiento): 2,59 bit·ind^{-1} (la media del periodo 2002-2012 es de 1,86 bit·ind^{-1}).

En la presente campaña de 2012 dominan los anélidos poliquetos *Capitella capitata* (83 ind·m^{-2}) y *Polydora cornuta* (77 ind·m^{-2}), el molusco gasterópodo *Peringia ulvae* (33 ind·m^{-2}), y los poliquetos *Pseudopolydora paucibranchiata* (20 ind·m^{-2}) y *Hediste diversicolor* (20 ind·m^{-2}). Varias de estas especies se citan en numerosas publicaciones como especies indicadoras de polución por materia orgánica (Bellan, 1967; Grassle y Grassle, 1974; Hily, 1984; Planas, 1986; Reish, 1972, 1980; Warren, 1977) y son habituales en esta estación, especialmente *C. capitata* y *P. cornuta*.

Por otro lado, el valor estimado para AMBI (Tabla 68) es de 4,5 (alteración moderada), con dominancia de los grupos ecológicos IV, V y III. Desde el inicio del seguimiento el 1995, el cambio en la calificación de la alteración medida en la estación es claro. Así, se pasa de sedimentos azoicos a presentar una comunidad moderadamente alterada a partir de 2002 (Figura 38), aunque con algunas regresiones puntuales (en 2006 y 2008, presentado valores de AMBI de 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.*, 2012), 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 el estuario del Nerbioi. Esto ya se ha detectado en el seguimiento que se realiza para el Consorcio de Aguas (Borja *et al.,* 2009d).

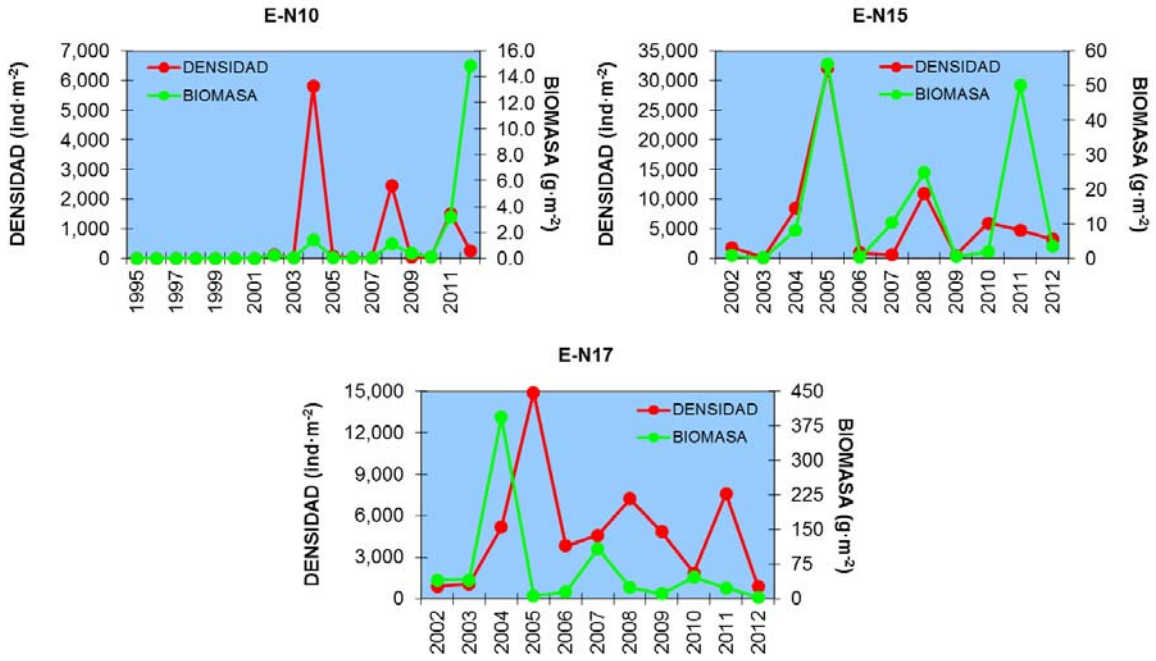


Figura 37 Evolución de la densidad y biomasa en las estaciones E-N10, E-N15 y E-N17 (Nerbioi Interior).

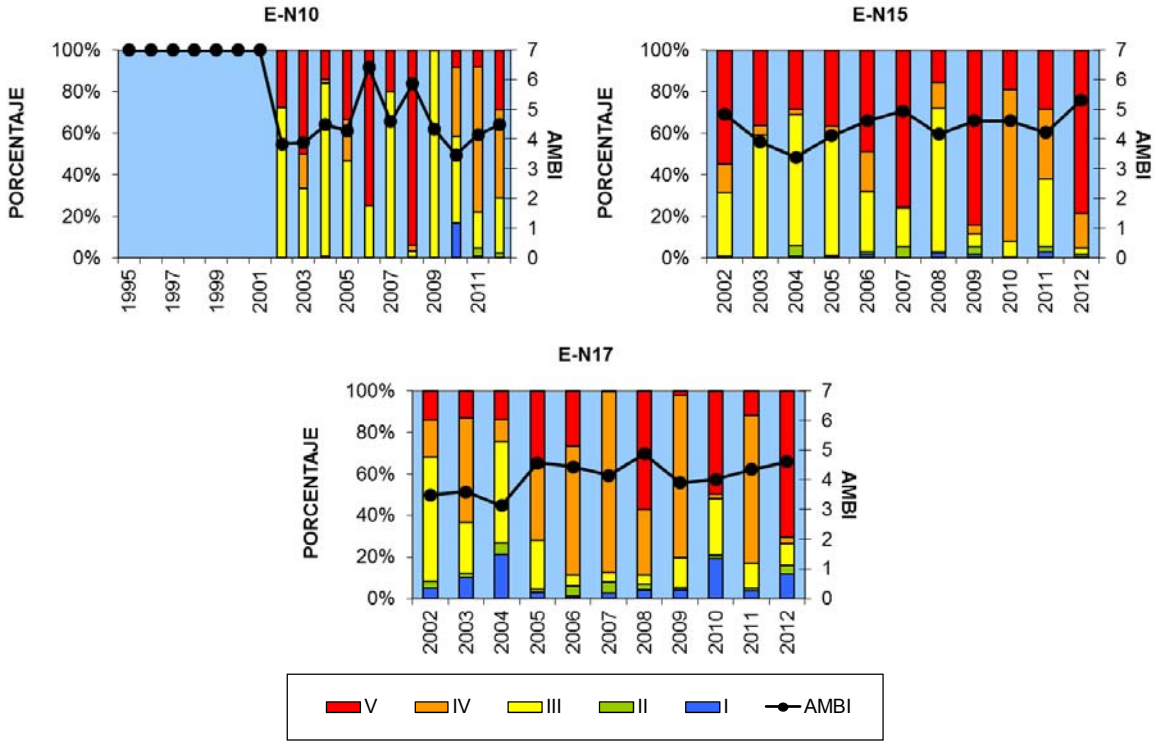


Figura 38 Evolución del porcentaje de cada grupo ecológico y de AMBI en las estaciones E-N10, E-N15 y E-N17 del Nerbioi Interior.

La siguiente estación (E-N15), relativamente próxima a la anterior, presenta sedimentos con mayores contenidos en limos (72%) y menores en arenas (28%). El porcentaje en materia orgánica es ligeramente mayor que en la estación anterior (5,8%).

En este caso, la biocenosis analizada presenta una riqueza específica mayor que en la estación anterior. No obstante, las especies indicadoras de medios enriquecidos en materia orgánica siguen prevaleciendo. Así, la comunidad está dominada por el poliqueto propio de medios enriquecidos en materia orgánica *C. capitata* (2.550 ind·m^{-2}). Le siguen el poliqueto, también indicador de medios contaminados, *P. cornuta* (417 ind·m^{-2}), el molusco bivalvo *Corbula gibba* (130 ind·m^{-2}), y los poliquetos *Streblospio shrubsolii* (70 ind·m^{-2}) y *Glycera unicornis* (20 ind·m^{-2}).

Tanto la densidad (3.257 ind·m^{-2}; máxima en 2005 con 32.145 ind·m^{-2}) como la riqueza específica (16 *taxa*) son superiores a los de la estación previamente analizada. No obstante la riqueza específica es algo

inferior a la media registrada durante el periodo de seguimiento 2002-2012 (18 *taxa*). Además, dada la fuerte dominancia en abundancia de *C. capitata* sobre el resto de las especies, los índices de diversidad (1,19 bit·ind^{-1}) y equitabilidad (0,30) adquieren valores bajos (medias del periodo 2002-2012: 1,90 bit·ind^{-1} y 0,64, respectivamente).

La dominancia del grupo ecológico V hace que la estación quede clasificada como fuertemente alterada (AMBI=5,3). 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 2009 y 2010 valores de AMBI similares a los del inicio del seguimiento (Figura 38), aunque se mantenía la calificación de alteración moderada a lo largo de todo el seguimiento. Sin embargo, en la presente campaña de 2012 se produce un incremento en la dominancia del grupo ecológico V (al que se asignas las especies oportunistas, como *C. capitata*), provocando que la calificación empeore a alteración fuerte.

La estación E-N17, tercera de las muestreadas en el estuario del Nerbioi, está localizada más cerca de la desembocadura que la anterior. Presenta un sedimento fangoso (79%) con altos contenidos en materia orgánica (7,2%).

La comunidad que habita en ella presenta a lo largo de todo el periodo de estudio (*i.e*., desde 2002) una riqueza específica alta. En dicha estación se encuentran 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 hacia la desembocadura.

Por ejemplo, la riqueza específica registrada en 2012 (Tabla 68) es de 28 *taxa* (máximo, 48 *taxa* en 2011; media del periodo 2002-2012, 32 *taxa*), y la diversidad para las abundancias es alta en comparación con las campañas previas y con otras estaciones estuáricas (2,73 bit·ind^{-1}; media del periodo 2002-2012, 2,54 bit·ind^{-1}).

En la presente edición 2012 el grupo de los oligoquetos domina por segunda vez (413 ind·m^{-2}; 47% de los efectivos). Otras especies menos dominantes han sido *C. capitata* (203 ind·m^{-2}), poliqueto propio de medios contaminados por materia orgánica, y el anélido *S. shrubsolii* (57 ind·m^{-2}). La densidad de la comunidad ha sido de 877 ind·m^{-2} (máxima, 14.897 ind·m^{-2} en 2005; mínima, 896 ind·m^{-2} en 2002) y la biomasa de 3,4 g·m^{-2} (máxima, 393,5 g·m^{-2} en 2004; mínima, 6,3 g·m^{-2} en 2005) (Tabla 68).

A partir de 2004, se detecta en esta estación un 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 38). Este incremento se produjo principalmente a costa del grupo ecológico III, pero también a costa de especies oportunistas de primer orden (grupo ecológico V), lo cual permitió que, tras un primer incremento de AMBI (de 3,1 a 4,6 entre 2004 y 2005), se observara una estabilización con valores próximos a 4 en los años siguientes. A partir de 2007, el reparto entre grupos ecológicos ya no es constante y las dominancias van cambiando entre el GE IV y el GE V, sucesivamente. Así, la presente campaña vuelve a dominar el GE V (71% de los efectivos de la estación), reemplazando al GE IV, que dominó en 2011.

Por tanto, sería importante mantener la vigilancia en la estación para tratar de determinar si existe alguna nueva presión que justifique esta inestabilidad o si, por el contrario, en un futuro próximo se fija un nuevo reparto entre GEs más estable.

A continuación se presenta la evaluación del estado ecológico del compartimiento de los macroinvertebrados bentónicos en las tres estaciones de estudio a partir de los valores de M-AMBI.

En este punto, es importante recordar que la masa de agua de transición del Nerbioi Interior se considera masa de agua muy modificada. Por tanto, tal y como se establece en la memoria del *Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental 2010-2021, Ámbito de las Cuencas Internas del País Vasco* (2012), 'el valor del límite entre las clases de estado Máximo Potencial Ecológico y Buen Potencial Ecológico, así como entre Buen Potencial Ecológico y Potencial Ecológico Moderado será de un 85% de los valores EQR' correspondientes al tipo de masa de agua equivalente (masa de agua de transición en este caso). Así pues, en la Figura 39 se han modificado los límites entre las clases Aceptable/Bueno y Bueno/Muy Bueno (o máximo potencial ecológico), teniendo en cuenta el criterio indicado.

De este modo, la estación E-N10 presenta **Máximo Potencial Ecológico**, con una tendencia temporal positiva desde el inicio del seguimiento (Figura 39). Esta tendencia respalda la clasificación por juicio de experto del potencial ecológico del bentos en las campañas de 2003 a 2005, modificando el Buen Potencial o Máximo

Potencial (según los valores de M-AMBI), por el Mal Potencial a Potencial Aceptable definitivo.

La estación E-N15, en cambio, presenta **Potencial Ecológico Deficiente**, con una evolución temporal irregular desde el inicio del seguimiento en 2002. Así, en la presente campaña de 2012 se alcanza el valor mínimo del seguimiento y también la peor calificación, tras tres campañas (2009-2011) en las que la calificación pasó de Potencial Deficiente a Máximo Potencial Ecológico (Figura 39). Como ya se indicó en el informe correspondiente a la pasada campaña de 2011, no se observa una tendencia temporal clara, aunque resulta preocupante la fuerte regresión detectada en la presente campaña. Por ello, se considera conveniente mantener el seguimiento en esta estación con el fin de tratar de identificar las causas de la importante variabilidad detectada en el compartimento de los macroinvertebrados bentónicos.

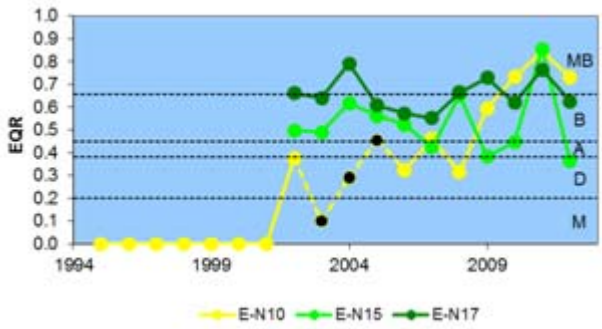


Figura 39 Evolución de M-AMBI para las estaciones estuáricas de la masa de agua de transición del Nerbioi Interior. En negro, los casos en los que se aplica juicio de experto.

Por último, la estación E-N17 presenta **Buen Potencial Ecológico** (Figura 39). La estación mantiene la calificación de Buen Potencial o de Máximo Potencial Ecológico desde el inicio de su seguimiento en 2002 hasta la presente campaña de 2012.

3.3.2 FAUNA ICTIOLÓGICA

Las muestras de fauna demersal que fueron recogidas durante la campaña de campo de 2012 han sido identificadas a nivel de especie, al igual que en los años 2003, 2006 y 2009. Las estaciones o transectos muestreados se pueden ver en la Figura 36.

Desde el año 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, el estuario del Ibaizabal 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, y por otro lado, la masa de agua de transición del Nerbioi interior (estación exterior (ANEr), media (ANM) e interior (ANI)).

La metodología utilizada ha sido actualizada y explicada en el Tomo 1 (cambios establecidos en relación a las tipologías: en las masas de agua de Tipología III el análisis temporal de la calidad se hará en función de los peces, excluyendo los crustáceos).

En la campaña realizada en 2012 fueron recogidos un total de ocho 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.

A su vez, en esta masa de agua existen datos obtenidos en muestreos de años anteriores. En concreto, datos de los años 2003, 2006 y 2009 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.*, 2004; 2007), así como datos pertenecientes al Consorcio de Aguas de Bilbao Bizkaia (estaciones complementarias a la red de calidad) obtenidos entre los años 1989 y 2011 (Franco *et al.,* 2011) y 2012 (datos aún sin publicar). En este caso, los tres transectos muestreados a lo largo de la masa de agua presentan una localización diferente.

El total de especies identificadas en los muestreos de la Red de Calidad fue de cuatro taxones en 2009, seis en 2006 y siete en 2003. En la Figura 6 se muestra la riqueza de taxones encontrada entre 1989 y 2012.

A su vez, el total de especies registradas en los muestreos realizados para el Consorcio de Aguas de Bilbao Bizkaia fue de valores mínimos a principios de los años 90 (tres especies en 1989, dos en 1990, uno en 1994 (el mínimo)), valores medios entre 1999 y 2002 (entre siete y nueve especies) y, desde 2003 en adelante, un aumento progresivo y significativo de la riqueza de especies (más de 11 taxones, con máximos de 17 en 2008 y 2010).

En el muestreo llevado a cabo este año 2012 dentro del estudio de la “Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la comunidad autónoma del País Vasco” han sido capturados por primera vez en esta masa de agua de transición los taxones *Dentex dentex* (dentón), *Scorpaena*

porcus (rascacio), *Spondyolsoma cantharus* (chopa) y *Dicologlossa cuneata* (lenguadina) (estas dos últimas capturadas en más de una ocasión en los muestreos realizados para el Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia).

En 2012, al igual que en 2009, ninguna especie presenta una distribución total por toda la masa de agua. En los muestreos de 2003 y 2006, el único taxón distribuido a lo largo de toda la masa de agua fue *Pomatoschistus* sp. (cabuxino). Destaca el hecho de que el número de taxones aumenta hacia el interior de la masa de agua.

En la Tabla 70 se muestran las abundancias y densidades de cada una de las especies capturadas por estación. En 2012 las mayores capturas tanto en número de especies como en número de individuos fueron efectuadas en la estación interna.

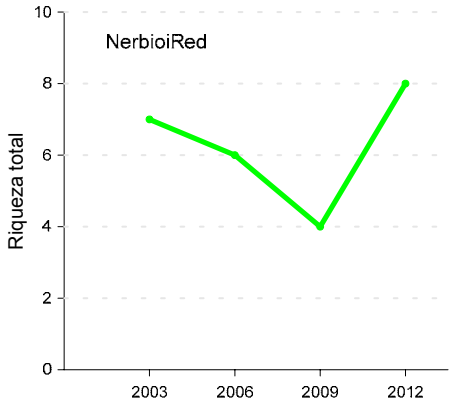


Figura 40 Evolución del número de taxones de identificados en los muestreos entre 2003 y 2012 en la masa de agua de transición del Nerbioi Interior.

TAXONES	ANEr	ANM	ANI
PECES			
Dentón – *Dentex dentex*			x
Chopa - *Spondyliosoma cantharus*			x
Rascacio - *Scorpaena porcus*	x		
Chaparrudo - *Gobius niger*		x	
Cabuxino - *Pomatoschistus* sp.		x	x
Lenguado común – *Solea solea*		x	x
Platija -*Platichthys flesus*			x
Acedía - *Dicologlossa cuneata*			x

Tabla 69 Taxones identificados en las estaciones de la masa de agua de transición del Nerbioi Interior (ANEr, exterior; ANM, medio; ANI, interior).

TAXONES	Estación ANEr		Estación ANM		Estación ANI	
	Nº ind. totales	Densidad (ind*Ha^{-1})	Nº ind. totales	Densidad (ind*Ha^{-1})	Nº ind. totales	Densidad (ind*Ha^{-1})
PECES						
Dentón – *Dentex dentex*					1	20.00
Chopa - *Spondyliosoma cantharus*					1	20.00
Rascacio - *Scorpaena porcus*	2	40.00				
Chaparrudo - *Gobius niger*			1	20.00		
Cabuxino - *Pomatoschistus* sp.			2	20.00	1	20.00
Lenguado común – *Solea solea*			1	20.00	2	20.00
Platija -*Platichthys flesus*					1	20.00
Acedía - *Dicologlossa cuneata*					1	20.00

Tabla 70 Abundancia (nº de individuos) y densidad (individuos por hectárea) de los taxones identificados en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Nerbioi Interior (ANE, exterior; ANM, medio; ANI, interior).

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 riqueza específica, densidad y diversidad. Estos cálculos se han aplicado tanto para el conjunto de los organismos detectados como para los principales grupos por separado (peces, crustáceos). Los resultados se muestran en la Tabla 71.

En 2012, la estación interna (ANI) es la estación que presenta los valores más altos en todos los parámetros y la estación externa (ANEr) los más bajos y similares a los obtenidos en 2003. En comparación con 2009, en la estación interna y media todos los valores han aumentado (a excepción del número de individuos y densidad en la estación media); por el contrario, en la estación externa no se aprecia mejora alguna.

Estación	ANEr			
Parámetros estructurales	2003	2006	2009	2012
Riqueza	1	3	1	1
Nº de individuos	7	23	1	2
Densidad	40.00	229.71	20.00	40.00
Diversidad	0.00	0.91	0.00	0.00
Estación	ANM			
Parámetros estructurales	2003	2006	2009	2012
Riqueza	5	3	0	3
Nº de individuos	59	52	0	4
Densidad	414.01	358.32	0.00	60.00
Diversidad	0.90	0.45	0.00	1.50
Estación	ANI			
Parámetros estructurales	2003	2006	2009	2012
Riqueza	5	4	4	6
Nº de individuos	72	70	19	7
Densidad	405.95	352.04	168.99	120.00
Diversidad	0.82	0.47	1.47	2.52

Tabla 71 Parámetros estructurales: riqueza (nº taxones), abundancia (nº de individuos), densidad (individuos por hectárea) y diversidad Shannon en cada una de la estaciones de la masa de agua de transición del Nerbioi Interior (ANEr, exterior; ANM, medio; ANI, interior).

La Figura 41 muestra como en la estación exterior (ANE) la riqueza alcanza valores bajos, similares a los obtenidos en 2003 y 2009. En el tramo medio (ANM) e interior (ANI) la riqueza se recupera, alcanzando los valores más altos de toda la serie en el caso del tramo interior. Se aprecia además un aumento de la riqueza hacia el interior de la masa de agua.

En términos de abundancia (Figura 42) se observan distintos comportamientos para cada tramo del estuario. En el caso de las estaciones ANEr y ANM parece que se rompe con la tendencia hacia el empobrecimiento reflejada en años anteriores, no obstante, este aumento es reducido (caso del tramo exterior se traduce en un individuo). Por el contrario, en ANI se mantiene la tendencia al empobrecimiento, observándose una drástica reducción de ejemplares recogidos y, logrando en 2012 el valor más bajo de toda la serie. Al igual que en el caso de la riqueza, se aprecia un aumento de la abundancia hacia el interior de la masa de agua

De un modo similar, la evolución de los valores de diversidad también es distinta en cada tramo de estuario (Figura 43). En ANI y ANM el valor de la diversidad es mayor que el obtenido en el muestreo de 2009, mientras que en el exterior la diversidad obtiene un valor similar. No obstante, en líneas generales, la diversidad muestra una tendencia ascendente en los tramos medio e interior, siendo más acusado esta progresión ascendente en el tramo interior.

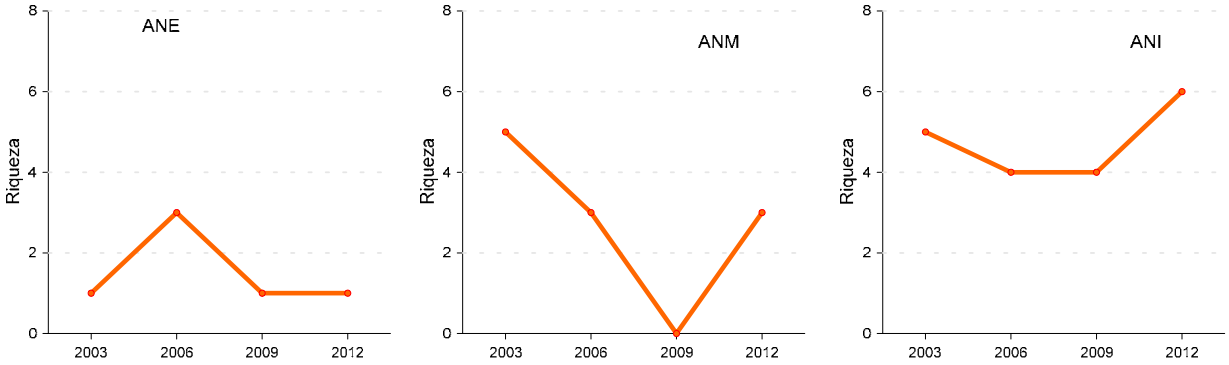


Figura 41 Evolución temporal de la riqueza en la estación exterior (ANEr), media (ANM) e interior (ANI) de la masa de agua de transición del Nerbioi-int. Se muestran los registros correspondientes a los estudios realizados para la Red de Seguimiento del Estado Ecológico de las aguas de transición y costeras de la CAPV (2003, 2006, 2009, 2012).

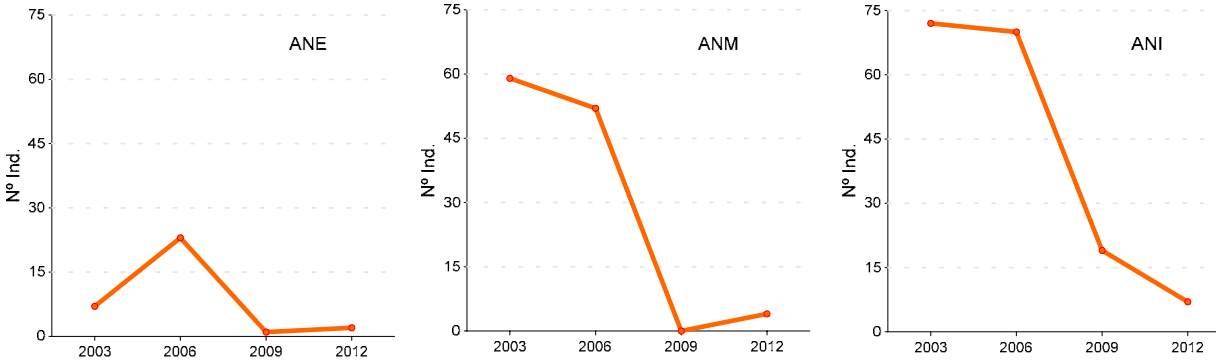


Figura 42 Evolución temporal de la abundancia en la estación exterior (ANEr), media (ANM) e interior (ANI) de la masa de agua de transición del Nerbioi-int. Se muestran los registros correspondientes a los estudios realizados para la Red de Seguimiento del Estado Ecológico de las aguas de transición y costeras de la CAPV (2003, 2006, 2009, 2012).

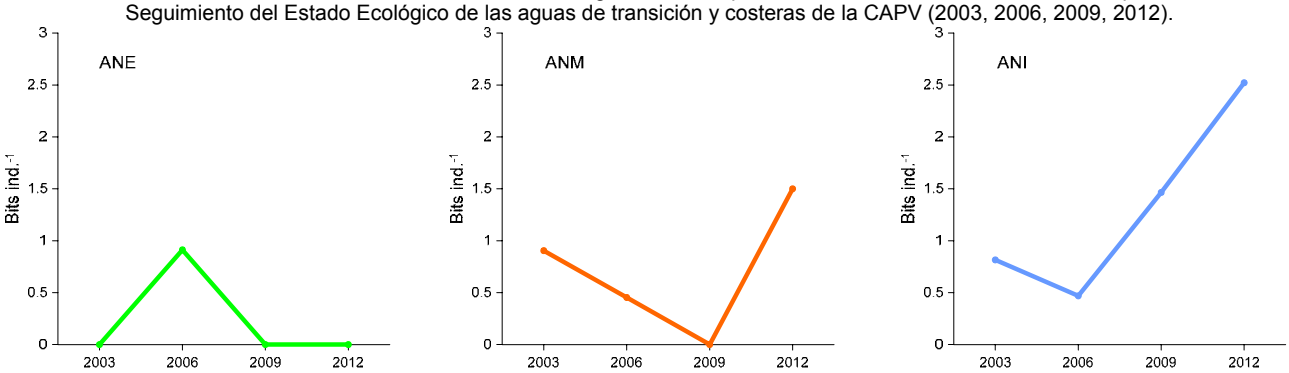


Figura 43 Evolución temporal de la diversidad en la estación exterior (ANEr), media (ANM) e interior (ANI) de la masa de agua de transición del Nerbioi-int. Se muestran los registros correspondientes a los estudios realizados para la Red de Seguimiento del Estado Ecológico de las aguas de transición y costeras de la CAPV (2003, 2006, 2009, 2012).

Para el análisis de la tendencia temporal y espacial de la calidad biológica se han utilizado los datos obtenidos en las campañas realizadas en 2003, 2006, 2009 y 2012 para la Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la comunidad autónoma del País Vasco (Borja *et al*., 2004; 2007; 2010)

En la Tabla 72 se expresan los valores obtenidos para cada indicador considerado en el cálculo del estado para cada tramo de estuario objeto de estudio en la red de calidad (años 2003, 2006, 2009 y 2012).

Estación/año	ANE				ANM				ANI			
Parámetros	2003	2006	2009	2012	2003	2006	2009	2012	2003	2006	2009	2012
Riqueza	1	1	1	1	3	1	-	1	3	3	3	3
Esp. Indicadoras contaminación	5	5	5	5	5	5	-	5	5	5	5	5
Especies introducidas	5	5	5	5	5	5	-	5	5	5	5	5
Salud piscícola	5	5	5	5	5	5	-	5	5	5	5	5
Peces planos	1	1	1	1	3	3	-	5	1	1	5	5
Omnívoros	1	1	1	1	1	1	-	1	5	1	1	5
Piscívoros	1	1	1	1	1	1	-	1	1	1	1	5
Especies residentes (nº)	1	3	1	1	3	3	-	3	3	3	3	3
Especies residentes (%)	1	1	1	1	1	1	-	1	1	1	1	5
PUNTUACIÓN	21	23	21	21	27	25	9	27	29	25	29	41
AFI	0,33	0,39	0,33	0,33	0,50	0,44	0	0,50	0,56	0,44	0,56	0,89
CALIDAD BIOLÓGICA	D	A	D	D	A	A	M	A	B	A	B	MB

Tabla 72 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: ≥ 0,78; Bueno: 0,55- <0,78; Aceptable: 0,34- <0,55; Deficiente: 0,17- <0,34; Malo: < 0,17. Interna (ANI) y media (ANM). AFI: AZTI's Fish Index.

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 en toda la serie de datos. La presencia de peces planos también alcanza el valor máximo en el tramo interior y en el medio (con un 5).

El porcentaje de especies residentes es mínimo en los tramos medio y exterior del estuario, y máximo en el interno. La composición trófica de peces demersales (relación entre omnívoros y piscívoros) alcanza valores bajos en los tramos medio y externo (valor porcentual 1:1) y máximo en el interno (valor porcentual 5:5).

De acuerdo a lo establecido por el Plan Hidrológico de la Demarcación Cantábrico Oriental, en las masas de agua muy modificadas (MAMM) los valores de los límites entre clases quedan definidos por el 85% del valor establecido en las aguas no modificadas. Así pues, los valores de los límites quedan como: Muy bueno: ≥ 0,663; Bueno: 0,4675 - <0,663; Aceptable: 0,289- <0,4675; Deficiente: 0,1445-<0,289; Malo (M): < 0,1445.

Según estos rangos para la clasificación de la calidad, el tramo exterior está en un nivel **'Aceptable**, el tramo medio en un nivel **'Bueno** y el tramo interno en un **'Muy Bueno'**. En el tramo exterior, el estado de la calidad biológica piscícola alcanzado en 2012 presenta un valor similar al obtenido en 2009 y similar al de 2003. En el caso del tramo medio, en 2012 la calidad se recupera, alcanzando un valor similar al de 2003. Por último, la estación interna sigue mostrando una mejora continua de la calidad, alcanzando el valor más alto de toda la serie de datos.

La Figura 44 muestra la evolución temporal de la calidad biológica en los diferentes tramos de la masa de agua. La calidad en el tramo interior y medio se recupera respecto a años anteriores, alcanzando además los valores más altos en ambos tramos en 2012. En el caso del tramo medio además, se rompe con la evolución negativa mostrada desde 2006, pasando de la calidad de 'Malo' (alcanzado en 2009) al de '**Aceptable'.** Por el contrario, el tramo exterior sigue presentando la misma calidad que en 2009 y 2003, **'Deficiente'**; el único valor superior fue alcanzado en 2006, presentando la masa agua la calidad de 'Aceptable'.

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 45 muestra la evolución de la calidad biológica en la masa de transición del Nerbioi interior entre los años 2003 y 2012. Según los rangos establecidos para la clasificación de la calidad, en 2012 el Nerbioi interior está en un nivel "**Bueno**". Se aprecia que en 2012 se alcanza el valor más alto de toda la serie de datos y que se rompe con la tendencia mostrada entre 2003 y 2009, años en los que la masa de agua presentaba una evolución desfavorable, con una pérdida gradual en la calidad. En 2003 y 2006 se alcanzó la calidad de "Aceptable", pero el valor alcanzado en 2003 fue superior al de 2006; en 2009, la calidad de la masa de agua fue de "Deficiente".

En 2009, el dragado del estuario a lo largo del año y el transporte del gasero en construcción de La Naval (de

la zona de Lamiako a La Naval) llevado a cabo el mismo día del muestreo (transportado mediante siete remolcadores) afectó seriamente a la calidad, principalmente en la estación media (frente a La Naval).

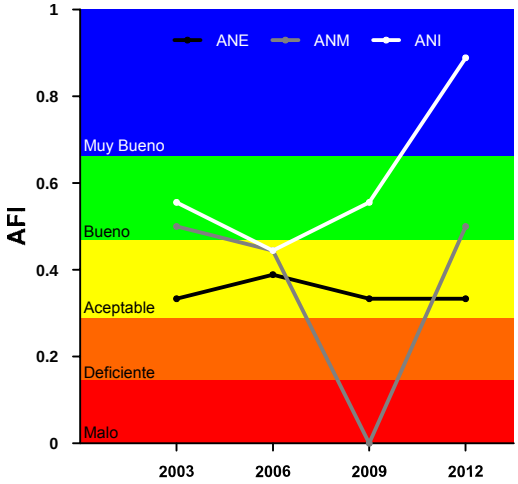


Figura 44 Valores de la calidad biológica obtenidos para cada estación entre los años 2003 y 2012. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: ≥ 0,663; Bueno: 0,4675 - <0,663; Aceptable: 0,289 - <0,4675; Deficiente: 0,1445-<0,289; Malo (M): < 0,1445. Tramo exterior (ANE), medio (AMN) e interno (ANI). AFI: AZTI's Fish Index.

El descenso de la calidad es un claro ejemplo de respuesta ante la presión ejercida sobre el medio, aunque sea puntualmente.

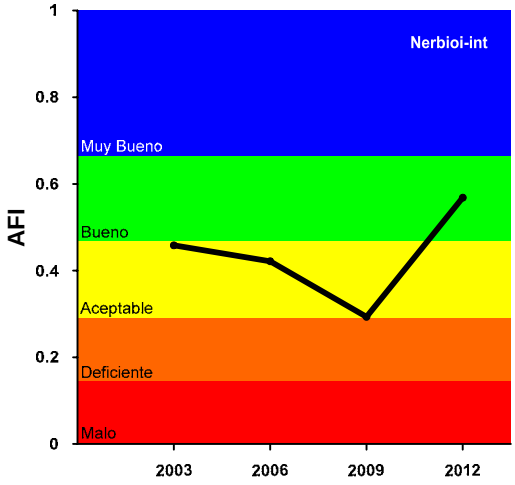


Figura 45 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenidos en el Nerbioi interior entre 2003 y 2012. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: ≥ 0,663; Bueno: 0,4675 - <0,663; Aceptable: 0,289 - <0,4675; Deficiente: 0,1445-<0,289; Malo (M): < 0,1445. AFI: AZTI's Fish Index.

3.3.3 VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO. FITOPLANCTON

Al igual que en anteriores informes, el fitoplancton en la masa de agua de transición del Nerbioi Interior se evalúa con los datos de los últimos seis años, en base a dos métricas: el percentil 90 de la clorofila y el porcentaje de blooms. El estado global del fitoplancton se calcula promediando los EQRs de ambos indicadores (véase tomo de metodología).

En la Figura 46 se muestra el percentil 90 de la clorofila para el último periodo de evaluación. En la estación E-N10 (oligohalina) el valor de este indicador en es 2,19 µg l^{-1}. En la estación E-N15 (polihalina) es 3,25 µg l^{-1} y en la estación E-N17 (euhalina) es 3,33 µg l^{-1}. Por tanto, en todas ellas el estado en base a la concentración de clorofila se considera "Muy bueno".

En la Figura 47 se muestra el indicador basado en la abundancia fitoplanctónica (frecuencia de blooms). La frecuencia en las estaciones E-N10 y E-N15 es 41,7%. En la estación E-N17 es 50,0%. Por lo tanto, en las tres estaciones el estado que señala la abundancia fitoplanctónica es "Aceptable".

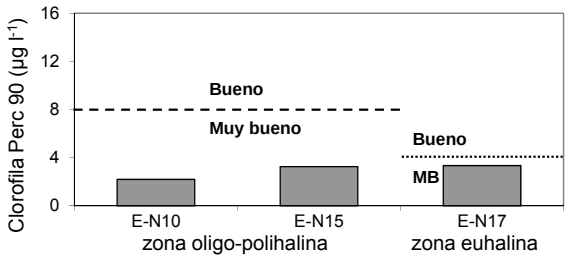


Figura 46 Percentil 90 de la concentración de clorofila en el Nerbioi Interior. Los datos son de superficie, pleamar y bajamar, de las cuatro épocas del año, desde 2007 hasta 2012.

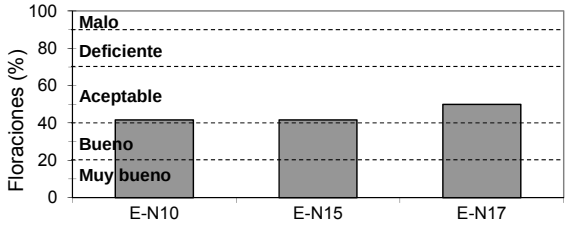


Figura 47 Frecuencia de floraciones fitoplanctónicas (%) en el Nerbioi Interior. Los datos utilizados corresponden a superficie, pleamar, en primavera y verano, desde 2007 hasta 2012.

Hay que señalar que el Nerbioi Interior se considera una masa de agua muy modificada debido a las alteraciones hidromorfológicas a que se ha sometido (principalmente su canalización, que ha eliminado casi la totalidad de las zonas intermareales). Las modificaciones

hidromorfológicas influyen evidentemente sobre el potencial ecológico de elementos como las macroalgas y angiospermas, pero no se conoce cómo pueden influir sobre el fitoplancton.

Como hipótesis, cabe pensar que la eliminación de zonas intermareales y la profundización del cauce conducirían a un menor consumo por parte de los filtradores bentónicos, que podría llevar a un aumento de la abundancia y biomasa fitoplanctónicas. También, esas modificaciones podrían conducir a una estratificación más acentuada de la columna de agua, lo cual sería un obstáculo para que las aguas de superficie (de origen fluvial y ricas en nutrientes) se diluyeran con las de fondo (de carácter más marino y pobre). La estratificación, por lo tanto, fomentaría la producción fitoplanctónica en las aguas de superficie.

Pero, también cabe pensar en tiempos de residencia del agua más cortos para la capa de superficie que, por lo tanto, favorecerían el transporte de las partículas (entre ellas el fitoplancton) hacia la costa e impedirían la acumulación de biomasa fitoplanctónica en los estuarios que se han canalizado.

Por lo tanto, de forma cautelar y ante la falta de evidencia de una relación entre el aumento del fitoplancton y las alteraciones hidromorfológicas en los estuarios, el potencial ecológico del fitoplancton se evalúa aquí de forma similar al estado ecológico.

En la Tabla 73 se indica el estado del fitoplancton en cada una de las estaciones del Nerbioi Interior, integrando los resultados de ambos indicadores. Se indican también los valores de EQR. El estado global del fitoplancton para el periodo 2007-2012 se clasifica como "Bueno" en todas las estaciones de esta masa de agua.

ESTACIÓN	EQR_1 Biomasa	EQR_2 Floraciones	Estado y EQR Global
E-N10	1,000	0,400	B (0,700)
E-N15	1,000	0,400	B (0,700)
E-N17	0,802	0,334	B (0,568)

Tabla 73 Nerbioi Interior. Calificación del estado del fitoplancton para cada estación de muestreo durante el periodo 2007-2012. Se muestran los EQRs parciales de cada indicador y el EQR global.

En la Tabla 74 se muestra la evolución del estado del fitoplancton a lo largo de periodos móviles de seis años. En la estación E-N17 las últimas evaluaciones son las más fiables ya que disponen de mayor número de datos para el indicador de blooms. Hay que tener en cuenta que las estaciones de los estuarios de grado II comienzan a muestrearse con regularidad para los recuentos fitoplanctónicos a partir de la campaña de 2008. En la totalidad de la serie temporal el **estado del fitoplancton** en el **Nerbioi Interior** es "**Bueno**". El valor del EQR de esta masa de agua varía, aproximadamente, entre 0,61 y 0,66 (Tabla 74). No se observan problemas, debido a que la clorofila se mantiene en niveles bajos. Sin embargo, las floraciones de organismos de pequeño tamaño celular son frecuentes en el Nerbioi Interior.

	03-08	04-09	05-10	06-11	07-12
Nerbioi interior	B (0,662)	B (0,659)	B (0,657)	B (0,611)	B (0,659)
E-N10	B	B	B	B	B
E-N15	B	B	B	B	B
E-N17	B	B	B	B	B

Tabla 74 Evolución temporal del estado del fitoplancton en el Nerbioi Interior, a lo largo de periodos móviles de seis años. Se indica entre paréntesis la evolución del EQR del fitoplancton.

Clorofila

En el estuario del Ibaizabal 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. Las estaciones de muestreo corresponden a dos masas de agua de transición diferenciadas: el Nerbioi Interior y el Nerbioi Exterior. Este capítulo hará especial mención a la masa de agua interior del estuario, donde se localizan las estaciones E-N10, E-N15 y E-N17 (situadas en este orden en la dirección de cabecera a desembocadura).

En la Figura 48a se muestran los datos de clorofila y salinidad obtenidos en el Nerbioi Interior. La salinidad abarcó desde 0,2 hasta 35,0 USP. Por lo tanto, el rango de variación fue muy amplio, desde aguas de carácter fluvial hasta aguas de características muy similares a las costeras. La clorofila varió entre 0,4 y 8,0 µg l^{-1}.

Tanto en la masa de agua interior (Figura 48a), como en la exterior (Figura 48b), la clorofila en la mayor parte del año se mantuvo en valores muy bajos (<2 µg l^{-1}). Sin embargo, en primavera se observaron picos de clorofila asociados a aguas de carácter euhalino (>30 USP).

En el Nerbioi Interior (Figura 48a) los picos de clorofila se observaron en las estaciones E-N15 y E-N17 (tanto en superficie, como en fondo). Esto coincidió con concentraciones muy altas de fosfato en esta zona (hasta 15 µM), características de mal estado físico-químico según los criterios de Bald (2005). En verano se observaron también picos de amonio (hasta 30 µM) que indicaría aportes de nutrientes de origen antrópico. Aunque en el muestreo estival no se observó una respuesta de la clorofila, la abundancia fitoplanctónica fue elevada en la zona superior y media del estuario (véase apartado siguiente).

Los datos de la Figura 48 atañen tanto a las aguas de superficie, como a las de fondo. En el conjunto de los datos del Nerbioi Interior, las aguas de superficie y fondo manifestaron diferencias de salinidad (en promedio 10 USP). Tales diferencias reflejan una fuerte estratificación vertical de la columna de agua. En primavera, los picos de clorofila fueron algo más altos en las aguas de fondo (con salinidad cercana a 33 USP), que en las de superficie (con salinidad cercana a 25 USP).

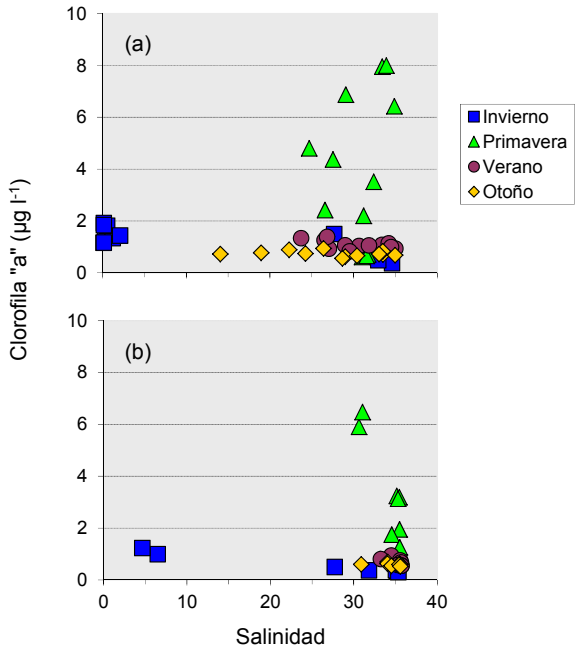


Figura 48 Variación de la concentración de clorofila con la salinidad en el estuario del Ibaizabal, en las cuatro épocas de estudio durante 2012 (a) Nerbioi Interior (b) Nerbioi Exterior. Los datos son de superficie y fondo, en pleamar y bajamar

Para estudiar la evolución a largo plazo de la concentración de clorofila se ha calculado el valor del percentil 90 para periodos móviles de seis años (Figura 49). En la cabecera (estación E-N10, oligohalina), el percentil presentó una tendencia de aumento desde el principio de la serie en 1995 (8 µg l^{-1}), hasta comienzos de la década del 2000 (17 µg l^{-1}). En el periodo 2000-2005 se aprecia un brusco descenso hasta los niveles iniciales (7 µg l^{-1}). Desde entonces, se ha producido un descenso leve y progresivo, que lo sitúa en el periodo actual en valores cercanos a 2 µg l^{-1}.

En la zona media del estuario (estaciones E-N15 y E-N17, polihalina y euhalina, respectivamente), la serie comienza en 2002. En esta zona, el percentil 90 de la clorofila se ha mantenido en torno a 4 µg l^{-1} (Figura 49).

En el resto de los estuarios del País Vasco, en aguas oligo-, meso- o polihalinas el percentil 90 de la clorofila normalmente no supera los 8 µg l^{-1}. En las zonas euhalinas suele ser inferior a 4 µg l^{-1}.

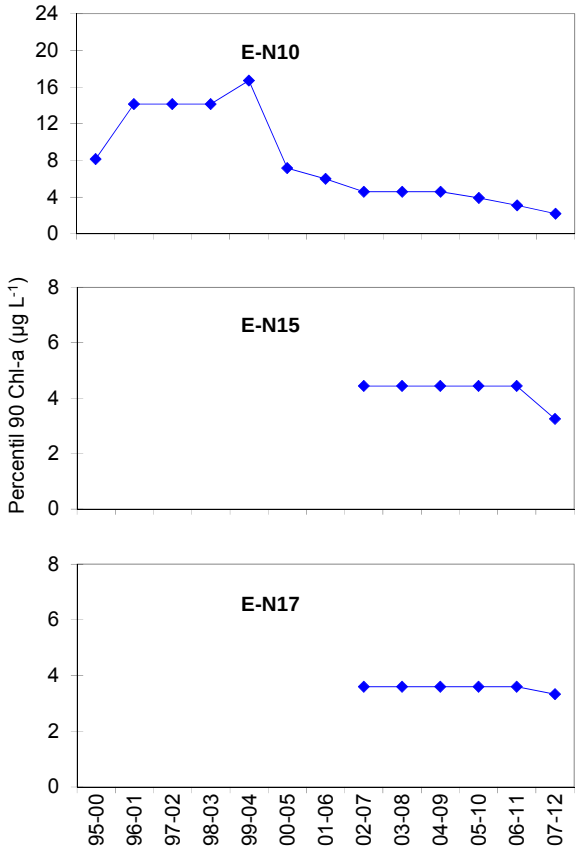


Figura 49 Evolución de la concentración de clorofila en el Nerbioi Interior. Se muestra el percentil 90 calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, para periodos móviles de seis años.

La tendencia global de la clorofila en la cabecera del estuario (E-N10) es de disminución (Figura 49). Esto resulta acorde con los procesos de saneamiento de la cuenca y es similar a lo observado en las estaciones del Nerbioi Exterior (E-N20, E-N30) y en la zona costera influida por este estuario (L-N10, L-N20). Sin embargo, el incremento que se produce en la clorofila en la estación de cabecera, al comienzo de la serie, no se aprecia en la zona costera.

En la estación de cabecera, el aumento de la clorofila al comienzo de la serie podría explicarse por la secuencia en la que se llevó a cabo el saneamiento del estuario. A partir del año 1990, aproximadamente, comenzó el tratamiento primario que produjo una mejora substancial en las condiciones ópticas de la columna de agua (mayor transparencia). Esto explicaría que la clorofila aumentase en la estación E-N10, donde el crecimiento fitoplanctónico habría estado antes limitado por la turbidez del agua. El brusco descenso observado en la clorofila en el periodo 2000-2005, en la cabecera, coincide con la puesta en marcha del tratamiento biológico, que elimina buena parte del amonio (aproximadamente entre los años 2000 y 2002).

Hay que señalar que, aunque se aprecia una tendencia general de mejoría en las condiciones de eutrofia del estuario (al igual que en muchos otros aspectos de calidad ambiental), en la actualidad las condiciones ópticas son favorables para el crecimiento fitoplanctónico durante buena parte del año. Esto supone un riesgo en caso de que se produzcan vertidos ocasionales de aguas ricas en nutrientes, ya que podrían causar episodios de floraciones de alta intensidad.

Composición y abundancia del fitoplancton

En la Tabla 75 se muestran las variables que describen la comunidad fitoplanctónica. Las estaciones más interiores (E-N10 y E-N15) se muestrearon únicamente en primavera y verano. La estación E-N17 se muestreó en las cuatro épocas del año, ya que por su salinidad se espera que tenga características más similares a las aguas del litoral, donde las poblaciones de fitoplancton pueden crecer en invierno y otoño, al estar menos influidas por la turbidez y los arrastres fluviales.

Estación			E-N17
Fecha			06/02/2012
Abund. (x10^3 céls. l^{-1})			329
Diversidad (bit/cel)			2,0
Riqueza (Nºespecies)			8
Estación	E-N10	E-N15	E-N17
Fecha	17/05/2012	17/05/2012	17/05/2012
Abund. (x10^3 céls. l^{-1})	298	1.387	3.082
Diversidad (bit/cel)	2,2	3,3	3,2
Riqueza (Nºespecies)	8	19	23
Estación	E-N10	E-N15	E-N17
Fecha	20/09/2012	20/09/2012	20/09/2012
Abund. (x10^3 céls. l^{-1})	4.057	1.127	659
Diversidad (bit/cel)	2,0	3,0	3,4
Riqueza (Nºespecies)	12	17	19
Estación	E-N10	E-N15	E-N17
Fecha			14/11/2012
Abund. (x10^3 céls. l^{-1})			182
Diversidad (bit/cel)			2,6
Riqueza (Nºespecies)			15

Tabla 75 Índices relacionados con Fitoplancton en el Nerbioi Interior. Los datos son de superficie, en pleamar.

Las comunidades de fitoplancton en el Nerbioi Interior mostraron una fuerte estacionalidad (Tabla 75). En invierno y otoño, la estación E-N17 presentó valores bajos de abundancia (200.000-300.000 células l^{-1}), así como de riqueza y diversidad. En primavera se observó el valor máximo en abundancia ($3 \cdot 10^6$ células l^{-1}) y riqueza de especies (23). En verano los niveles de abundancia y riqueza fueron intermedios.

La variabilidad espacial también fue marcada en el Nerbioi Interior (Tabla 75). En primavera, la abundancia siguió un gradiente de aumento hacia las aguas de carácter más marino (E-N17), mientras que en verano aumentó hacia las aguas de carácter más fluvial (E-N10).

La comunidad de invierno (sólo estudiada en la estación E-N17) estuvo dominada por diatomeas pennales que no pudieron ser identificadas con mayor nivel de precisión. En otoño, en esta estación, el mayor porcentaje de abundancia celular lo aportaron las criptofitas, así como unas pequeñas formas no identificadas.

En primavera se observaron floraciones de diatomeas en la zona marina estuario (Nerbioi Exterior), que se introdujeron hasta la estación E-N17, influyendo algo también en la estación E-N15. En estas estaciones del Nerbioi Interior los dinoflagelados estuvieron prácticamente ausentes en primavera. Sin embargo, destacaron por su abundancia las diatomeas de los géneros *Chaetoceros* y *Thalassiosira*, así como las criptofitas. Además, las clorofitas (por ejemplo, *Chlamydomonas* sp.) y las pequeñas diatomeas pennales fueron cuantitativamente importantes en la zona fluvial, mientras que las euglenofitas (*Eutreptiella gymnastica*) presentaron un bloom en la estación E-N17. La diatomea potencialmente tóxica *Pseudo-nitzschia* spp. se observó en primavera en las estaciones E-N15 (37.000 células l^{-1}) y E-N17 (138.000 células l^{-1}).

En verano se observó una floración de diatomeas centrales de pequeño tamaño celular, que no pudieron ser identificadas, en la estación E-N10. Aunque su diámetro celular en algunos casos pudo alcanzar más de 20 µm, las que presentaron densidades del orden de 10^6 células l^{-1} fueron las más pequeñas (diámetro de 4-5 µm). Estas diatomeas también estuvieron presentes en las estaciones E-N15 y E-N17, aunque con una abundancia más baja (25-30% del total de células). En las estaciones E-N15 y E-N17 dominaron las criptofitas y unas pequeñas formas (≤10 µm) que no pudieron ser identificadas.

3.3.4 VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO. MACROALGAS

Para su estudio la masa de agua se dividió en 8 zonas tanto en 2003, como en 2006, 2009 y 2012, numeradas del 2 al 9 desde la desembocadura al interior (Figura 36). Las zonas se han nombrado siguiendo una nomenclatura parecida al resto de estaciones: M de "macroalgas", E de "estuario" y N de "Nerbioi", seguido del número (ej. M-EN2). Estas 8 zonas representan tres tramos del estuario, que se pueden adscribir a las estaciones E-N17 (zonas 2 a 5), E-N15 (zonas 6 y 7) y E-N10 (zonas 8 y 9), desde la desembocadura al interior.

En la Tabla 76 se muestran los índices de cobertura de cada especie de macroalga para cada una de las zonas.

ZONAS	M-EN2		M-EN3		M-EN4		M-EN5		M-EN6		M-EN7		M-EN8		M-EN9	
Superficie (m^2)	17.350		42.550		14.000		5.400		2.000		2.250		5.000		30.000	
Área ocupada por macroalgas (m^2)	11.000		3.650		5.250		900		1.700		900		2.500		15.000	
Índice	IC	ID	IC	ID	IC	ID	IC	ID	IC	ID	IC	ID	IC	ID	IC	ID
CLOROPHYCEAE																
Filamentosas	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
RHODOPHYCEAE																
Gelidium pusillum	3	2														
Chondracanthus acicularis	3	2														
PHAEOPHYCEAE																
Fucus spiralis	6	3														
Total Cobertura Algal (%)	63		9		38		17		85		40		50		50	

Tabla 76 Especies de macrófitas identificadas en cada una de las zonas estudiadas en la Masa de Agua de Transición del Nerbioi Interior el 10 de mayo de 2012. Se representan: Índice de Cobertura (IC), Índice de Distribución (ID) (ver escalas en el Tomo 1), la cobertura total de la estación y la superficie ocupada.

En la Tabla 77 se observan los datos obtenidos para la masa de agua de transición del Nerbioi Interior en 2012 con objeto de calificar cada tramo. La metodología utilizada se explica en el Tomo 1 del informe correspondiente a la campaña de 2003 (Borja *et al.*, 2004d).

En la presente campaña de 2012, la calificación es de 'Estado Deficiente' para el tramo exterior de la masa de agua (de M-EN2 a M-EN5), y de 'Mal Estado' para los otros dos tramos (Tabla 77). Por tanto, se aprecia una recuperación en la calidad de las comunidades de macrófitos en el tramo exterior del estuario, que pasa de 'Mal Estado' en 2009 a 'Estado Deficiente' en 2012.

La mejora detectada se debe a una mayor riqueza de especies, acompañada de una cobertura también mayor de algas no indicadoras de contaminación, y a un menor ratio de algas verdes respecto a la cobertura vegetal total.

En cambio, el tramo medio y el interior mantienen la misma calificación que la pasada campaña de 2009.

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 Deficiente**, mejorando respecto a las calificaciones obtenidas en las campañas anteriores (mal Estado) debido a la mejora en el tramo exterior arriba indicada.

INDICADORES	M-EN2	M-EN3	M-EN4	M-EN5	M-EN6	M-EN7	M-EN8	M-EN9
1- Riqueza	3	1	1	1	1	1	1	1
3- Cobertura indicadores contaminación	3	5	5	5	3	5	3	3
4- Cobertura media algas sin indic contamin.	5	1	1	1	1	1	1	1
5- Ratio verdes/resto	5	1	1	1	1	1	1	1
SUMA=	16	8	8	8	6	8	6	6
CALIFICACIÓN AREA=	B	D	D	D	M	D	M	M
EQUIVALENCIA=	8	4	4	4	2	4	2	2
SUPERFICIE DE LA ZONA=	17.350	42.550	14.000	5.400	2.000	2.250	5.000	30.000
PORCENTAJE SOBRE EL TRAMO=	0,22	0,54	0,18	0,07	0,47	0,53	0,14	0,86
VALOR GLOBAL=	1,8	2,1	0,7	0,3	0,9	2,1	0,3	1,7
EQUIVALENCIA TRAMO=	4,9				3,1		2,0	
CALIFICACIÓN TRAMO=	Deficiente				Malo		Malo	
ESTACIÓN RED ASIGNADA=	E-N17				E-N15		E-N10	

Tabla 77 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 2012.

ZONA M-EN2 (Dársena de La Benedicta)

Se extiende a lo largo de 1.400 m, desde el Puente Colgante hasta la Vega de Lamiako. Respecto a campañas anteriores, se han observado cambios significativos: el cinturón de mitílidos está más desarrollado, las clorofíceas filamentosas presentan menor cobertura y se distingue un cinturón de la feofícea *Fucus spiralis*, especie no localizada en el estuario hasta la fecha.

Entre El Progreso y la dársena de la Benedicta se observa un tramo de 440 m en los que *M. galloprovincialis* alcanza densidades superiores a las de campañas anteriores, observándose, además, ejemplares de gran tamaño (Fotos 1-2003 y 2-2012).

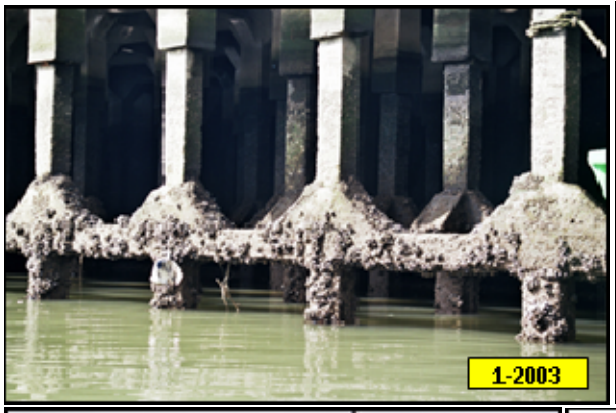
El recubrimiento algal en la dársena de La Benedicta muestra cambios significativos respecto a lo observado desde 2003. En su interior, las clorofíceas filamentosas, recubren tanto los grandes bloques como los muros en un perímetro de 1.000 m. Se desarrollan en una banda de 1,5 m de anchura y presenta una cobertura del 30%, tanto en la parte interna del espigón, como en los muros interiores en los que alcanzaba en campañas anteriores una cobertura del 90% (Fotos 3-2006, 4-2009 y 5-2012).

En el interior de la dársena, el desarrollo de los mitílidos también es mayor al observado en campañas anteriores y se encuentran ejemplares de *Crassostrea gigas*, aunque en menor cantidad que en la zona M-EN1. Entre los mejillones, se observan manchas de la comunidad cespitosa de *Gelidium pusillum-Chodracanthus acicularis*.

En la parte más interna de la dársena, bajo Arcelor Mittal Sestao, el muro vertical de 350 m que cierra la dársena, tiene una escollera. En la parte sur de esta escollera, se distingue una mancha de *F. spiralis* de 100 m de largo y 2 m de ancho, con una cobertura del 80% (Foto 6-2012). Esta especie no se había encontrado hasta esta campaña en ningún punto del estuario del Nerbioi.

En la parte externa del espigón, la banda de clorofíceas está menos representada que en anteriores campañas, encontrándose valores de cobertura del 30%.

La margen derecha de la ría para toda la zona M-EN2 sigue un patrón similar al de la margen izquierda; Las clorofíceas ocupan una banda de aproximadamente 1,5 m de anchura, con coberturas de hasta el 50%.













ZONA M-EN3 (Vega de Lamiako)

En la Vega de Lamiako, delimitada por la carretera C-6311, (que une las localidades de Getxo y Bilbao), y una pequeña escollera, se encuentra una plataforma intermareal de fango y piedras sueltas de 40.000 m^2.

El muro de la carretera, que tiene una longitud de 850 m, presenta una franja de clorofíceas de 1,5 m de anchura (Fotos 7-2003 y 8-2009) con coberturas del 30%, inferiores a las de campañas anteriores (Fotos 9-2006, 10-2009 y 11-2012).

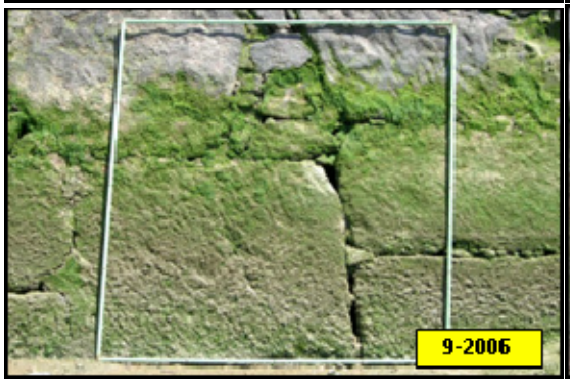
La escollera que cierra la vega, de aproximadamente 900 m de longitud y 1,5 m de altura tiene una cobertura de clorofíceas del 50%. *M. galloprovincialis*, especie que años anteriores se distribuía hasta la zona M-EN2, amplía este año su área de distribución, asentándose en la franja inferior de esta escollera. Por tanto, en la zona M-EN3 se encuentra el límite interno de distribución de esta especie en la ría (Foto 12-2012).

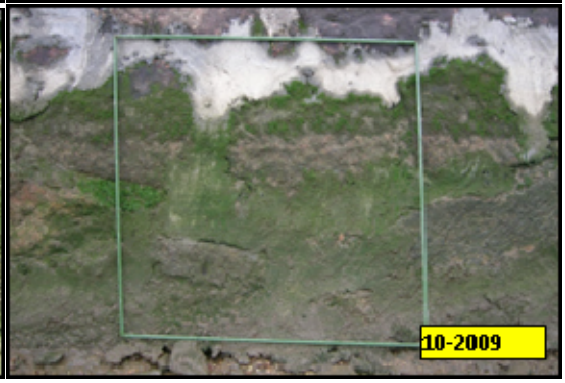
En la plataforma intermareal fangosa se distinguen piedras sueltas que, con respecto a los 40.000 m^2 totales, suponen un área muy pequeña, no superior al 5%. Las clorofíceas filamentosas recubren el 10% de la superficie de dichas piedras, porcentaje inferior al de campañas anteriores (Foto 13-2012).

En el extremo Este de la zona M-EN3, se sitúan las instalaciones de Dow Chemical. Este punto, donde se produce la confluencia de los ríos Gobela y Udondo, continúa notablemente alterado y la cobertura algal se reduce mucho.

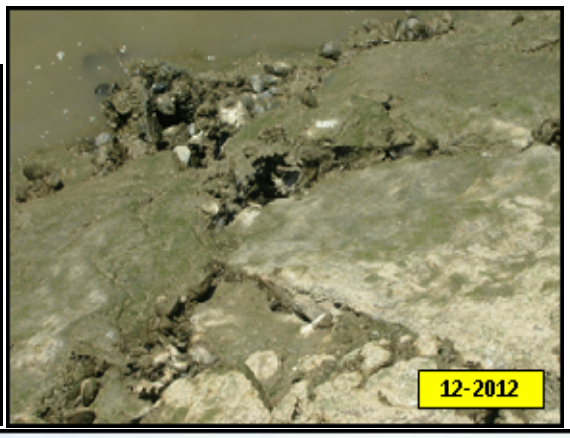














ZONA M-EN4 (Dársenas de Udondo y Axpe)

En las riberas de Erandio se localizan las dársenas de Udondo (30.000 m^2) y Axpe (150.000 m^2), con características similares desde el punto de vista de la comunidad de macrofitas.

En ambas puede observarse un cinturón perimetral de clorofíceas filamentosas de 1,5 m de anchura, con un recubrimiento del 60% inferior al 80% de campañas anteriores (Fotos 14-2003, 15-2009 y 16-2012).







ZONA M-EN5 (Río Galindo)

Se ha inspeccionado un tramo de 900 m, comprendido entre la desembocadura y el puente del ferrocarril situado aguas abajo de la depuradora de Galindo.

Como en campañas anteriores, únicamente se observa una pequeña banda de clorofíceas filamentosas de apenas medio metro de anchura y 40% de cobertura (Fotos 17-20103 y 18-2012)





ZONA M-EN6 (Dársena de Barakaldo)

La superficie de la dársena de Barakaldo se sitúa en torno a 39.000 m^2. El cinturón de clorofíceas no es homogéneo. En la zona del espigón alcanza una anchura de 2 m y una cobertura próxima al 90%. A partir de 2006, se modificó el interior de la dársena, acondicionando el talud, y recubriéndolo de piedra. Al disminuir la pendiente del talud, la anchura del cinturón de clorofíceas aumentó hasta los 3 m, manteniendo una cobertura aproximada del 40% (Fotos 19-2003, 20-2006 y 21-2012)







ZONA M-EN7 (Ría de Asua)

El tramo recorrido, de 450 m de longitud, es bastante homogéneo, de manera que ambas orillas presentan un recubrimiento de clorofíceas de 1 m de anchura y una cobertura del 60% (valores muy similares a los de campañas anteriores (Fotos 22-2003, 23-2009 y 24-2012)).







ZONA M-EN8 (Río Kadagua)

Desde la confluencia con la ría del Ibaizabal hasta el puente de la carretera N-634 a Santander, se ha recorrido un tramo de 1.250 m.

Las riberas del Kadagua se encuentran sin canalizar, lo que permite el desarrollo de un intermareal fangoso típico de estas zonas. Sobre el lecho de fangos, de manera más o menos dispersa, se encuentran piedras de diferentes tamaños colonizadas por clorofíceas, formando un cinturón de 1 m de anchura. La cobertura, como en campañas anteriores, varía en función del tramo considerado; de modo que, en la zona más próxima al canal de Deusto, la densidad alcanza valores del 50-60% y aguas arriba se sitúa en torno al 20-30% (Foto 25-2003 y 26-2012).





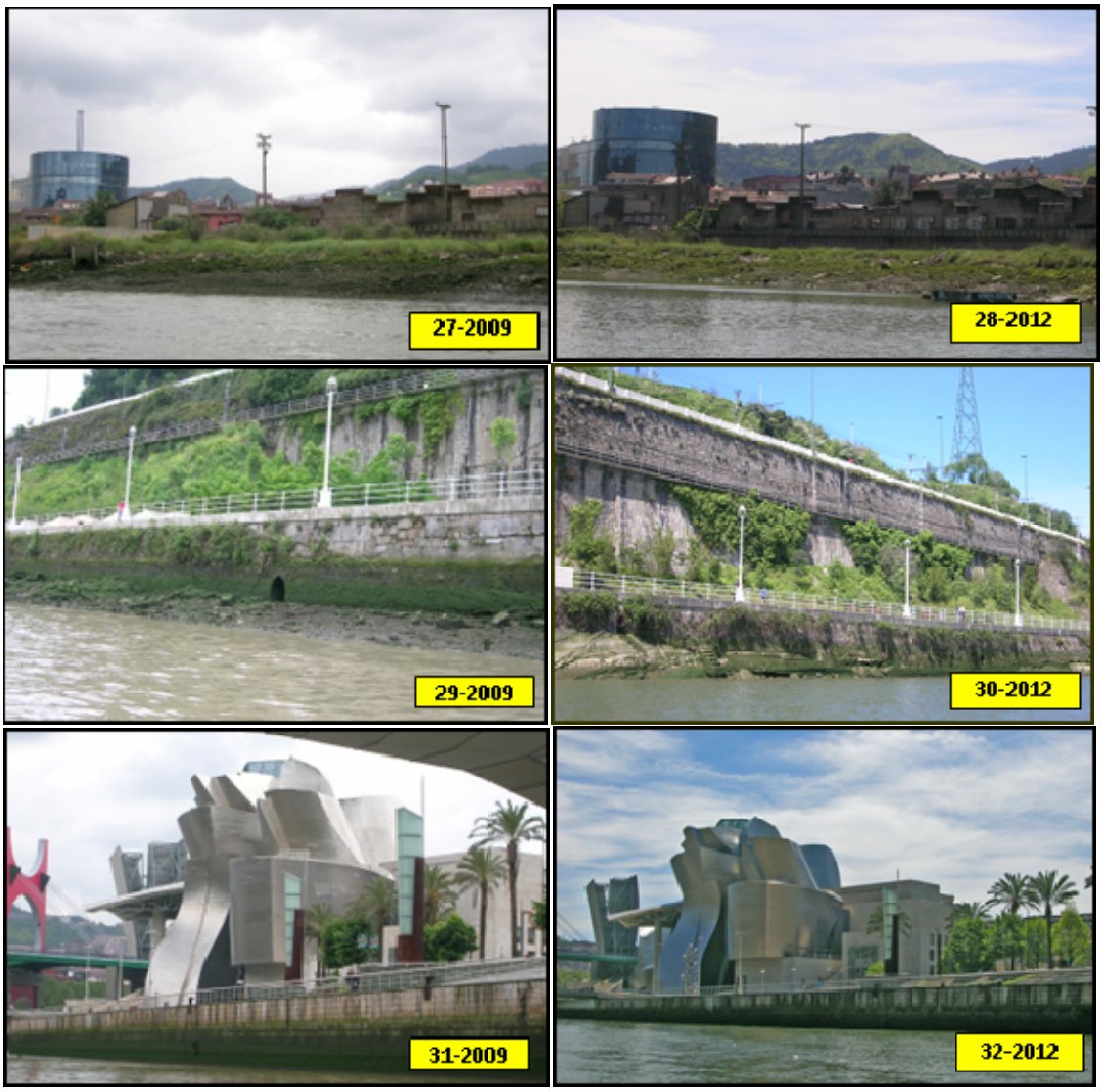
ZONA M-EN9 (Canal de Deusto y tramo desde el río Galindo hasta el Museo Guggenheim)

El canal de Deusto se abrió en 1969 con objeto de ampliar la capacidad de los muelles y atraques y descongestionar el saturado puerto de Bilbao. Este canal, que discurre paralelo al barrio de San Ignacio a lo largo de 2 km, constituye actualmente una rama ciega de la propia ría.

El sustrato sobre el que se asientan las clorofíceas que caracterizan la comunidad algal, consiste mayoritariamente en pilares de atraque. La anchura de la franja de clorofíceas filamentosas es de 1,5 m, y la cobertura media se sitúa en torno al 70%.

En su ribera izquierda se localizan dos playas de cantos: la primera de ellas, en la boca del canal, tiene una longitud de 400 m y la segunda, en la parte final, ocupa 200 m (Foto 27-2009). Sobre los cantos que conforman los mencionados pedregales aparece una pequeña banda de clorofíceas de 1 m de anchura. La presente campaña no se observan difirencias reseñables (Foto 28-2012)

Los últimos 7 km estudiados, que están completamente canalizados, van desde la dársena de Barakaldo hasta el Museo Guggenheim. Se desarrolla un cinturón uniforme de clorofíceas de 2 m de anchura y un 50% de cobertura (Fotos 29-2009, 30-2012, 31-2009 y 32-2012) En esta zona no pueden reseñarse cambios representativos respecto a lo observado en campañas anteriores.



3.4 INDICADORES FISICOQUÍMICOS

3.4.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA EN AGUAS

CONSIDERACIONES GENERALES

En la Tabla 78 se recogen los datos medios anuales para las diferentes variables básicas analizadas en la masa de agua del Nerbioi interior, en la superficie y en el fondo de la columna de agua.

En el año 2012, la temperatura media del agua se sitúa entre 14,5 y 15,6 °C. La diferencia entre los valores medios en superficie y en fondo es inferior a un grado centígrado. La diferencia de la salinidad entre superficie y fondo se aumenta hacia el exterior del estuario.

A partir de los datos de salinidad obtenidos en la serie de muestreos del año 2012 puede observarse que la proporción de agua de origen fluvial, en superficie, disminuye desde la estación E-N10 (49%) hasta la E-N17 (38%). En las aguas del fondo también se observa una disminución de la proporción de agua dulce desde la cabecera hasta la desembocadura (de un 36% hasta un 4%). 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 2012 no se observa una influencia clara del emisario del Galindo. Así, la concentración media de nutrientes es inferior o del mismo orden en las estaciones E-N15 y E-N17 que en la estación más interna (E-N10).

Variable	Unidad	E-N10-S	E-N10-F	E-N15-S	E-N15-F	E-N17-S	E-N17-F
Temperatura	°C	14,47	14,93	14,80	15,61	14,91	15,48
Salinidad	USP	18,30	22,70	19,85	31,98	21,98	34,25
Agua fluvial	%	48,58	36,25	44,25	10,17	38,26	3,80
Saturación O_2	%	65,98	55,34	86,86	89,11	95,24	96,46
pH		7,90	7,89	8,09	8,01	8,09	8,13
Silicato	$\mu mol.dm^{-3}$	70,32		52,14		44,21	
Amonio	$\mu mol.dm^{-3}$	15,10		15,91		12,89	
Nitrito	$\mu mol.dm^{-3}$	2,24		1,69		1,55	
Nitrato	$\mu mol.dm^{-3}$	83,52		80,81		86,16	
Nitrógeno Total	$\mu mol.dm^{-3}$	163,36		147,21		142,30	
Fosfato	$\mu mol.dm^{-3}$	2,72		4,30		6,39	
Fósforo Total	$\mu mol.dm^{-3}$	4,90		6,90		9,96	
Carbono O. Total	$\mu mol.dm^{-3}$	304,13		232,83		207,44	

Tabla 78 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 2012.

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.

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 (E-N10). 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 cuatro unidades de salinidad entre superficie y fondo se aprecia un valor promedio de 66% de saturación de oxígeno en las aguas de mayor influencia fluvial (superficie) y de 55% 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 2012, como en 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, sobre todo en la estación de E-N10. 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 2012 las concentraciones promedio de carbono orgánico total (208-304 µmol dm^{-3}) se encuentran en un rango levemente superior al registrado 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 17 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 50). 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. En las estaciones E-N15 y E-N17 esta tendencia no es tan clara. Es más, destaca un aumento de aportes de fosfato a lo largo de la serie histórica (Figura 50).

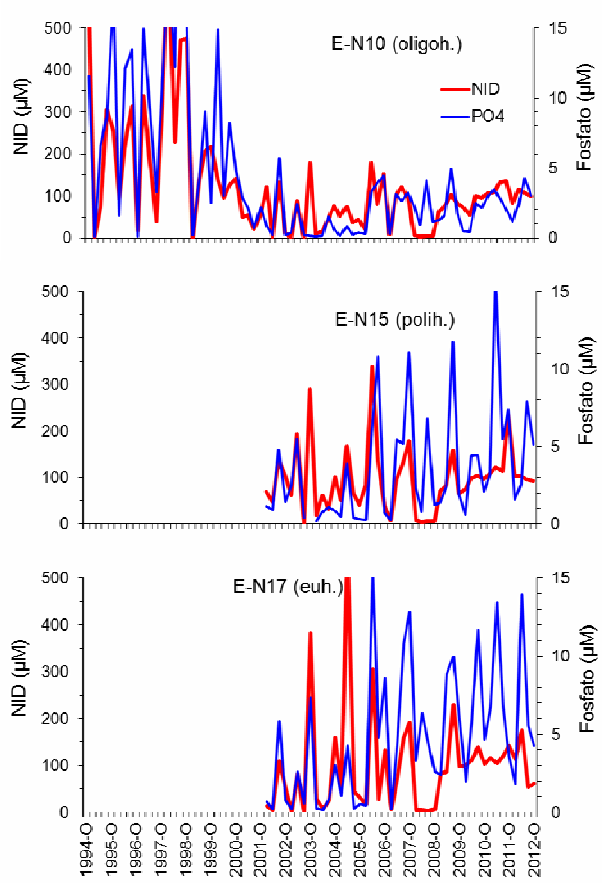


Figura 50 Evolución trimestral, entre otoño de 1994 y otoño de 2012, de la concentración de Nitrógeno Inorgánico Disuelto (NID) y fosfato, ambos en µmol L^{-1}, en aguas de superficie (media de pleamar y bajamar), en las estaciones del Nerbioi interior. O: otoño.

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 51). 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 80% (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). 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.

Sin embargo, en los tres últimos años se observa un descenso en los valores de oxígeno disuelto en la estación E-N10, donde se han registrado valores inferiores al 60% de saturación.

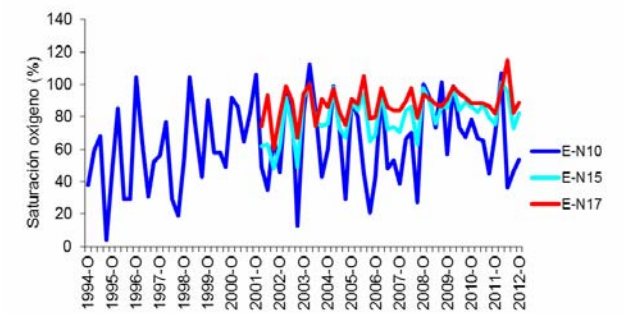


Figura 51 Porcentaje de saturación de oxígeno en la columna de agua en el Nerbioi interior (estaciones E-N10, E-N15 y E-N17). Se muestra el promedio para cada época del año (O: otoño) desde 1994 hasta 2012. La media se ha realizado con los datos tomados en superficie y fondo, y en dos situaciones de marea (pleamar y bajamar).

METALES DISUELTOS

En la campaña de 2012, las concentraciones de cromo (trivalente) y de mercurio en las aguas de superficie de las estaciones de la masa de transición interior del estuario del Nerbioi se mantienen por debajo de sus respectivos límites de cuantificación (1-2 $\mu g \cdot l^{-1}$ y 0,01 $\mu g \cdot l^{-1}$).

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 2012. Los valores empleados hasta 2006 corresponden a medias de los datos de pleamar y bajamar; desde 2007 solamente se han muestreado las estaciones en bajamar.

Como se ha comentado en informes anteriores, las concentraciones de metales en la parte interior del estuario son ligeramente superiores a las registradas en la parte exterior, posiblemente debido a las actividades industriales concretas de la zona central del estuario (puente de Rontegui y Lamiako).

En la masa de agua interior del Nerbioi, excepto en el caso del níquel y el manganeso, se aprecia una ligera disminución de los valores promedios anuales de los distintos metales.

En el caso del cadmio, con respecto a la última campaña, se aprecia una disminución de los valores promedio en las tres estaciones de estudio, hasta alcanzar valores inferiores al objetivo de calidad (0,2 $\mu g\ l^{-1}$).

Con respecto al níquel, aunque en la presente campaña se aprecia un ligero aumento de los promedios anuales en las tres estaciones, en ningún caso se supera el objetivo de calidad establecido (20 $\mu g \cdot l^{-1}$).

En el caso del Zn y del Pb, los promedios anuales, como en campañas anteriores, se mantienen por debajo de sus respectivos objetivos de calidad (60 $\mu g \cdot l^{-1}$ y 7,2 $\mu g \cdot l^{-1}$, respectivamente).

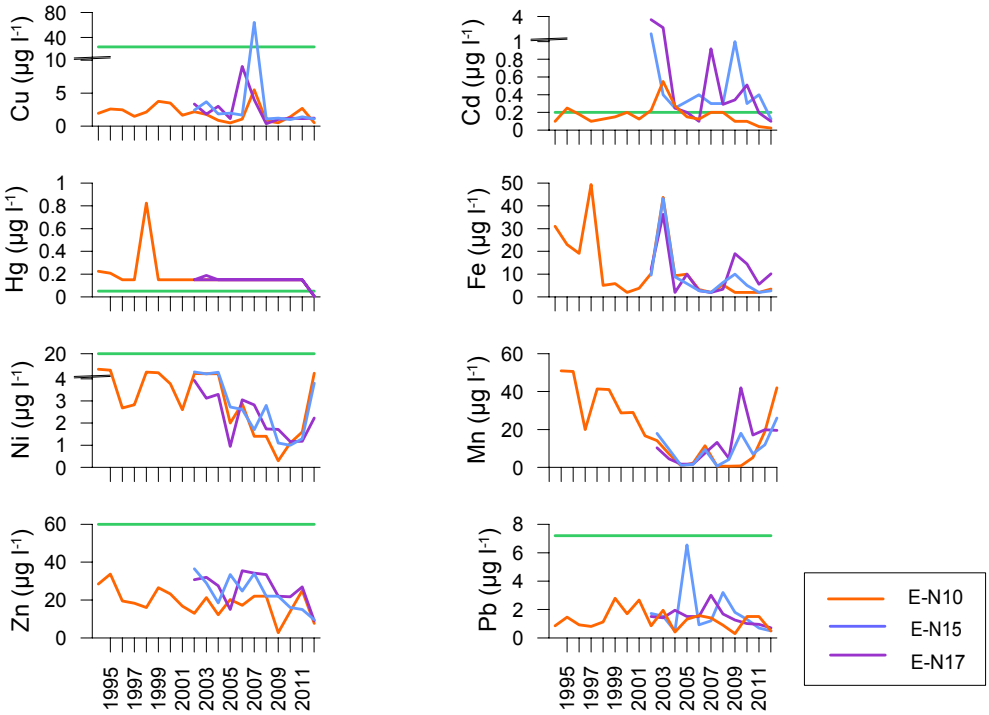


Figura 52 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en las estaciones del Nerbioi interior en el periodo que abarca desde 1994 a 2012. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

El Nerbioi es una de las masas de agua del País Vasco que ha sufrido importantes cambios en su morfología, habiendo recibido también 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).

Tanto en la cuenca vertiente como en la masa de agua se han llevado a cabo medidas de saneamiento en las últimas décadas. Con objeto de ilustrar la incidencia de este saneamiento en la evolución de la contaminación en estas masas de agua, en la Figura 53 se muestra 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, Gobelas y Galindo). Estos últimos datos han sido proporcionados por la Agencia Vasca del Agua para este informe. Tal y como se ha descrito en informes anteriores, la evolución de la concentración de estos metales, en las aguas del río y en las del estuario, resultan paralelas en algunos periodos. Esto es acorde a la efectividad del programa de tratamiento de aguas, llevado a cabo en toda la cuenca hidrográfica (García-Barcina *et al.,* 2006).

Por otro lado, se ha estudiado la evolución de la concentración de mercurio, cadmio, níquel y plomo durante todos los meses del año 2012 en la estación E-N17, correspondiente a la masa de agua de transición interior del Nerbioi. En el caso del cadmio, únicamente en enero, agosto y septiembre se sobrepasa el objetivo de calidad NCA-MA (0,2 µg·l^{-1}), aunque ningún valor es superior al objetivo de calidad NCA-CMA (0,45 µg·l^{-1}). Figura 54

En el caso del plomo se observa una ligera subida en primavera, pero sin ninguna tendencia definida. Las medias anuales, al contrario que el cadmio, se encuentran por debajo del objetivo de calidad NCA-MA (7,2 µg·l^{-1}). Figura 54

Respecto al níquel, se observa una tendFigura 54encia ascendente en primavera y otoño, sin superar el objetivo de calidad NCA-MA (20 µg·l-1)., Figura 54

En el caso del mercurio, las concentraciones mensuales están por debajo del límite de detección (0,01 µg·l-1).

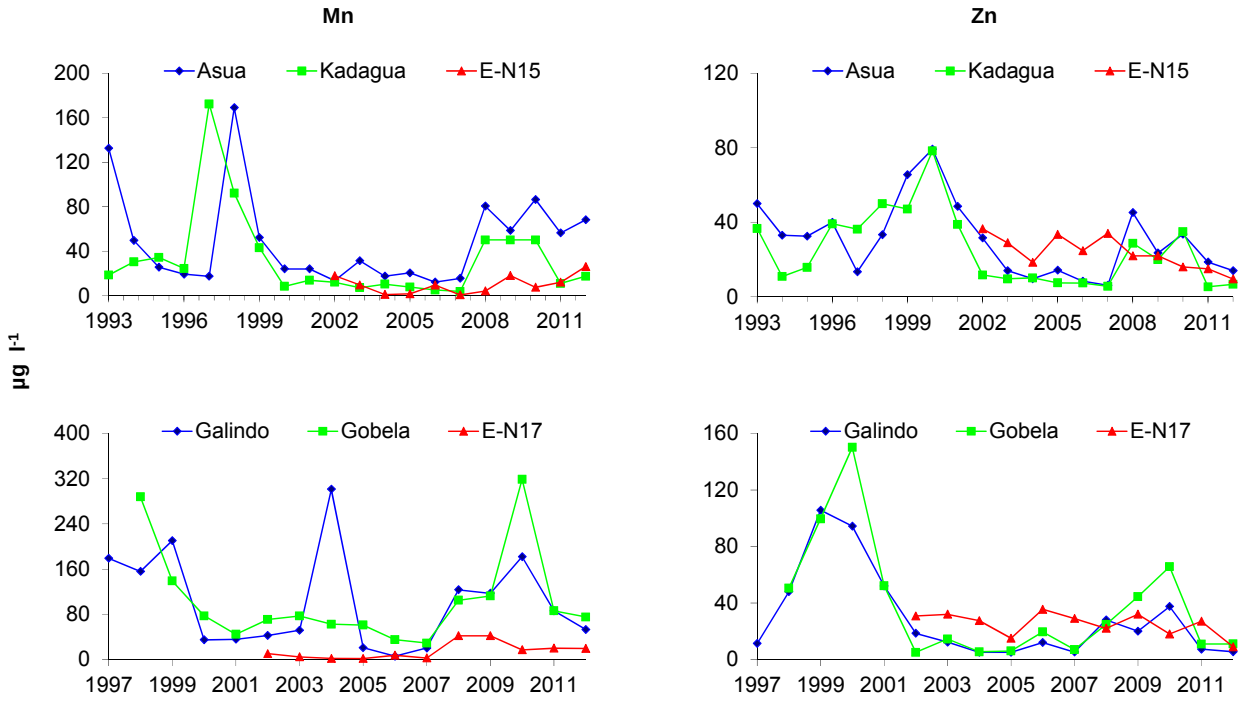


Figura 53 Comparación de la concentración media anual para Mn y Zn en aguas del estuario del Nerbioi interior y de los afluentes Asua, Kadagua, Gobelas y Galindo. Los datos de los ríos han sido proporcionados por la Agencia Vasca del Agua.

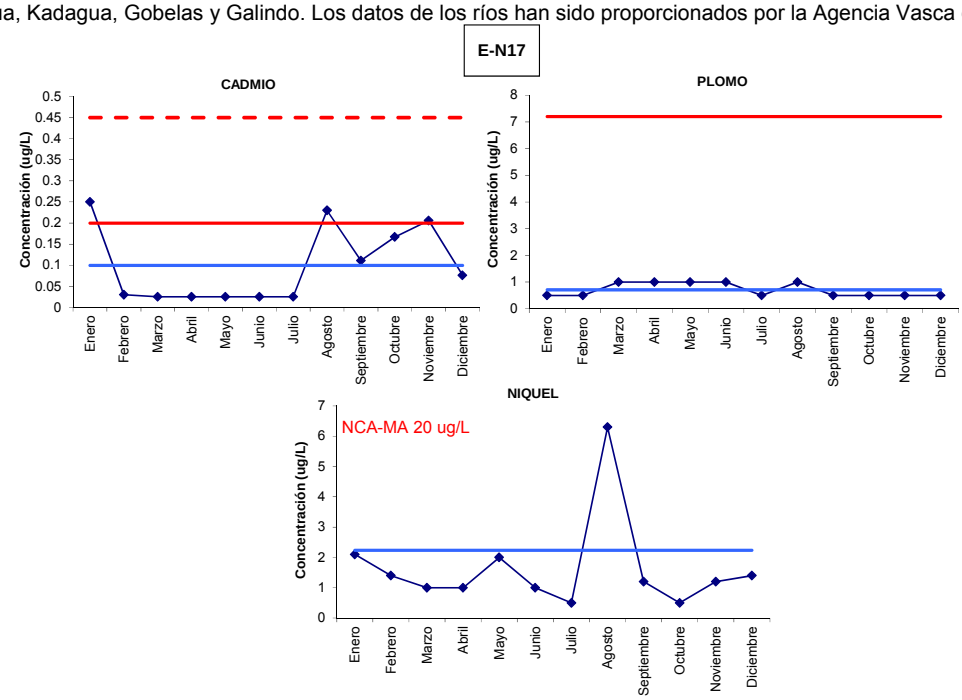


Figura 54 Evolución mensual en 2012 de la estación E-N17 para el cadmio, plomo y níquel. Donde la línea roja indica el objetivo de calidad para cada metal (NCA-MA), línea roja discontinua indica el objetivo de calidad para el cadmio (NCA-CMA) y la azul la media anual de los datos obtenidos.

CONTAMINANTES ORGÁNICOS Y OTROS CONTAMINANTES ESPECÍFICOS

Este año los valores promedio y valores máximos de los compuestos orgánicos analizados en aguas se encuentran por debajo del objetivo de calidad correspondiente, excepto para hexaclorociclohexano, que supera el objetivo de calidad de concentración media anual (NCA-MA: 0,002 µg l^{-1}) en la estación E-N17 aunquecumple el objetivo de calidad establecido de concentración máxima admisible (NCA-CMA: 0,02 µg·l^{-1}).

3.4.2 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS

PARÁMETROS SEDIMENTOLÓGICOS DE CARÁCTER GENERAL

Desde el año 1995, en la estación E-N10, y desde 2002 en las estaciones E-N15 y E-N17, se dispone de la información relativa a la composición granulométrica, contenido en materia orgánica, potencial redox y contenido en carbono y nitrógeno orgánico particulado. A partir de esta información, en la Figura 55 y Figura 56 se ha establecido una evolución temporal para cada estación. Además en la Tabla 79 se recogen los resultados de los análisis realizados en la campaña de invierno de 2012.

En cuanto a la variabilidad espacial, en las campañas más recientes, la estación más interna (E-N10) presenta un sedimento con elevada variabilidad temporal en el contenido en limos, arenas, materia orgánica, y carbono y nitrógeno particulados. Por el contrario, las otras dos estaciones (E-N15 y E-N17) presentan generalmente sedimentos limosos más reducidos (valores de potencial redox más negativos).

En relación a la evolución temporal, tanto la concentración de carbono orgánico particulado (COP) como la de nitrógeno orgánico particulado (NOP) presentan una gran variabilidad temporal. Tampoco se observan patrones temporales dominantes en la relación C/N. Los valores de C/N obtenidos en la campaña de 2012 son superiores a 5,85, valor estimado para el plancton puro (Cushing et al., 1958). Este hecho indica que la materia orgánica presente en dichas estaciones tiene un origen externo. Sin embargo, se aprecia una tendencia descendente discontinua en el contenido en materia orgánica.

Estación	Grava (%)	Arena (%)	Limo (%)	M.O. (%)	Eh (mV)	C.O.P. (mol kg-1)	N.O.P. (mol kg-1)	C/N (mol/mol)
E-N10	3,40	77,47	19,13	4,44	-61	2,91	0,16	18,8
E-N15	0,00	27,69	72,31	5,83	-77	3,44	0,14	24,6
E-N17	0,00	21,29	78,71	7,19	-71	2,90	0,16	18,3

Tabla 79 Parámetros sedimentológicos correspondientes a los muestreos de invierno de 2012. Grava > 2 mm > Arena > 63 µm > Limo; M.O.: materia orgánica; Eh: potencial redox; C.O.P. carbono orgánico particulado; N.O.P.: nitrógeno orgánico particulado; C / N: relación carbono / nitrógeno).

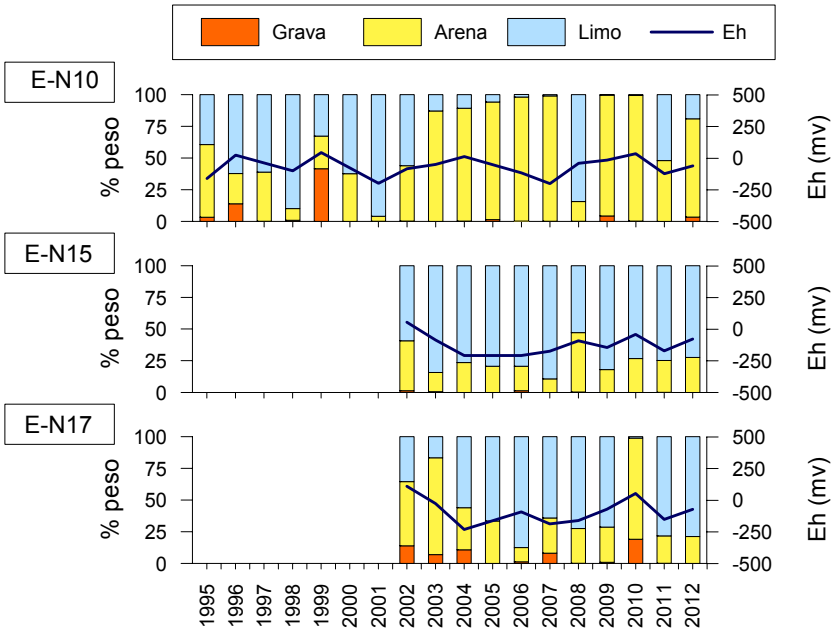


Figura 55 Evolución temporal del potencial redox (Eh) y las fracciones granulométricas (grava, arena y limo) en los sedimentos de la masa de agua de transición del Nerbioi interior (muestreos de invierno).

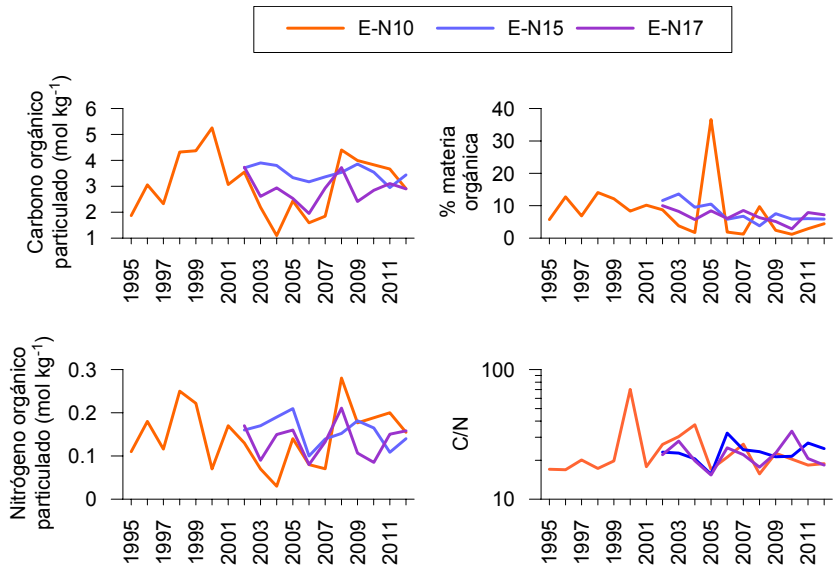


Figura 56 Evolución temporal del contenido en materia orgánica, carbono orgánico particulado y relación carbono/nitrógeno en los sedimentos de la masa de agua de transición del Nerbioi interior (muestreos de invierno)

METALES PESADOS

En la Tabla 80 se recogen las concentraciones de metales analizados en la campaña de invierno de 2012. La estación E-N10 muestra lo valores máximos de Cu, Fe y Mn. La estación E-N15 presenta los valores máximos de Cd y Hg, mientras que la estación E-N17 los valores máximos de Cr, Ni, Pb y Zn. En la campaña de 2012, el Fe, Mn, Ni y Zn se encuentran en el rango del nivel de fondo en las tres estaciones.

La Figura 57 muestra la evolución temporal para cada uno de los metales en la estación E-N10, desde 1995, y en las estaciones E-N15 y E-N17, desde 2002.

En general, el Cd, Cr y Pb presentan concentraciones promedio superiores al nivel de fondo en las tres estaciones. El Cd y Pb en la estación más interna (E-N10) muestra concentraciones inferiores a las estaciones E-N15 y E-N17, y con menor variación temporal.

La concentración de Cu y Hg presenta una notable variabilidad temporal en la estación E-N17, con promedios superiores a las otras dos estaciones (excepto durante la última campaña).

El Hg y el Ni en los muestreos más recientes (excepto en 2012), presentan concentraciones promedio superiores al nivel de fondo en la estación E-N17 y en la estación E-N10.

El Zn en los muestreos más recientes (excepto en 2012) presenta concentraciones promedio superiores al nivel de fondo en las estaciones E-N15 y E-N17.

Tal y como se indicaba en la campaña anterior, en esta masa de agua es notoria la evolución temporal paralela del Mn y el Fe. Ambos metales, excepto en la campaña de 2012, muestran concentraciones promedios superiores al nivel de fondo en E-N10 y E-N17.

En E-N10, a partir de 2004, se aprecia una tendencia temporal descendente del contenido en Fe, Mn y Ni hasta alcanzar valores en el rango del nivel de fondo. En las estaciones E-N15 y E-N17, a partir de 2007, se observa una disminución del contenido de Cd y Cu.

Por otro lado, en la Figura 58 se representa la concentración de metales (corregidos por el contenido en finos de los sedimentos), durante los últimos tres años con el objetivo de conocer el posible efecto adverso sobre la biota asociado a la presencia de dichos metales. En la campaña de 2012, todos los metales (excepto el Hg en la estación E-N10) presentan concentraciones que superan el valor TEL (Threshold Effect Level) en las tres estaciones, lo que supone un riesgo medio de efectos adversos. Además, en las estaciones E-N15 y E-N17, el Cr supera el valor PEL. Esta situación implica que podrían ser frecuentes los efectos biológicos adversos debido a la presencia de dicho metal.

Estación	Cd ($\mu g\ g^{-1}$)	Cr ($\mu g\ g^{-1}$)	Cu ($\mu g\ g^{-1}$)	Fe ($\mu g\ g^{-1}$)	Hg ($\mu g\ g^{-1}$)	Mn ($\mu g\ g^{-1}$)	Ni ($\mu g\ g^{-1}$)	Pb ($\mu g\ g^{-1}$)	Zn ($\mu g\ g^{-1}$)
E-N10	0,39	71	94	35785	0,14	309	42,3	60	203
E-N15	0,79	59	41	30364	1,83	165	33,3	76	196
E-N17	0,68	73	57	34170	1,51	283	42,7	84	244
Media	0,62	67,6	63,95	33440	1,16	253	39,4	73,4	214,4
Desv. est.	0,21	7,3	27,10	2783	0,90	77	5,33	12,4	26,2

Tabla 80 Concentración de metales pesados en la fracción fina de los sedimentos en la campaña de invierno de 2012.

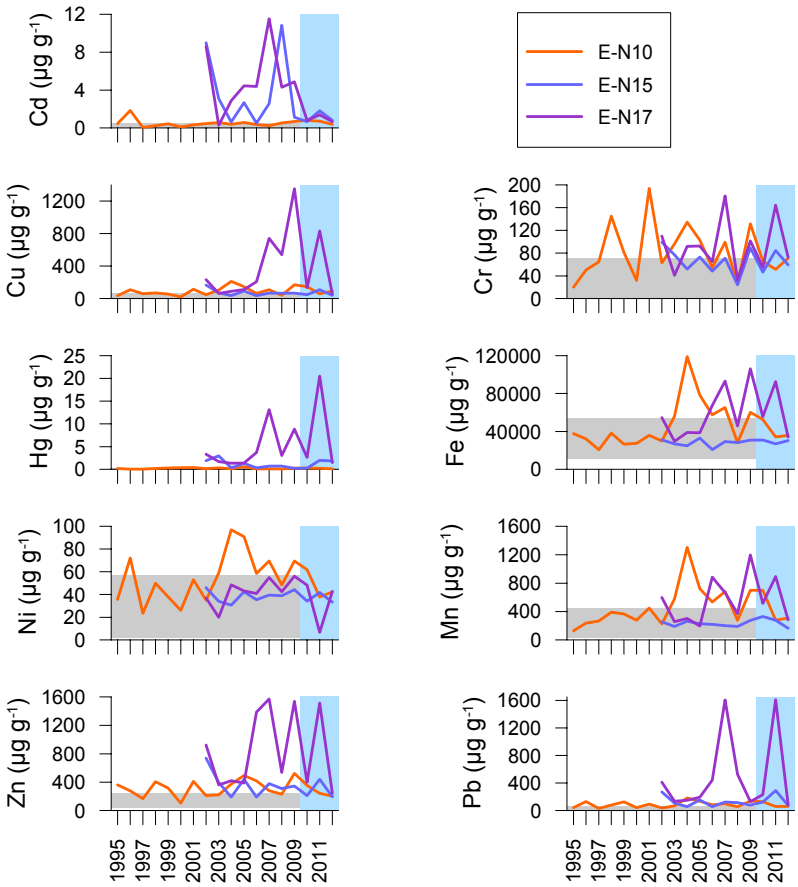


Figura 57 Evolución temporal de la concentración de metales en la fracción fina del sedimento de las estaciones del Nerbioi interior. La franja gris representa el nivel de fondo para cada uno de los metales.

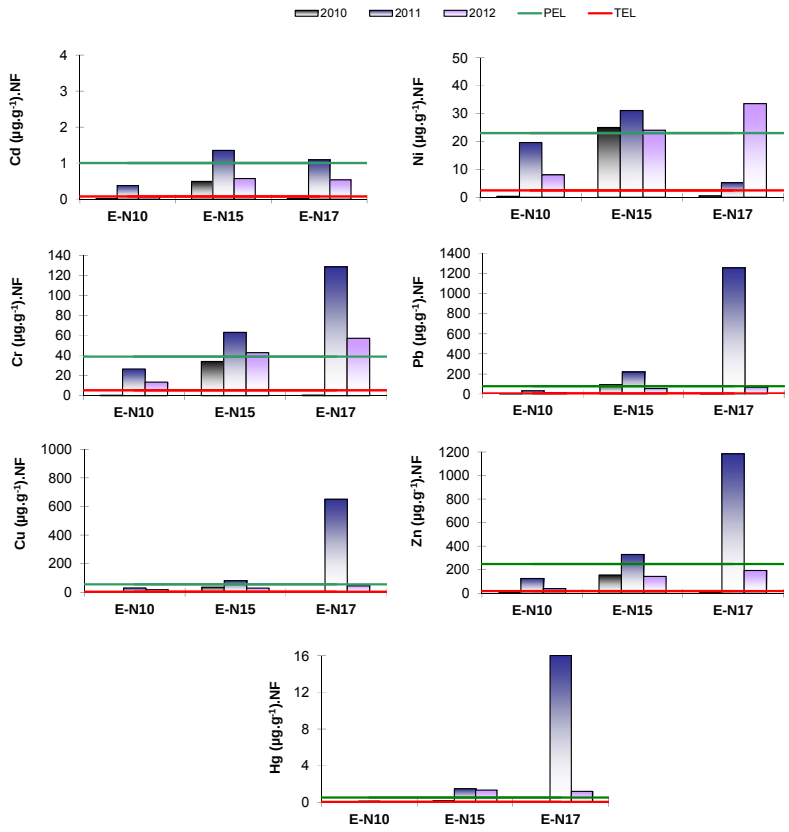


Figura 58 Evolución temporal de la concentración de metales del sedimento de las estaciones del Nerbioi interior, durante los últimos tres años (muestreos de invierno). PEL (Probable Effect Level): concentración con efecto negativo probable en la biota; TEL (Threshold Effect Level): concentración por debajo de la cual no se esperan efectos sobre la biota. Nótese que las concentraciones están corregidas por la fracción fina (NF).

COMPUESTOS ORGÁNICOS

En la Tabla 81 se recogen las concentraciones de compuestos orgánicos analizados en la campaña de invierno de 2012, en las tres estaciones de estudio. La Figura 59 ilustra la evolución temporal en la concentración de contaminantes orgánicos analizados en la estación E-N10 (desde 1995) y la estación E-N15 y E-N17 (desde 2002). En general, la estación E-N10 muestra valores de compuestos orgánicos inferiores a los analizados en las estaciones E-N15 y E-N17.

En los años más recientes, el Aldrín y el Dieldrín muestran concentraciones próximas al nivel de determinación analítico, o inferiores a él.

En la última campaña, el DDT y sus derivados son inferiores al límite de determinación analítico en las tres estaciones de estudio.

En el caso de los compuestos policlorobifenilos (PCBs), en la última campaña, en las estaciones E-N10 y E-N15, los valores se encuentran por encima del límite de determinación analítico aunque no superan el objetivo de calidad (*i.e.*, 180 ng g^{-1}).

En relación al sumatorio de hidrocarburos poliaromáticos (PAHs), durante las últimas tres campañas, ninguna estación muestra valores superiores el objetivo de calidad (44792 ng g ^{1}). Además, en la estación E-N17 se aprecia una disminución del contenido de PAHs.

Estación	Aldrín (ng g^{-1})	Dieldrín (ng g^{-1})	Isodrín (ng g^{-1})	DDE (ng g^{-1})	DDD (ng g^{-1})	DDT (ng g^{-1})	*a*HCH (ng g^{-1})	*g*HCH (ng g^{-1})	HCB (ng g^{-1})	S.PCB (ng g^{-1})	S.PAH (ng g^{-1})
E-N10	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1,80	<1	<1	54	607
E-N15	<1	<1	<1	<1	<1	<1	9,00	<1	<1	133	2049
E-N17	<1	<1	<1	<1	<1	<1	7,00	<1	<1	278	2018

Tabla 81 Concentración de compuestos orgánicos en los sedimentos en la campaña de invierno de 2012. *a*HCH: alfa-hexaclorociclohexano; *g*HCH:gamma-hexaclorociclohexano; HCB: hexaclorobenceno; S.PCB: suma de las concentraciones de los policlorobifenilos congéneres CB28, CB52, CB101, CB118, CB138,CB153 y CB180; S.PAH: suma de las concentraciones de 10 hidrocarburos poliaromáticos: fenantreno, indeno[1,2,3-cd]pireno, pireno, criseno, benzo[e]pireno, benzo[g,h,i]perileno, fluoranteno, benzo[a]antraceno, benzo[b]fluoranteno y benzo[a]pireno. Cabe señalar que las concentraciones inferiores a los límites de detección no se han considerado en el sumatorio.

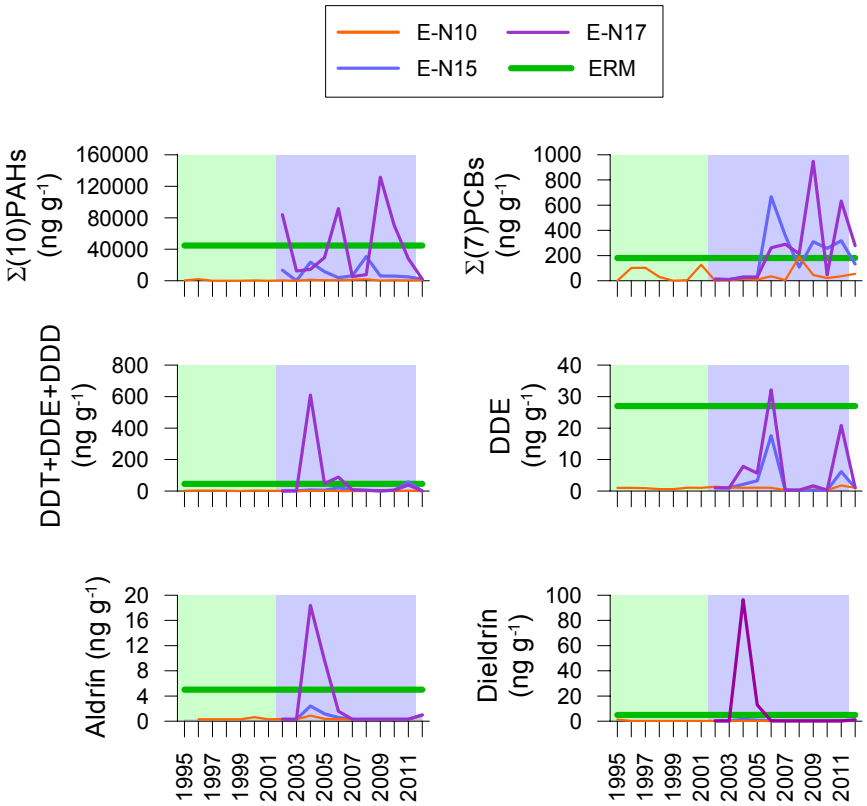


Figura 59 Evolución temporal de la concentración de compuestos orgánicos. La variación en el nivel de cuantificación analítico se muestra sobre fondo gris. ERM: concentración con efecto adversos probables en la biota (del inglés, Effects Range Median, Long *et al.*, 1995). Cabe señalar que las concentraciones inferiores a los límites de detección no se han considerado en el sumatorio. Cambio de color de fondo indica cambio de metodología.

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

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.

Con el objeto de establecer el grado de contaminación en metales de las estaciones muestreadas, se ha utilizado un enfoque puramente químico. Este método consiste en la comparación de los valores centrales del nivel de fondo, calculados por Rodríguez *et al.* (2006), con los encontrados en las zonas estudiadas (Factor de Contaminación, FC). 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 82 se recoge el índice de carga contaminante (ICC) por cada metal en los sedimentos del estuario del Ibaizabal interior, así como los valores globales de ICC para la campaña de invierno de 2012. Según los valores de ICC globales, las tres estaciones presentan contaminación ligera (*i.e.*, ICC < 3).

En la Figura 60 se presenta la evolución del ICC global para la estación E-N10 desde invierno de 1995, y en las estaciones E-N15 y E-N17 desde 2003. Se observa que las estaciones E-N15 y E-N17 han disminuido la carga de contaminación global por metales con respecto a la campaña de 2011, desde valores de contaminación media hasta valores de contaminación ligera (*i.e.*, ICC < 3).

En cuanto a los compuestos orgánicos, siguiendo los criterios de ICC global utilizados para la evaluación de la contaminación, se deduce que las tres estaciones presentan contaminación ligera.

Estación	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn	ICC global
E-N10	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL
E-N15	C	CL	CL	NC	CF	NC	CL	CL	CL	CL
E-N17	CL	CL	CL	CL	C	CL	CL	CL	CL	CL
Total	CL	CL	CL	CL	C	CL	CL	CL	CL	CL

Tabla 82 Clasificación de la contaminación en los sedimentos superficiales en función de los metales pesados en 2012, 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.

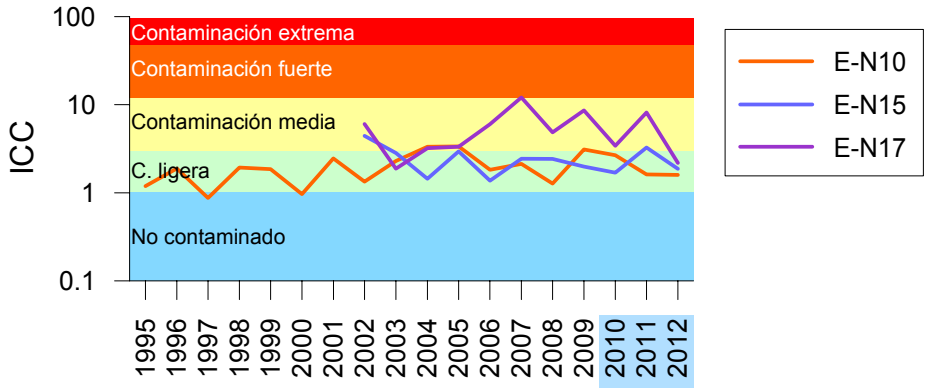


Figura 60 Evolución del Índice de Carga Contaminante (ICC) global de metales en sedimento.

TOXICIDAD EN SEDIMENTOS

La muestra de sedimento de la estación estuárica del Nerbioi interior (E-N10) fue tomada el 6 de febrero de 2012 y directamente congelada, manteniéndose a -20 °C durante casi 5 meses. Al cabo de este tiempo se descongeló y se tamizó (< 1 mm). Los ensayos ecotoxicológicos con anfípodos (*Corophium multisetosum*) se iniciaron la semana posterior a la descongelación de la muestra.

De esta manera, se siguieron las recomendaciones sobre conservación de muestras de sedimento que figuran en los protocolos y en la literatura científica (USEPA/USACE, 1998; Geffard *et al.*, 2004). Estos trabajos indican que, a ser posible, las muestras han de mantenerse refrigeradas para realizar su análisis dentro de las cuatro primeras semanas, con un tiempo de almacenamiento máximo de dos meses, y que, si se prevé que no pueden realizarse los ensayos ecotoxicológicos en ese plazo, las muestras deberán congelarse. En este caso, se decidió congelar las muestras debido a que los anfípodos de la especie *Corophium multisetosum*, necesarios para los bioensayos

de toxicidad, no estaban disponibles en el campo en la época del muestreo de sedimentos.

La toxicidad de los sedimentos del estuario del Nerbioi interior se analizó mediante dos bioensayos con anfípodos: uno agudo (10 días de duración) y otro crónico (28 días). Ambas pruebas se iniciaron el 29 de junio de 2012, acabándose la primera el 9 de julio y la segunda el 27 de julio. Se utilizaron individuos de la especie *Corophium multisetosum* recogidos el 21 de junio en la zona interna del estuario del Bidasoa. El sedimento control utilizado (C.B.) corresponde a la zona donde habitan los anfípodos empleados en el test.

En el Bioensayo agudo, el sedimento control presentó un porcentaje medio (± desviación típica) de mortalidad del 11% (± 2,4). La mortalidad de anfípodos en el sedimento (E-N10) fue superior a la del control (18%) (Figura 61), no siendo dicha diferencia estadísticamente significativa ($p \geq 0,05$). 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, la mortalidad de los anfípodos en las muestras de sedimento debe superar a la de la muestra control en más de un 20% y, además, dicha diferencia debe ser estadísticamente significativa (Belzunce y Castro, 2004). De acuerdo con este criterio, el bioensayo de anfípodos realizado indica ausencia de toxicidad en el sedimento de estudio del estuario del Nerbioi interior (E-N10).

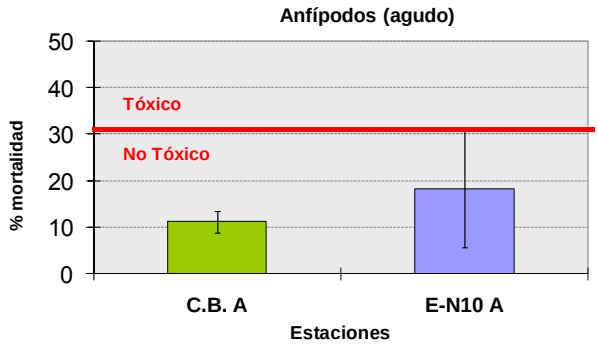


Figura 61 Porcentaje de mortalidad de anfípodos (*Corophium multisetosum*) en las muestras de estudio: C.B.A (muestra control) y E-N10 A (estuario del Nerbioi interior). Las barras indican la desviación típica. La línea roja señala el umbral por encima del cual puede considerarse una muestra tóxica. La letra A identifica las muestras del test agudo.

En el Bioensayo crónico, el sedimento control presentó un porcentaje medio (± desviación típica) de mortalidad del 90% (± 16,4). La mortalidad de anfípodos en la estación estuárica del sedimento del Nerbioi interior (E-N10) fue ligeramente superior (92%) al control (Figura 62). No obstante, dado que el control no cumple el requisito indispensable de mortalidad inferior a 10% (o 20%, en algún protocolo más flexible), este bioensayo crónico no se considera válido. Por tanto, no se llevaron a cabo las medidas de talla y peso individual de los anfípodos supervivientes.

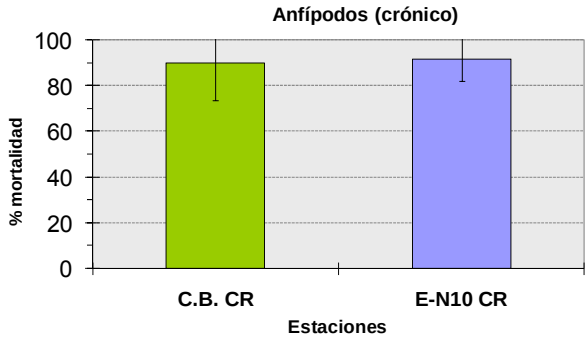


Figura 62 Porcentaje de mortalidad de anfípodos (*Corophium multisetosum*) en las muestras de estudio: C.B.CR (muestra control) y E-N10 CR (estuario del Nerbioi interior). Las barras indican la desviación típica. Las letras CR identifican las muestras utilizadas en el test crónico.

Uno de los parámetros a tener en cuenta en la interpretación de los resultados del bioensayo es el amonio. En el caso del bioensayo agudo, el amonio fue medido en el agua sobrenadante al inicio y al final del test; en el caso del bioensayo crónico, además de al inicio y al final, también se midió en el tiempo intermedio (día 10). Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 63, en la que se observa un aumento de la concentración de amonio desde el inicio al final del bioensayo, aunque en todos los casos dicha concentración en el agua fue inferior a 20 mg/l TAN (del inglés *Total Ammonia Nitrogen*: Nitrógeno Total de Amonio), umbral a partir del cual se considera que puede haber interferencia con el test (Ferreti *et al*., 2000). Por tanto, en principio, se podría descartar la interferencia del amonio en el resultado final del bioensayo.

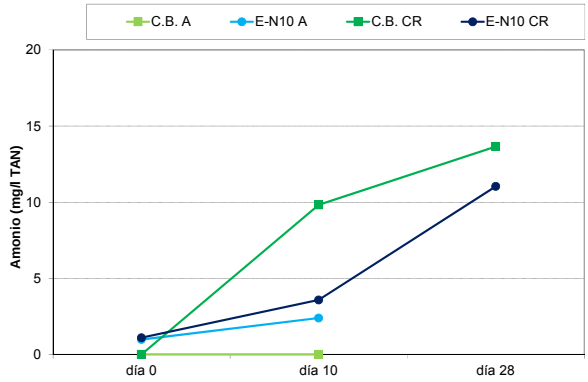


Figura 63 Contenido en amonio (mg/l TAN) de las muestras de agua expuestas a los anfípodos en el bioensayo agudo (A) y crónico (CR), al inicio (día 0), tiempo intermedio (día 10, solo en el caso del crónico) y al final (día 10 en el agudo; día 28 en el crónico).

A pesar de que en ningún caso se ha alcanzado el valor de alerta de 20 mg/l TAN, la evolución de concentración de amonio es diferente en ambos bioensayos (agudo y crónico): en el agudo se observa un ligero incremento, sin embargo en el crónico se observa un aumento progresivo más patente. Esta situación podría explicarse, por un lado, por el hecho de que durante el bioensayo agudo, a diferencia del crónico, no se añade alimento y por otro lado, porque durante el bioensayo crónico se pudo añadir una cantidad de alimento mayor a la requerida. En consecuencia, el exceso de alimento conllevaría la presencia de cierta cantidad de materia orgánica no ingerida que podría convertirse en fuente de producción de amonio. De hecho, durante el bioensayo se observó la presencia de una fina capa superficial de color negro y la emisión de un olor desagradable, que podría reflejar la existencia de unas condiciones inviables para la supervivencia de los anfípodos, y todo ello como consecuencia de la descomposición del exceso de materia orgánica.

Otro parámetro a tener en cuenta como factor de confusión en los resultados de toxicidad es la composición granulométrica del sedimento. La estación del Nerbioi interior analizada presenta un mayor contenido en finos y materia orgánica que el sedimento procedente del hábitat natural del anfípodo (C.B.) (Figura 64). Sin embargo, a pesar de ello, esta diferencia no parece afectar negativamente ya que la mortalidad de los anfípodos en E-N10 no es significativamente diferente a la del control.

Respecto a la carga contaminante, en relación al contenido de metales, en la campaña de 2012, el sedimento de E-N10 se ha considerado ligeramente contaminado, no habiendo ningún metal que supere el valor PEL (*Probable Effect Level*) o umbral por encima del cual el riesgo de efectos negativos sobre la biota debido a la presencia de ciertos metales puede ser elevada. Este sedimento muestra también cierta contaminación por compuestos orgánicos al encontrarse las concentraciones de PAHs y PCBs por encima del límite de cuantificación analítico correspondiente. Sin embargo, dichas concentraciones no suponen un riesgo de afección sobre la biota, ya que ninguna supera el correspondiente ERM (*Effects Range Median*). En el laboratorio, los bioensayos realizados tampoco son indicativos de efectos en la biota en los sedimentos de la estación E-N10.

Se dispone también de información de bioensayos agudos con anfípodos realizados entre los años 2004 y 2009 con sedimentos recogidos en esta misma estación E-N10 del estuario del Nerbioi interior. Tampoco en ninguno de estos casos las muestras resultaron tóxicas (Franco *et al*., 2011).

Por último, debido a la elevada mortalidad de anfípodos en el control del bioensayo crónico, éste no se considera válido y, por lo tanto, no se han podido evaluar los posibles efectos subletales derivados de la presencia de contaminantes en estos sedimentos.

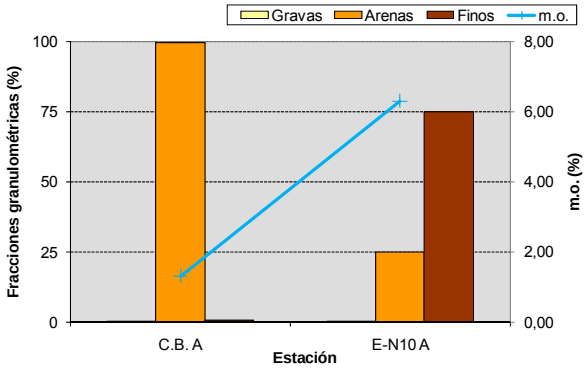


Figura 64 Composición granulométrica (% de gravas, arenas y finos) y contenido en materia orgánica (m.o.) del sedimento control de Bidasoa (C.B.) y de los sedimentos recogidos en 2012 en la estación E-N10 del estuario del Nerbioi interior.

3.5 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 (hasta 2011, coincidiendo con alguno de los muestreos realizados) 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

TOMO 4 MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL NERBIOI EXTERIOR

Pasaia, junio de 2013

ÍNDICE

TOMO 4 MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL NERBIOI EXTERIOR 121

4.1 Resumen estado. Nerbioi exterior 123

4.2 Estaciones de muestreo 126

4.3 Indicadores biológicos 127

4.3.1 Macroinvertebrados bentónicos 127

4.3.2 Fauna ictiológica 129

4.3.3 Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton 132

4.3.4 Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas 135

4.4 Indicadores Fisicoquímicos 138

4.4.1 Caracterización físico-química en aguas 138

4.4.2 Caracterización físico-química en sedimentos 141

4.4.3 Caracterización físico-química en biota (moluscos) 148

4.5 Indicadores hidromorfológicos 154

4.1 RESUMEN ESTADO. NERBIOI EXTERIOR

La masa de agua de transición del Nervión exterior en la campaña 2012 no alcanza el buen estado puesto que para el conjunto de la masa el potencial ecológico se diagnostica como moderado y el estado químico no alcanza el buen estado (Tabla 84). Esta situación de incumplimiento de objetivos medioambientales es estable en los últimos cinco años analizados (Tabla 83).

Año	2008	2009	2010	2011	2012
ESTADO ECOLÓGICO	2	2	2	2	3
ESTADO QUÍMICO	3	3	3	3	3
ESTADO	3	3	3	3	3

Tabla 83 Evolución del periodo 2008-2012. Masa de agua del Nervión Exterior. (Claves: *estado ecológico*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde), moderado (3- amarillo), deficiente (4- naranja) y malo (5- rojo). *Estado químico:* bueno (2- azul) y no alcanza el buen estado (3- rojo). *Estado*: bueno (2- azul) y peor que bueno (3-rojo)

COD_ESTACION	ESTACION	MACROINVERTEBRADOS	FAUNA ICTIOLOGICA	FITOPLANCTON	MACROALGAS	BIOLOGICO	CONDICIONES GENERALES	SUSTANCIAS PREFERENTES	ECOLOGICO	QUIMICO	ESTADO
E-N20	ABRA INTERIOR (IBAIZABAL)	1	1	2	2	2	3	1	3	3	3
E-N30	ABRA EXTERIOR (IBAIZABAL)	1	1	2	2	2	3	1	3	2	3
	Nerbioi / Nervión Exterior Transicion	1	1	2	2	2	3	1	3	3	3

Tabla 84 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado en la masa de agua del Nerbioi Exterior en 2012. (Claves: *Macroinvertebrados, fauna ictiológica fitoplancton macroalgas, estado biológico, condiciones generales y estado ecológico*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde), moderado (3- amarillo), deficiente (4- naranja) y malo (5- rojo). *Sustancias preferentes*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde)), y no alcanza el buen estado (3- rojo). *Estado químico:* bueno (2- azul), y no alcanza el buen estado (3- rojo).*Estado*: bueno (2- azul) y peor que bueno (3-rojo)

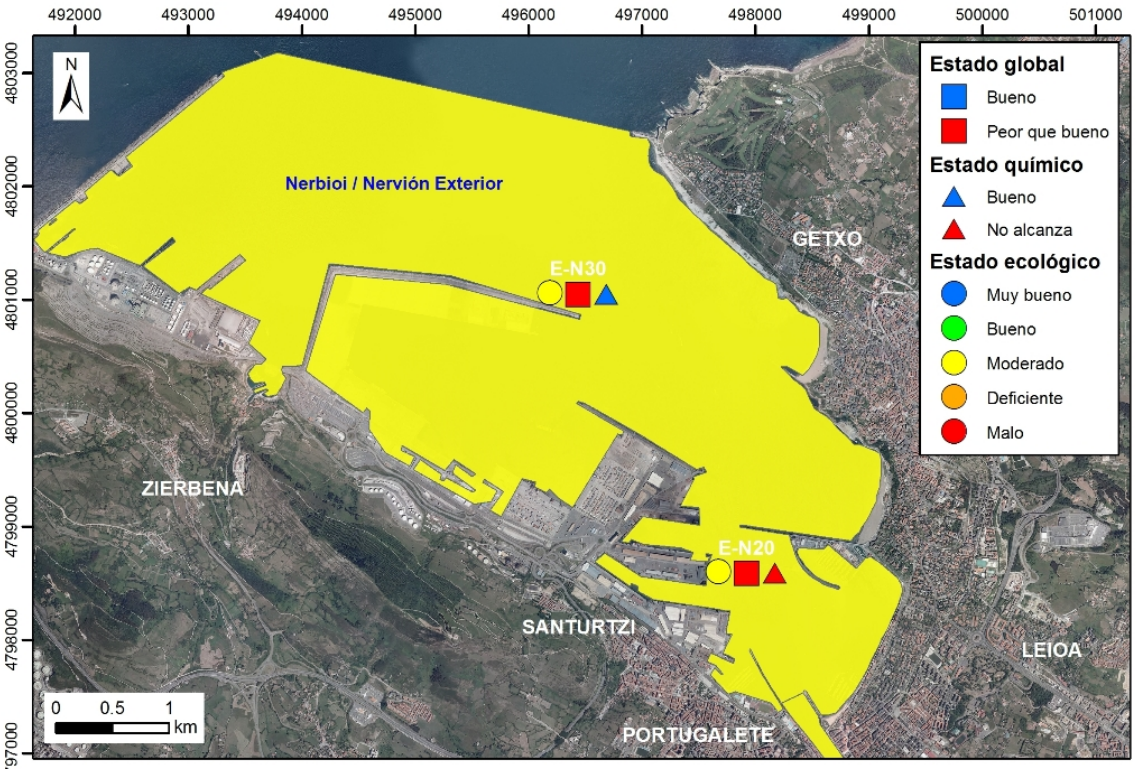


Figura 65 Calificación del Estado Ecológico, estado químico y global de las estaciones en la masa de agua del Nerbioi exterior (y estado ecológico para la masa de agua), en 2012.

Desde que se realizó en 2004 el estudio de presiones e impactos en esta masa de agua lo más destacable, en cuanto a presiones, han sido la construcción del puerto exterior, algunos vertidos industriales nuevos en la parte externa y dragados importantes cerca de la desembocadura. Así, en diciembre de 2012 se dragó en Algorta 1.000 m^3 de material consolidado en la base del contradique que, junto a 1.500 m^3 de fango dragados en Axpe, se vertieron en la base del muelle para relleno portuario en la dársena exterior de Zierbena (la roca limpia se vertió en la prolongación del dique de punta Sollana).

En el Abra interior (estación E-N20) sin duda la evolución biológica inicial positiva tiene que ver con el cierre de Altos Hornos y la reducción de vertidos al estuario, junto con la 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 esta parte del estuario la calidad del bentos ha mejorado mucho.

El hecho de que el fitoplancton analizado en 2009-2012 suponga un buen estado 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.

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 ésta aún quedan escasos sustratos naturales donde pueden crecer las algas, sin embargo, siguiendo el criterio marcado en el Tomo 1, se han eliminado de la evaluación global. 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.

En general, en esta masa de agua, se observaba una gradación en el Estado Biológico desde aceptable-deficiente en la parte interna del estuario, a aceptable-buena en la parte externa. En cambio, en 2012 se da un buen estado en toda la masa ((Tabla 84).

En relación con condiciones fisicoquímicas generales la masa de agua se puede calificar como: “Aceptable” en E-N30 y E-N20. Esta última estación presenta una tendencia significativas a la mejora entre 1994 y 2012 ($p<0,05$). La estación E-N30 por su parte, la tendencia estadísticamente significativa al empeoramiento que presentaba entre 2003 y 2009 ($p<0,05$) se rompe con los resultados obtenidos a partir de 2012 (Figura 66). Globlamente, entre 1994 y 2012 no presenta ninguna tendencia significativa.

En cuanto a los objetivos de calidad físico-química en 2012, ambas estaciones cumplen con los objetivos establecidos para todas las variables.

La evaluación de las sustancias preferentes implica que en los dos puntos de control de esta masa, el estado físico-químico, basado en los contaminantes específicos es *muy bueno* (Tabla 85).

Referente a las sustancias prioritarias (acorde a Directiva 2008/105/CE) determinadas en 2012 en las estaciones de esta masa de agua, no se alcanza en buen estado químico en la estación E-N20 (por presencia de hexaclorociclohexano) y se alcanza el buen estado en la estación E-N30 (Tabla 86). No se alcanza el buen estado químico en esta masa de agua. De esta forma se mantiene la tendencia observada en esta masa en los años más recientes, así desde 2004 de forma global no se ha alcanzado el buen estado químico por diversas sustancias excepto en 2007 que cumplió el buen estado químico (Tabla 87).

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

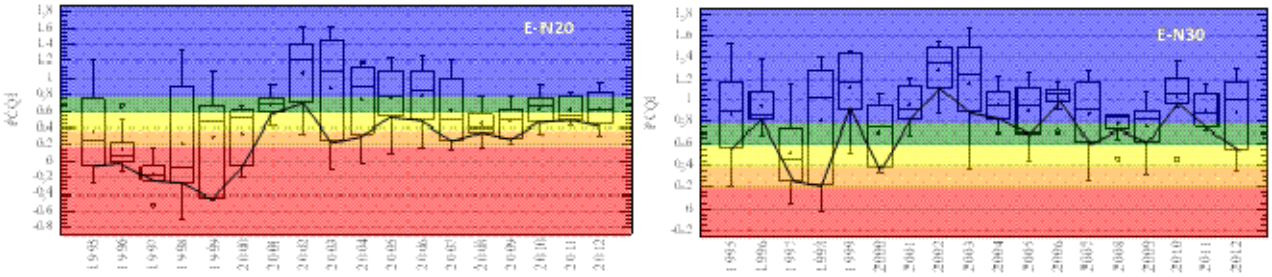


Figura 66 Box and Whisker Plot de la evolución del índice de calidad del estado físico-químico (PCQI) entre 1994 y 2012 de las estaciones de muestreo E-N20 y E-N30 de la masa de agua de transición del Nerbioi exterior. La línea negra represena la evolución anual del percentil 25 del PCQI. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Aceptable; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

Sustancia	Criterio	Objetivo	Limite de cuantificación	E-N20	E-N30	Global
Zinc	Concentración promedio	60 µg l^{-1}	1-2 µg l^{-1}	6,52 µg l^{-1}	2,7 µg l^{-1}	Muy Bueno
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	
Cobre	Concentración promedio	25 µg l^{-1}	1-2 µg l^{-1}	<LC	<LC	Muy Bueno
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	
Estado Físico-Químico (Contaminantes específicos)				Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno

Tabla 85 Evaluación del Estado Físico- Químico (contaminantes específicos) en la masa de agua del Nerbioi Exterior en 2012.

Sustancia	Criterio	Objetivo (µg l^{-1})	LC (µg l^{-1})	E-N20	E-N30	Global
DDT total (2DDT + 2DDD+ 2DDE)	NCA-MA	0,025	0,001-0,01	<LC	<LC	Cumple
p,p-DDT	NCA-MA	0,01	0,001-0,01	<LC	<LC	Cumple
Plaguicidas de tipo ciclodieno (Aldrín, Dieldrín, Isodrín)	NCA-MA	0,005	0,001-0,01	<LC	<LC	Cumple
Hexaclorociclohexano	NCA-MA	0,002	0,001-0,01	0,005	<LC	Cumple
Hexaclorociclohexano	NCA-CMA	0,02	0,001-0,01	0,048	<LC	No alcanza
Hexaclorobenceno	NCA-MA	0,01	0,001-0,01	<LC	<LC	Cumple
Hexaclorobenceno	NCA-CMA	0,05	0,001-0,01	<LC	<LC	Cumple
Benzo(b)fluoranteno+Benzo(k)fluoranteno	NCA-MA	0,03	0,0005-0,01	<LC	<LC	Cumple
Benzo(g,h,i)perileno+Indeno(1,2,3-cd)pireno	NCA-MA	0,002	0,0005-0,01	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-MA	0,1	0,01	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-CMA	0,4	0,01	<LC	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-MA	0,1	0,01	<LC	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA	1	0,01	<LC	<LC	Cumple
Naftaleno	NCA-MA	1,2	0,05	<LC	<LC	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-MA	0,05	0,01	<LC	<LC	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-CMA	0,1	0,01	<LC	<LC	Cumple
Cadmio	NCA-MA	0,2	0,02-0,05	0,12	<LC	Cumple
Cadmio	NCA-CMA	0,45	0,02-0,05	0,29	<LC	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-MA	7,2	1-2	<LC	<LC	Cumple
Mercurio y sus compuestos	NCA-MA	0,05	0,01	<LC	<LC	Cumple
Mercurio y sus compuestos	NCA-CMA	0,07	0,01	<LC	<LC	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-MA	20	1-2	<LC	<LC	Cumple
Estado Químico				No alcanza	Bueno	No alcanza

Tabla 86 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua del Nerbioi Exterior en 2012. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible.

Año	Estado Químico	Sustancias que superan NCA
2004	No alcanza buen estado	Cd y Hg (sedimento)
2005	No alcanza buen estado	Hg (sedimento)
2006	No alcanza buen estado	HCH y Hg (sedimento)
2007	Bueno	-
2008	No alcanza buen estado	HCH
2009	No alcanza buen estado	HCH, Σ(Benzo(g,h,i)perileno +Indeno(1,2,3-cd)pireno y Cd(sedimento)
2010	No alcanza buen estado	HCH
2011	No alcanza buen estado	HCH
2012	No alcanza buen estado	HCH

Tabla 87 Estado químico de la masa de agua de transición Nerbioi Exterior en los años 2004-2012.

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, 2009 y 2012. Sus posiciones y denominación pueden verse en la Tabla 88 y en la Figura 67.

Código Estación	Estación	Cod_Tipo	UTMX	UTMY
E-N20	Abra Interior (Ibaizabal)	Estuarios	497919	4798585
E-N30	Abra Exterior (Ibaizabal)	Estuarios	496434	4801048
I-N10	Zierbena (Ibaizabal)	Estuarios (Moluscos)	493630	4800287
I-N20	Getxo (Ibaizabal)	Estuarios (Moluscos)	498242	4798838
ANE	Ibaizabal (Arrastre Abra exterior)	Estuarios (Vida piscícola)	493302	4802797
ANB	Ibaizabal (Arrastre Abra interior)	Estuarios (Vida piscícola)	497912	4798773
M-EN1	Ibaizabal Zona 01. Estuario Macroalgas	Estuarios (Macroalgas)	498049	4797785

Tabla 88 Estaciones de muestreo en la masa de agua de transición del Nerbioi exterior.

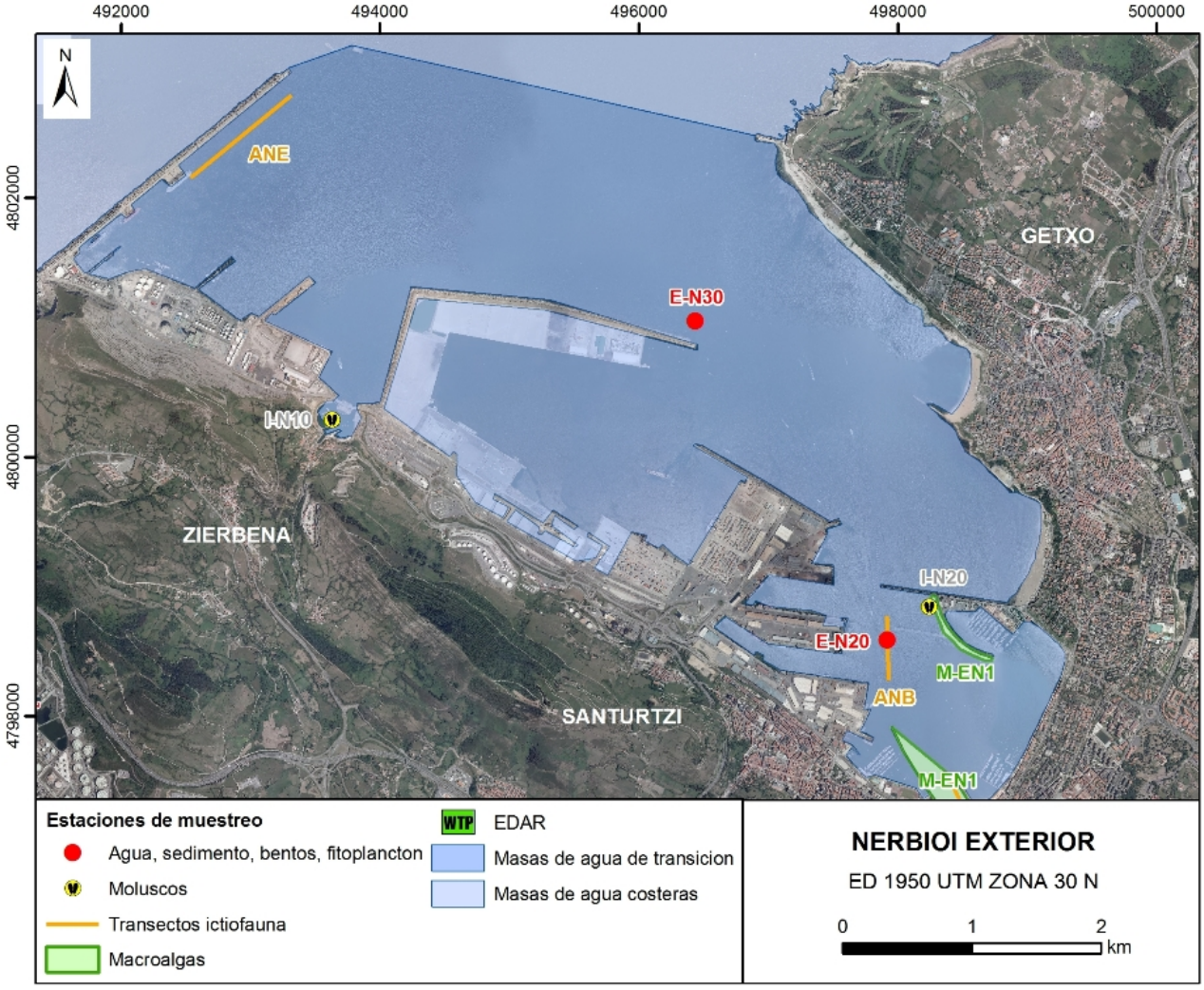


Figura 67 Ubicación de estaciones en la masa de agua Nerbioi exterior.

4.3 INDICADORES BIOLÓGICOS

4.3.1 MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

Los parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Nerbioi Exterior, en invierno de 2012 se muestran en la Tabla 89.

PARÁMETRO	UNIDAD	ESTACIÓN	
		E-N20	E-N30
Densidad	ind·m^{-2}	4.283	290
Biomasa	g·m^{-2}	19,077	0,382
Riqueza	nº taxa	78	14
Diversidad número	bit·ind^{-1}	3,88	2,00
Diversidad biomasa	bit·g^{-1}	3,86	2,57
Equitabilidad número		0,62	0,53
Equitabilidad biomasa		0,61	0,68
Diversidad máxima	bits	6,29	3,81
AMBI		2,62	0,93
Clasificación AMBI		Alteración Ligera	Alteración Nula

Tabla 89 Parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Nerbioi Exterior.

Las estaciones de la masa de agua de transición del Nerbioi Exterior presentan un conjunto de especies características de los medios marinos, lo que indica que los factores determinantes del desarrollo de tales biocenosis dependen más de las influencias marinas que de las condiciones estuáricas o fluviales.

La estación E-N20, se localiza en una zona del Abra interior con sedimento predominantemente limoso (66%). Esta estación 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 *Mediomastus fragilis* (1.937 ind·m^{-2}) que también fue la especie dominante en varios muestreos realizados en 1997, 1998, 2003, 2006, 2007 y 2011. Le siguen en dominancia los poliquetos *Caulleriella killariensis* (197 ind·m^{-2}), que también se encontraba entre las especies dominantes en algunas de las campañas previas, y *Polycirrus* sp. (157 ind·m^{-2}), así como el molusco *Corbula gibba* (147 ind·m^{-2}), entre otros.

La comunidad de la estación E-N20 muestra una densidad alta (el máximo se registró en 2009, con 8.800 ind·m^{-2}) (Figura 68). La biomasa de la estación también es alta (19,1 g·m^{-2}; mínima, 0,39 g·m^{-2} en 2001; máxima, 118,8 g·m^{-2} en 2007). La riqueza específica (78 *taxa*) es muy alta en relación con otras estaciones pertenecientes a otros estuarios, así como con las registradas en años anteriores para esta misma estación (máxima del periodo; mínima, 18 *taxa* en 2001). La diversidad para las abundancias (3,88 bit·ind^{-1}) es alta, como es habitual para esta estación. La riqueza en los parámetros citados es indicadora de la alta estructuración de la comunidad, hecho que también queda reflejado en la composición de los grupos tróficos, todos ellos representados.

Según el índice AMBI (Tabla 89) la estación E-N20 presenta alteración ligera (2,6), con dominancia de especies tolerantes al enriquecimiento orgánico y especies sensibles a la alteración del medio (Figura 69). La estación no presenta tendencia temporal clara: mantiene valores de AMBI ligeramente superiores a 3 a lo largo de todo el seguimiento (salvo en la presente campaña de 2012), con dominancia de los grupos ecológicos III y IV (III y I en 2012).

La estación más cercana al mar (E-N30), se ha caracterizado habitualmente por la presencia de una biocenosis más propia de los medios marinos que de los estuáricos. Como en otros muestreos, faltan aquellas especies, que se han señalado como características o típicas de estos medios (por ejemplo, *Scrobicularia plana*, *Hediste diversicolor*, *Cyathura carinata*, *Peringia 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.

La densidad de la biocenosis de E-N30 (290 ind·m^{-2}) está en el rango de valores previos determinados en esta estación (36-3.268 ind·m^{-2}) (Figura 68). La riqueza específica (14 *taxa*) es muy baja en relación a los primeros años de muestreo (máxima 68 *taxa* en 2005), y la diversidad para las abundancias es entre moderada y baja (2,00 bit·ind^{-1}). Por otro lado, la biomasa registrada es baja (0,4 g·m^{-2}).

La estación presenta, en función de AMBI, alteración nula (0,9) con dominancia de especies indiferentes a la alteración del medio (Figura 69). 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, aunque parece detectarse cierta tendencia negativa (en el sentido en que los valores de AMBI son cada vez menores, por lo que la comunidad bentónica se encuentra cada vez menos alterada) a largo plazo. 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).

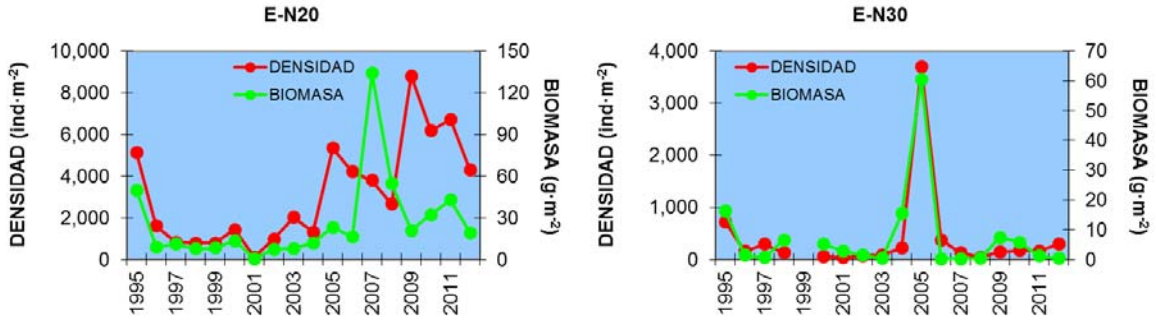


Figura 68 Evolución de la densidad y biomasa en las estaciones E-N20 y E-N30 (Nerbioi Exterior).

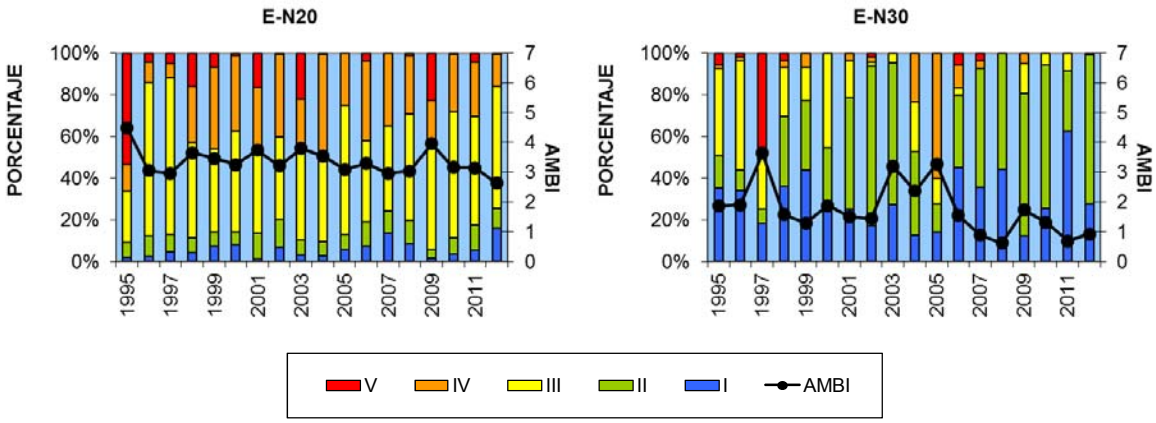


Figura 69 Evolución del porcentaje de cada grupo ecológico y de AMBI en las estaciones E-N20 y E-N30 del Nerbioi Exterior.

En relación con la evaluación del estado ecológico del compartimiento de los macroinvertebrados bentónicos es importante recordar que la masa de agua de transición del Nerbioi Interior se considera masa de agua muy modificada. Por tanto, tal y como se establece en la memoria del *Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental 2010-2021, Ámbito de las Cuencas Internas del País Vasco* (2012), 'el valor del límite entre las clases de estado Máximo Potencial Ecológico y Buen Potencial Ecológico, así como entre Buen Potencial Ecológico y Potencial Ecológico Moderado será de un 85% de los valores EQR' correspondientes al tipo de masa de agua equivalente (masa de agua de transición en este caso). Así pues, en la Figura 70 se han modificado los límites entre las clases Aceptable/Bueno y Bueno/Muy Bueno (o máximo potencial ecológico), teniendo en cuenta el criterio indicado.

Por un lado, la estación E-N20 presenta **Máximo Potencial Ecológico** (Figura 70). La estación mantiene dicha calificación desde el inicio de su seguimiento en 1995, aunque parece detectarse un ligero incremento de los valores de M-AMBI a partir de la campaña de 2001.

Por otro lado, la estación E-N30 presenta también **Máximo Potencial Ecológico** (Figura 70). Desde el comienzo del seguimiento de dicha estación, en la mayoría de los casos, los valores de M-AMBI se han mantenido entre Buen Potencial y Máximo Potencial Ecológico. Excepcionalmente, entre 1995 y 2002 los valores presentaron una clara tendencia negativa, periodo en que se pasó de Máximo Potencial Ecológico a Potencial Deficiente (de EQR=1,0 a EQR=0,26).

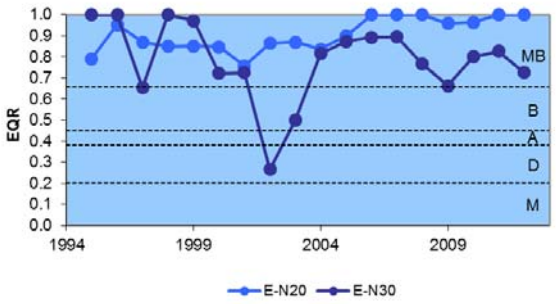


Figura 70 Evolución de M-AMBI (EQR) para las estaciones estuáricas de la masa de agua de transición del Nerbioi Exterior.

Tal y como se comentó en informes anteriores esta situación pudo estar relacionada con actividades intensas de dragado en la zona para el relleno del puerto exterior. De manera que, una vez finalizadas las obras, a partir de 2004, la situación comenzó a mejorar hasta alcanzar valores de Máximo Potencial Ecológico. A partir de 2007 la calificación bajó ligeramente, aunque manteniendo la calificación, como consecuencia posiblemente de las obras llevadas a cabo en el puerto exterior.

En la actual campaña se detecta cierta regresión respecto a la pasada campaña de 2011, pasándose de

un valor de EQR de 0,83 a 0,73, por lo que merece continuar la vigilancia para determinar la tendencia a corto/medio plazo.

4.3.2 FAUNA ICTIOLÓGICA

Desde el año 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, 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, y por otro lado, la masa de agua de transición del Nerbioi interior. En la masa exterior se localizan las dos estaciones de muestreo de la "Red de Seguimiento del estado de la calidad de las aguas de transición": estación del Abra exterior, ANE, y estación del Abra interior, ANB.

El estudio de esta masa de agua del Nerbioi exterior se realizará procesando y analizando los datos obtenidos en la campaña realizada por el Consorcio de Aguas de Bilbao Bizkaia el 4 de octubre de 2012, campaña que se realiza anualmente dentro del proyecto de *Evaluación del estado de calidad del estuario del Nervión y su evolución con las actuaciones enmarcadas en el Plan de Saneamiento*. Estos estudios contemplan tanto el componente físico-químico, como biológico y, por extensión, ofrecen una perspectiva ecológica.

Las muestras de fauna demersal se analizan mediante la metodología actualizada que ha sido explicada en el Tomo 1 (en las masas de agua de Tipología III el análisis temporal se hará en función de los peces, excluyendo los crustáceos).

En 2012 solamente se ha muestreado la estación del Abra Interior correspondiente a esta masa de agua, donde se ha registrado un total de 10 taxones siendo todas ellas especies habituales de estos ecosistemas que soportan amplios rangos de salinidad, principal condicionante de la vida en estas zonas de transición. Hasta la fecha, en el seguimiento que el Consorcio de Aguas Bilbao-Bizkaia realiza en este estuario anualmente desde el año 1989, se han encontrado entre tres y diecisiete especies.

Como se aprecia en la Figura 71, aunque en los dos últimos años haya bajado ligeramente el número de taxones, debemos tener en cuenta que los dos últimos años solamente son contabilizados los taxones de una única estación.

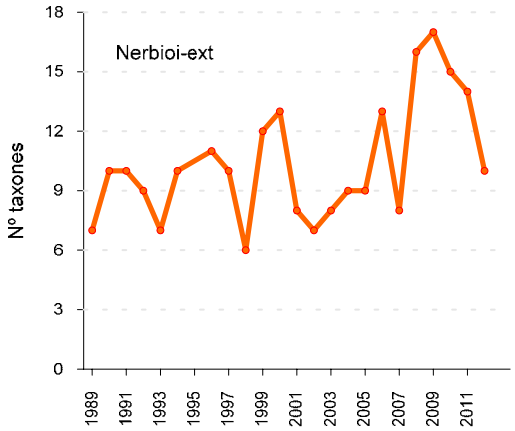


Figura 71 Evolución del número de taxones registrados en la masa de agua del Nerbioi exterior entre los años 1989 y 2012 (los dos últimos años solo se contabilizan los taxones de la estación ANB).

En el muestreo llevado a cabo este año 2012 ha sido capturado por primera vez en esta masa de agua de transición *Umbrina canariensis* (verrugato de fango). No obstante, esta especie apareció anteriormente en el Nerbioi interior (en muestreo realizado para el Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia) así como en la masa de agua del Bidasoa (muestreo realizado para Red de Seguimiento del estado de la calidad de las aguas de transición). La Tabla 90 muestra el listado total de taxones capturados en esta masa de agua en 2012.

A su vez, en la Tabla 91 se muestran las abundancias y densidades de cada una de las especies capturadas por estación. En 2012 las especies con mayor número de efectivos capturados fueron *Buglosidium luteum* y *Pomatoschistus sp*.

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 riqueza específica, densidad y diversidad (Tabla 92)

En comparación con 2011, tanto la riqueza como la diversidad han descendido sus valores en 2012; por el contrario, la abundancia y la densidad de peces presentan unos valores superiores, alcanzándose el valor más alto de toda la serie en el caso de la densidad.

TAXONES	ANB
Salmonete de roca - *Mullus surmulettus*	X
Verrugato de fango – *Umbrina canariensis*	X
Primita moteada - *Callionymus maculatus*	X
Chaparrudo - *Gobius niger*	X
Cabuxino - *Pomatoschistus* sp.	X
Lenguado común – *Solea solea*	X
Lenguado de arena -*Solea senegalensis*	X
Soldado – *Arnoglossus laterna*	X
Peludilla - *Arnoglossus thori*	X
Tambor - *Buglossidium luteum*	X

Tabla 90 Taxones identificados en las estaciones de la masa de agua de transición del Nerbioi exterior (ANB, Abra interior).

TAXONES	Estación ANB	
	Nº ind. totales	Densidad (ind*Ha^{-1})
PECES		
Salmonete de roca - *Mullus surmulettus*	5	43.74
Verrugato de fango – *Umbrina canariensis*	5	17.86
Primita moteada - *Callionymus maculatus*	6	32.45
Chaparrudo - *Gobius niger*	13	76.94
Cabuxino - *Pomatoschistus* sp.	57	319.21
Lenguado común – *Solea solea*	10	25.25
Lenguado de arena -*Solea senegalensis*	3	55.49
Soldado – *Arnoglossus laterna*	8	71.43
Peludilla - *Arnoglossus thori*	8	46.80
Tambor - *Buglossidium luteum*	95	565.03

Tabla 91 Abundancia (nº de individuos) y densidad (individuos por hectárea) de los taxones identificados en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Nerbioi exterior (ANB, Abra interior).

Estación	ANB										
Parámetros estructurales	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Riqueza	4	7	8	8	10	8	15	13	13	14	10
Nº de individuos	72	57	114	401	534	142	479	871	259	101	206
Densidad	41.56	164.02	83.59	339.91	399.65	180.08	147.50	267.04	149.03	981.67	1176.03
Diversidad	1.02	2.09	1.45	1.72	2.01	1.48	1.91	1.46	2.22	3.05	2.26

Tabla 92 Parámetros estructurales: riqueza (nº taxones), abundancia (nº de individuos), densidad (individuos por hectárea) y diversidad Shannon en cada una de la estaciones de la masa de agua de transición del Nerbioi exterior (ANB, Abra interior).

En la Figura 72 se muestra la variación de los parámetros estructurales de la riqueza (a), número de individuos (b) y diversidad (c) en el Abra exterior (ANE) y Abra interior (ANB) entre los años 1989 y 2012 (registros correspondientes a los estudios realizados para el Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia entre 1989 y 2012).

En general, lo más destacable es el progresivo descenso de la riqueza y la abundancia con el paso del tiempo, hasta llegar a unos valores similares a los obtenidos a mediados de la década pasada. Por el contrario, desde el 2010 en adelante la diversidad empieza a alcanzar valores superiores a los de la década del año 2000.

En la Figura 72a se aprecia una tendencia ascendente de la riqueza en los dos tramos de la masa agua, a pesar de los empeoramientos puntuales observados en 1995, 1998, 2002-2005, 2007 y este último año 2012. En general, los valores obtenidos para la estación del Abra interior suelen ser superiores a los del Abra exterior.

En cuanto a la abundancia de peces, la Figura 72b) muestra como hasta mediados de la década de los 90 el número de individuos disminuye progresivamente en las dos estaciones; tras una recuperación moderada en 1996, la abundancia vuelve a decrecer de forma gradual hasta finales de dicha década. El año 2000 vuelve a presentar una recuperación (acusada en el caso de la estación ANB) para volver a decrecer y alcanzar los valores más bajos de toda la serie a mediados de la década. A partir del año 2004, los valores de la abundancia oscilan entre los máximos alcanzados en 2005 y 2009 y el mínimo obtenido en 2011. Al igual que en el caso de la riqueza, los valores obtenidos para la estación del Abra interior suelen ser superiores a los del Abra exterior.

De un modo similar, la evolución de los valores de diversidad también es distinta en cada tramo de estuario (Figura 72c). En el tramo interior, el valor de la diversidad en 2012 es menor que el obtenido en el muestreo de 2011 y similar al de 2010. No obstante, en líneas generales, estos valores son superiores a los obtenidos años atrás y rompen con la tendencia negativa mostrada entre los años 1999 y 2009.

Por el contrario, en la estación del Abra exterior (ANE), la gráfica muestra cómo los últimos años de la década de los 90, la diversidad recupera de forma progresiva, alcanzando el segundo valor más alto de toda la serie en 2010. Al contrario que en el caso de la riqueza y abundancia, en general la diversidad en el Abra exterior presenta valores más altos que en el Abra interior.

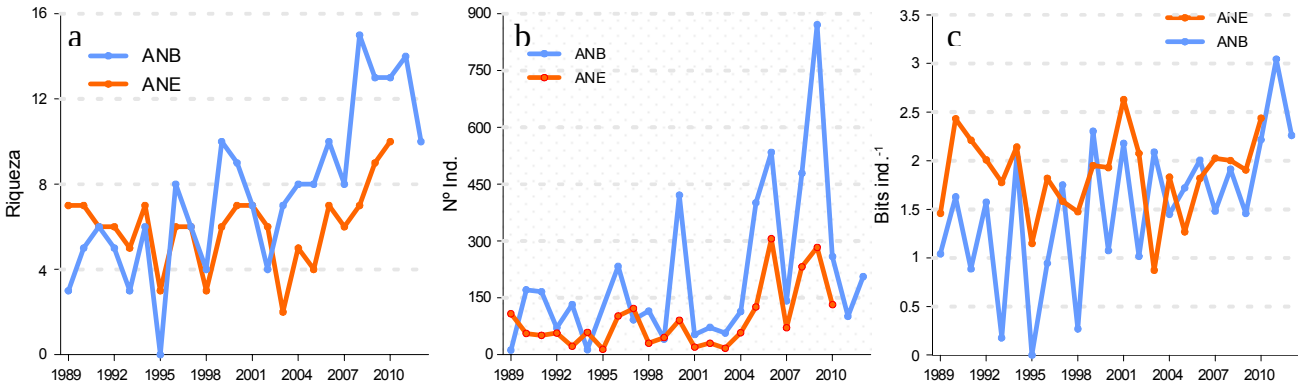


Figura 72 Evolución temporal de la riqueza, abundancia y diversidad en la estación exterior (ANE) e interior (ANB) de la masa de agua de transición del Nerbioi-ext. Se muestran los registros correspondientes a los estudios realizados para el Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia entre 1989 y 2012.

En cuanto a la tendencia temporal y espacial de la calidad biológica asociada a fauna ictiológica, se han utilizado los datos obtenidos en los muestreos realizados por el Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia entre los años 1989 y 2011 (Franco *et al.,* 2012) y 2012 (datos aún sin publicar), 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 93 se expresan los valores obtenidos para cada indicador considerado en el cálculo del estado para cada tramo de estuario objeto de estudio (se muestran los resultados obtenidos los últimos 11 años). Se debe recordar que desde el año 2011 ha habido una modificación en la metodología: solamente es muestreada una zona (ANB), cuando en años anteriores se venían muestreando dos zonas (ANB y ANE).

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 específica, el porcentaje de especies residentes y los piscívoros también alcanzan el valor máximo en el Abra interior.

En cuanto a la composición trófica de peces demersales se mantiene el del año anterior, existiendo una relación no equilibrada en la relación entre omnívoros y piscívoros (valor porcentual de 1:5). Según los rangos establecidos para la clasificación de la calidad, el Abra interior está en un nivel **'Bueno'** en cuanto a peces demersales se refiere.

Estación/año	ANB										
Parámetros	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Riqueza	3	3	3	3	5	3	5	5	5	5	5
Esp. Indicadoras contaminación	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Especies introducidas	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Salud piscícola	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Peces planos	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3
Omnívoros	1	5	1	5	1	1	3	1	1	1	1
Piscívoros	1	3	1	5	3	1	1	5	5	5	5
Especies residentes (nº)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Especies residentes (%)	1	1	1	1	1	1	3	1	3	5	5
PUNTUACIÓN	29	35	29	37	33	29	35	35	37	39	37
AFI	0.556	0.722	0.556	0.778	0.667	0.556	0.722	0.722	0.778	0,833	0,778
CALIDAD BIOLÓGICA	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	B

Tabla 93 Valores de los indicadores seleccionados para estimar la calidad biológica de peces demersales en la estación ANB. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: ≥ 0,78; Bueno: 0,55-0,78; Aceptable: 0,34-0,55; Deficiente: 0,17-0,34; Malo: ≤ 0,17. AFI: AZTI's Fish Index. Se muestran solamente los resultados obtenidos los últimos 11 años.

Como se aprecia en la Figura 73, la evolución de la calidad de las estaciones ANB y ANE a lo largo de toda la serie de datos muestra una mejoría gradual continuada, con una disminución en las oscilaciones.

De acuerdo a lo establecido por el Plan Hidrológico de la Demarcación Cantábrico Oriental, en las masas de agua muy modificadas (MAMM) los valores de los límites entre clases quedan definidos por el 85% del valor establecido en las aguas no modificadas. Así pues, los valores de los límites quedan como: Muy bueno: ≥ 0,663; Bueno: 0,4675 - <0,663; Aceptable: 0,289- <0,4675; Deficiente: 0,1445-<0,289; Malo (M): < 0,1445 (valores diferentes a los referidos en la Tabla 93, correspondientes a masas naturales)

En la estación ANE (Abra exterior) la calidad se mantiene en '**Bueno**' o **'Muy Bueno** en 2012 al igual que

la mayoría de los años (excepto 1995 que fue catalogada como 'aceptable'), manteniendo un valor constante los últimos años. En la estación ANB (Abra interior) los valores de la calidad biológica oscilan continuamente, no obstante, estas oscilaciones son cada vez de menor amplitud, y limitados a los rangos de '**Bueno**' y '**Muy Bueno**'.

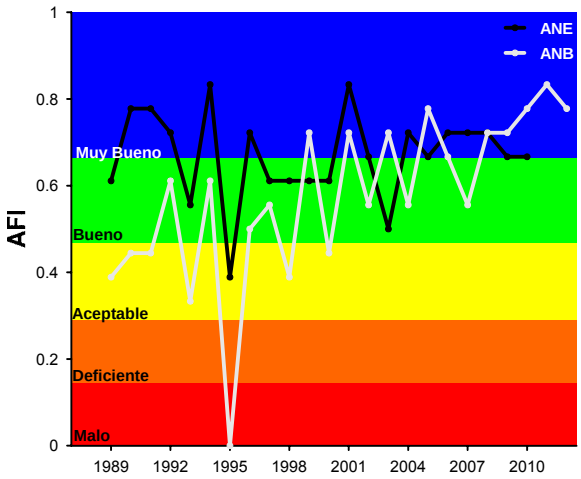


Figura 73 Valores de la calidad piscícola obtenidos para cada estación entre los años 1989 y 2012. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: ≥ 0,663; Bueno: 0,4675 - <0,663; Aceptable: 0,289 - <0,4675; Deficiente: 0,1445-<0,289; Malo (M): < 0,1445. Tramo exterior (ANE) e interno (ANB). AFI: AZTI's Fish Index.

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. Sin embargo se debe recordar que desde el año 2011 ha habido una modificación en la metodología: solamente es muestreada una zona (ANB), cuando en años anteriores se venían muestreando dos zonas (ANB y ANE).

En la Figura 74 se resume cómo ha variado la calidad biológica en la masa de agua del Nerbioi exterior entre los años 1989–2012. Tras un estado inicial con una calidad buena, la calidad de la masa de agua desciende a mediados de los 90 (acercándose incluso el valor de deficiente). La calidad recupera su valor en 1996y se vuelve a recuperar alcanzando la calidad de bueno. Desde entonces se aprecia una tendencia clara al equilibrio en la masa de agua del Nerbioi exterior hasta el 2004, cuando su calidad asciende y se mantiene en **'Muy Bueno'** o **Máximo potencial.**

Debe mencionarse, de nuevo, que en este último valor únicamente se ha considerado la estación ANB, que en años anteriores ya mostraba una buena calidad en su fauna piscícola. Por tanto, tal vez, la mejoría observada en la calidad de esta zona es debida a este cambio, ya que, en 2011 y 2012, no ha sido necesario ponderar la puntuación obtenida en la estación ANB, al contrario de los años anteriores.

Por último, resaltar que la mejoría detectada a lo largo de todos los años se debe principalmente al cierre de Altos Hornos, la progresiva entrada en funcionamiento de distintas fases del saneamiento y la reducción generalizada de vertidos contaminantes. No obstante, dicha mejora se ha visto empañada puntualmente por los empeoramientos detectados en 1995, 1998, 1999, 2001-2005 y 2007, años en los que la construcción del puerto exterior (dragados, asentamientos, etc.), puerto deportivo, dragados generalizados en el Abra exterior o la progresiva concentración de vertidos de la depuradora de Galindo (que quizá pudieran llegar a esta área relativamente cercana) generaron un impacto significativo sobre la fauna piscícola.

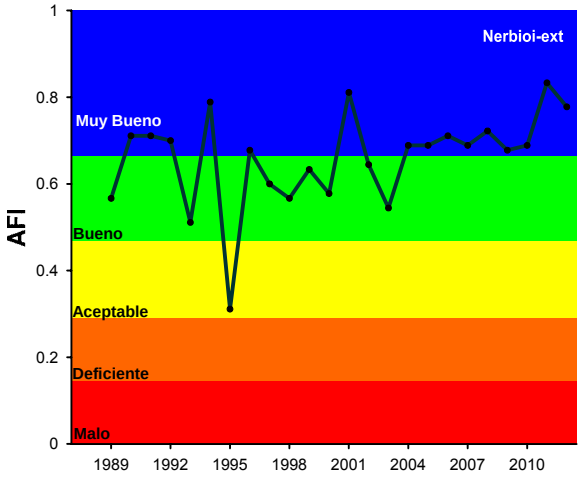


Figura 74 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenidos en el Nerbioi exterior entre 1989 y 2012. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: ≥ 0,663; Bueno: 0,4675 - <0,663; Aceptable: 0,289 - <0,4675; Deficiente: 0,1445-<0,289; Malo (M): < 0,1445. AFI: AZTI's Fish Index.

4.3.3 VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO. FITOPLANCTON

Al igual que en anteriores informes, el fitoplancton en la masa de agua de transición del Nerbioi Exterior se evalúa con los datos de los últimos seis años, en base a dos métricas: el percentil 90 de la clorofila y el porcentaje de blooms. El estado global del fitoplancton se calcula promediando los EQRs de ambos indicadores (véase tomo de metodología).

En la Figura 75 se muestra el valor del indicador calculado con los datos de clorofila "a" (percentil 90) en el periodo 2007-2012. El umbral que separa las clases de estado "Muy bueno" y "Bueno" en las aguas euhalinas de

los estuarios del Cantábrico es 4,0 µg l^{-1} (Revilla *et al*., 2009b). En la estación E-N20, el valor del indicador es 2,57 µg l^{-1} (n=48) y en la estación E-N30 es 2,46 µg l^{-1} (n=48). Por lo tanto, en ambas estaciones el estado en base a la concentración de clorofila se considera "Muy bueno" durante el último periodo estudiado.

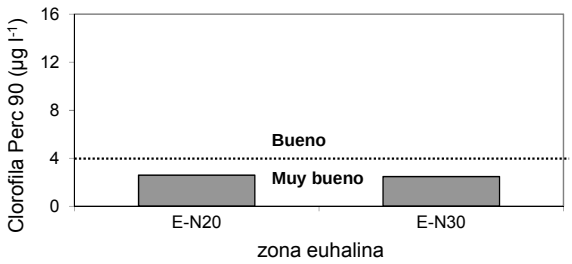


Figura 75 Percentil 90 de la concentración de clorofila en el Nerbioi Exterior. Los datos son de superficie, pleamar y bajamar, de las cuatro épocas del año, desde 2007 hasta 2012.

En la Figura 76 se muestra el valor del indicador basado en la abundancia fitoplanctónica (frecuencia de blooms) en el periodo 2007-2012. Para este indicador el tramo salino no se tiene en cuenta a la hora de establecer los umbrales que separan las clases de estado en los estuarios (Revilla *et al*., 2009b). En la estación E-N20 la frecuencia de las floraciones fitoplanctónicas es 50,0%, lo cual indica un estado "Aceptable". En la estación E-N30 la frecuencia es 41,7%, lo que corresponde también a un estado "Aceptable".

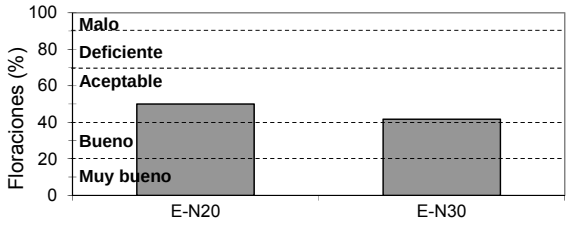


Figura 76 Frecuencia de floraciones fitoplanctónicas (%) en el Nerbioi Exterior. Los datos utilizados corresponden a superficie, pleamar, en primavera y verano, desde 2007 hasta 2012.

Hay que señalar que el Nerbioi Exterior se considera una masa de agua muy modificada debido a las alteraciones hidromorfológicas a que se ha sometido para la construcción de los puertos, que han eliminado casi la totalidad de las zonas intermareales.

Las modificaciones hidromorfológicas influyen evidentemente sobre el potencial ecológico de elementos como las macroalgas y angiospermas, pero no se conoce cómo pueden influir sobre el fitoplancton. Como hipótesis, cabe pensar que la eliminación de zonas intermareales y la profundización del cauce conducirían a un menor consumo por parte de los filtradores bentónicos, que podría llevar a un aumento de la abundancia y biomasa fitoplanctónicas. También, esas modificaciones hidromorfológicas podrían conducir a una estratificación más acentuada de la columna de agua, lo cual sería un obstáculo para que las aguas de superficie (de origen fluvial y ricas en nutrientes) se diluyeran con las de fondo (de carácter más marino y pobre). La estratificación, por lo tanto, fomentaría la producción fitoplanctónica en las aguas de superficie. Pero, también cabe pensar en tiempos de residencia del agua más cortos para la capa de superficie que, por lo tanto, favorecerían el transporte de las partículas (entre ellas el fitoplancton) hacia la costa e impedirían la acumulación de biomasa fitoplanctónica en el estuario.

Por lo tanto, de forma cautelar y ante la falta de evidencia de una relación entre el aumento del fitoplancton y las alteraciones hidromorfológicas en los estuarios, el potencial ecológico del fitoplancton se evalúa aquí de forma similar al estado ecológico.

Tras realizar la integración de los resultados de ambos indicadores, como se indica en la Tabla 94, el estado global del fitoplancton para el periodo 2007-2012 en el Nerbioi Exterior se clasifica como "Bueno" en las dos estaciones de muestreo (E-N20 y E-N30).

ESTACIÓN	EQR_1 Biomasa	EQR_2 Floraciones	Estado y EQR Global
E-N20	1,000	0,334	B (0,667)
E-N30	1,000	0,400	B (0,700)

Tabla 94 Nerbioi Exterior. Calificación en función de la clorofila (indicador de biomasa) y de la abundancia (indicador de frecuencia de floraciones), durante el periodo 2007-2012.

Finalmente, en la Tabla 95 se muestra la evolución del estado del fitoplancton a lo largo de periodos completos de seis años. Durante esta serie de años el **estado del fitoplancton** en el **Nerbioi Exterior** es "**Bueno**". El EQR presenta leves oscilaciones, variando entre 0,60 y 0,69, aproximadamente. En el Nerbioi Exterior, la frecuencia de blooms parece haber ido en aumento a lo largo de la última década. Sin embargo, la biomasa (clorofila) ha descendido. Por lo tanto, el empeoramiento en uno de los indicadores es compensado por la mejoría en el otro.

	03-08	04-09	05-10	06-11	07-12
Nerbioi Exterior	B (0,652)	B (0,595)	B (0,675)	B (0,662)	B (0,694)
E-N20	B	B	B	B	B
E-N30	B	B	B	B	B

Tabla 95 Evolución temporal del estado del fitoplancton en el Nerbioi Exterior, a lo largo de periodos móviles de seis años. Se indica entre paréntesis la evolución del EQR del fitoplancton.

CLOROFILA

En el estuario del Ibaizabal se midió la concentración de clorofila en cinco estaciones, tanto en superficie como en fondo. Los muestreos se realizaron además en pleamar y bajamar, con lo cual se obtuvo un total de 80 datos. Las estaciones de muestreo corresponden a dos masas de agua de transición diferenciadas: el Nerbioi Interior (canal) y el Nerbioi Exterior (Abra). Este capítulo hará especial mención al Nerbioi Exterior, donde se sitúan las estaciones E-N20 y E-N30.

En la Figura 77 se muestran los datos de clorofila y salinidad medidos en 2012 en el estuario del Ibaizabal (superficie y fondo). Los valores máximos de clorofila se observaron en primavera, tanto en la masa de agua del Nerbioi Interior (Figura 77a), como en la del Nerbioi Exterior (Figura 77b). La magnitud de estos picos fue muy similar en ambas masas de agua.

En invierno la salinidad varió en un rango muy amplio, incluso en el Nerbioi Exterior (4,7-35,4 USP), lo que indica que se produjeron lluvias y una descarga fluvial intensa en esa época. En el resto de los muestreos la salinidad siempre fue superior a 30 UPS (Figura 77b).

La clorofila en el Nerbioi Exterior osciló entre 0,3 y 6,5 µg l^{-1} (Figura 77b). Durante la primavera, la concentración de clorofila en el Nerbioi Exterior tendió a aumentar de forma inversamente proporcional a la salinidad. Así, los valores más altos se observaron en superficie y en la estación E-N20 (asociados a 31 USP).

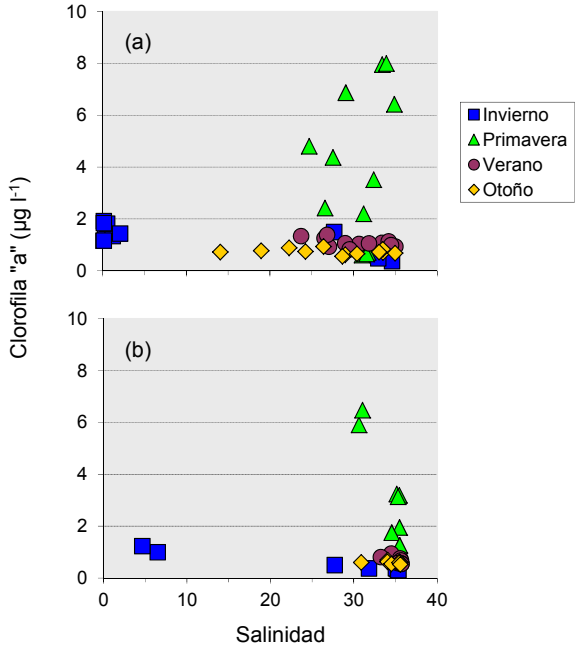


Figura 77 Variación de la concentración de clorofila con la salinidad en el estuario del Ibaizabal, en las cuatro épocas de estudio durante 2012 (a) Nerbioi Interior (b) Nerbioi Exterior. Los datos son de superficie y fondo, en pleamar y bajamar.

Para estudiar la evolución de la clorofila a lo largo plazo en el Nerbioi Exterior, se ha calculado el valor del percentil 90 para periodos móviles de seis años, en cada una de las estaciones de esta masa de agua (Figura 78).

Como puede verse en la Figura 78, la clorofila ha presentado una clara tendencia de descenso en las dos estaciones. Así, en el periodo 1995-2000 el percentil 90 se situaba entre 5 y 6 µg l^{-1}, mientras que en el último periodo (2006-2011) es aproximadamente 3 µg l^{-1}. En los tramos euhalinos de los estuarios del País Vasco este estadístico suele ser inferior a 4 µg l^{-1}.

La evolución temporal de la biomasa fitoplanctónica en el Nerbioi Exterior se muestra acorde con los procesos de saneamiento de la cuenca. Una tendencia similar se ha observado en la zona costera cercana a la desembocadura del estuario (masa de agua Cantabria-Matxitxako, estaciones L-N10 y L-N20). El descenso de la clorofila observado en las estaciones euhalinas, costeras y estuáricas, coincide con la puesta en marcha del tratamiento biológico, que elimina buena parte del amonio (entre los años 2000 y 2002, aproximadamente).

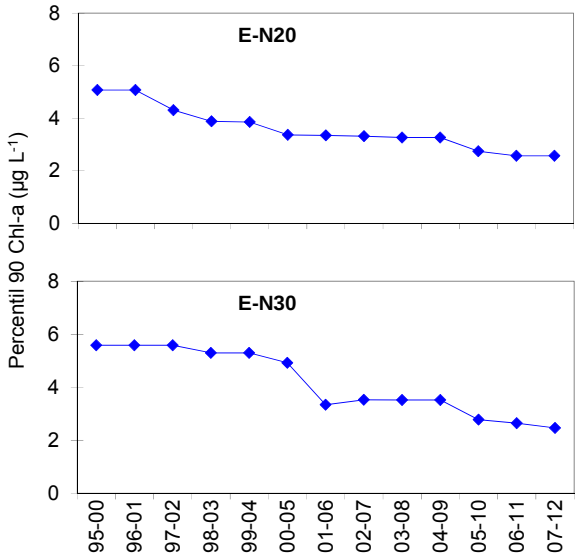


Figura 78 Evolución de la concentración de clorofila en el Nerbioi Exterior. Se muestra el percentil 90 calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, para periodos móviles de seis años.

El estuario del Ibaizabal manifiesta, en general, una mejoría en las condiciones de eutrofia (al igual que en muchos otros aspectos de calidad ambiental). Sin embargo, hay que tener en cuenta que el fitoplancton no se encuentra limitado por la luz en la zona exterior del estuario (donde las aguas presentan generalmente baja turbidez) y que esta zona tiene una capacidad de renovación baja (del orden de semanas). Todo ello

supone un riesgo en el caso de que se produzcan vertidos ocasionales. En este sentido, en la estación E-N20 las concentraciones de nutrientes indicadores de aportes de aguas residuales estuvieron, en algunas ocasiones, bastante por encima de las concentraciones que se consideran como referencia de un estado físico-químico muy bueno en aguas euhalinas (esto es, 2,3 µM para el amonio y 0,52 µM para el fosfato). Así, en verano se midió un pico de 10 µM de amonio y 3 µM de fosfato.

COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DEL FITOPLANCTON

En la Tabla 96 se muestran las variables que describen la composición y abundancia del fitoplancton en el Nerbioi Exterior, en las cuatro épocas de muestreo (en superficie y condiciones de pleamar).

Estación	E-N20	E-N30
Fecha	06/02/2012	06/02/2012
Abund. (x10^3 céls. l^{-1})	138	117
Diversidad (bit/cel)	1,2	1,5
Riqueza (Nº especies)	3	3
Estación	E-N20	E-N30
Fecha	17/05/2012	17/05/2012
Abund. (x10^3 céls. l^{-1})	8.353	2.072
Diversidad (bit/cel)	2,3	2,8
Riqueza (Nº especies)	33	30
Estación	E-N20	E-N30
Fecha	20/09/2012	20/09/2012
Abund. (x10^3 céls. l^{-1})	595	1.147
Diversidad (bit/cel)	3,3	3,5
Riqueza (Nº especies)	20	25
Estación	E-N20	E-N30
Fecha	14/11/2012	14/11/2012
Abund. (x10^3 céls. l^{-1})	283	175
Diversidad (bit/cel)	3,0	2,6
Riqueza (Nº especies)	19	18

Tabla 96 Índices relacionados con Fitoplancton en el Nerbioi Exterior. Los datos son de superficie, en pleamar.

La densidad celular mostró una gran variabilidad (10^5-10^6 células l^{-1}), muy superior a la observada en la concentración de clorofila. Al igual que en el Nerbioi Interior, los valores mínimos se midieron en invierno y otoño (<300.000 células l^{-1}). La riqueza de especies también fue menor en los meses más fríos (febrero y noviembre). En cambio, en primavera la densidad celular y la riqueza de especies en la estación E-N20 superaron a los valores medidos en el Nerbioi Interior.

Las especies identificadas en la estación E-N20 en primavera fueron en su mayoría las mismas que en la estación E-N17 (Nerbioi Interior), aunque la abundancia relativa de las diatomeas fue más elevada en la estación E-N20 (95%). En ésta, la diatomea *Chaetoceros salsugineus* alcanzó $4 \cdot 10^6$ células l^{-1}, siendo también cuantitativamente importantes otras diatomeas, como *Chaetoceros* sp. (unicelular), *Thalassiosira* cf. *kushirensis* y la especie potencialmente tóxica Pseudo-nitzschia spp. (>3 µm). Esta última presentó 450.000 células l^{-1}.

En la estación E-N30 en primavera la comunidad presentó una composición muy similar, aunque con mayor abundancia relativa de dinoflagelados (13%) que la estación E-N20 (0%). En la estación E-N30 se observó la diatomea potencialmente tóxica en densidad muy elevada ($1 \cdot 10^6$ células l^{-1}).

En verano, el Nerbioi Exterior fue muy similar en composición a la zona media del Nerbioi Interior (esto es, a la estación E-N17). Las diatomeas mostraron una contribución a la abundancia celular total en torno al 20-30%. Los grupos dominantes fueron criptofitas y pequeñas formas no identificadas. En la estación E-N30, la de carácter más marino, también destacaron las haptofitas (prasinofíceas).

4.3.4 VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO. MACROALGAS

Para su estudio la masa de agua queda incluida en una única zona tanto en 2003, como en 2006, 2009 y 2012. La zona se ha nombrado siguiendo una nomenclatura parecida al resto de estaciones: M de "macroalgas", E de "estuario" y N de "Nerbioi", seguido del número 1 (M-EN1) (Tabla 88, Figura 67). Esta zona representa un único tramo del estuario, que se puede adscribir a la estación E-N20. En la Tabla 55 se muestran los índices de cobertura de cada especie de macroalga.

ZONA	M-EN1	
Superficie (m^2)	13.250	
Área ocupada por macroalgas (m^2)	10.100	
Índice	IC	ID
CLOROPHYCEAE		
Filamentosas	4	5
RHODOPHYCEAE		
Gelidium pusillum	3	3
Chondracanthus acicularis	3	3
Total Cobertura Algal (%)	76	

Tabla 97 Especies de macrófitas identificadas la Masa de Agua de Transición del Nerbioi Exterior el 10 de mayo de 2012. Se representan: Índice de Cobertura (IC), Índice de Distribución (ID) (ver escalas en el Tomo 1), la cobertura total de la estación y la superficie ocupada.

En la Tabla 98 se observan los datos obtenidos para la masa de agua de transición del Nerbioi Exterior en 2012 con objeto de calificar cada tramo. La metodología utilizada se explica en el Tomo 1 del informe correspondiente a la campaña de 2003 (Borja *et al.*, 2004d). En la presente campaña de 2012, la calificación es de '**Buen Estado**', mejorando respecto a las calificaciones obtenidas en las campañas anteriores (Estado Aceptable en 2003 y en 2006, y Estado Deficiente en 2009) debido a un aumento en la cobertura de algas no indicadoras de contaminación y a una reducción tanto de la cobertura de algas indicadoras de contaminación como del ratio de algas verdes sobre el resto.

INDICADORES	M-EN1
1- Riqueza	3
3- Cobertura indicadores contaminación	5
4- Cobertura media algas sin indic contamin.	3
5- Ratio verdes/resto	3
SUMA=	14
CALIFICACIÓN AREA=	B
EQUIVALENCIA=	8
SUPERFICIE DE LA ZONA=	13.250
PORCENTAJE SOBRE EL TRAMO=	1,00
VALOR GLOBAL=	8,0
EQUIVALENCIA TRAMO=	8
CALIFICACIÓN TRAMO=	B
ESTACIÓN RED ASIGNADA=	E-N20

Tabla 98 Calificación de cada indicador de macroalgas y las equivalencias para la calificación de la masa de agua, en la presente campaña de 2012.

ZONA M-EN1 (Zona de *Mytilus* y clorofíceas)

Corresponde a la zona más exterior del estuario, es decir, la zona de máxima influencia marina. Está comprendida entre el contradique de Algorta y el Puente Colgante (Puente de Bizkaia).

La zona de la escollera que protege el puerto deportivo de Getxo presenta ligeros cambios respecto a lo observado en campañas anteriores. Se observa una banda de unos 5 m de ancho y 500 m de longitud (Fotos 1-2006, 2-2009 y 3-2012), caracterizada por la presencia en la zona inferior de las especies sésiles *Mytilus galloprovincialis*, *Balanus* sp. y *Crassostrea gigas*.

En 2012 se constata un mayor desarrollo de *C. gigas*, que aparece de forma conspicua entremezclada con *M. galloprovincialis*. Otra diferencia respecto a las observaciones de años anteriores es la aparición de manchas dipersas de una comunidad de rodofíceas cespitosas de *Gelidium pusillum-Chondracanthus acicularis* (Fotos 4-2012 y 5-2012).











La zona superior, que ocupa dos terceras partes de dicha banda, aparece colonizada por clorofíceas filamentosas del género *Ulva*, con una cobertura del 15%.

En la margen izquierda, la zona comprendida entre el espigón de Portugalete y el Puente Colgante, también muestra ligeras modificaciones respecto a las observaciones de campañas anteriores.

A lo largo de 1.300 m, el recubrimiento de *M. galloprovincialis*, *Balanus* sp. y *C. gigas* varía entre el 40% en la zona más externa y el 70% en la interior. Este cinturón de macrofauna sésil mantiene coberturas similares a las de pasadas campañas (Fotos 6-2003 y 7-2012).





No obstante, en cuanto a las macrófitas, se encuentran menores recubrimientos: las clorofíceas filamentosas de la zona superior, que en campañas anteriores alcanzaban coberturas de hasta el 80%, se encuentran mucho menos desarrolladas, alcanzando coberturas medias del 20%, aunque en alguna zona puntual, como la punta del espigón de Portugalete, alcanzan coberturas altas, similares a las de años anteriores (Fotos 8-2009 y 9-2012).







4.4 INDICADORES FISICOQUÍMICOS

4.4.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA EN AGUAS

CONSIDERACIONES GENERALES

En la Tabla 99 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 2012, la temperatura media del agua se sitúa entre 14° y 15° C. Por otra parte, la diferencia de la salinidad entre superficie y fondo se reduce desde el interior (E-N20) hacia el exterior del estuario (E-N30).

A partir de los datos de salinidad obtenidos en la serie de muestreos del año 2012 puede observarse que la proporción de agua de origen fluvial, en superficie, disminuye desde la estación E-N20 (28%) a la E-N30 (6%). 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 porque prácticamente son saladas. Con el incremento de la proporción de agua de mar disminuye la concentración de silicato, sustancia relacionada con los aportes terrestres. 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	14,72	14,79	15,01	14,35
Salinidad	USP	25,71	35,42	33,59	35,55
Agua fluvial	%	27,79	0,50	5,64	0,15
Saturación O_2	%	99,00	93,46	100,37	92,83
pH		8,17	8,18	8,19	8,17
Silicato	$\mu mol.dm^{-3}$	27,04		15,27	
Amonio	$\mu mol.dm^{-3}$	7,73		4,83	
Nitrito	$\mu mol.dm^{-3}$	0,84		0,47	
Nitrato	$\mu mol.dm^{-3}$	42,05		20,22	
Nitrógeno Total	$\mu mol.dm^{-3}$	77,75		39,66	
Fosfato	$\mu mol.dm^{-3}$	2,26		0,86	
Fósforo Total	$\mu mol.dm^{-3}$	3,62		1,51	
Carbono O. Total	$\mu mol.dm^{-3}$	135,33		113,50	

Tabla 99 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 2012.

En los datos generales se observa la influencia de la estacionalidad a través de la temperatura y de las fluctuaciones en el caudal. 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, indicando pocas 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, siendo el cociente N:P de 22:1 para la estación E-N20 y 29:1 para la estación E-N30, ambos valores superiores a la proporción de Redfield (16:1).

En el año 2012 las concentraciones promedio de carbono orgánico total (113-135 µmol dm-3) se encuentran en el rango de las registradas en la mayoría de los estuarios y son similares a las registradas en años recientes.

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 17 años, pareja a las acciones realizadas en el saneamiento en la cuenca.

En cuanto a la evolución de nutrientes, en la estación más interna (E-N20) se observa una disminución de la concentración de NID a lo largo del periodo de estudio, pasando de presentar valores próximos a 300 µmol dm-3 a mostrar valores inferiores a 150 µmol dm-3. En la estación más exterior (E-N30), si bien los valores de NID son más bajos que en la estación E-N20 (ver escala), se detecta una variabilidad en el NID y en la concentración de fosfato, asociada a la influencia de la descarga del estuario interior (Figura 79). En general, en la zona exterior del Nerbioi, aunque persisten algunos valores altos se observa una tendencia a la reducción de carga de nutrientes.

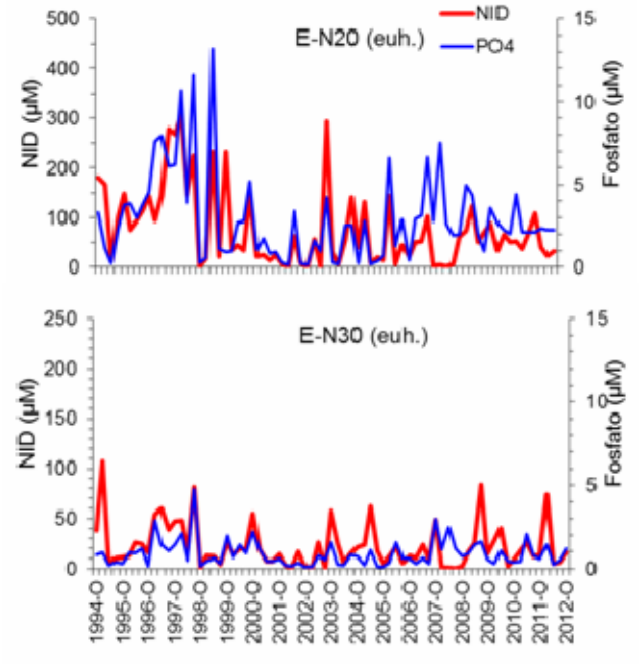


Figura 79 Evolución trimestral, entre otoño de 1994 y otoño de 2012, de la concentración de Nitrógeno Inorgánico Disuelto (NID) y fosfato, ambos en µmol L^{-1}, en aguas de superficie (O: otoño).

Asimismo, también se aprecia la recuperación del oxígeno en la zona exterior del Nerbioi (Figura 80). Los valores de oxígeno disuelto aumentan en la estación E-N20, llegando a alcanzar el mismo valor de saturación de oxígeno que la estación E-N30.

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). En 2012 ambas estaciones muestran mayor variabilidad intra anual que en años recientes (Figura 80).

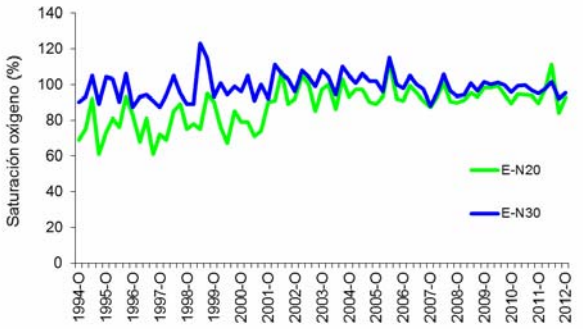


Figura 80 Porcentaje de saturación de oxígeno en la columna de agua en el Nerbioi exterior (estaciones E-N20 y E-N30). Se muestra el promedio para cada época del año (invierno, primavera, verano y otoño) desde 1994 hasta 2012. La media se ha realizado con los datos tomados en superficie y fondo, y en dos situaciones de marea (pleamar y bajamar).

METALES DISUELTOS

Las concentraciones de cromo trivalente y de mercurio en las aguas de superficie de las estaciones de la masa de transición exterior del estuario del Nerbioi se mantienen por debajo de sus respectivos límites de cuantificación (1-2 y 0,01 µg·l-1).

En la Figura 81 se muestra la evolución de la concentración media del resto de los metales para el periodo comprendido entre otoño de 1994 y verano de 2012. Hasta el año 2006, 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); desde 2007 solamente se han muestreado las estaciones en bajamar.

Como se puede apreciar en la Figura 81, en el caso del Cu, Ni, Zn y Cd se aprecia una tendencia descendente de los valores promedio anuales durante las últimas campañas. Además, en la presente campaña, las concentraciones promedio anuales del Cd alcanzan valores inferiores al objetivo de calidad (0,2 µg l-1).

Para el resto de metales, los valores promedio anuales también se mantienen por debajo de sus respectivos objetivos de calidad.

Se ha estudiado la evolución de la concentración de mercurio, cadmio, níquel y plomo durante todos los meses del año 2012, en la estación E-N17 correspondiente a la masa de agua de la transición exterior del Nerbioi. En el caso del mercurio, las

concentraciones mensuales están por debajo del límite de detección (0,01 µg·l^{-1}).

En la Figura 82 se puede observar la evolución mensual del cadmio, plomo y níquel para el año 2012 en la estación descrita anteriormente.

En el caso del cadmio, ningún valor es superior al objetivo de calidad NCA-CMA (0,45 µg·l^{-1}). Tanto en el plomo como en el níquel no se observan tendencias definidas en el estudio mensual, aunque los máximos valores se observan en primavera-verano. Las medias anuales, se encuentran por debajo del objetivo de calidad (7,2 µg·l^{-1}, 20 µg·l^{-1}, respectivamente).

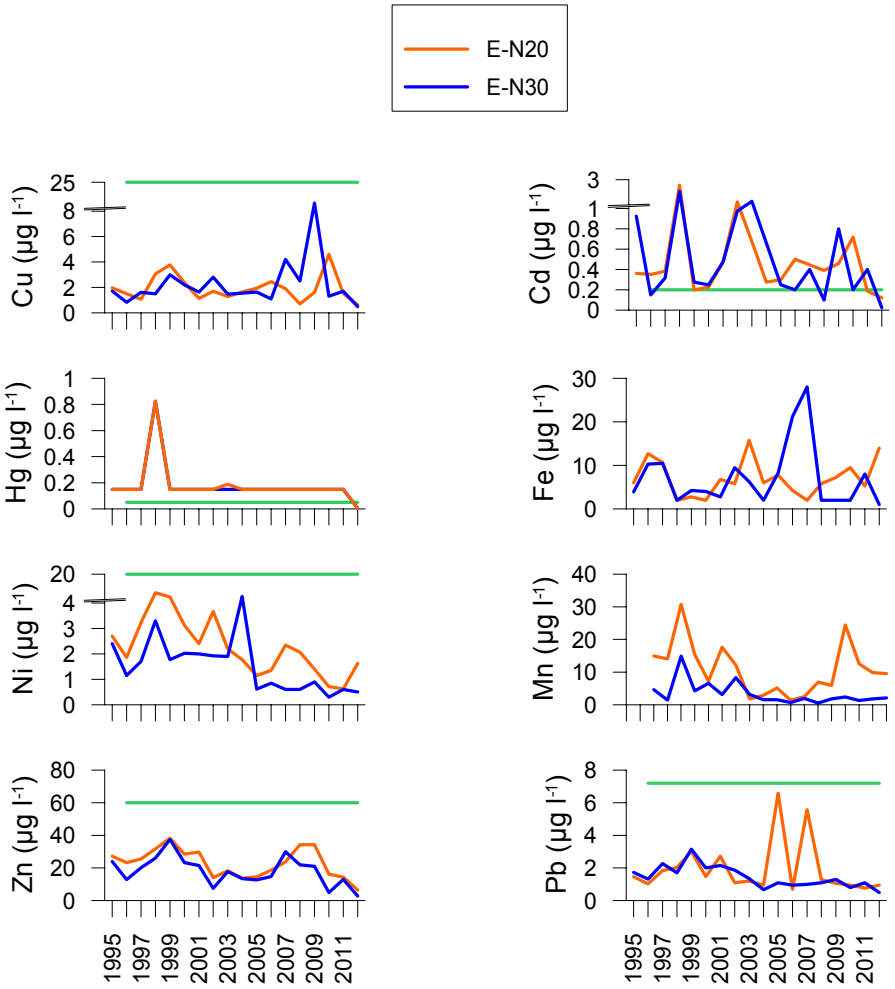


Figura 81 Evolución temporal de la de la concentración media anual para cada metal en las estaciones del Nerbioi exterior en el periodo que abarca desde 1994 a 2012. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

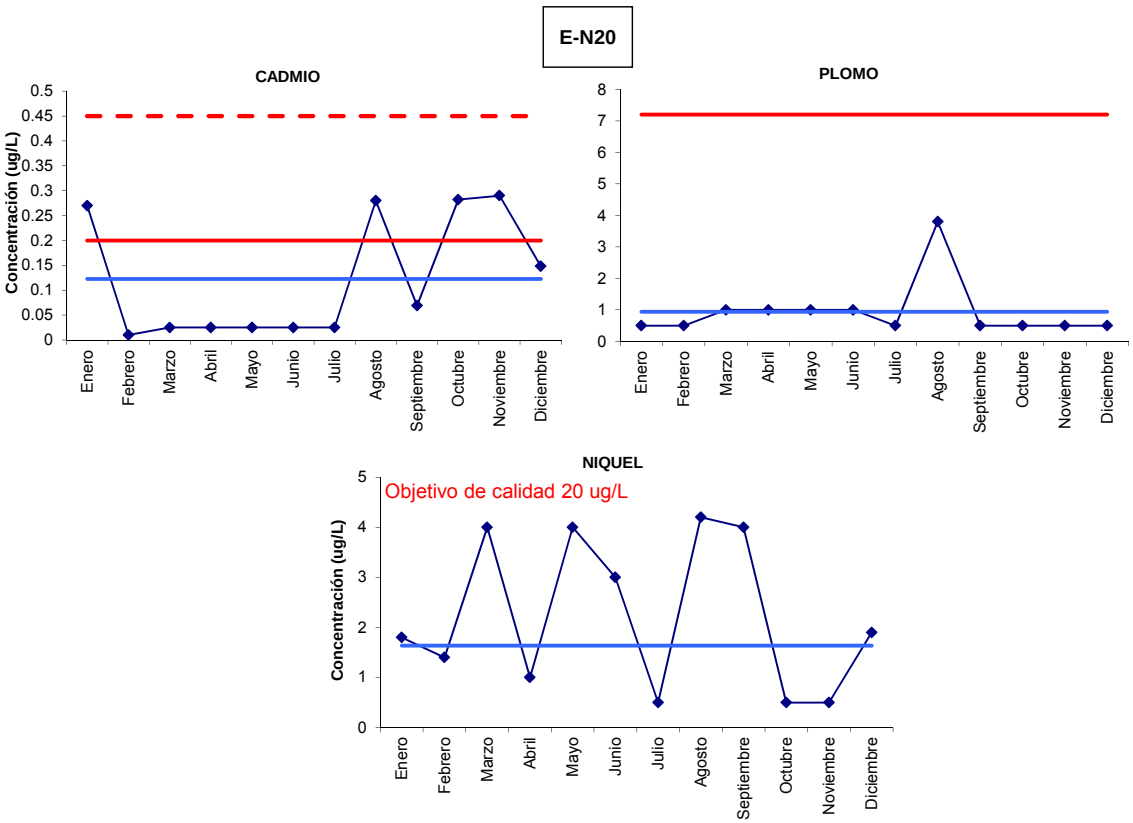


Figura 82 Evolución mensual del 2012 de la estación E-N20 para el cadmio, plomo y níquel. Donde la línea roja indica el objetivo de calidad para cada metal (NMA-MA), la línea roja discontinua indica el objetivo de calidad para el cadmio (NCA-CMA) y la azul la media anual de los datos obtenidos.

CONTAMINANTES ORGÁNICOS Y OTROS CONTAMINANTES ESPECÍFICOS

Este año los valores promedio y valores máximos de los compuestos orgánicos analizados en aguas se encuentran por debajo del objetivo de calidad correspondiente, excepto en el caso del hexaclorociclohexano, que supera los objetivos de calidad establecidos tanto el NCA-MA y como el NMA-CMA (0,002 µg l^{-1} y 0,02 µg l^{-1}, respectivamente), únicamente en la estación E-N20.

De los resultados obtenidos de los compuestos organoclorados analizados mensualmente en la estación E-N20, el compuesto hexaclorociclohexano no cumple el objetivo de calidad NCA-CMA (0,02 µg·l^{-1}) en julio.

4.4.2 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS

PARÁMETROS SEDIMENTOLÓGICOS DE CARÁCTER GENERAL

Desde el año 1995, en las estaciones E-N20 y E-N30 se dispone de la información relativa a la composición granulométrica, contenido en materia orgánica, potencial redox y contenido en carbono y nitrógeno orgánico particulado. A partir de esta información, en la Figura 83 y Figura 84 se ha establecido una evolución temporal para cada estación. Además en la Tabla 100 se recogen los resultados de los análisis realizados en la campaña de invierno de 2012.

En relación a la variabilidad espacial, se observa que la estación más externa (E-N30) posee un sedimento predominantemente arenoso, con un menor contenido en carbono orgánico, nitrógeno orgánico y materia orgánica, y un mayor potencial redox y ratio carbono/nitrógeno. Por el contrario, la estación más interna (E-N20), muestra un sedimento fango-arenoso, con valores de potencial redox negativos. Como ya se ha comentado en informes anteriores, esta diferencia entre estaciones se corresponde con la mayor hidrodinámica en la zona más externa.

En cuanto a la evolución temporal, en el caso del contenido en materia orgánica, en ambas estaciones, se observa una tendencia descendente discontinua.

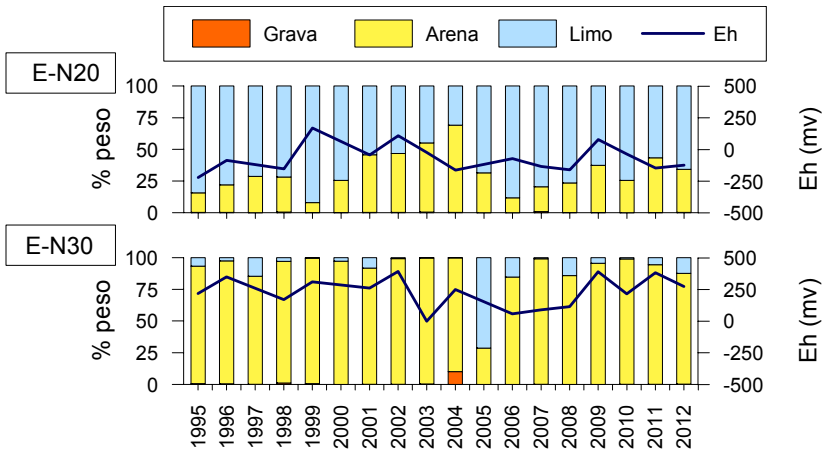


Figura 83 Evolución temporal del potencial redox (Eh) y las fracciones granulométricas (grava, arena y limo) en los sedimentos de la masa de agua de transición del Nerbioi exterior (muestreos de invierno).

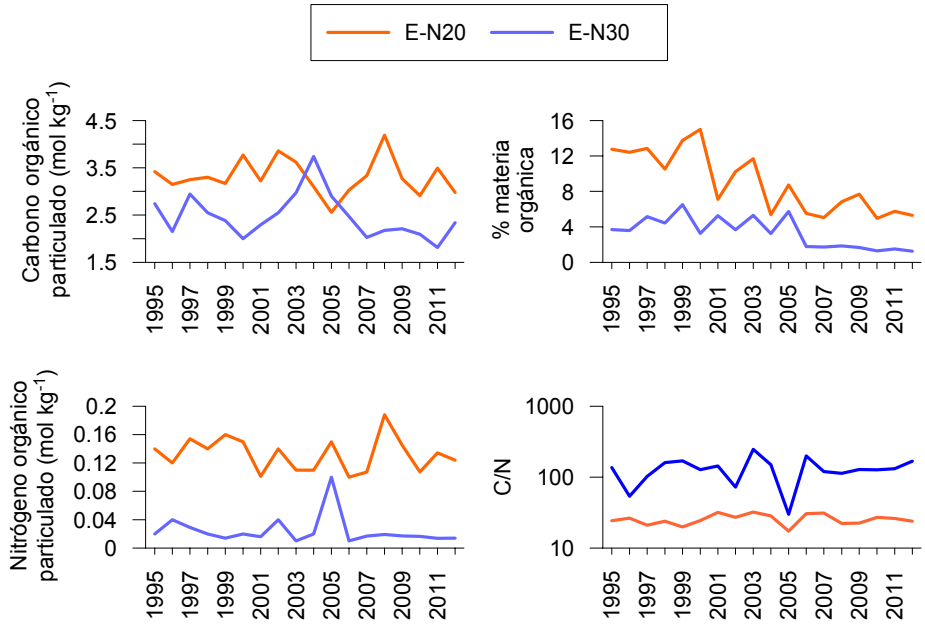


Figura 84 Evolución temporal del contenido en materia orgánica, carbono orgánico particulado y relación carbono/nitrógeno en los sedimentos de la masa de agua de transición del Nerbioi exterior (muestreos de invierno).

Estación	Grava (%)	Arena (%)	Limo (%)	M.O. (%)	Eh (mV)	C.O.P. (mol kg^{-1})	N.O.P. (mol kg^{-1})	C/N (mol/mol)
E-N30	0,28	87,38	12,35	1,27	275	2,34	0,01	168
E-N20	0,24	34,1	65,66	5,31	-122	2,98	0,12	24

Tabla 100 Parámetros sedimentológicos correspondientes a los muestreos de invierno de 2012. Grava > 2 mm > Arena > 63 µm > Limo; M.O.: materia orgánica; Eh: potencial redox; C.O.P. carbono orgánico particulado; N.O.P.: nitrógeno orgánico particulado; C / N: relación carbono / nitrógeno.

METALES PESADOS

En la Tabla 101 se recogen las concentraciones de metales pesados analizados en la campaña de invierno de 2012. Como en campañas anteriores, la estación E-N20, presenta los valores máximos en los metales analizados, excepto en Mn y Fe.

La Figura 85 muestra la evolución temporal para cada uno de los metales en las dos estaciones de estudio desde 1995.

En las campañas más recientes, el Cd en la estación E-N20 presenta concentraciones promedio superiores al nivel de fondo. Por el contrario, en la estación E-N30 los valores son generalmente más bajos, dentro del nivel de fondo.

El Cu (excepto en la estación E-N20), el Hg y el Pb (excepto en la estación E-N30 en las dos últimas campañas), muestran concentraciones, en general, superiores al nivel de fondo.

El Ni y el Cr (excepto en la estación E-N20 en la última campaña) presentan concentraciones promedio en los muestreos más recientes dentro del nivel de fondo en ambas estaciones.

El Zn en la estación E-N20 muestra un descenso discontinuo desde 1995, hasta alcanzar valores cercanos al nivel de fondo. En la estación E-N30 en las tres últimas campañas no se supera el valor de fondo.

El Fe y Mn, en los muestreos más recientes de la estación E-N20 presentan concentraciones promedio dentro del nivel de fondo. Por el contrario, en las tres últimas campañas, en la estación E-N30, ambos metales presentan elevada variabilidad temporal, superando el nivel de fondo.

Por otro lado, en la Figura 28 se representa la concentración de metales (corregida por el contenido en finos de los sedimentos), durante los últimos tres años (2010, 2011 y 2012) con el objetivo de conocer el posible efecto adverso sobre la biota asociado a la presencia de dichos metales. De esta manera, durante la última campaña, en la estación E-N30 las concentraciones de Cu, Hg, Ni y Pb superan el valor TEL. En la estación E-N20 todos los metales superan el valor TEL (Threshold Effect Level), indicando probabilidad media de efectos negativos en la biota. Además, el Cr, Ni y Hg superan el valor PEL (Probable Effect Level). Esta situación implica que podrían ser frecuentes los efectos biológicos adversos debido a la presencia de dicho metal.

Estación	Cd ($\mu g\ g^{-1}$)	Cr ($\mu g\ g^{-1}$)	Cu ($\mu g\ g^{-1}$)	Fe ($\mu g\ g^{-1}$)	Hg ($\mu g\ g^{-1}$)	Mn ($\mu g\ g^{-1}$)	Ni ($\mu g\ g^{-1}$)	Pb ($\mu g\ g^{-1}$)	Zn ($\mu g\ g^{-1}$)
E-N30	0,20	30	34	68851	0,46	751	30	48	145
E-N20	0,99	73	73	38818	0,97	251	36	106	293
Media	0,60	51,80	53,27	53835	0,71	501	33	77	219
Desv. est.	0,56	30,39	27,84	21237	0,36	354	3,85	41	105

Tabla 101 Concentración de metales pesados en la fracción fina de los sedimentos en la campaña de invierno de 2012.

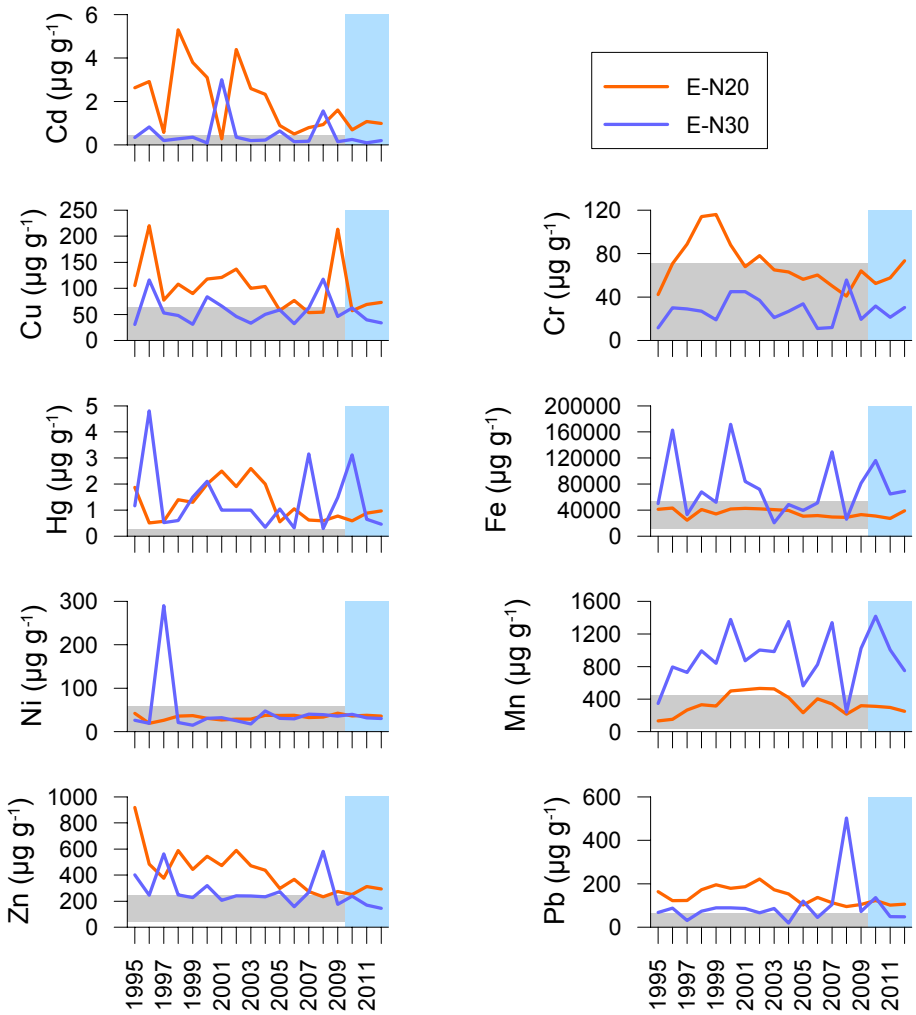


Figura 85 Evolución temporal de la concentración de metales en la fracción fina del sedimento de las estaciones del Nerbioi exterior. La franja gris representa el nivel de fondo para cada uno de los metales.

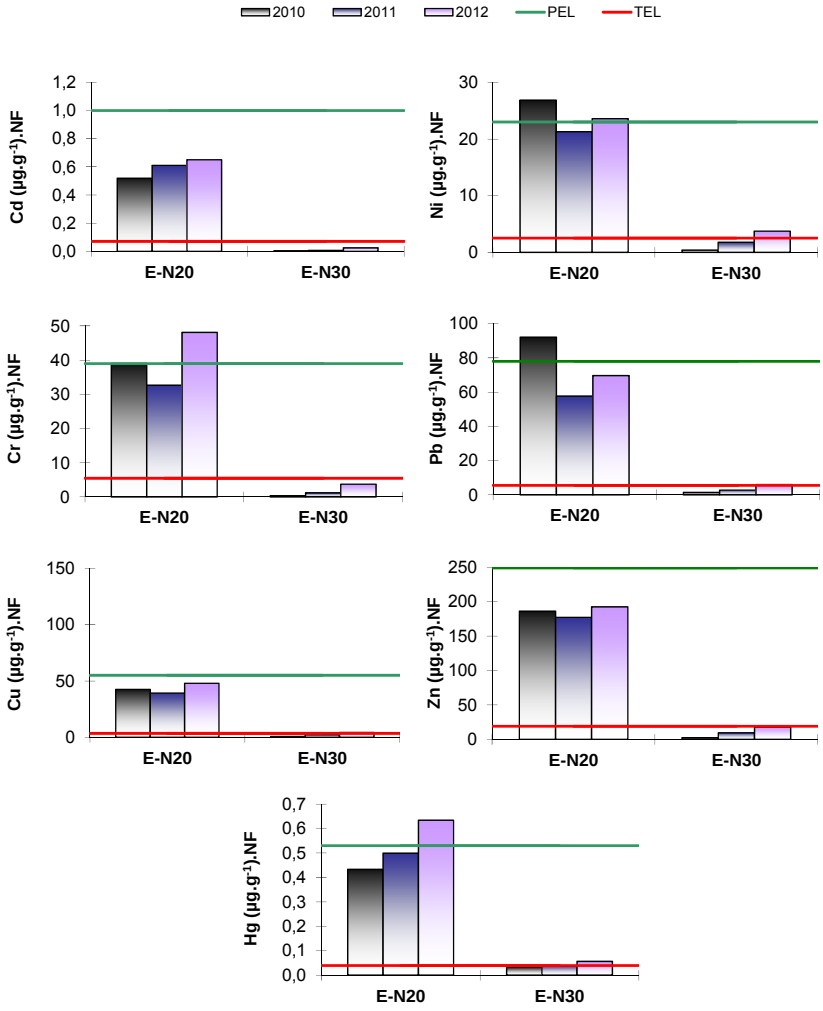


Figura 86 Evolución temporal de la concentración de metales del sedimento de las estaciones del Nerbioi exterior, durante los últimos tres años (muestreos de invierno). PEL (Probable Effect Level): concentración con efecto negativo probable en la biota; TEL (Threshold Effect Level): concentración por debajo de la cual no se esperan efectos sobre la biota. Nótese que las concentraciones están corregidas por la fracción fina (NF).

COMPUESTOS ORGÁNICOS

En la Tabla 102 se recogen las concentraciones de compuestos orgánicos analizados en la campaña de invierno de 2012, en las dos estaciones de estudio. La Figura 29 ilustra la evolución en la concentración de contaminantes orgánicos analizados desde 1995.

En la presente campaña, en ambas estaciones, el Aldrín, el Dieldrin, el DDT y sus derivados, muestran concentraciones próximas al nivel de cuantificación (<1 ng g^{-1}).

Los valores de los compuestos policlorobifenilos (PCBs) en la estación E-N30, son generalmente inferiores al objetivo de calidad (*i.e.*, 180 ng g^{-1}). Por el contrario, en la estación más interna (E-N20), en la presente campaña, se ha superado ligeramente el objetivo de calidad.

Además, la concentración de hidrocarburos poliaromáticos (PAHs) es, en general, superior en la estación más interna (E-N20), aunque en la presente campaña no supera el objetivo de calidad (44792 ng g^{-1}). Por lo tanto, las concentraciones de PAHs en ambas estaciones no implican efectos negativos sobre la biota.

Estación	Aldrín (ng g^{-1})	Dieldrín (ng g^{-1})	Isodrín (ng g^{-1})	DDE (ng g^{-1})	DDD (ng g^{-1})	DDT (ng g^{-1})	*a*HCH (ng g^{-1})	*g*HCH (ng g^{-1})	HCB (ng g^{-1})	S.PCB (ng g^{-1})	S.PAH (ng g^{-1})
E-N30	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<2	3,50	409
E-N20	<1	<1	<1	<1	<1	<1	2,00	<1	1,20	252	9805

Tabla 102 Concentración de compuestos orgánicos en los sedimentos en la campaña de invierno de 2012. *a*HCH: alfa-hexaclorociclohexano; *g*HCH:gamma-hexaclorociclohexano; HCB: hexaclorobenceno; S.PCB: suma de las concentraciones de los policlorobifenilos congéneres CB28, CB52, CB101, CB118, CB138,CB153 y CB180; S.PAH: suma de las concentraciones de 10 hidrocarburos poliaromáticos: fenantreno, indeno[1,2,3-cd]pireno, pireno, criseno, benzo[e]pireno, benzo[g,h,i]perileno, fluoranteno, benzo[a]antraceno, benzo[b]fluoranteno y benzo[a]pireno. Cabe señalar que las concentraciones inferiores a los límites de detección no se han considerado en el sumatorio.

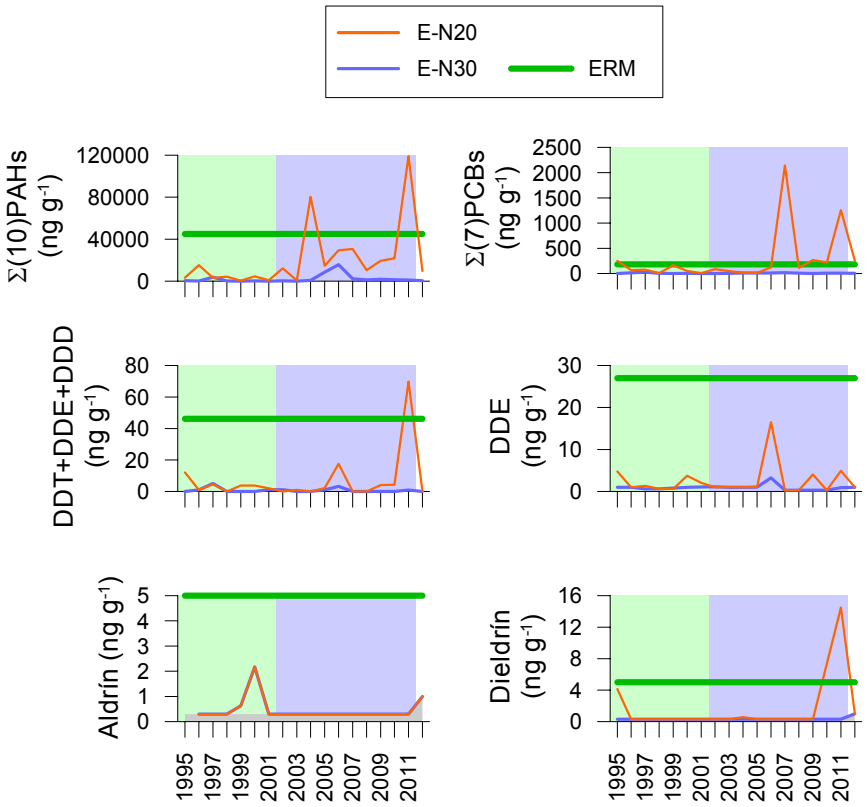


Figura 87 Evolución temporal de la concentración de compuestos orgánicos. La variación en el nivel de cuantificación analítico se muestra sobre fondo gris. ERM: concentración con efecto adversos probables en la biota (del inglés, Effects Range Median, Long et al., 1995). Cabe señalar que las concentraciones inferiores a los límites de detección no se han considerado en el sumatorio. Cambio de color de fondo indica cambio de metodología.

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

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.

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 centrales del nivel de fondo de metales, calculados por Rodríguez *et al.* (2006), con los encontrados en las zonas estudiadas (Factor de Contaminación, FC). 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 103 se recoge el índice de carga contaminante (ICC) por cada metal en los sedimentos del estuario del Ibaizabal exterior, así como los valores globales de ICC para la campaña de invierno de 2012. Ambas estaciones mantienen valores de contaminación ligera, siendo el Cd (estación E-N20), Hg, Mn y Pb los metales que más contribuyen al peso del ICC global.

En la Figura 88 se presenta la evolución del ICC global de metales en sedimento. En las campañas más recientes, se observa que ambas estaciones mantienen valores de contaminación ligera (*i.e.*, ICC < 3).

Estación	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn	ICC global
E-N30	NC	CL	CL	CL	C	C	CL	CL	NC	CL
E-N20	C	CL	CL	CL	C	CL	CL	C	CL	CL
Total	CL	CL	CL	CL	C	CL	CL	CL	CL	CL

Tabla 103 Clasificación de la contaminación en los sedimentos superficiales en función de los metales pesados en 2012, 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.

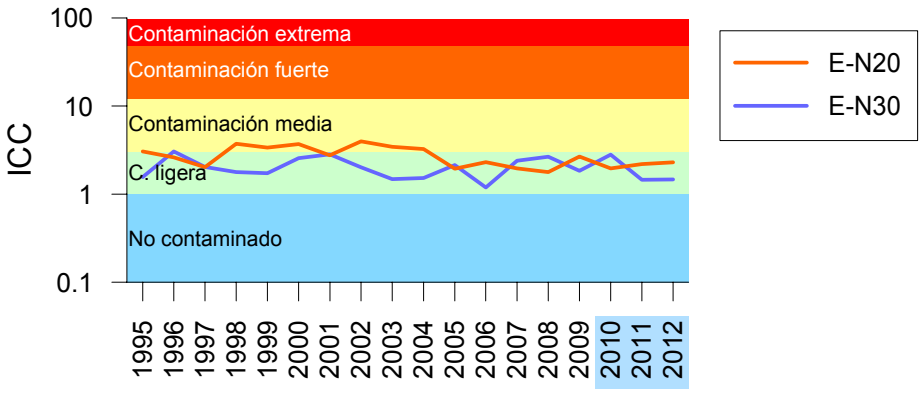


Figura 88 Evolución del Índice de Carga Contaminante (ICC) global de metales en sedimento.

TOXICIDAD EN SEDIMENTOS

La muestra de sedimento de la estación estuárica del Nerbioi exterior (E-N20) fue tomada el 6 de febrero de 2012 y directamente congelada, manteniéndose a -20 °C durante casi 5 meses. Al cabo de este tiempo se descongeló y se tamizó (< 1 mm). Los ensayos ecotoxicológicos con anfípodos (*Corophium multisetosum*) se iniciaron la semana posterior a la descongelación de la muestra.

De esta manera, se siguieron las recomendaciones sobre conservación de muestras de sedimento que figuran en los protocolos y en la literatura científica (USEPA/USACE, 1998; Geffard *et al*., 2004). Estos trabajos indican que, a ser posible, las muestras han de mantenerse refrigeradas para realizar su análisis dentro de las cuatro primeras semanas, con un tiempo de almacenamiento máximo de dos meses, y que, si se prevé que no pueden realizarse los ensayos ecotoxicológicos en ese plazo, las muestras deberán congelarse. En este caso, se decidió congelar las muestras debido a que los anfípodos de la especie *Corophium multisetosum*, necesarios para los bioensayos de toxicidad, no estaban disponibles en el campo en la época del muestreo de sedimentos.

La toxicidad de los sedimentos del estuario del Nerbioi exterior se analizó mediante dos bioensayos con anfípodos: uno agudo (10 días de duración) y otro crónico (28 días). Ambas pruebas se iniciaron el 29 de junio de 2012, acabándose la primera el 9 de julio y la segunda el 27 de julio. Se utilizaron individuos de la especie *Corophium multisetosum* recogidos el 21 de junio en la zona interna del estuario del Bidasoa. El sedimento control utilizado (C.B.) corresponde a la zona donde habitan los anfípodos empleados en el test.

En el bioensayo agudo:, el sedimento control presentó un porcentaje medio (± desviación típica) de mortalidad del 11% (± 2,4). La mortalidad de anfípodos en la estación estuárica del sedimento del Nerbioi exterior (E-N20) fue superior a la del control (22%) (Figura 89), no siendo dicha diferencia estadísticamente significativa (p ≥ 0,05).

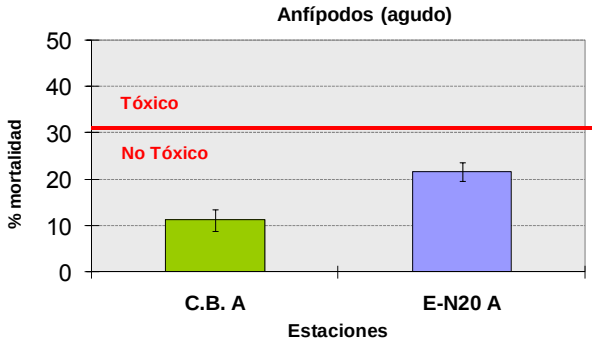


Figura 89 Porcentaje de mortalidad de anfípodos (*Corophium multisetosum*) en las muestras de estudio: C.B.A (muestra control) y E-N20 (estuario del Nerbioi exterior). Las barras indican la desviación típica. La línea roja señala el umbral por encima del cual puede considerarse una muestra tóxica. La letra A identifica las muestras del test agudo.

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, la mortalidad de los anfípodos en las muestras de sedimento debe superar a la de la muestra control en más de un 20% y, además, dicha diferencia debe ser estadísticamente significativa (Belzunce y Castro, 2004). De acuerdo con este criterio, el bioensayo de anfípodos realizado indica ausencia de toxicidad en el sedimento del estuario del Nerbioi exterior (E-N20).

En el bioensayo crónico el sedimento control presentó un porcentaje medio (± desviación típica) de mortalidad del 90% (± 16,4). La mortalidad de anfípodos en la estación estuárica del sedimento del Nerbioi exterior (E-N20) fue ligeramente inferior (82%) al control (Figura 90). No obstante, dado que el control no cumple el requisito indispensable de mortalidad inferior a 10% (o 20%, en algún protocolo más flexible), este bioensayo crónico no se considera válido. Por tanto, no se llevaron a

cabo las medidas de talla y peso individual de los anfípodos supervivientes.

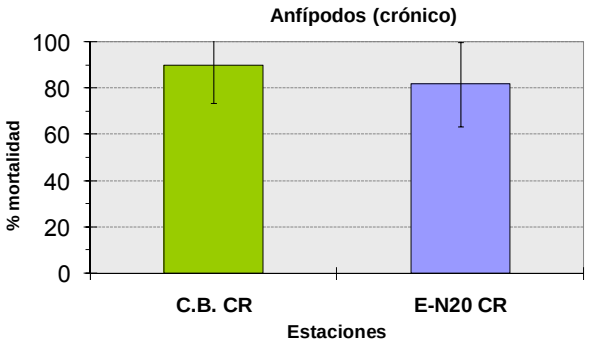


Figura 90 Porcentaje de mortalidad de anfípodos (*Corophium multisetosum*) en las muestras de estudio: C.B.CR (muestra control) y E-N20 CR (estuario del Nerbioi exterior). Las barras indican la desviación típica. Las letras CR identifican las muestras utilizadas en el test crónico.

Uno de los parámetros a tener en cuenta en la interpretación de los resultados del bioensayo es el amonio. En el caso del bioensayo agudo, el amonio fue medido en el agua sobrenadante al inicio y al final del test; en el caso del bioensayo crónico, además de al inicio y al final, también se midió en el tiempo intermedio (día 10). Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 91, en la que se observa un aumento de la concentración de amonio desde el inicio al final del bioensayo, aunque en todos los casos dicha concentración en el agua fue inferior a 20 mg/l TAN (del inglés *Total Ammonia Nitrogen*: Nitrógeno Total de Amonio), umbral a partir del cual se considera que puede haber interferencia con el test (Ferreti *et al*., 2000). Por tanto, en principio, se podría descartar la interferencia del amonio en el resultado final del bioensayo.

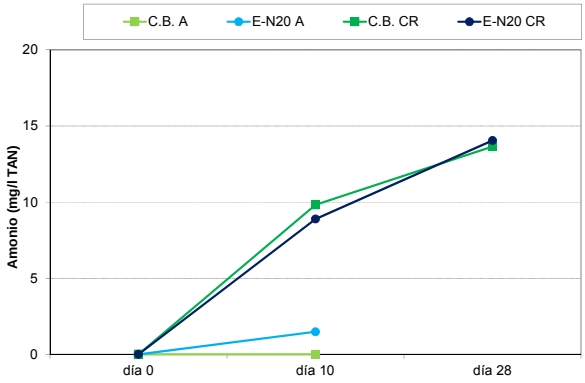


Figura 91 Contenido en amonio (mg/l TAN) de las muestras de agua expuestas a los anfípodos en el bioensayo agudo (A) y crónico (CR), al inicio (día 0), tiempo intermedio (día 10, solo en el caso del crónico) y al final (día 10 en el agudo; día 28 en el crónico).

A pesar de que en ningún caso se ha alcanzado el valor de alerta de 20 mg/l TAN, la evolución de concentración de amonio es diferente en ambos bioensayos (agudo y crónico): en el agudo se observa un ligero incremento, sin embargo en el crónico se observa un aumento progresivo más patente. Esta situación podría explicarse, por un lado, por el hecho de que durante el bioensayo agudo, a diferencia del crónico, no se añade alimento y por otro lado, porque durante el bioensayo crónico se pudo añadir una cantidad de alimento mayor a la requerida. En consecuencia, el exceso de alimento conllevaría la presencia de cierta cantidad de materia orgánica no ingerida que podría convertirse en fuente de producción de amonio. De hecho, durante el bioensayo se observó la presencia de una fina capa superficial de color negro y la emisión de un olor desagradable, que podría reflejar la existencia de unas condiciones inviables para la supervivencia de los anfípodos, y todo ello como consecuencia de la descomposición del exceso de materia orgánica.

Otro parámetro a tener en cuenta como factor de confusión en los resultados de toxicidad es la composición granulométrica del sedimento. La estación del Nerbioi exterior presenta un mayor contenido en finos y materia orgánica que el sedimento procedente del hábitat natural del anfípodo (C.B.) (Figura 92). Sin embargo, a pesar de ello, esta diferencia no parece afectar negativamente ya que la mortalidad de los anfípodos en E-N20 no es significativamente diferente a la del control.

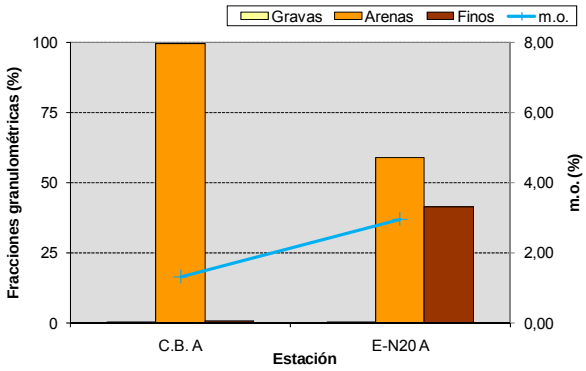


Figura 92 Composición granulométrica (% de gravas, arenas y finos) y contenido en materia orgánica (m.o.) del sedimento control de Bidasoa (C.B.) y de los sedimentos recogidos en 2012 en la estación E-N20 del estuario del Nerbioi exterior.

Respecto a la carga contaminante, en relación al contenido de metales, en la campaña de 2012, el sedimento de E-N20 se ha considerado ligeramente contaminado, debido a que la mayoría de los metales (excepto Ni, Zn, Fe y Mn) presentan concentraciones por encima del nivel de fondo. Además, el mercurio, níquel y cromo superan el valor PEL (*Probable Effect Level*) o umbral por encima del cual el riesgo de efectos negativos sobre la biota, debido a la presencia de dichos metales,

es elevado. Este sedimento también presenta contaminación por compuestos orgánicos al encontrarse las concentraciones de PAHs y PCBs por encima del límite de cuantificación analítico correspondiente. Además, las concentraciones de PCBs suponen un riesgo de afección sobre la biota, ya que estos superan ligeramente los correspondientes valores de ERM (*Effects Range Median*). Sin embargo, a pesar de la presencia de contaminantes en concentraciones superiores a los valores PEL y ERM, los resultados del bioensayo agudo de 2012 no indican toxicidad en los seidmentos de la estación E-N20 del Nerbioi exterior.

Se dispone también de información de bioensayos agudos con anfípodos realizados entre los años 2004 y 2009 con sedimentos recogidos prácticamente en esta misma estación E-N20. En ninguno de los casos, las muestras resultaron tóxicas (Franco *et al.,* 2011).

Por último, debido a la elevada mortalidad de anfípodos en el control del bioensayo crónico, éste no se considera válido y, por lo tanto, no se han podido evaluar los posibles efectos subletales derivados de la presencia de contaminantes en estos sedimentos.

4.4.3 CARACTERIZACIÓN 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 15 de octubre de 2012. Los datos correspondientes a bacteriología, metales pesados y compuestos orgánicos de la campaña de otoño de 2012 se pueden consultar 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 2012) se muestra en la Figura 93 y en la Figura 94, respectivamente.

En 2012, en la estación I-N10 se ha observado una concentración de ***E. coli*** elevada (>18000 NMP/100g), probablemente ligado a la elevada precipitación en los días previos al muestreo, mientras que en la estación E-N20 ha sido menor (630 NMP/100g). Suponiendo que se tratase de zonas de producción de moluscos, la concentración observada en la estación I-N10 en la campaña de otoño de 2012 se encontraría dentro del rango 4600-46000 NMP/100g, valor establecido en el Reglamento (CE) nº 854/2004 para la clasificación de las Zonas tipo C, es decir, aquellas zonas en las que pueden recolectarse moluscos bivalvos vivos que únicamente pueden comercializarse tras su reinstalación durante un periodo prolongado. Sin embargo, la concentración observada en la estación I-N20 estaría dentro del rango 230-4600 NMP/100g, valor establecido para las Zonas tipo B, es decir, podría ser apta para marisqueo con depuración previa a la puesta en el mercado de los moluscos recolectados. Hay que recordar que al tratarse de una zona portuaria, no podría ser declarada como zona de producción de moluscos.

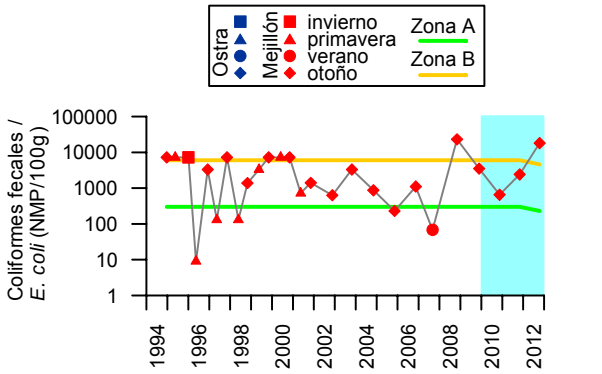


Figura 93 Evolución de la concentración de bacterias (Coliformes fecales hasta 2011 y *E. coli* en 2012) en la estación I-N10 a lo largo del periodo de estudio (otoño de 1994-otoño de 2012).

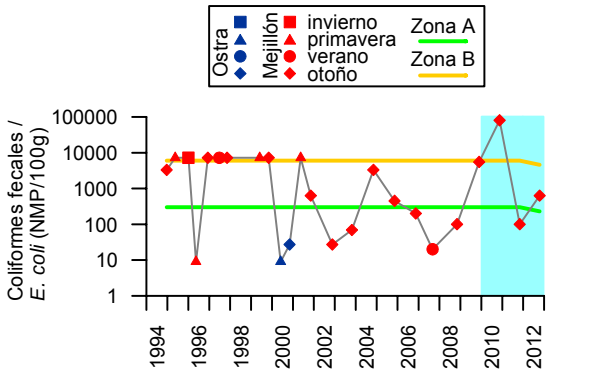


Figura 94 Evolución de la concentración de bacterias (Coliformes fecales hasta 2011 y *E. coli* en 2012) en la estación I-N20 a lo largo del periodo de estudio (otoño de 1994-otoño de 2012).

METALES PESADOS

En la Figura 95 y la Figura 96 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, respectivamente.

Las concentraciones de **cadmio** en estas estaciones son, en general, inferiores a 1,0 mg kg^{-1}, límite legal para los moluscos bivalvos destinados a consumo humano. En la estación I-N10 dicho límite se ha superado en cuatro

ocasiones (otoños de 1996, 2002 y 2003 y primavera de 2000), mientras que en la estación I-N20 sólo en dos ocasiones (primaveras de 1997 y 1998).

El **cromo** presenta, en 2012, concentraciones de 0,86 y 0,34 mg kg^{-1} en las estaciones I-N10 e I-N20, respectivamente.En el primer caso, es uno de los vlaores más altos observados en esta estación a lo largo del periodo de estudio, mientras que la concentración observada en la estación I-N20 es una de las más elevadas de los últimos años en esta estación.

El **cobre** presenta, en la estación I-N10, una concentración de 1,2 mg kg^{-1} en 2012, valor dentro del rango de las concentraciónes observadas en las campañas más reciente e inferior a La concentración máxima del periodo de estudio, observada en otoño de 1999 (6,72 mg kg^{-1}). En la estación I-N20 existe mayor variabilidad temporal, con concentraciones inferiores a 5 mg kg^{-1} desde otoño de 2001 y una concentración de 1,2 mg kg^{-1}, en la campaña de 2012. Durante todo el periodo de estudio sólo se recolectó ostra en la estación I-N20 en el año 2000, tanto en primavera como en otoño (56,7 y 168,6 mg kg^{-1}, respectivamente).

En cuanto al **mercurio**, la concentración obtenida en 2012 es de 0,02 mg kg^{-1} y 0,30 mg kg^{-1} en las estaciones I-N10 e I-N20, respectivamente. A pesar de que la concentración máxima se alcanzó en otoño de 1998 en la estación I-N10 (0,15 mg kg^{-1}) y en otoño de 2012 en la estación I-N20, en ningún caso se ha superado el límite legal, 0,5 mg kg^{-1},. Sin embargo, en el 42 y 52% de los casos (para las estaciones I-N10 e I-N20, respectivamente) se ha superado la norma de calidad ambiental (20 µg kg^{-1}, valor que, tal y como se ha explicado en el tomo 1 de introducción y métodos, se ha considerado muy bajo para su aplicación en la costa vasca).

En el Nerbioi exterior, las concentraciones de **níquel** han ido disminuyendo desde el comienzo del seguimiento en ambas estaciones, con valores próximos a 0,2 mg kg^{-1} en 2012. A lo largo del periodo de estudio las concentraciones máximas de Ni se han observado 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).

La concentración del **plomo** presenta mayor variabilidad temporal en la estación I-N10, superando puntualmente la concentración de 1,5 mg kg^{-1}, límite legal para el consumo de moluscos bivalvos frescos. En la estación I-N20 desde otoño de 1997, cuando se observó el máximo (5,4 mg kg^{-1}), la concentración de plomo no ha superado el límite legal establecido para el consumo.

La concentración de **zinc** en 2012 presenta un descenso en las estaciones I-N10 (26 mg kg^{-1}) e I-N20 (32 mg kg^{-1}), con respecto a las concentraciones observadas en 2011 (37 mg kg^{-1} y 55 mg kg^{-1}, respectivamente). Las máximas concentraciones de zinc se observaron en otoño de 1999 en la estación I-N10 (204 mg kg^{-1}) y en otoño de 1997 en la estación I-N20 (425 mg kg^{-1}), ambos en mejillón. Teniendo en cuenta que el mejillón puede regular la concentración de este metal, mientras que la ostra no (Rainbow, 1990), estos valores resultan elevados.

La concentración de **plata** se comenzó a medir en los moluscos en la campaña de 2007. En la campaña de 2012 la concentración ha sido próxima al límite de detección (0,001 mg kg^{-1}) en ambas estaciones.

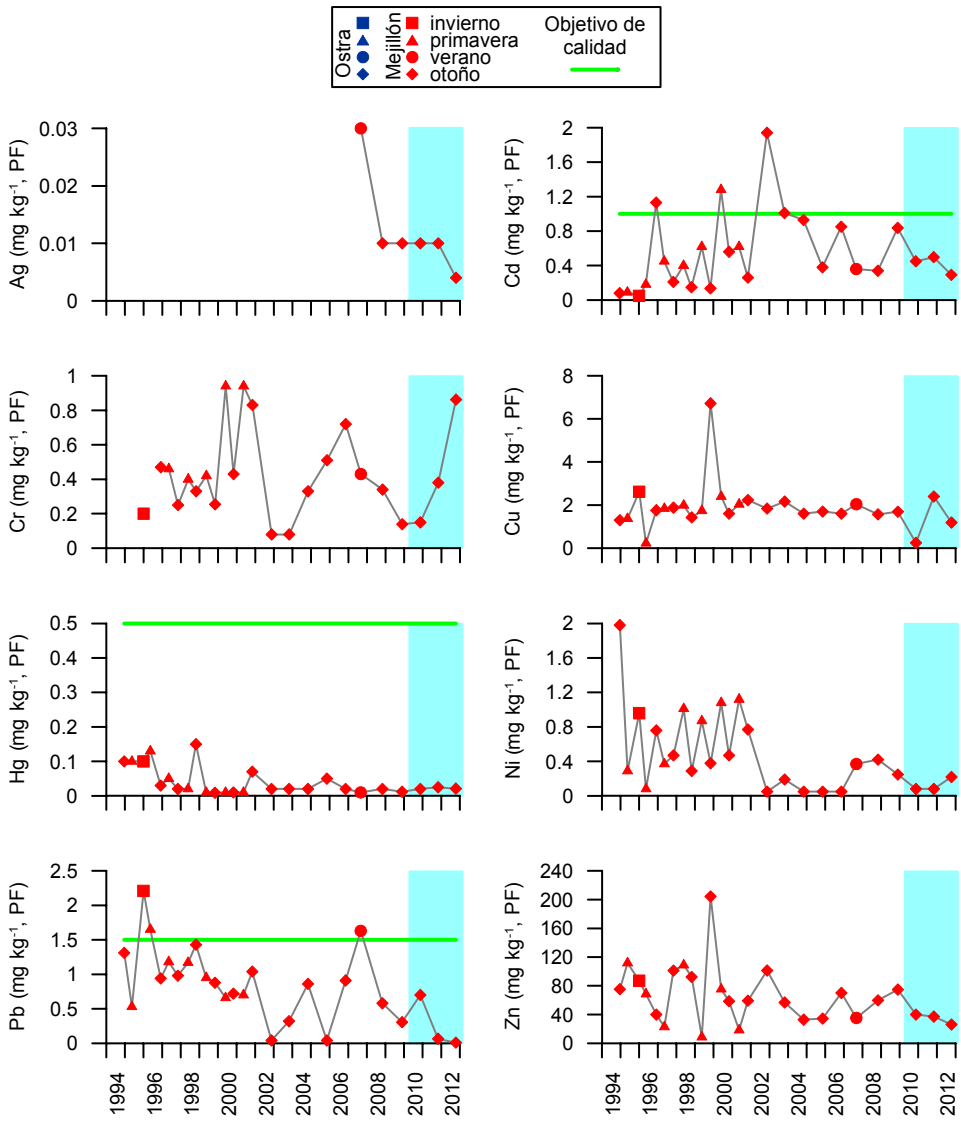


Figura 95 Evolución de la concentración de metales en moluscos (mg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-N10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2012).

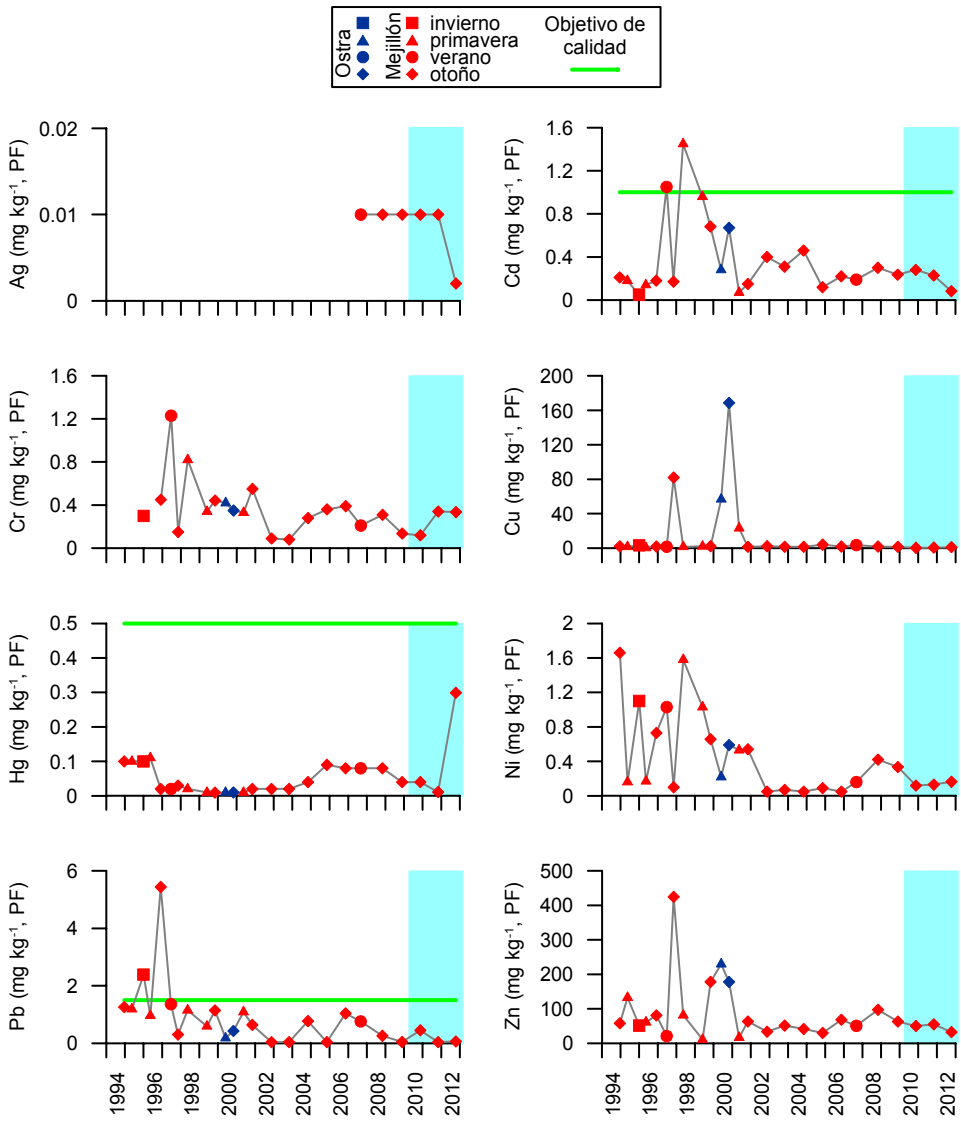


Figura 96 Evolución de la concentración de metales en moluscos (mg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-N20, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2012).

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.

En la Figura 97 se muestra la evolución de la concentración de compuestos orgánicos (µg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-N10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2011) y en la Figura 98 la evolución en la estación I-N20.

En el caso de los policlorobifenilos **(PCBs)** se han sumado las concentraciones de 6 de los 7 congéneres analizados (congéneres 28, 53, 101, 138, 153 y 180), con objeto de poder compararlas con el límite establecido para consumo. Se observa que la concentración de PCBs en los moluscos descendió desde el periodo 1994-1998 hasta el 1999-2001. A partir de 2002 el sumatorio de PCBs ha ido aumentando en la estación I-N10, dónde se han registrado valores más altos que en la I-N20. Las concentraciones de PCBs encontradas a lo largo del periodo de estudio son, en general, inferiores al objetivo de calidad considerado, el límite máximo permitido para consumo de moluscos bivalvos (75 µg kg^{-1}). Sin embargo, las concentraciones de otoño de 1994, 2005 y 2007 a 2011, en la estación I-N10, y de otoño de 1994, verano y otoño de 1997 y primavera de 1998, en la estación I-N20, superan dicho límite.

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 la campaña de 2012 los tres compuestos presentan concentraciones inferiores o ligeramente superiores al nivel de detección correspondiente en ambas estaciones. 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 17

μg kg^{-1}, en la estación I-N10, y 27 μg kg^{-1}, en la estación I-N20) y en primavera y otoño de 1997 en la estación I-N20 (17 y 23 μg kg^{-1}, respectivamente).

La concentración de **HCH** corresponde a la suma de α-HCH y γ-HCH (lindano). En 2012 sólo el αHCH supera el límite de detección en la estación I-N10 (0,20 μg kg^{-1}). Las concentraciones más elevadas de HCH a lo largo del periodo de estudio se han observado en otoño de 2010 (3,83 μg kg^{-1}, en la estación I-N10) y en otoño de 1997 (3,30 μg kg^{-1}, en la estación I-N20).

En cuanto a las concentraciones de **HCB**, tanto la estación I-N10 como la estación I-N20 presentan, en 2012, una concentración inferior al nivel de detección. Durante el período de estudio, ni las concentraciones máximas observadas en 2010 (0,80 μg kg^{-1}) y en otoño de 1994 (2,41 μg kg^{-1}), en las estaciones I-N10 e I-N20, respectivamente, superan el valor límite para este compuesto, 10 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 hidrocarburos aromáticos policíclicos **(PAH)** en moluscos (Borja *et al.,* 2003). En general se observan notables diferencias en el sumatorio de (10) PAHs en ambas estaciones. En la estación I-N20 la concentración media es de 117 μg kg^{-1}, mientras que en la estación I-N10 es de 642 μg kg^{-1}. En ambas estaciones el máximo se registró en 2006 (341 y 1.505 μg kg^{-1}, respectivamente), y desde entonces la concentración ha ido disminuyendo. Una tendencia similar se observa para el Σ4PAH y el benzo(a)pireno, para los que hay establecidos límites máximos para consumo (30 μg kg^{-1} y 5 μg kg^{-1}, respectivamente), valores que se superan en numerosas ocasiones, sobre todo en la estación I-N10

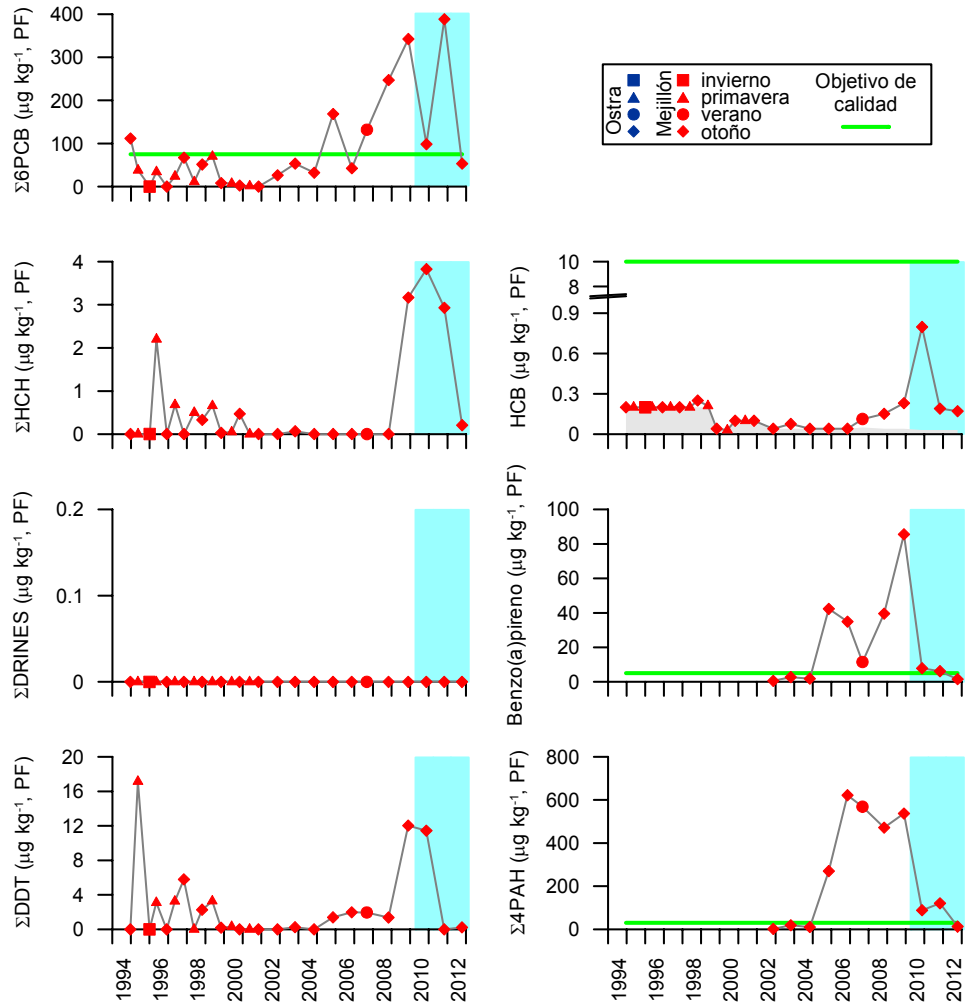


Figura 97 Evolución de la concentración de compuestos orgánicos (μg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-N10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2012).

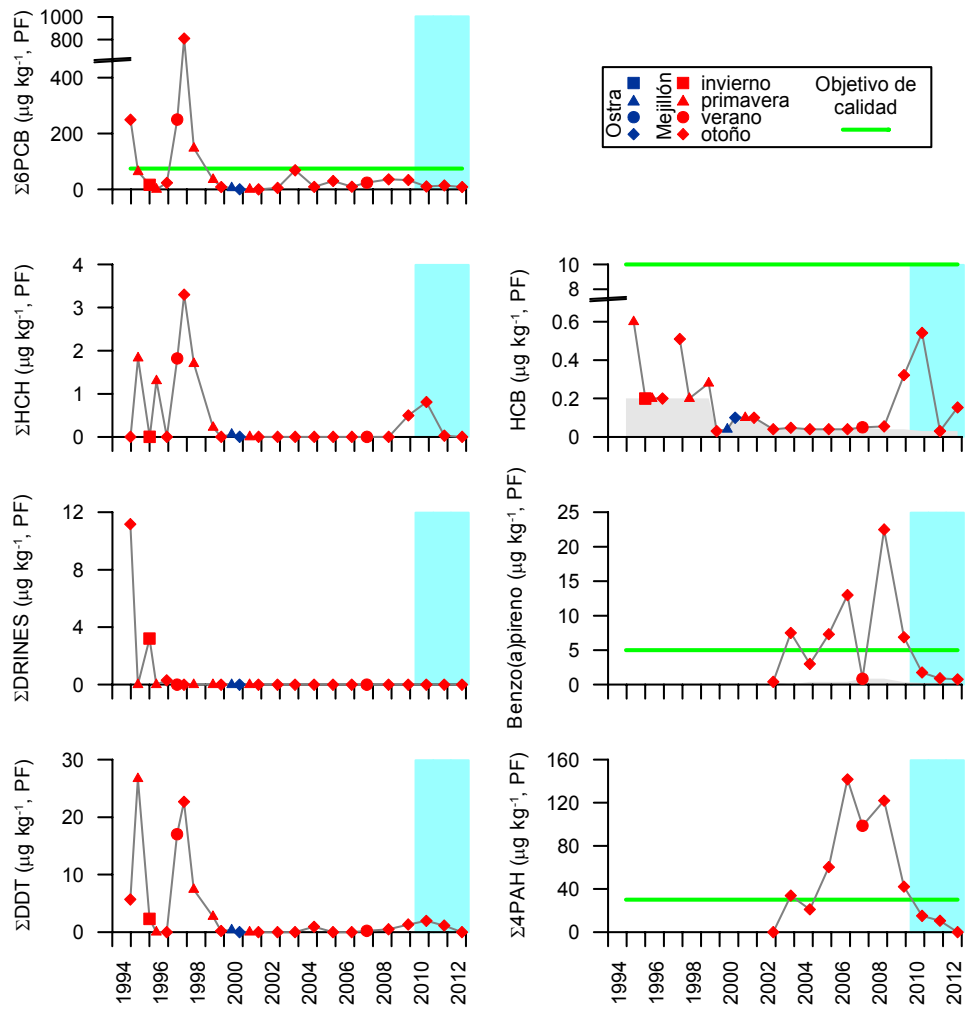


Figura 98 Evolución de la concentración de compuestos orgánicos (µg kg-1 de Peso Fresco), en la estación I-N20, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2012).

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

En base a la concentración de *E. coli* en las muestras tomadas en otoño de 2012, la calificación de la estación I-N10 sería de Zona tipo C (recolección permitida, pero es necesaria la reinstalación durante un periodo prolongado) y la de la estación I-N20 de Zona tipo B (podría ser apta para marisqueo con depuración previa a la puesta en el mercado de los moluscos recolectados), según el Reglamento (CE) nº 854/2004. Cabe señalar que al ser una zona portaria, no podría ser declarada como zona de producción de moluscos.

Para la clasificación de la contaminación de los metales pesados se han tenido en cuenta los niveles de fondo para el País Vasco (Solaun *et al*., 2013) 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 2012 en los moluscos recolectados en la masa de agua del Nerbioi exterior la clasificación general sería de no contaminado, aunque con contaminación ligera de cadmio y cromo en la estación I-N10 y con contaminación moderada por Hg en la estación I-N20.

En cuanto a los compuestos orgánicos, destaca el sumatorio de PAHs, que alcanza en varios muestreos mayores concentraciones que los máximos permitidos para consumo de bivalvos vivos; sin embargo, en la campaña de 2012 no se superan dichos límites en ninguna de las dos estaciones consideradas.

4.5 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

TOMO 5 MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL BUTROE

Pasaia, junio de 2013

ÍNDICE

TOMO 5 MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL BUTROE 155

5.1 Resumen estado. Butroe 157

5.2 Estaciones de muestreo 160

5.3 Indicadores biológicos 161

5.3.1 Macroinvertebrados bentónicos 161

5.3.2 Fauna ictiológica 163

5.3.3 Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton 166

5.3.4 Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas 168

5.4 Indicadores Fisicoquímicos 169

5.4.1 Caracterización físico-química en aguas 169

5.4.2 Caracterización físico-química en sedimentos 171

5.4.3 Caracterización físico-química en biota (moluscos) 176

5.5 Indicadores hidromorfológicos 179

5.1 RESUMEN ESTADO. BUTROE

La masa de agua de transición del Butroe en la campaña 2012 no alcanza el buen estado puesto que aunque para el conjunto de la masa el estado químico se considera que alcanza el buen estado, el estado ecológico se diagnostica como moderado (Tabla 105).

Esta situación de incumplimiento de objetivos medioambientales es relativamente estable en los últimos cinco años analizados (Tabla 104), aunque se puede decir que la evaluación de estado es cercana al cumplimiento de objetivos medioambientales al fluctuar el estado ecológico alrededor del umbral bueno/ moderado y dándose cumplimiento de buen estado químico.

Año	2008	2009	2010	2011	2012
ESTADO ECOLÓGICO	3	2	2	3	3
ESTADO QUÍMICO	2	2	2	2	2
ESTADO	3	2	2	3	3

Tabla 104 Evolución del periodo 2008-2012. Masa de agua del Butroe. (Claves: *estado ecológico*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde), moderado (3- amarillo), deficiente (4- naranja) y malo (5- rojo). *Estado químico:* bueno (2- azul) y no alcanza el buen estado (3- rojo). *Estado*: bueno (2- azul) y peor que bueno (3-rojo)

COD_ESTACION	ESTACION	MACROINVERTEBRADOS	FAUNA ICTIOLOGICA	FITOPLANCTON	MACROALGAS	BIOLOGICO	CONDICIONES GENERALES	SUSTANCIAS PREFERENTES	ECOLOGICO	QUIMICO	ESTADO
E-B5	Plentzia (Abaniko)(Butroe)	1	2	2	3	3	2	1	3	2	3
E-B7	PLENTZIA (CAMPO DE FÚTBOL)(BUTROE)	2	4	1	2	4	2	1	4	2	3
E-B10	PLENTZIA (PUERTO)(BUTROE)	2	3	1	2	3	2	1	3	2	3
	Butroe Transicion	2	3	1	2	3	2	1	3	2	3

Tabla 105 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado en la masa de agua del Butroe en 2012. (Claves: *Macroinvertebrados, fauna ictiológica fitoplancton macroalgas, estado biológico, condiciones generales y estado ecológico*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde), moderado (3- amarillo), deficiente (4- naranja) y malo (5- rojo). *Sustancias preferentes*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde)), y no alcanza el buen estado (3- rojo). *Estado químico:* bueno (2- azul), y no alcanza el buen estado (3- rojo).*Estado*: bueno (2- azul) y peor que bueno (3-rojo).

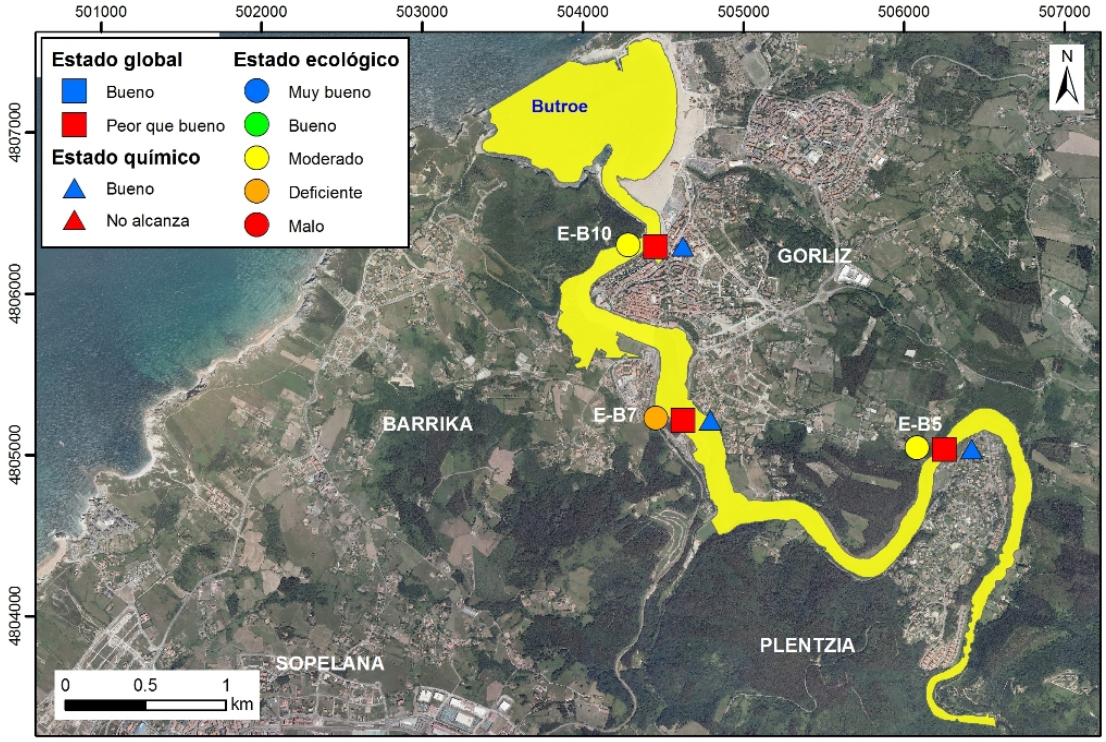


Figura 99 Calificación del Estado Ecológico, estado químico y global de las estaciones en la masa de agua del Butroe (y estado ecológico para la masa de agua), en 2012.

Desde que se realizó en 2004 el estudio de presiones e impactos en esta Masa de agua lo más destacable, en cuanto a presiones, han sido 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, como uno pequeño realizado en verano de 2010 en el puerto) que pueden influir, ya que de hecho se ha observado una ligera degradación en las condiciones físico-químicas en los últimos años, en la parte externa.

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 2010). Lo mismo sucede en los peces y fitoplancton, con una mejora progresiva. Sin embargo, ha habido empeoramientos puntuales que podrían deberse a un vertido puntual o a situaciones como los dragados que se han producido en los últimos años. De hecho, en 2009-2010 parece que la peor situación provino precisamente de la peor situación físico-química en la parte externa (debido a nutrientes), mientras que la biológica mejora. En 2012, por el contrario, algunos elementos (como macroalgas) han mejorado ligeramente.

En relación con las condiciones fisicoquímicas generales la masa de agua Butroe puede calificarse como: **'Buena'**. Este diagnóstico se da en las tres estaciones de la masa (E-B5, E-B7 y E-B10). La estación E-B10 presenta además una tendencia estadísticamente significativa a la mejora ($p<0,05$) entre 2004 y 2012 (Figura 100), mientras que la tendencia al empeoramiento observada para la E-B5 y E-B7 entre 2002 y 2010 se rompe con los resultados obtenidos a partir de 2011 en ambas estaciones (Figura 100). En cuanto a los objetivos de calidad físico-química generales los valores medios de todas las variables medidas en 2012, cumplen con los objetivos marcados en todas las estaciones.

La evaluación de las sustancias preferentes implica que la masa alcanza el muy buen estado siendo también *muy bueno* para las tres estaciones (Tabla 43).

Referente a las sustancias prioritarias (acorde a Directiva 2008/105/CE) determinadas en 2012 en esta masa de agua, de forma global, se alcanza en buen estado químico, Tabla 107. De esta forma se mantiene la tendencia observada en esta masa en los años más recientes, así desde 2004 de forma global se ha alcanzado siempre el *buen estado químico*.

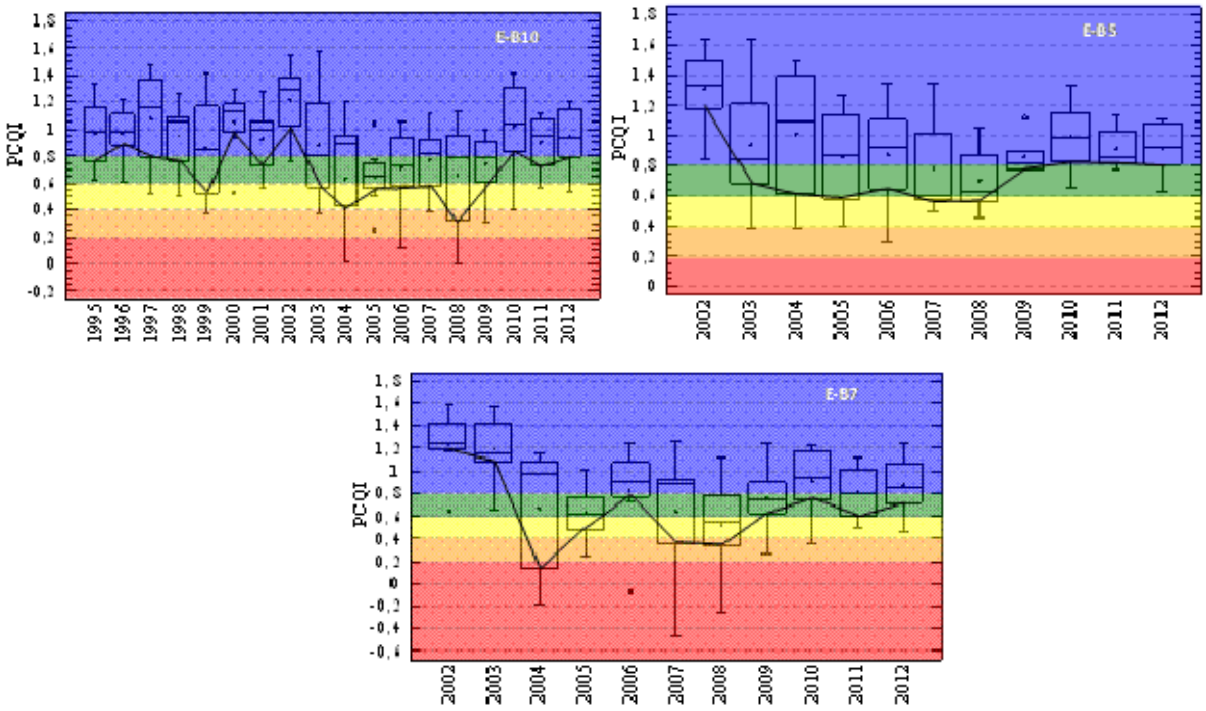


Figura 100 Box and Whisker Plot de la evolución del índice de calidad del estado físico-químico (PCQI) entre 1994 y 2012 de las estaciones de muestreo E-B10, E-B7 y E-B5 de la masa de agua de transición del Butroe. La línea negra representa la evaluación anual del percentil 25 del PCQI. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Aceptable; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC (µg l^{-1})	E-B5	E-B7	E-B10	Global
Zinc	Concentración promedio	60 µg l^{-1}	1-2 µg l^{-1}	8,7	9,6	16,7	Muy bueno
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	25%	
Cobre	Concentración promedio	25 µg l^{-1}	1-2 µg l^{-1}	<LC	<LC	2,8	Muy bueno
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	0%	
Estado Físico-Químico (Contaminantes específicos)				Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno

Tabla 106 Evaluación del cumplimiento del Estado Físico-Químico (sustancias específicas) en la masa de agua del Butroe en 2012.

Sustancia	Criterio	Objetivo (µg l^{-1})	LC (µg l^{-1})	E-B5	E-B7	E-B10	Global
Benzo(b)fluoranteno+Benzo(k)fluoranteno	NCA-MA	0,03	0,0005-0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Benzo(g,h,i)perileno+Indeno(1,2,3-cd)pireno	NCA-MA	0,002	0,0005-0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-MA	0,1	0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-CMA	0,4	0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-MA	0,1	0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA	1	0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Naftaleno	NCA-MA	1,2	0,05	<LC	<LC	<LC	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-MA	0,05	0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-CMA	0,1	0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Cadmio	NCA-MA	0,2	0,02-0,05	0,08	0,07	0,08	Cumple
Cadmio	NCA-CMA	0,45	0,02-0,05	0,08	0,07	0,16	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-MA	7,2	1-2	<LC	<LC	<LC	Cumple
Mercurio y sus compuestos	NCA-MA	0,05	0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Mercurio y sus compuestos	NCA-CMA	0,07	0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-MA	20	1-2	<LC	<LC	<LC	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno	Bueno	Bueno

Tabla 107 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua del Butroe en 2012. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible.

Año	Estado Químico	Sustancias que superan NCA
2004	Bueno	-
2005	Bueno	-
2006	Bueno	-
2007	Bueno	-
2008	Bueno	-
2009	Bueno	-
2010	Bueno	-
2011	Bueno	-
2012	Bueno	-

Tabla 108 Estado químico de la masa de agua de transición Butroe en los años 2004-2012.

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 2011, se volvieron a analizar las tres estaciones para vida piscícola y 13 estaciones para macroalgas en estuarios que se analizaron ya en 2002, 2005 y 2008. Las posiciones se pueden ver en la Tabla 109 y en la Figura 101.

Estación	Estación	UTMX	UTMY	Tipo
E-B10	Plentzia (puerto)(Butroe)	504454	4806292	Estuarios
E-B5	Plentzia (Abanico)(Butroe)	506252	4805032	
E-B7	Plentzia (campo de fútbol)(Butroe)	504623	4805212	
M-EB1	Butroe Zona 01.Estuario Macroalgas	504166	4806204	Estuarios (Macroalgas)
M-EB10	Butroe Zona 10.Estuario Macroalgas	506592	4805236	
M-EB11	Butroe Zona 11.Estuario Macroalgas	506692	4804475	
M-EB12	Butroe Zona 12.Estuario Macroalgas	506325	4803671	
M-EB13	Butroe Zona 13.Estuario Macroalgas	506375	4803365	
M-EB2	Butroe Zona 02.Estuario Macroalgas	504011	4805762	
M-EB3	Butroe Zona 03.Estuario Macroalgas	504312	4805758	
M-EB4	Butroe Zona 04.Estuario Macroalgas	504613	4805612	
M-EB5	Butroe Zona 05.Estuario Macroalgas	504558	4805252	
M-EB6	Butroe Zona 06.Estuario Macroalgas	504845	4805083	
M-EB7	Butroe Zona 07.Estuario Macroalgas	504790	4804869	
M-EB8	Butroe Zona 08.Estuario Macroalgas	505538	4804409	
M-EB9	Butroe Zona 09.Estuario Macroalgas	506283	4805001	
I-B10	Plentzia (desembocadura) (Butroe)	504186	4806715	Estuarios (Moluscos)
ABE	Butroe (Arrastre zona exterior estuario)	504471	4805734	Estuarios (Vida piscícola)
ABM	Butroe (Arrastre zona media estuario)	504930	4804631	
ABI	Butroe (Arrastre zona interior estuario)	505838	4804293	

Tabla 109 Estaciones de muestreo en el estuario del Butroe.

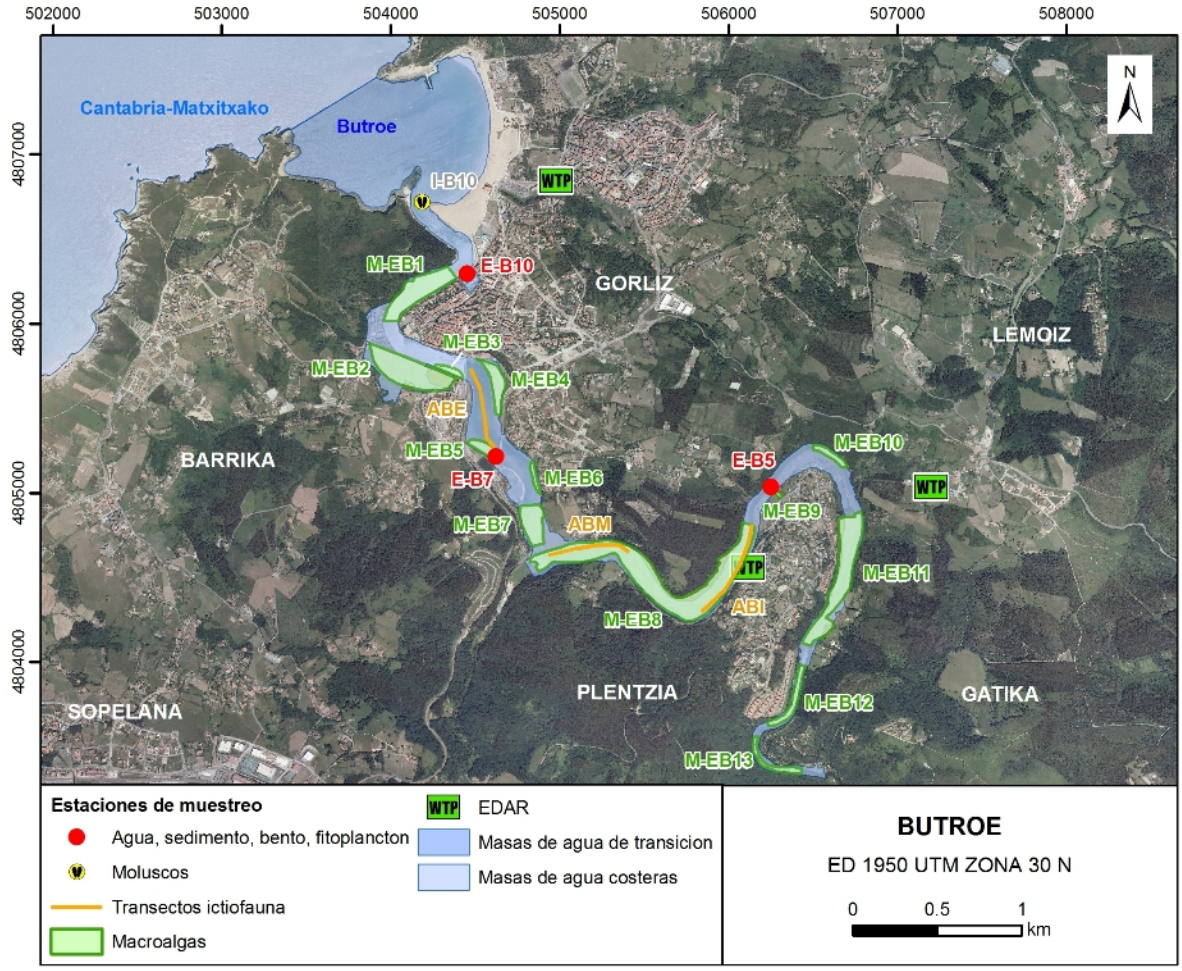


Figura 101 Ubicación de estaciones en la Masa de agua Butroe.

5.3 INDICADORES BIOLÓGICOS

5.3.1 MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

Los parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Butroe, en invierno de 2012 pueden verse en la Tabla 110.

PARÁMETRO	UNIDAD	ESTACIÓN		
		E-B5	E-B7	E-B10
Densidad	nº·m^{-2}	1.105	240	195
Biomasa	g·m^{-2}	4,775	0,293	0,628
Riqueza	nº	11	9	15
Diversidad número	bit·ind^{-1}	2,10	1,81	2,71
Diversidad biomasa	bit·g^{-1}	1,75	0,80	2,11
Equitabilidad número		0,61	0,57	0,69
Equitabilidad biomasa		0,51	0,25	0,54
Diversidad máxima	bits	3,46	3,17	3,91
AMBI		3,10	1,65	3,59
Clasificación AMBI		Alteración Ligera	Alteración Ligera	Alteración Moderada

Tabla 110 Parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Butroe.

La estación más interna del estuario del Butroe (E-B5) presenta en 2012 un sustrato predominantemente limoso (72%), con un contenido en materia orgánica del 4,0%.

Como ya se ha sugerido en otras ocasiones, parece ser que las características de estos sedimentos, junto con otras variables ambientales, son propicios para el asentamiento de una comunidad compuesta por muchas de las especies características de otros muchos estuarios, pudiéndose destacar por su dominancia el poliqueto errante *Hediste diversicolor* (623 ind·m^{-2}), el crustáceo isópodo *Cyathura carinata* (143 ind·m^{-2}), el caracolillo *Peringia ulvae* (129 ind·m^{-2}), el molusco bivalvo *Scrobicularia plana* (87 ind·m^{-2}) y las larvas de dípteros (55 ind·m^{-2}). Habitualmente, estas mismas especies han dominado en esta estación durante los diferentes muestreos de 2002-2011 (además de en 2012, *H. diversicolor* también dominó en 2003, 2007 y 2008).

La densidad total de la comunidad de la estación (1.105 ind·m^{-2}) es de las más altas del seguimiento de la estación (máxima de 1.601 ind·m^{-2} en 2008; mínima de 320 ind·m^{-2} en 2003; para el conjunto del seguimiento, media de 722 ind·m^{-2}). La biomasa de la comunidad (4,8 g·m^{-2}) es intermedia en relación a las registradas en años anteriores. La mayor aportación a la biomasa viene dada por el gasterópodo *P.ulvae* (2,0 g·m^{-2}).

La riqueza específica es de 11 *taxa* (máxima, 12 *taxa* en 2002; mínima, 6 *taxa* en 2003). Los valores de diversidad (2,010 bit·ind^{-1}) y equitabilidad para las abundancias (0,61) también se consideran "normales" para la estación.

Según la clasificación de AMBI, ésta es una estación con alteración ligera en 2012 (AMBI=3,1). La mayoría de los valores registrados en esta estación son próximos al del límite entre alteración ligera y moderada (3,3) (Figura 103). La dominancia de especies tolerantes a la alteración del medio es clara, como viene siendo habitual desde el inicio del seguimiento.

La estación E-B7, segunda estación muestreada en la masa de agua de transición del Butroe, a diferencia de la estación anterior presenta bajos contenidos en limos (<1%) y altos contenidos en la arenas (99%). El contenido en materia orgánica (0,7%) es inferior al de la estación anterior.

La comunidad que se encuentra en E-B7 en 2012 está dominada, en cuanto a abundancias, por el crustáceo anfípodo *Bathyporeia pilosa* (104 ind·m^{-2}). También son relativamente abundantes el caracolillo *P. ulvae* (83 ind·m^{-2}) y los nematodos (43 ind·m^{-2}). El resto de *taxa* presenta densidades inferiores a 3 ind·m^{-2}.

En 2012, la densidad de la biocenosis se puede considerar baja (240 ind·m^{-2}) respecto a las registradas en el periodo 2002-2012 (mínimo en 2010: 55 ind·m^{-2}; máximo, 1.371 ind·m^{-2} en 2009). La biomasa (0,3 g·m^{-2}) es baja, aunque sus valores están dentro del rango de variación del parámetro en esta estación.

Debido al asimétrico reparto de especies en abundancias, los índices de diversidad y equitabilidad son bajos (1,81 bit·ind^{-1}, y 0,57, respectivamente). Algo parecido ocurre con la riqueza específica, 9 *taxa*, que también se puede considerar baja (media del periodo 2002-2012: 12 *taxa*).

Según la clasificación de AMBI, la estación presenta alteración ligera en 2012 (AMBI=1,7), con dominancia del grupo ecológico III (Figura 103). En esta estación, de forma similar a 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. 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 y 2009) o a alteración ligera. Sin embargo, a partir de 2009 se aprecia una ligera pero continua tendencia hacia

valores cada vez menores de AMBI, provocada por un incremento de la abundancia relativa de especies sensibles (adscritas al GE I). Sería interesante vigilar la evolución en próximas campañas y comprobar si la tendencia se mantiene.

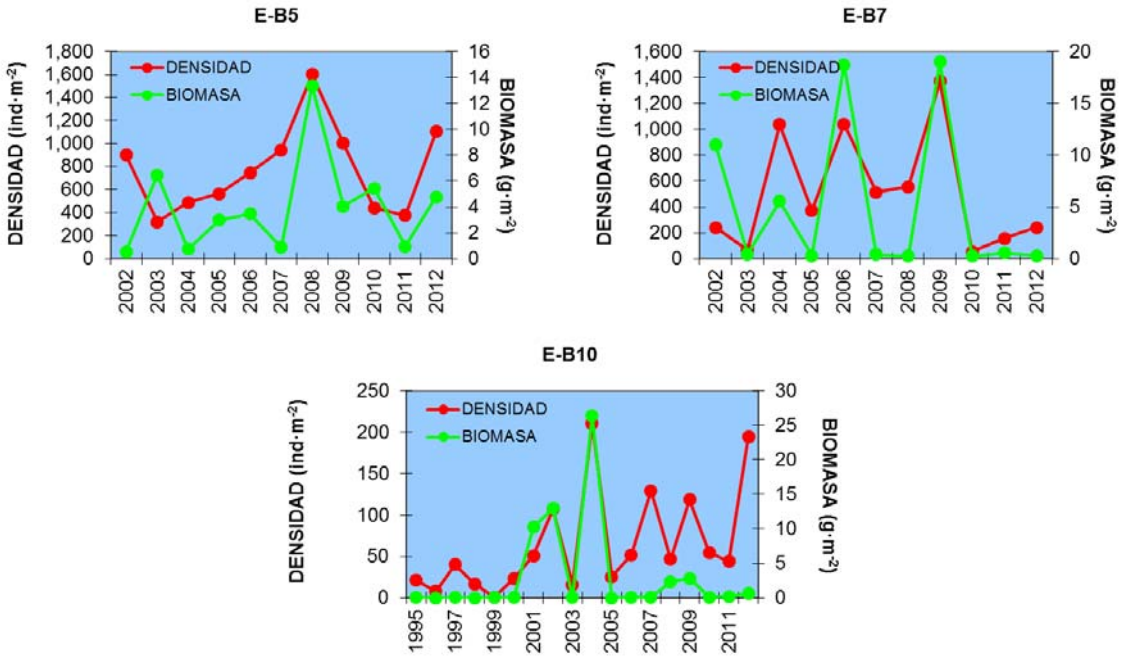


Figura 102 Evolución de la densidad y biomasa en las estaciones E-B5, E-B7 y E-B10 (Butroe).

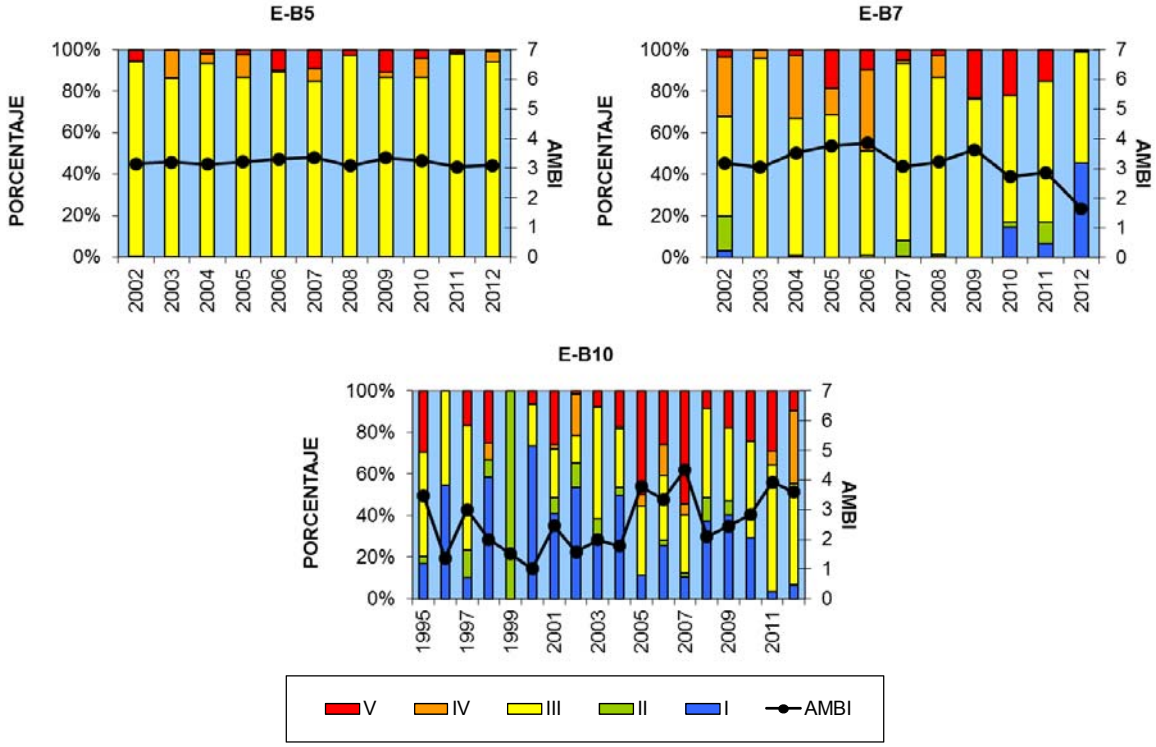


Figura 103 Evolución del porcentaje de cada grupo ecológico y de AMBI en las estaciones E-B5, E-B7 y E-B10 del Butroe.

La tercera estación (E-B10) presenta un sedimento en el que predomina la fracción de limos (72%) frente a las de arenas (28%) y gravas (<1%). El contenido en materia orgánica es de 3,5%.

La comunidad presente en 2012 muestra valores de densidad bajos (195 ind·m^{-2}), aunque relativamente altos en comparación con los normalmente encontrados en esta estación (mínima de 1 ind·m^{-2}en 1999; máxima de 211 ind·m^{-2}en 2004). No existe una gran dominancia de algún *taxon* respecto a las abundancias, con lo cual las diversidades son moderadas (diversidad: 2,71 bit·ind^{-1}; equitabilidad: 0,69). La riqueza específica (15 *taxa*) es normal para esta estación (mínima en 1999 con una sola especie; máxima en 2002 con 22 *taxa*).

Las especies identificadas en las muestras de esta estación son características de la mayor parte de los estuarios analizados. Constituyen una biocenosis ampliamente distribuida por los estuarios y medios afines de las costas atlánticas europeas. La biocenosis recibe el nombre de "Comunidad Reducida de *Macoma*". Destacan en E-B10, por su mayor abundancia, *Heteromastus filiformis* (68 ind·m^{-2}), *Streblospio shrubsolii* (48 ind·m^{-2}), *P. ulvae* (27 ind·m^{-2}), *Tapes* sp. (11 ind·m^{-2}) y *Capitella capitata* (16 ind·m^{-2}). El resto de *taxa* (otros 10) presenta densidades inferiores a 7 ind·m^{-2}.

La calificación obtenida a partir del índice biótico AMBI para la estación E-B10 es de alteración moderada (Tabla 110), con dominancia de especies adscritas a los grupos ecológicos III y V (Figura 103). Esta estación presenta mayor variabilidad temporal en los valores de AMBI que las estaciones E-B5 y E-B7.

A continuación se presenta la evaluación del estado ecológico del compartimiento de los macroinvertebrados bentónicos en las tres estaciones de estudio a partir de los valores de M-AMBI.

La estación E-B5 presenta **Muy Buen Estado** (Figura 104). En general, la estación mantiene valores similares de EQR desde el inicio de su seguimiento, en el límite entre el Buen Estado y el Muy Buen Estado, y con una ligera evolución de mejora del estado ecológico.

La estación E-B7 presenta **Buen Estado** (Figura 104), con valores de M-AMBI que reflejan una clara tendencia positiva, lo que supone un incremento de 0,46 en 2002 a 0,68 de la presente campaña, permitiendo que la calificación de la estación pase de Estado Aceptable a Buen Estado.

Por último, la estación E-B10 presenta un EQR de 0,65, correspondiente también a **Buen Estado** (Figura 104), con una evolución temporal bastante irregular, donde situaciones de mejora se alternan con situaciones de empeoramiento. De esta manera, entre 1995 y 2001 la calificación pasó de Buen Estado a Muy Buen Estado; en 2002, en cambio, se detectó una importante disminución de EQR (de 0,82 a 0,58) 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 alcanzó otra vez el Muy Buen Estado; en las campañas 2005-2007 se detectó un nueva regresión del EQR (0,58-0,68) pasando de nuevo a Buen Estado. Como se comentó en informes anteriores, este decremento en la calidad guarda relación con un empeoramiento progresivo en la saturación de oxígeno detectado en el área. Una vez más, en 2008 hubo una nueva recuperación, coincidiendo con un ligero incremento de oxígeno, seguido de un continuo empeoramiento desde 2009, aunque vuelve a apreciarse cierta recuperación las dos últimas campañas (2011 y 2012).

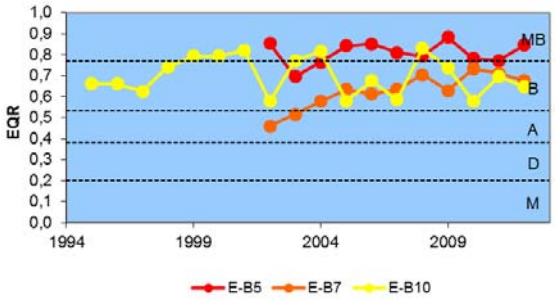


Figura 104 Evolución de EQR para las estaciones estuáricas de la masa de agua de transición del Butroe.

5.3.2 FAUNA ICTIOLÓGICA

Las muestras de fauna demersal que fueron recogidas durante la campaña de campo de 2011, por tanto, en este informe se reanalizan los datos obtenidos con anterioridad mediante la metodología actualizada que ha sido explicada en el Tomo 1.

En este estuario existen datos del año 2002, 2005 y 2008 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.*, 2003; 2006; 2009) y datos anteriores pertenecientes a los estudios realizados para el Consorcio de Aguas de Bilbao Bizkaia entre los años 1997 y 2003 (Franco *et al.*, 1997 - 2002).

En dicho año 2011 se encontraron un total de ocho taxones (tres crustáceos y cinco peces) en las distintas estaciones del estuario (Figura 101), destacacando la presencia del cangrejo japonés *Hemigrapsus takanoi,* especie exótica e invasora de origen asiático (Asakura y Watanabe, 2005; Martínez y Adarraga, 2005, 2006; Dauvin *et al.*, 2009). Ninguna de las especies presentes presenta una distribución espacial por todo el estuario.

La Figura 105, donde se muestra la evolución temporal de la riqueza de especies de peces y de crustáceos observada en el Butroe entre los años 1997-2011, refleja en la última campaña la ruptura de la tendencia ascendente dibujada durante los últimos años. Si bien otros años también se produjeron acusados descensos de capturas en peces (1999, 2002), en el caso de los crustáceos es la primera vez que ocurre una disminución de tal magnitud.

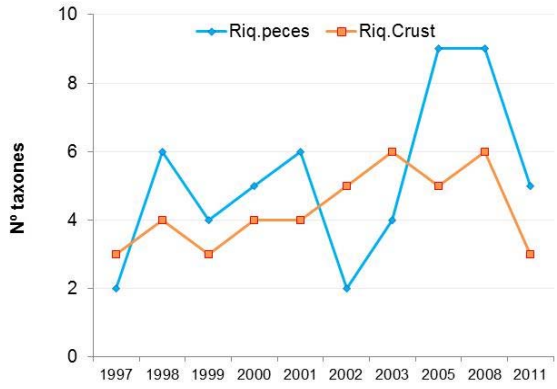


Figura 105 Evolución del número de taxones de peces y crustáceos identificados en los muestreos entre 1997 y 2011 en la masa de agua de transición del Butroe.

En el año 2011 la estación interna (ABI) presentó los valores más elevados para todos los parámetros, no obstante, valores situados entre los más bajos presentados en toda la serie.

La riqueza de peces no continúa el ascenso progresivo observado en los últimos años (excepto en ABE) y sufre un fuerte descenso en todo el estuario, principalmente en el tramo medio (ABM). Algo similar ocurre con los crustáceos, aunque en este caso la tendencia de los últimos años no era tan ascendente. En el tramo exterior (ABE) se observa el único valor que aumenta con respecto al muestreo anterior, y se trata de la riqueza de crustáceos.

En términos de abundancia se observan distintos comportamientos para cada tramo del estuario y tipo de fauna. En el caso de los crustáceos, en las estaciones ABE y ABM se mantiene la tendencia hacia el empobrecimiento reflejada en años anteriores, mientras que en ABI, donde en años previos se notó cierta mejoría en la presencia faunística, se observa una drástica reducción de los ejemplares recogidos. En el caso de los peces, en ABE se continúa con la progresión descente iniciada en 2005, mientras que en ABM y ABI se rompe con la mejoría observada en 2008.

De un modo similar, la evolución de los valores de diversidad también es distinta en cada tramo de estuario. En todos los tramos los valores de diversidad son menores a los observados en el muestreo anterior de 2008, aunque en ABE se continúa con el descenso reflejado en 2008, mientras que en ABM y ABI se trunca el ascenso producido durante los últimos años.

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.,* 1997-2004) y los datos obtenidos en las campañas realizadas para la red de calidad (Borja *et al.,* 2011). 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.

En la Tabla 111 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	2002	2005	2008	2011	2002	2005	2008	2011	2002	2005	2008	2011
Riqueza	3	3	3	1	3	5	5	1	3	5	5	3
Esp. Ind. contaminación	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Especies introducidas	5	5	5	5	5	5	5	1	5	5	5	5
Salud piscícola	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Peces planos	1	3	1	1	1	3	3	1	1	3	1	1
Omnívoros	3	5	3	1	3	3	3	1	3	3	1	1
Piscívoros	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Especies residentes (nº)	3	3	1	3	3	5	5	1	3	5	5	3
Especies residentes (%)	1	1	5	1	1	1	5	1	1	1	1	5
PUNTUACIÓN	27	31	29	23	27	33	37	17	27	33	29	29
AFI	0,50	0,61	0,56	0,39	0,50	0,67	0,78	0,22	0,50	0,67	0,56	0,56
CALIDAD BIOLÓGICA	B	B	B	A	B	B	MB	D	B	B	B	B

Tabla 111 Valores de los indicadores seleccionados para estimar la calidad biológica en cada estación del Butroe (ABE externa, ABM media, ABI interior) y rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): ≥ 0,78; Bueno (B): 0,55-0,78; Aceptable (A): 0,34-0,55; Deficiente: (D) 0,17-0,34; Malo (M): ≤ 0,17. AFI: AZTI's Fish Index

En 2011 los indicadores que hacen referencia a la riqueza específica, peces planos, omnívoros y piscívoros son los que favorecen la baja calidad biológica, alcanzando un estado deficiente en ABM debido, además, a la presencia de una especie introducida y al bajo número de especies residentes (Tabla 111).

El indicador de la riqueza desciende en todos los tramos, especialmente en la parte media. En cuanto a la composición trófica de peces demersales en todas las

estaciones existe una relación equilibrada entre omnívoros y piscívoros, siendo el mínimo (valor porcentual de 1:1) y habiendo descendido en los tramos exterior y medio con respecto a la situación de 2008.

La presencia de peces planos alcanza valores mínimos en todos los tramos, es decir, se mantiene la situación de 2008 en la parte externa e interna y disminuye el valor en la parte media.

En la Figura 106 se muestra la evolución temporal de la calidad biológica de cada uno de los tramos entre los años 1997 y 2011 (se incluye el resultado obtenido en los muestreos realizados para el Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia). El estado de la calidad biológica piscícola alcanzada en el año 2011 fue de **'Aceptable'** en el tramo exterior del estuario, **'Deficiente'** en el tramo medio y **'Bueno'** en el tramo interior. El único tramo que mantiene el valor obtenido en 2008 es el tramo interior; en el resto, la calidad disminuye, especialmente en el tramo medio.

Entre 1997 y 2001 la calidad de los tres tramos oscila entre valores de Aceptable y Bueno. En 2001 las estaciones interna y media alcanzan los valores más bajos y similares a los obtenidos en 1997. A partir del año 2002, la situación empieza a mejorar progresivamente. La tendencia a lo largo de los últimos años muestra que el tramo exterior empeora su calidad desde 2005 (o 2008 en el caso del tramo medio).

La mejoría gradual que se aprecia en la Figura 106 se debe principalmente 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 estuario, canal, bocana y dársena). La Figura 107 muestra la evolución de la calidad biológica en peces para toda la masa de agua de transición del Butroe entre los años 1997 y 2011 (siguiendo la metodología que ha sido explicada en el Tomo 1). Esta masa evoluciona favorablemente, alcanzando los valores más altos los últimos años (posiblemente debido a la mejora del sistema de saneamiento) pero sufre un importante empeoramiento en 2011, descendiendo su calidad a **Aceptable,** sin que se sepan las causas que hayan podido provocar esto.

Habrá que ver en próximos años si esto se debe a un aspecto coyuntural o tiene una causa más profunda. En la estación intermedia, que presenta la peor calidad de peces, ha bajado la calidad del agua, por lo que quizá esa sea la causa.

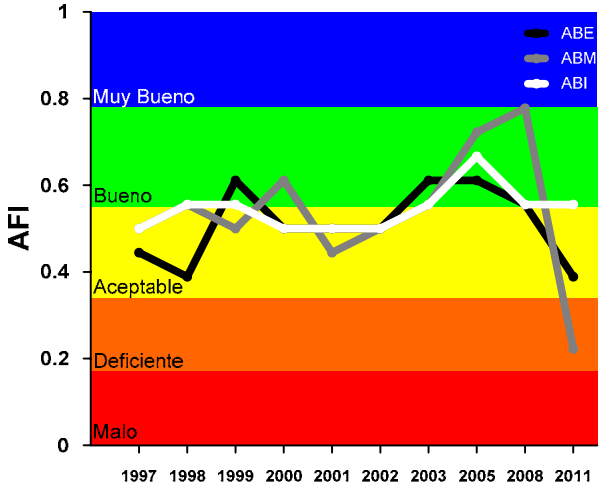


Figura 106 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenidos para cada estación (ABE, ABM, ABI) entre los años 1997 y 2011. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: ≥ 0,78; Bueno: 0,55-0,78; Aceptable: 0,34-0,55; Deficiente: 0,17-0,34; Malo: ≤ 0,17. AFI: AZTI's Fish Index.

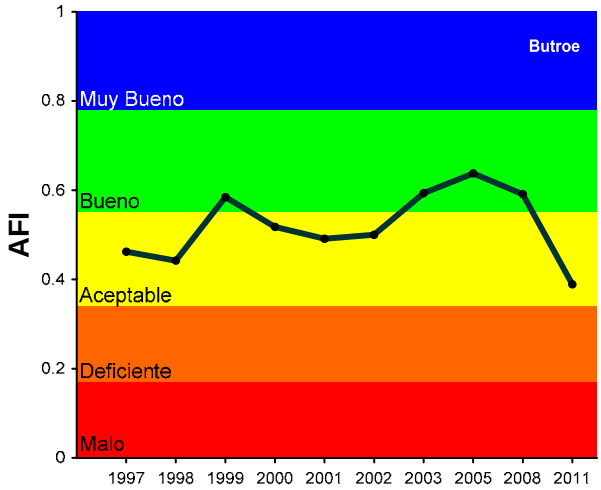


Figura 107 Valores de la calidad biológica obtenidos para la masa de transición del Butroe entre los años 1997 y 2011. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: ≥0,78; Bueno: 0,55-0,78; Aceptable: 0,34-0,55; Deficiente: 0,17-0,34; Malo: ≤ 0,17. AFI: AZTI's Fish Index.

5.3.3 VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO. FITOPLANCTON

Al igual que en anteriores informes, el fitoplancton en la masa de agua de transición del Butroe se evalúa con los datos de los últimos seis años, en base a dos métricas: el percentil 90 de la clorofila y el porcentaje de blooms. El estado global del fitoplancton se calcula promediando los EQRs de ambos indicadores (véase tomo de metodología).

Para el indicador basado en la concentración de clorofila "a" (percentil 90) los umbrales que separan las clases de estado difieren entre aguas euhalinas y mesohalinas (Figura 108).

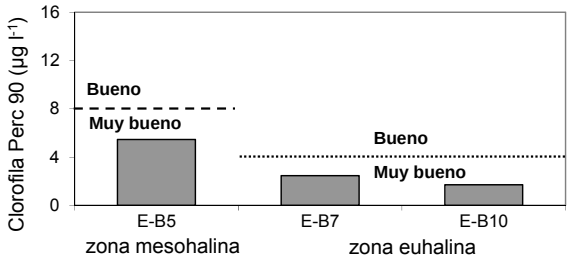


Figura 108 Percentil 90 de la concentración de clorofila en el estuario del Butroe. Los datos utilizados han sido los de superficie, pleamar y bajamar, de las cuatro épocas del año, desde 2007 hasta 2012.

En la estación de cabecera, E-B5, el valor del indicador es 5,46 µg l^{-1} (n=48), lo cual corresponde a un estado "Muy bueno" para aguas de carácter mesohalino. En la estación de la zona intermedia (E-B7) es 2,46 µg l^{-1} (n=48), y en la desembocadura (E-B10) es 1,70 µg l^{-1} (n=48), indicando un estado "Muy bueno" también en las estaciones euhalinas (Figura 108).

En la Figura 109 se muestra el indicador basado en la abundancia fitoplanctónica (frecuencia de blooms). Para este indicador el tramo salino no se tiene en cuenta a la hora de establecer los umbrales que separan las clases de estado en los estuarios (Revilla *et al*., 2009b).

En la estación E-B5 la frecuencia de las floraciones fitoplanctónicas es 40,0%, lo cual indica un estado en el límite entre "Bueno" y "Aceptable". En la estación E-B7 y en la E-B10 la frecuencia es 0,0%, indicando un estado "Muy bueno" según el indicador basado en la abundancia fitoplanctónica (Figura 109).

En la Tabla 112 se indica el estado del fitoplancton en cada una de las estaciones del Butroe, integrando los resultados de ambos indicadores. Se indican también los valores de EQR. El estado global del fitoplancton para el periodo 2007-2012 se clasifica como "Bueno" en la estación E-B5 y como "Muy bueno" en las estaciones E-B7 y E-B10.

Finalmente, en la Tabla 113 se muestra la evolución del estado del fitoplancton en periodos móviles de seis años. El **estado del fitoplancton** en la masa de agua de transición del **Butroe** se clasifica en el último periodo (2007-2012) como "**Muy bueno**", al igual que en los periodos anteriores. El EQR del fitoplancton en esta masa de agua presenta una leve tendencia de aumento a lo largo de la última década, variando entre aproximadamente 0,93 y 0,95.

La estación de cabecera (E-B5), donde la frecuencia de floraciones es superior a la que se observa en el resto del estuario, presenta un estado "Bueno" en la mayoría de las evaluaciones. Las zonas media y exterior (E-B7 y E-B10) presentan un estado "Muy bueno" a lo largo de toda la serie temporal (Tabla 113).

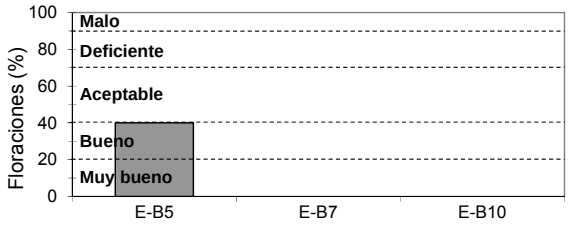


Figura 109 Frecuencia de floraciones fitoplanctónicas (%) en el estuario del Butroe. Los datos utilizados corresponden a superficie, pleamar, en primavera y verano, desde 2007 hasta 2012.

ESTACIÓN	EQR_1 Biomasa	EQR_2 Floraciones	Estado y EQR Global
E-B5	0,976	0,418	Bueno (0,697)
E-B7	1,000	1,000	Muy Bueno (1,000)
E-B10	1,000	1,000	Muy Bueno (1,000)

Tabla 112 Estuario del Butroe. Calificación del estado del fitoplancton para cada estación de muestreo durante el periodo 2007-2012. Se muestran los EQRs parciales de cada indicador y el EQR global.

	03-08	04-09	05-10	06-11	07-12
Butroe	MB (0,928)	MB (0,927)	MB (0,930)	MB (0,932)	MB (0,951)
E-B5	B	B	B	B	B
E-B7	MB	MB	MB	MB	MB
E-B10	MB	MB	MB	MB	MB

Tabla 113 Evolución temporal del estado del fitoplancton en el estuario del Butroe, a lo largo de periodos móviles de seis años. Se indica entre paréntesis la evolución del EQR del fitoplancton.

CLOROFILA

La concentración de clorofila "a" se midió en tres estaciones, distribuidas desde la cabecera hasta la desembocadura (E-B5, E-B7, E-B10), realizándose un

muestreo por cada época del año (invierno, primavera, verano y otoño). Las muestras se tomaron sólo en superficie, tanto en pleamar como en bajamar, con lo cual se obtuvo un conjunto de 24 datos que abarcaron un amplio rango salino (4,7-35,4 USP) (Figura 110).

La concentración de clorofila estuvo comprendida entre 0,5 y 6,3 µg l^{-1} (Figura 110). El máximo, de pequeña magnitud, se observó en otoño. Éste se localizó en la cabecera del estuario (estación E-B5), en aguas oligohalinas (4,7 USP). También se registraron picos secundarios en verano (~3 µg l^{-1}), en la misma zona del estuario (estaciones E-B5 y E-B7), pero en condiciones de menor caudal fluvial, como puede deducirse por el valor de la salinidad (cercano a 30 USP).

En comparación con otras masas de agua del mismo tipo (Tipo 9, estuarios con grandes zonas intermareales), el Butroe presentó concentraciones de clorofila más bien bajas, muy similares a las del Barbadun y el Oria. En el resto de los estuarios de este tipo, en 2012, los picos de clorofila alcanzaron entre 15 y 35 µg l^{-1}; éste fue el caso del Oka, Lea, Artibai y Urola. No obstante, en los dos últimos años las concentraciones de clorofila registradas en los estuarios vascos han sido bastante moderadas. Por ejemplo, en el año 2010 se observaron picos de 80 µg l^{-1} (en el Urola y en el Barbadun).

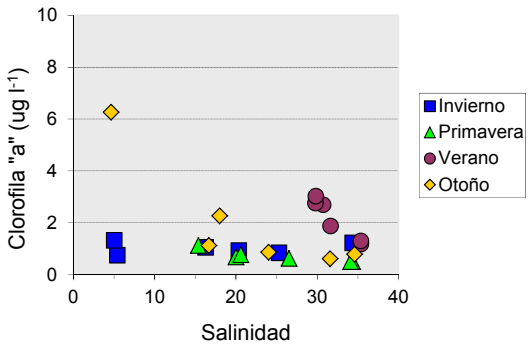


Figura 110 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino del estuario del Butroe en las cuatro épocas de estudio durante 2012. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

Las bajas concentraciones de clorofila del Butroe son coherentes con las concentraciones de nutrientes detectadas en las épocas más propicias para el crecimiento del fitoplancton (primavera y verano). Los máximos en dichas épocas fueron: 1,4 µM (fosfato), 16 µM (amonio) y 51 µM (nitrato). Estas concentraciones, aunque son algo superiores a las que se consideran características de muy buen estado en el caso del fosfato y el amonio (nutrientes indicadores de aguas residuales), están muy alejadas de las consideradas características de mal estado físico-químico: 10,6 µM (fosfato), 50 µM (amonio) y 163 µM (nitrato), en aguas mesohalinas.

Para estudiar la evolución a lo largo de los años de la concentración de clorofila en el estuario del Butroe se ha calculado el valor del percentil 90 para periodos móviles de seis años (Figura 111).

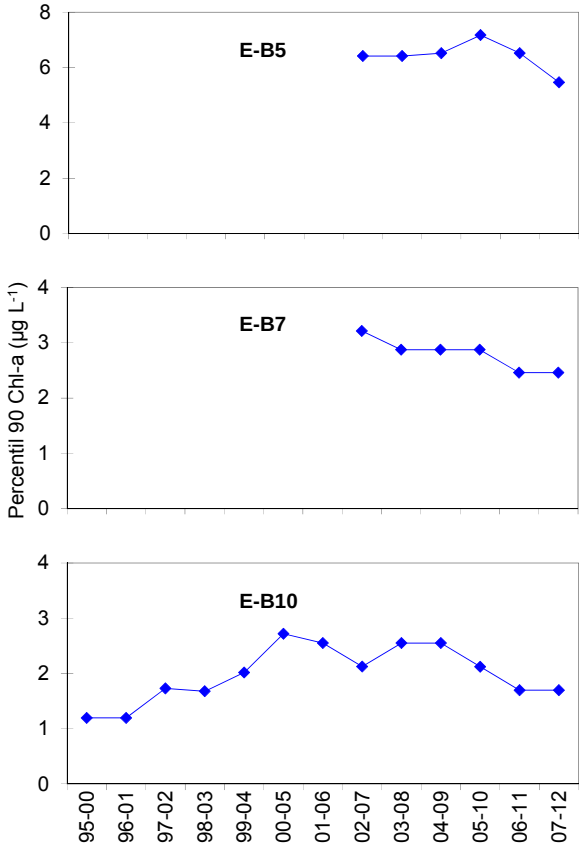


Figura 111 Evolución de la concentración de clorofila en el estuario del Butroe. Se muestra el percentil 90 calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, para periodos móviles de seis años.

Como puede apreciarse en la Figura 111, en la estación de cabecera (E-B5, mesohalina) el percentil 90 de la clorofila ha variado poco en las épocas recientes, entre 5 y 8 µg l^{-1}. En la estación de la zona media del estuario (E-B7, euhalina), los valores del percentil 90 son más bajos (entre 2 y 3 µg l^{-1}). En la estación de la desembocadura (E-B10, euhalina), se aprecia una ligera tendencia ascendente desde el periodo 1995-2000, con valores cercanos a 1 µg l^{-1}, hasta el periodo 2000-2005, con valores en torno a 2-3 µg l^{-1}. Desde entonces, este estadístico ha mostrado leves oscilaciones. En el resto de los estuarios del País Vasco, en aguas de carácter oligo-, meso- o polihalino el percentil 90 de la clorofila normalmente no supera los 8 µg l^{-1}. En los tramos euhalinos de los estuarios suele ser inferior a 4 µg l^{-1}.

En las zonas exteriores de la mayor parte de los estuarios del País Vasco se ha observado a lo largo del

tiempo algunas oscilaciones (aunque de diferente magnitud y periodicidad) en el percentil 90 de la clorofila. Las zonas exteriores son generalmente las que tienen menor influencia antropogénica dentro de los estuarios, desde el punto de vista de la eutrofización, estando sometidas a una mayor advección mareal y ocupadas en pleamar por comunidades fitoplanctónicas de la costa. Por lo tanto, los cambios observados en la clorofila podrían estar ligados a cambios en las condiciones océano-meteorológicas a mayor escala espacial (factores como insolación, aporte de nutrientes mediado por la pluviosidad, estratificación frente a mezcla vertical, balance afloramiento-hundimiento, etc.). Para comprobar estas hipótesis, se han realizado recientemente estudios sobre los ciclos climáticos y su influencia sobre la dinámica del fitoplancton. En dichos estudios se ha constatado que la clorofila presenta oscilaciones debidas a factores naturales, en la zona marina de la plataforma costera del País Vasco (Revilla et al., 2012). En el caso de la estación E-B10, que representa la zona exterior del estuario del Butroe, es muy notable la similitud de la periodicidad de dichos ciclos si se comparan con los de una estación offshore (D2 ó L-REF10).

COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DEL FITOPLANCTON

En la Tabla 114 se presentan las variables que describen la estructura general de la comunidad fitoplanctónica en el estuario del Butroe. Para las estaciones de la zona media y exterior se dispone de datos de las cuatro épocas del año, mientras que para la estación de cabecera sólo de primavera y verano.

La abundancia celular varió en un amplio rango, desde valores del orden de 10^4 -10^5 células l^{-1} en invierno y otoño, hasta 10^6 células l^{-1} en verano. La abundancia celular presentó el valor máximo en la zona media del estuario (E-B7). La estación de cabecera (E-B5), pese a su carácter mesohalino, no mostró una alta abundancia, al contrario de lo que se suele observar en estas zonas de los estuarios del País Vasco.

En otoño e invierno las comunidades estuvieron caracterizadas por un bajo número de especies. Con una baja abundancia, dominaron los organismos no silíceos de pequeño tamaño y las diatomeas pennales (posiblemente de origen bentónico).

En primavera, la riqueza y diversidad fueron bastante bajas en la zona de cabecera. La estación E-B5 presentó una comunidad en abundancia y composición muy similar a las encontradas en invierno y otoño. Por el contrario, en la zona media y en la exterior se encontró una mayor densidad de criptofitas y dinoflagelados.

En verano la comunidad fitoplanctónica también mostró diferencias entre la zona de cabecera y las zonas media y exterior del estuario. Aunque en proporción las diatomeas mostraron una contribución similar a lo largo del estuario (50-65%), en la estación E-B5 éstas fueron en su mayoría diatomeas pennales. Sin embargo, en las estaciones E-B7 y E-B10 las diatomeas mostraron una gran riqueza de especies y destacaron por su abundancia las del género *Chaetoceros* y *Skeletonema*. No obstante, también se encontró un número relativamente alto de diatomeas pennales en las zonas media y exterior del Butroe. En la estación E-B7 destacaron además las criptofitas, dinoflagelados gymnonidiales de pequeño tamaño y haptofitas.

Estación		E-B7	E-B10
Fecha		27/02/2012	27/02/2012
Abund. (x10^3 céls. l^{-1})		191	197
Diversidad (bit/cel)		2,4	1,7
Riqueza (Nº especies)		7	8
Estación	E-B5	E-B7	E-B10
Fecha	09/05/2012	09/05/2012	09/05/2012
Abund. (x10^3 céls. l^{-1})	255	408	195
Diversidad (bit/cel)	2,5	3,2	3,1
Riqueza (Nº especies)	8	20	19
Estación	E-B5	E-B7	E-B10
Fecha	05/09/2012	05/09/2012	05/09/2012
Abund. (x10^3 céls. l^{-1})	319	1.161	816
Diversidad (bit/cel)	2,4	3,7	3,6
Riqueza (Nº especies)	12	38	34
Estación	E-B5	E-B7	E-B10
Fecha		07/11/2012	07/11/2012
Abund. (x10^3 céls. l^{-1})		101	99
Diversidad (bit/cel)		1,8	1,4
Riqueza (Nº especies)		7	7

Tabla 114 Índices relacionados con Fitoplancton. Estuario del Butroe. Los datos son de superficie, en pleamar.

5.3.4 VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO. MACROALGAS

Para su estudio la masa de agua se dividió en 13 zonas tanto en 2002, como en 2005, 2008 y 2011, numeradas del 1 al 13 desde la desembocadura al interior. Estas 13 zonas representan tres tramos del estuario, que se pueden adscribir a las estaciones E-B10 (zonas 1 a 3), E-B7 (zonas 4 a 8) y E-B5 (zonas 9 a 13), desde la desembocadura al interior.

Así, en la Tabla 115 se observan los resultados obtenidos de aplicar el método explicado en el Tomo 1 del informe correspondiente a la campaña de 2003 (Borja *et al.*, 2004d) para la masa de agua en las cuatro campañas arriba indicadas.

La calificación obtenida en 2011 fue de '**Buen Estado**' para el global de la masa de agua; el mismo que

en 2002 y en 2008 (Tabla 115). En 2005 pasó a 'Estado Aceptable' debido a que en el tramo central del estuario disminuyó la cobertura de algas no indicadoras de contaminación y a que aumentó el ratio de clorofíceas frente al resto de algas. Sin embargo, en 2008, se produjo cierta recuperación, en especial en la zona M-EB8, que ocupa un área de 110.000 m^2, sobre un total de 191.250 m^2 estimados para el estuario.

En este punto, cabe señalar que en la evaluación correspondiente a la pasada campaña de 2011, se llevó a cabo un error de cálculo que llevó a que en el informe correspondiente se le otorgara a esta masa de agua la calificación de 'Muy Buen Estado'.

	E-B10	E-B7	E-B5	GLOBAL
2002	B	B	B	B
2005	B	A	B	A
2008	B	B	A	B
2011	B	B	A	B

Tabla 115 Calificación obtenida para cada uno de los tramos en que se divide la masa de agua (M-EB1 a M-EB3, se adscriben a E-B10; M-EB4 a M-EB8, se adscriben a E-B7; M-EB9 a M-EB13, se adscriben a E-B5) y para el global de la misma, en cada una de las campañas muestreadas (A=Estado Aceptable; B=Buen Estado).

5.4 INDICADORES FISICOQUÍMICOS

5.4.1 CARACTERIZACIÓN 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. En la Tabla 116 se muestran los datos medios anuales, correspondientes a las campañas de 2012, 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	14,81	15,09	15,48	15,83	15,75	15,79
Salinidad	USP	16,14	20,14	26,23	28,55	30,17	30,68
Agua fluvial	%	54,67	43,43	26,32	19,80	15,27	13,82
Saturación O_2	%	88,38	86,13	99,82	98,37	93,36	92,85
pH		7,84	7,68	8,09	7,99	8,06	7,95
Silicato	$\mu mol.dm^{-3}$	73,78		34,81		20,81	
Amonio	$\mu mol.dm^{-3}$	10,74		5,91		6,06	
Nitrito	$\mu mol.dm^{-3}$	1,34		0,74		0,54	
Nitrato	$\mu mol.dm^{-3}$	54,44		28,06		16,81	
Nitrógeno Total	$\mu mol.dm^{-3}$	109,85		52,10		39,18	
Fosfato	$\mu mol.dm^{-3}$	1,51		0,90		0,59	
Fósforo Total	$\mu mol.dm^{-3}$	2,76		1,69		1,34	
Carbono O. Total	$\mu mol.dm^{-3}$	256,48		145,04		137,77	

Tabla 116 Estuario del Butroe. Valores medios de variables relacionadas con el estado trófico. F: fondo, S: superficie.

En el año 2012 la temperatura media del agua varía entre 14,8 °C y 15,8 °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 en cada punto de muestreo. La estación E-B5 se caracterizó por ser la estación con mayor porcentaje de agua de origen fluvial, tanto en superficie como en fondo (43-55%) y además 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 14-26%.

El promedio anual de oxígeno disuelto presenta máximos próximos a la saturación en la estación intermedia E-B7. En las estaciones de cabecera y desembocadura no se alcanzan valores promedios de saturación, por lo que se deduce 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 claramente para el silicato y en menor medida para el resto de nutrientes. 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.

En cuanto a las proporciones entre nutrientes, las situaciones registradas en las series de 2012 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. 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.

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. Es más, en las tres estaciones de estudio algunos de los máximos más importantes de NID y concentración de fosfato se han registrado en los últimos años (Figura 112).

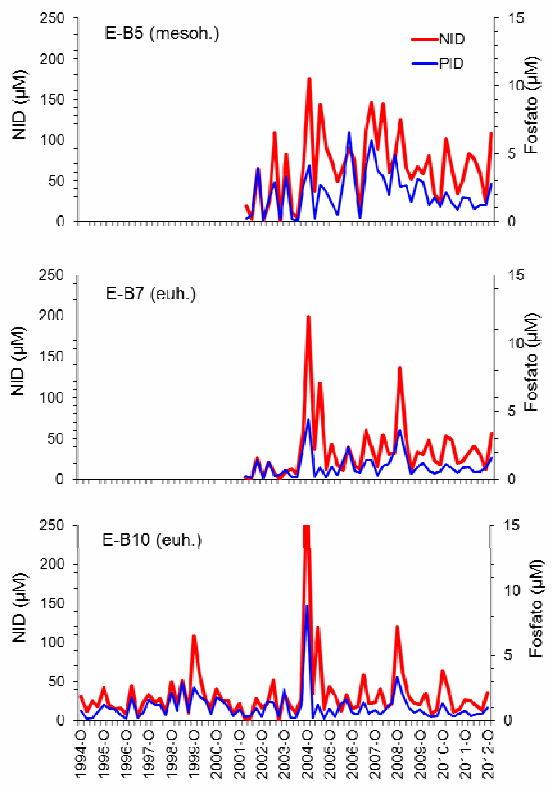


Figura 112 Evolución trimestral, entre otoño de 1994 y otoño de 2012, de la concentración de Nitrógeno Inorgánico Disuelto (NID) y fosfato, ambos en micromoles por litro, en aguas de superficie (media de pleamar y bajamar), en las estaciones del Butroe.

En la Figura 113 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 120% en los últimos 16 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 40-80%) 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, de 2005 a 2009, el valor de la saturación sube hasta alcanzar valores próximos al 100% de saturación. Desde 2010 se observa una elevada variabilidad inter e intra anual, con valores promedios próximos al 80-90%.

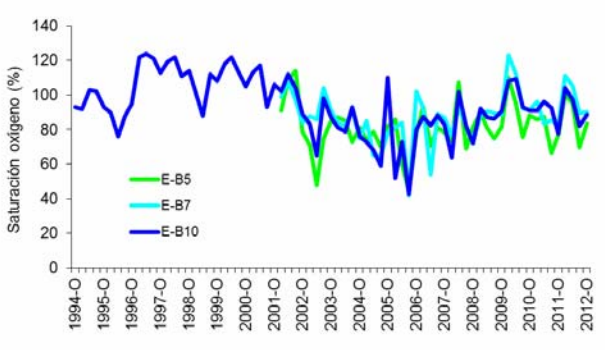


Figura 113 Evolución temporal del porcentaje de saturación de oxígeno disuelto en el estuario del Butroe (estaciones E-B5, E-B7 y E-B10), media de pleamar y bajamar, superficie y fondo. (O: otoño).

METALES DISUELTOS

Las concentraciones de cromo trivalente (excepto en el muestreo de mayo) y de mercurio en las aguas de superficie en las estaciones del estuario de Butroe, se mantienen por debajo de sus respectivos límites de detección (1-2 $\mu g \cdot l^{-1}$ y 0,01 $\mu g \cdot l^{-1}$).

En la Figura 114 se muestra la evolución de la concentración media del resto de los metales para el periodo comprendido entre otoño de 1994 y verano de 2012. 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 en bajamar.

Como se puede apreciar en la Figura 114, en términos generales, excepto en el caso del Cd y el Zn, para los que se observa una disminución de la concentración media anual, el resto de metales estudiados presentan una tendencia bastante irregular a lo largo de los años. Además, en la presente campaña ningún metal supera su objetivo de calidad correspondiente (NMA-MA) en ninguna de las estaciones de estudio.

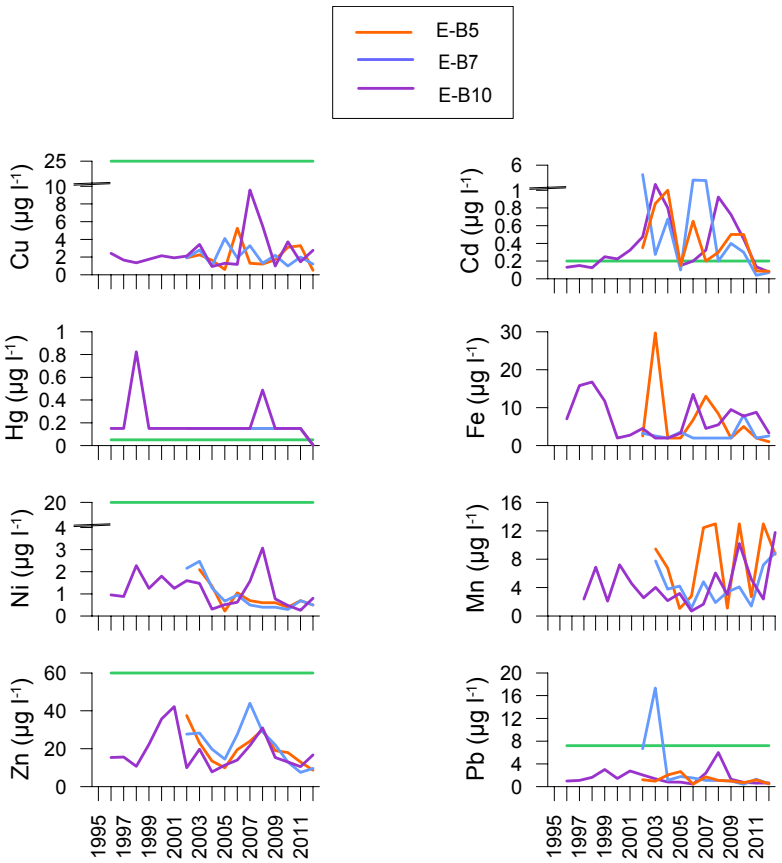


Figura 114 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en las estaciones del Butroe en el periodo que abarca desde 1994 a 2012. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

CONTAMINANTES ORGÁNICOS Y OTROS CONTAMINANTES ESPECÍFICOS

En la campaña de 2012, las concentraciones de los compuestos orgánicos analizados se encuentran por debajo de sus respectivos límites de cuantificación.

5.4.2 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS

PARÁMETROS SEDIMENTOLÓGICOS DE CARÁCTER GENERAL

Desde el año 1995, en la estación E-B10, y desde 2002 en las estaciones E-B5 y E-B7, se dispone de la información relativa a la composición granulométrica, contenido en materia orgánica, potencial redox y contenido en carbono y nitrógeno orgánico particulado.

A partir de esta información, en la Figura 115 y Figura 116 se ha establecido una evolución temporal para cada estación. Además en la Tabla 117 se recogen los resultados de los análisis realizados en la campaña de invierno de 2012.

En cuanto a la variabilidad espacial, en la presente campaña, la estación E-B7 muestra un sedimento predominantemente arenoso, mientras que la estación más interna (E-B5) presenta, mayor porcentaje de finos (superior al 70%). En la presente campaña, las tres estaciones muestran valores positivos de potencial redox.

En cuanto a la evolución temporal, en las tres estaciones se observa un descenso discontinuo del contenido en materia orgánica.

Estación	Grava (%)	Arena (%)	Limo (%)	M.O. (%)	Eh (mV)	C.O.P. (mol kg^{-1})	N.O.P. (mol kg^{-1})	C/N (mol/mol)
E-B5	0,37	27,96	71,67	3,99	157	1,92	0,12	15,6
E-B7	0,82	98,80	0,38	0,67	256	1,91	0,10	20,0
E-B10	0,15	28,02	71,83	3,54	100	2,25	0,11	19,9

Tabla 117 Parámetros sedimentológicos correspondientes a los muestreos de invierno de 2012. Grava > 2 mm > Arena > 63 µm > Limo; M.O.: materia orgánica; Eh: potencial redox; C.O.P. carbono orgánico particulado; N.O.P.: nitrógeno orgánico particulado; C / N: relación carbono / nitrógeno).

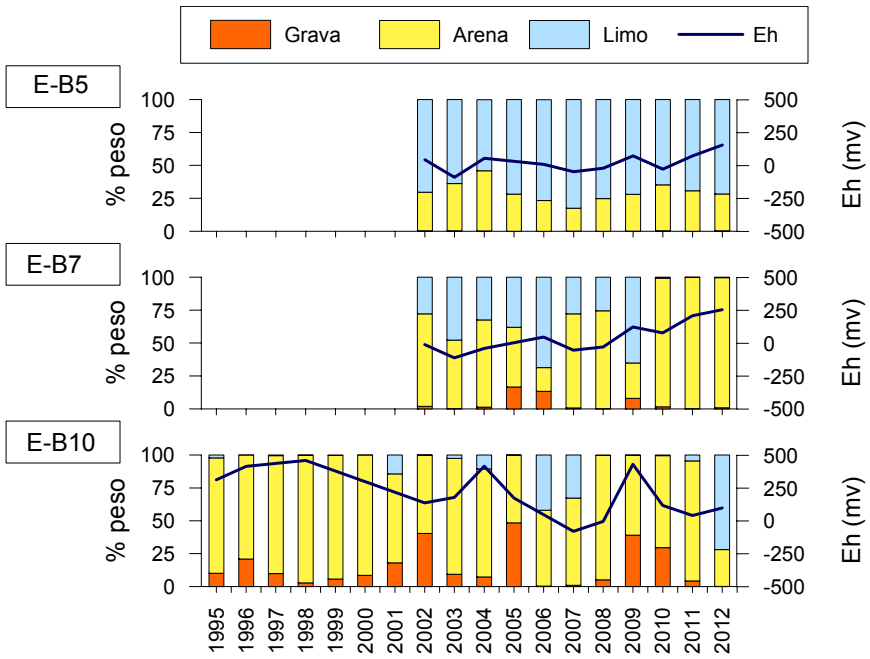


Figura 115 Evolución temporal del potencial redox (Eh) y las fracciones granulométricas (grava, arena y limo) en los sedimentos de la masa de agua de transición del Butroe (muestreos de invierno).

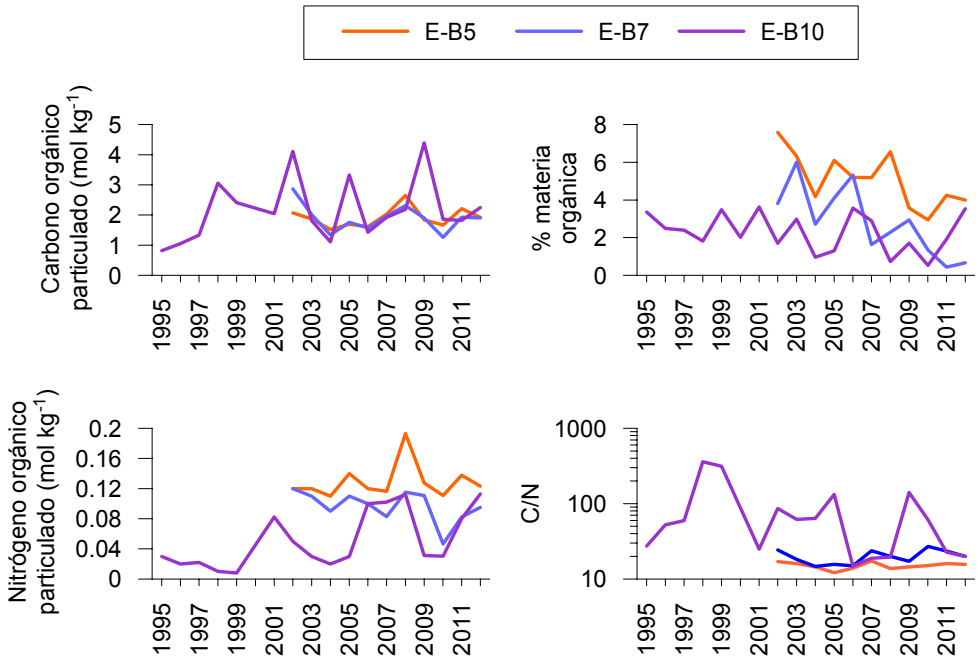


Figura 116 Evolución temporal del contenido en materia orgánica, carbono orgánico particulado y relación carbono/nitrógeno en los sedimentos superficiales (muestreos de invierno).

METALES PESADOS

En la Tabla 118 se recogen las concentraciones de metales pesados analizados en la campaña de invierno de 2012.

La Figura 117 muestra la evolución temporal para cada uno de los metales en la estación E-B10 desde 1995 y para las estaciones E-B5 y E-B7 desde 2002.

Durante las campañas más recientes, todos los metales evaluados presentan concentraciones dentro del nivel de fondo.

Sin embargo, al representar la concentración de metales corregidos por el contenido en finos de los sedimentos (Figura 118), durante la presente campaña, en la estación E-B5 y E-B10, todos los metales muestran concentraciones superiores al valor TEL (Threshold Effect Level), indicando probabilidad media de efectos negativos en la biota.

Estación	Cd (µg g^{-1})	Cr (µg g^{-1})	Cu (µg g^{-1})	Fe (µg g^{-1})	Hg (µg g^{-1})	Mn (µg g^{-1})	Ni (µg g^{-1})	Pb (µg g^{-1})	Zn (µg g^{-1})
E-B5	0,19	36	31	28000	0,13	301	24	23	109
E-B7	0,17	42	23	25716	0,08	334	29	12	129
E-B10	0,17	36	27	36992	0,11	446	26	17	114
Media	0,18	38,06	26,90	30236	0,11	361	26,13	17,08	117,08
Desv. est.	0,01	3,67	3,93	5962	0,03	76	2,35	5,67	10,36

Tabla 118 Concentración de metales pesados en la fracción fina de los sedimentos en la campaña de invierno de 2012.

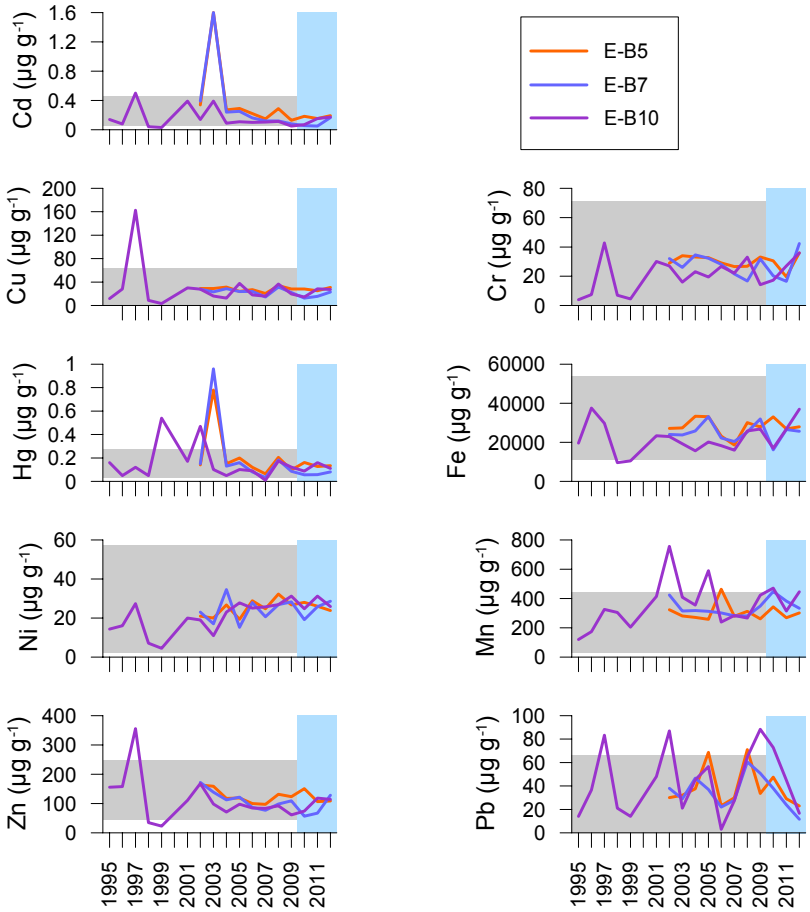


Figura 117 Evolución temporal de la concentración de metales en la fracción fina del sedimento superficial. La franja gris representa el nivel de fondo para cada uno de los metales.

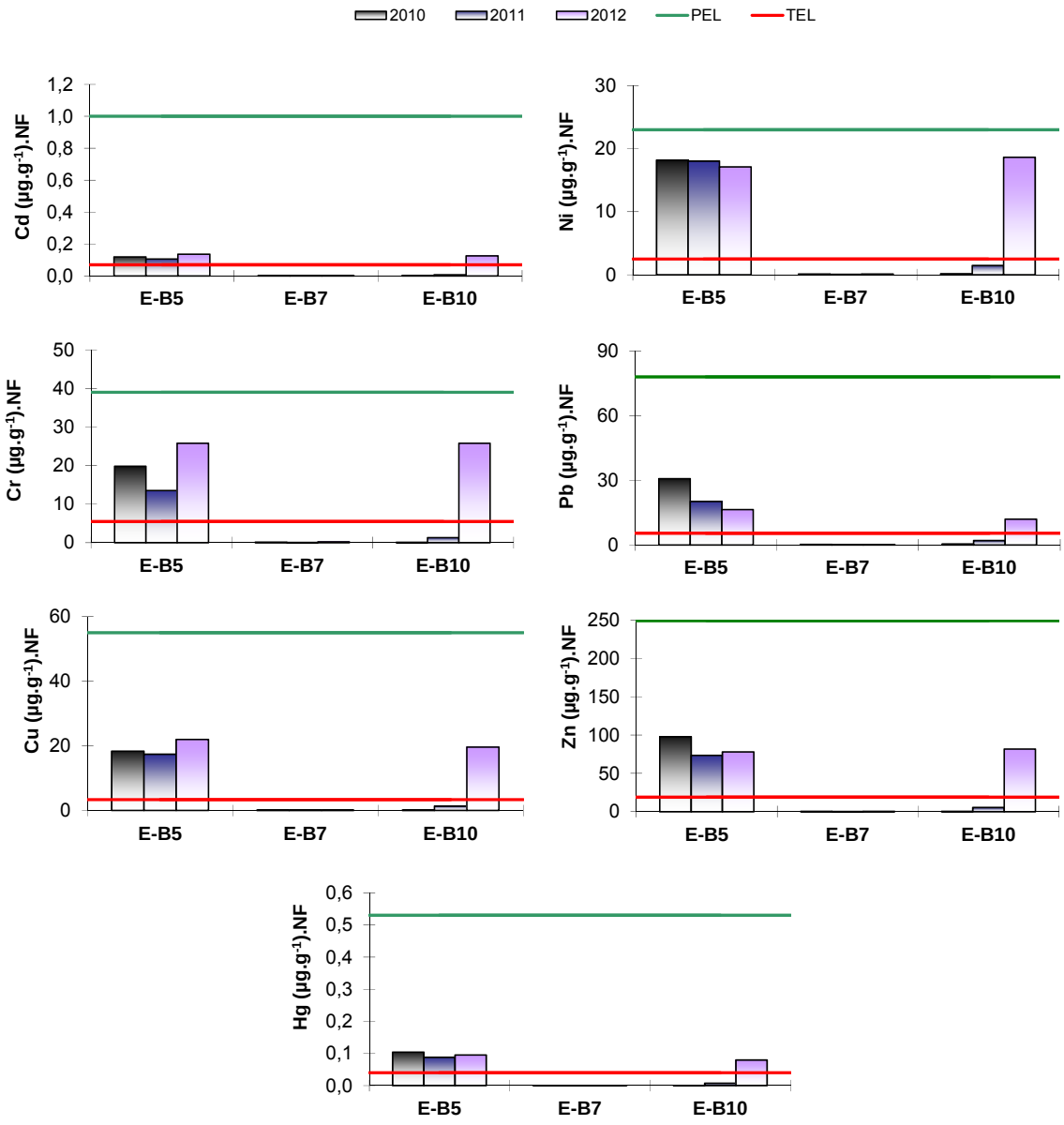


Figura 118 Evolución temporal de la concentración de metales del sedimento de las estaciones del Butroe, durante los últimos tres años (muestreos de invierno). PEL (Probable Effect Level): concentración con efecto negativo probable en la biota; TEL (Threshold Effect Level): concentración por debajo de la cual no se esperan efectos sobre la biota. Nótese que las concentraciones están corregidas por la fracción fina (NF).

COMPUESTOS ORGÁNICOS

En la Figura 119 se recogen las concentraciones de compuestos orgánicos analizados en la campaña de invierno de 2012, en las tres estaciones de estudio. La Figura 119 ilustra la evolución en la concentración de contaminantes orgánicos analizados desde 1995 en la estación E-B10 y desde 2002 en las estaciones E-B5 y E-B7.

En general, el Aldrín, Dieldrín, Isodrín, hexaclorociclohexano, hexaclorobenceno, DDT y sus derivados (excepto en la estación E-B10) presentan concentraciones inferiores o próximas (el DDE en la estación E-B7), al límite de cuantificación.

En la presente campaña, la concentración de los compuestos policlorobifenilos (PCBs) supera el límite de cuantificación en la estación E-B5 y E-B10, aunque sin superar el objetivo de calidad (*i.e.*, 180 ng g^{-1}).

La concentración de hidrocarburos poliaromáticos (PAHs) presenta elevada variabillidad espacial y temporal, pero sin superar el objetivo de calidad (44792 ng g^{-1}). Además, en las campañas más recientes, se observa una disminución discontinua en la estación E-B7. Por lo tanto, las concentraciones de contaminantes orgánicos en las tres estaciones no implican efectos negativos sobre la biota.

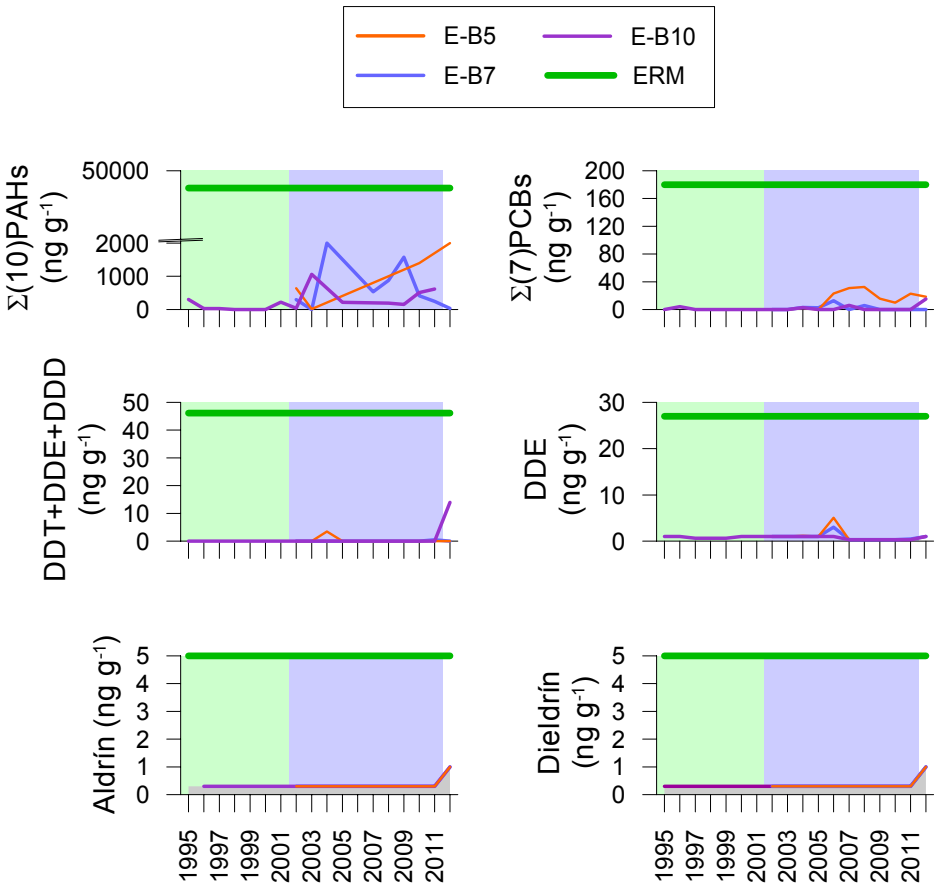


Figura 119 Evolución temporal de la concentración de compuestos orgánicos. La variación en el nivel de cuantificación analítico se muestra sobre fondo gris. ERM: concentración con efecto adversos probables en la biota (del inglés, Effects Range Median, Long *et al.*, 1995). Cabe señalar que las concentraciones inferiores a los límites de detección no se han considerado en el sumatorio. Cambio de color de fondo indica cambio de metodología.

Estación	Aldrín (ng g^{-1})	Dieldrín (ng g^{-1})	Isodrín (ng g^{-1})	DDE (ng g^{-1})	DDD (ng g^{-1})	DDT (ng g^{-1})	*a*HCH (ng g^{-1})	*g*HCH (ng g^{-1})	HCB (ng g^{-1})	S.PCB (ng g^{-1})	S.PAH (ng g^{-1})
E-B5	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	19	1998
E-B7	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<LC	30
E-B10	<1	<1	<1	<1	4	10	<1	<1	<1	15	3604

Tabla 119 Concentración de compuestos orgánicos en los sedimentos en la campaña de invierno de 2012. *a*HCH: alfa-hexaclorociclohexano; *g*HCH:gamma-hexaclorociclohexano; HCB: hexaclorobenceno; S.PCB: suma de las concentraciones de los policlorobifenilos congéneres CB28, CB52, CB101, CB118, CB138,CB153 y CB180; S.PAH: suma de las concentraciones de 10 hidrocarburos poliaromáticos: fenantreno, indeno[1,2,3-cd]pireno, pireno, criseno, benzo[e]pireno, benzo[g,h,i]perileno, fluoranteno, benzo[a]antraceno, benzo[b]fluoranteno y benzo[a]pireno. Cabe señalar que las concentraciones inferiores a los límites de cuantificación no se han considerado en el sumatorio; <LC: inferior al límite de cuantificación.

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

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.

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 centrales del nivel de fondo de metales, calculados por Rodríguez *et al.* (2006), con los encontrados en las zonas estudiadas (Factor de Contaminación, FC). 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 120 se recoge el índice de carga contaminante (ICC) por cada metal en los sedimentos del estuario del Butroe en la campaña de 2012 y en la Figura 120 se presenta la evolución de los valores globales de ICC. Las tres estaciones presentan un ICC global no contaminado.

En la Figura 121 se presenta la evolución del ICC global. En las campañas más recientes, se observa que los valores no se superan (estación E-B5 y E-B10) o están próximos (E-B7) al valor de ICC de contaminación ligera (*i.e.*, ICC = 1).

Estación	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn	ICC global
E-B5	NC	CL	NC	NC	CL	CL	NC	NC	NC	NC
E-B7	NC	CL	NC	NC	NC	CL	NC	NC	NC	NC
E-B10	NC	CL	NC	CL	NC	CL	NC	NC	NC	NC
Total	NC	CL	NC	NC	NC	CL	NC	NC	NC	NC

Tabla 120 Clasificación de la contaminación en los sedimentos superficiales en función de los metales pesados en 2012, 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.

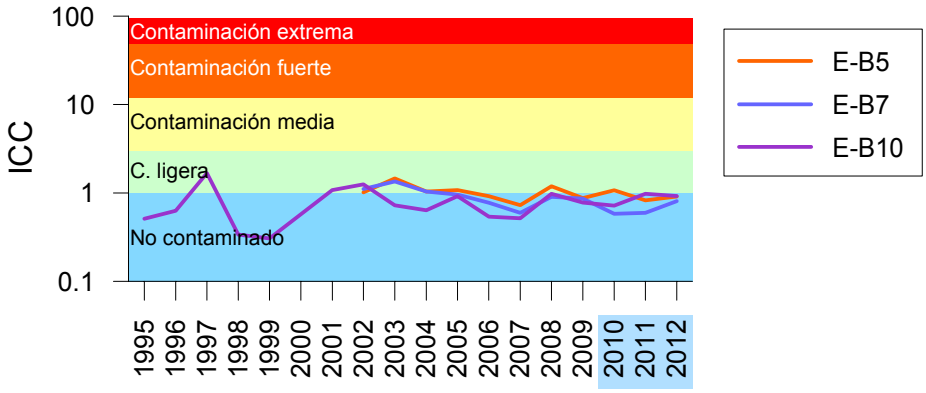


Figura 120 Evolución del Índice de Carga Contaminante (ICC) global de metales en sedimento.

5.4.3 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA EN BIOTA (MOLUSCOS)

En la campaña de 2012, en el estuario del Butroe se recolectaron mejillones el 15 de octubre en la desembocadura (I-B10). Los datos correspondientes a bacteriología, metales pesados y compuestos orgánicos se pueden consultar en la Base de Datos.

BACTERIOLOGÍA

En la Figura 121 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 2012).

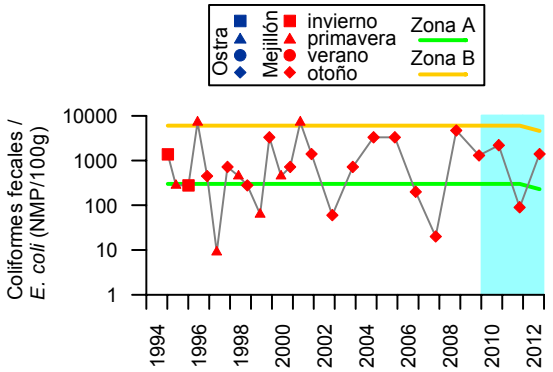


Figura 121 Evolución de la concentración de bacterias (Coliformes fecales hasta 2011 y *E. coli* en 2012) en la estación I-B10 a lo largo del periodo de estudio (otoño de 1994-otoño de 2012).

En 2012 se ha observado una concentración de ***E. coli*** de 1400 NMP/100g. Suponiendo que se tratase de una zona de producción de moluscos, la concentración observada en la campaña de otoño de 2012 se encuentra dentro del rango 230-4600 NMP/100g, valor establecido en el Reglamento (CE) nº 854/2004 para la clasificación de las Zonas tipo B, es decir, aquellas zonas en las que pueden recolectarse moluscos bivalvos vivos que únicamente pueden comercializarse tras su depuración.

METALES PESADOS

En la Figura 122 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 2012).

La concentración de **cadmio** en otoño de 2012 (0,07 mg kg^{-1}) es inferior a la media calculada para el periodo 1994-2012 (0,19 mg kg^{-1}). Incluso la concentración máxima (0,50 mg kg^{-1}), observada en otoño de 1996, es inferior al límite legal para este metal (1,0 mg kg^{-1}).

El **cromo**, en la campaña de otoño de 2012 presenta una concentración de 0,19 mg kg^{-1}, uno de los valores más bajos observados en esta estación a lo largo del periodo de estudio. La máxima concentración de las observadas en esta estación se dio en otoño de 1997 (0,78 mg kg^{-1}); desde entonces las concentraciones de cromo muestran una tendencia generalizada a disminuir.

El **cobre** presenta en 2012 una concentración de 0,71 mg kg^{-1}, una de las más bajas de las observadas en esta estación en el periodo de estudio.La máxima concentración se observó en invierno de 1996 (3,41 mg kg^{-1}) y desde entonces, al igual que para el Cr, se observa, en general, una tendencia decreciente.

En cuanto al **mercurio**, la concentración observada en otoño de 2012 (0,017 mg kg^{-1}) se encuentra en el rango de las concentraciones observadas reciente mente. Los límites de detección han ido variando a lo largo del periodo de estudio y, en general, las concentraciones observadas hasta 2005 han sido inferiores a dichos límites. Además, en ningún caso se ha superado el límite legal establecido para consumo, 0,5 mg kg^{-1}. Sin embargo, en el 35% de los casos se ha superado la norma de calidad ambiental (20 µg kg^{-1}, valor que, tal y como se ha explicado en el tomo 1 de introducción y métodos, se ha considerado muy bajo para su aplicación en la costa vasca).

El **níquel**, presenta en 2012 una concentración (0,10 mg kg^{-1}) superior a la observada en 2011 (0,06 mg kg^{-1}). A lo largo del periodo de estudio, la máxima concentración de Ni en esta estación se observó en invierno de 1996 (1,16 mg kg^{-1}).

Para el **plomo**, en otoño de 2012 se observa una concentración de 0,009 mg kg^{-1}, una de las más bajas de las observadas a lo largo del periodo de estudio. El límite legal para consumo (1 mg kg^{-1}) solo se superó en invierno de 1996 (1,81 mg kg^{-1}).

La concentración de **zinc** en otoño de 2012 (34 mg kg^{-1}) es superior a la observada en la campaña de 2011 (25 mg kg^{-1}), mientras que la máxima concentración de zinc (809 mg kg^{-1}) se observó en invierno de 1996.

La concentración de **plata**, se comenzó a medir en los moluscos en la campaña de 2007. En la campaña de 2012, al igual que en las campañas anteriores en esta estación, la concentración observada está por debajo del límite de detección.

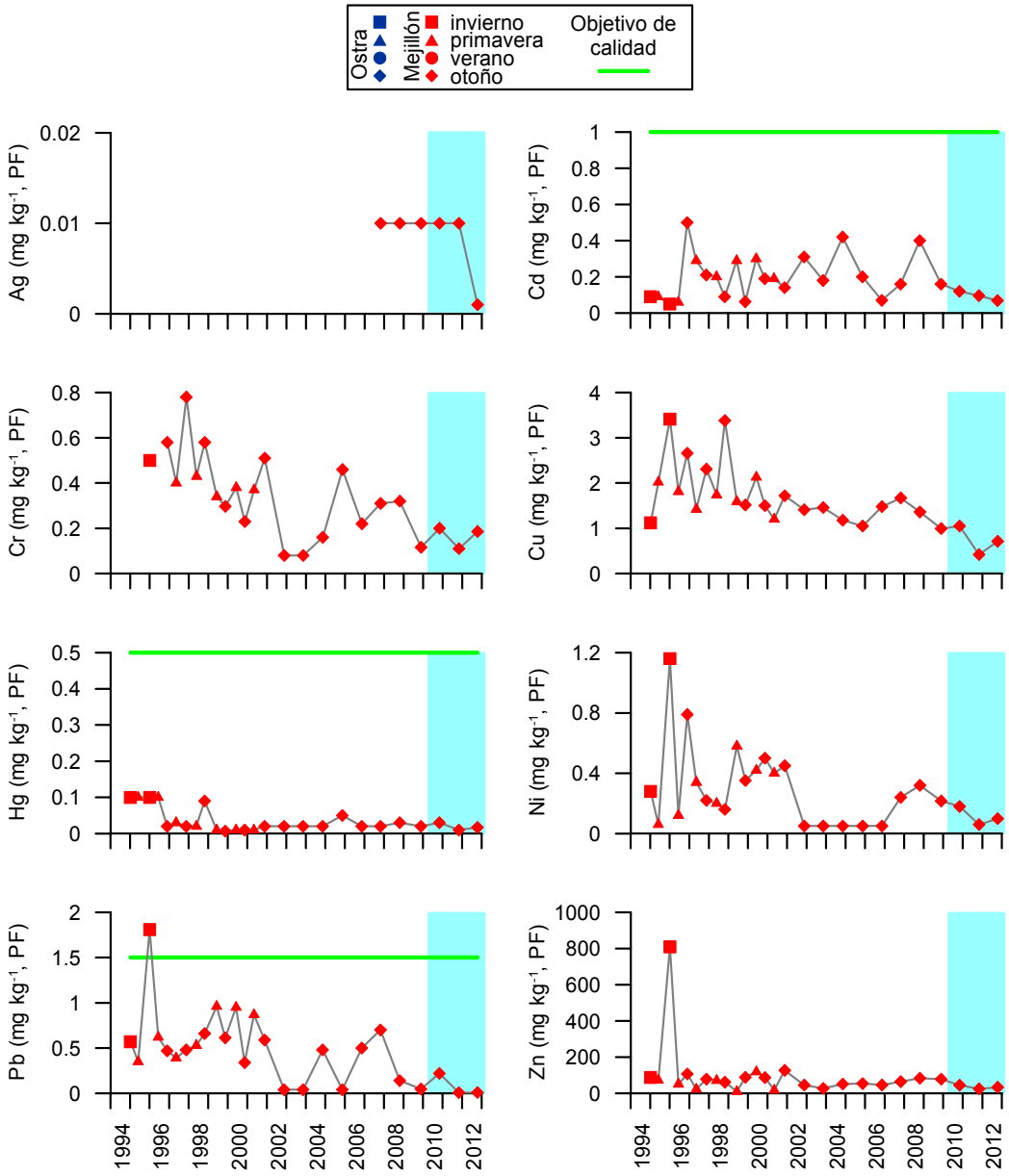


Figura 122 Evolución de la concentración de metales en moluscos (mg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-B10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2012).

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.

En la Figura 123 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 2012).

En el caso de los policlorobifenilos **(PCBs)** se han sumado las concentraciones de 6 de los 7 congéneres analizados (congéneres 28, 53, 101, 138, 153 y 180), con objeto de poder compararlas con el límite establecido para consumo. Se observa que la concentración de PCBs en los moluscos en otoño de 2012 (7 µg kg^{-1}) es inferior al observado en 2011 (32 µg kg^{-1}). Además, las concentraciones de PCBs encontradas a lo largo del periodo de estudio son inferiores al límite máximo permitido para consumo (75 32 µg kg^{-1}).

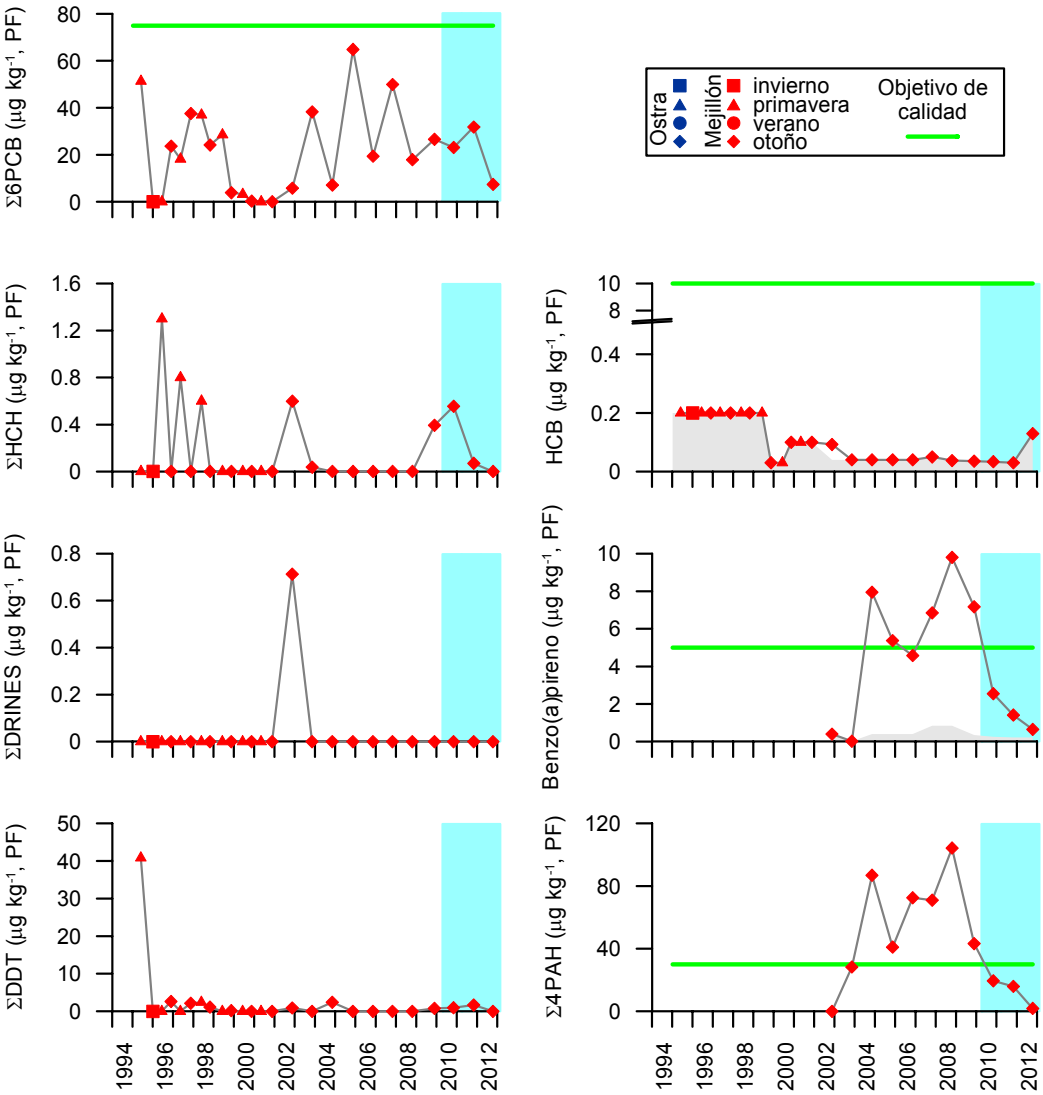


Figura 123 Evolución de la concentración de compuestos orgánicos en moluscos (µg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-B10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2012).

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 2012 los tres compuestos han presentado concentraciones inferiores a los límites de detección correpondientes. 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 40,81 µg kg^{-1}.

La concentración de **HCH** corresponde a la suma de α-HCH y γ-HCH (lindano). En los muestreos más recientes las concentraciones de estos dos isómeros no alcanzan, o son próximos a, los niveles de detección correspondientes, sin embargo, en 2009 y 2010 el lindano presenta una concentración de 0,39 y 0,57 µg kg^{-1}, respectivamente. La concentración más elevada de HCH en est estación se observó en primavera de 1996, 1,30 µg kg^{-1}.

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}).

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). El sumatorio de (10) **PAHs** en moluscos ha ido disminuyendo desde 2007, mientras que para Σ4PAH y benzo(a)pireno, la disminución se observa desde 2008. Así, entre 2004 y 2009 se han superado los límites máximos permitidos para consumo (30 µg kg^{-1}, para Σ4PAH, y 5 µg kg^{-1}, para benzo(a)pireno), a excepción del límite para benzo(a)pireno en 2006.

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

En base a la concentración *E. coli* en la muestra tomada en otoño de 2012, la calificación sería de Zona tipo B (pueden recolectarse moluscos bivalvos vivos que únicamente se pueden comercializar tras su depuración), según el Reglamento (CE) nº 854/2004.

En 2012 la zona de producción de moluscos localizada en la parte más externa del este estuario ha estado clasificada como zona B (Solaun y Rodríguez, 2012), por lo que se ha permitido el marisqueo entre octubre y diciembre de 2012.

Para la clasificación de la contaminación de los metales pesados se han tenido en cuenta los niveles de fondo para el País Vasco (Solaun et al., 2013) 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 2012 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. Sin embargo, en el caso de los PAHs, a lo largo del periodo de estudio se superan en varias ocasiones los limites establecidos para Σ4PAH y el benzo(a)pireno establecidos en Reglamento (UE) n° 935/2011, aunque en las campañas de 2010, 2011 y 2012 no se han superado.

5.5 INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

Respecto de años anteriores, no ha habido variación en el cauce. Esto ha hecho que la calificación para este elemento de la Directiva se **'Muy Bueno'** en las tres estaciones.

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

TOMO 6 MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL OKA INTERIOR

Pasaia, junio de 2013

ÍNDICE

TOMO 6 MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL OKA INTERIOR 181

6.1 Resumen estado. Oka interior 183

6.2 Estaciones de muestreo 186

6.3 Indicadores biológicos 187

Macroinvertebrados bentónicos 187

Fauna ictiológica 188

6.4 Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton 189

Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas 192

6.5 Indicadores Fisicoquímicos 192

Caracterización físico-química en aguas 192

Caracterización físico-química en sedimentos 195

6.6 Indicadores hidromorfológicos 199

6.1 RESUMEN ESTADO. OKA INTERIOR

La masa de agua de transición del Oka Interior en la campaña 2012 no alcanza el buen estado puesto que no alcanza el buen estado químico y el estado ecológico se diagnostica como deficiente (Tabla 122).

Esta situación de incumplimiento de objetivos medioambientales es relativamente estable en los últimos cinco años analizados (Tabla 121). El estado químico ha empeorado y el estado ecológico se encuentra lejos del cumplimiento de objetivos medioambientales.

Año	2008	2009	2010	2011	2012
ESTADO ECOLÓGICO	4	5	4	4	4
ESTADO QUÍMICO	2	2	2	3	3
ESTADO	3	3	3	3	3

Tabla 121 Evolución del periodo 2008-2012. Masa de agua del Oka interior. (Claves: *estado ecológico*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde), moderado (3- amarillo), deficiente (4- naranja) y malo (5- rojo). *Estado químico:* bueno (2- azul) y no alcanza el buen estado (3- rojo). *Estado*: bueno (2- azul) y peor que bueno (3-rojo)

COD_ESTACION	ESTACION	MACROINVERTEBRADOS	FAUNA ICTIOLOGICA	FITOPLANCTON	MACROALGAS	BIOLOGICO	CONDICIONES GENERALES	SUSTANCIAS PREFERENTES	ECOLOGICO	QUIMICO	ESTADO
E-OK5	FORUA (SALIDA DE LA DEPURADORA)(OKA)	2	3	4	2	4	5	1	4	3	3
	Oka Interior Transicion	2	3	4	2	4	5	1	4	3	3

Tabla 122 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado en la masa de agua del Oka interior en 2012. (Claves: *Macroinvertebrados, fauna ictiológica fitoplancton macroalgas, estado biológico, condiciones generales y estado ecológico*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde), moderado (3- amarillo), deficiente (4- naranja) y malo (5- rojo). *Sustancias preferentes*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde)), y no alcanza el buen estado (3- rojo). *Estado químico:* bueno (2- azul), y no alcanza el buen estado (3- rojo).*Estado*: bueno (2- azul) y peor que bueno (3-rojo).

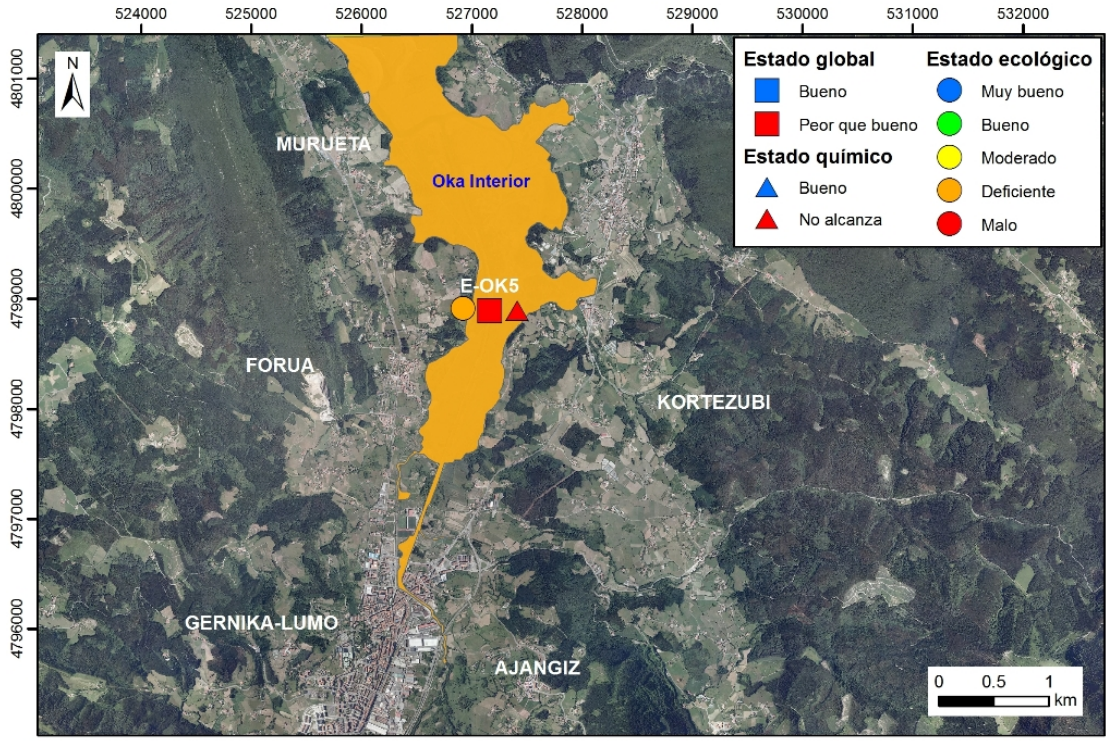


Figura 124 Calificación del Estado Ecológico, estado químico y global de las estaciones en la masa de agua del Oka interior (y estado ecológico para la masa de agua), en 2012.

Desde que se realizó en 2004 el estudio de presiones e impactos en esta Masa de agua lo más destacable, en cuanto a presiones, han sido los vertidos de la depuradora de Gernika y algunos vertidos industriales.

El Estado Ecológico en la masa de agua del Oka interior en 2012 es de deficiente. Este estado ecológico se debe fundamentalmente a la físico-química y al fitoplancton.

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.

En relación con las condiciones fisicoquímicas generales la masa de agua, en 2012, la estación E-OK5 se califica en 'Mal Estado'. Asimismo, presenta una tendencia estadísticamente significativa al empeoramiento entre 2002 y 2012 ($p<0,01$) (Figura 125).

En cuanto a los objetivos de calidad físico-química generales los valores medios de todas las variables medidas en 2012, en la estación E-OK5 no se cumple para amonio, fosfato y turbidez en línea con la falta de saneamiento adecuado de esta masa de agua. Además, los elementos físico-químicos se han ido degradando los últimos años (fundamentalmente nutrientes y oxígeno).

Sin embargo, esto no tiene una traslación a los elementos químicos, ni, curiosamente, a algunos elementos biológicos como el bentos o las macroalgas, que han mejorado. En el caso de los peces, sin embargo, sí se detecta un empeoramiento en 2011-2012. Por último, el efecto negativo de la físico-química sí se ve reflejado en el elemento biológico que más directamente reacciona a él, que es el fitoplancton, ya que se encuentra en estado deficiente.

La evaluación de las sustancias preferentes implica que en el punto de control de esta masa el estado físico-químico, para los contaminantes específicos es *muy bueno* (Tabla 123).

Referente a las sustancias prioritarias (acorde a Directiva 2008/105/CE) determinadas en 2012 en esta masa de agua, de forma global, *no se alcanza el buen estado químico*. Así, al igual que en 2006 no se alcanza un buen estado químico por presencia de níquel en agua (Tabla 124, Tabla 125).

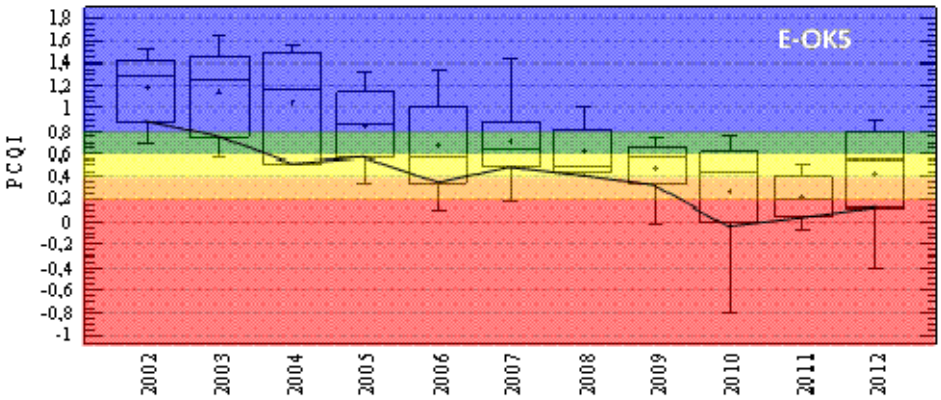


Figura 125 Box and Whisker Plot de la evolución del índice de calidad del estado físico-químico (PCQI) entre 1994 y 2012 de la estación de muestreo E-OK5 de la masa de agua de transición del Oka Interior. La línea negra representa la evolución anual del percentil 25 del PCQI. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Aceptable; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC (µg l^{-1})	E-OK5	Global
Zinc	Concentración promedio	60 µg l^{-1}	1-2 µg l^{-1}	4,6	Muy bueno
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	
Cobre	Concentración promedio	25 µg l^{-1}	1-2 µg l^{-1}	<LC	Muy bueno
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	
Estado Físico-Químico (Contaminantes específicos)				Muy bueno	Muy bueno

Tabla 123 Evaluación del cumplimiento del Estado Físico-Químico (sustancias específicas) en la masa de agua del Oka interior en 2012.

Sustancia	Criterio	Objetivo (µg l^{-1})	LC (µg l^{-1})	E-OK5	Global
Benzo(b)fluoranteno+Benzo(k)fluoranteno	NCA-MA	0,03 µg l^{-1}	0,0005-0,01	<LC	Cumple
Benzo(g,h,i)perileno+Indeno(1,2,3-cd)pireno	NCA-MA	0,002 µg l^{-1}	0,0005-0,01	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-MA	0,1 µg l^{-1}	0,01	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-CMA	0,4 µg l^{-1}	0,01	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-MA	0,1 µg l^{-1}	0,01	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA	1 µg l^{-1}	0,01	<LC	Cumple
Naftaleno	NCA-MA	1,2 µg l^{-1}	0,05	<LC	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-MA	0,05 µg l^{-1}	0,01	<LC	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-CMA	0,1 µg l^{-1}	0,01	<LC	Cumple
Cadmio	NCA-MA	0,2 µg l^{-1}	0,02-0,05	0,08	Cumple
Cadmio	NCA-CMA	0,45 µg l^{-1}	0,02-0,05	0,08	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-MA	7,2 µg l^{-1}	1-2	<LC	Cumple
Mercurio y sus compuestos	NCA-MA	0,05 µg l^{-1}	0,01	<LC	Cumple
Mercurio y sus compuestos	NCA-CMA	0,07 µg l^{-1}	0,01	<LC	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-MA	20 µg l^{-1}	1-2	71	No cumple
Estado Químico				No alcanza	No alcanza

Tabla 124 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua del Oka Interior en 2012. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible.

Año	Estado Químico	Sustancias que superan NCA
2004	Bueno	-
2005	Bueno	-
2006	No alcanza buen estado	Ni
2007	Bueno	-
2008	Bueno	-
2009	Bueno	-
2010	Bueno	-
2011	No alcanza buen estado	Ni
2012	No alcanza buen estado	Ni

Tabla 125 Estado químico de la masa de agua de transición Oka Interior en los años 2004-2012.

6.2 ESTACIONES DE MUESTREO

En la masa de agua del Oka interior se analiza anualmente una estación estuárica y su situación se observa en la Tabla 126.

Por otro lado, en 2002 y 2005 se analizaron una estación para vida piscícola y tres estaciones para macroalgas en estuarios, que se volvieron a analizar en 2008 y en 2011. Las posiciones se pueden ver en la Tabla 126 y en la Figura 126

Código Estación	Estación	UTMX	UTMY	Tipo de Estación
E-OK5	Forua (salida de la depuradora)(Oka)	527164	4798891	Estuarios
M-EOK9	Oka Zona 09.Estuario Macroalgas	526109	4801119	Estuarios (Macroalgas)
M-EOK10	Oka Zona 10.Estuario Macroalgas	526437	4801292	Estuarios (Macroalgas)
M-EOK11	Oka Zona 11.Estuario Macroalgas	527065	4800593	Estuarios (Macroalgas)
AOKI	Oka (Arrastre zona interior estuario)	526737	4800561	Estuarios (Vida piscícola)

Tabla 126 Estaciones de muestreo en la masa de agua de transición del Oka Interior.

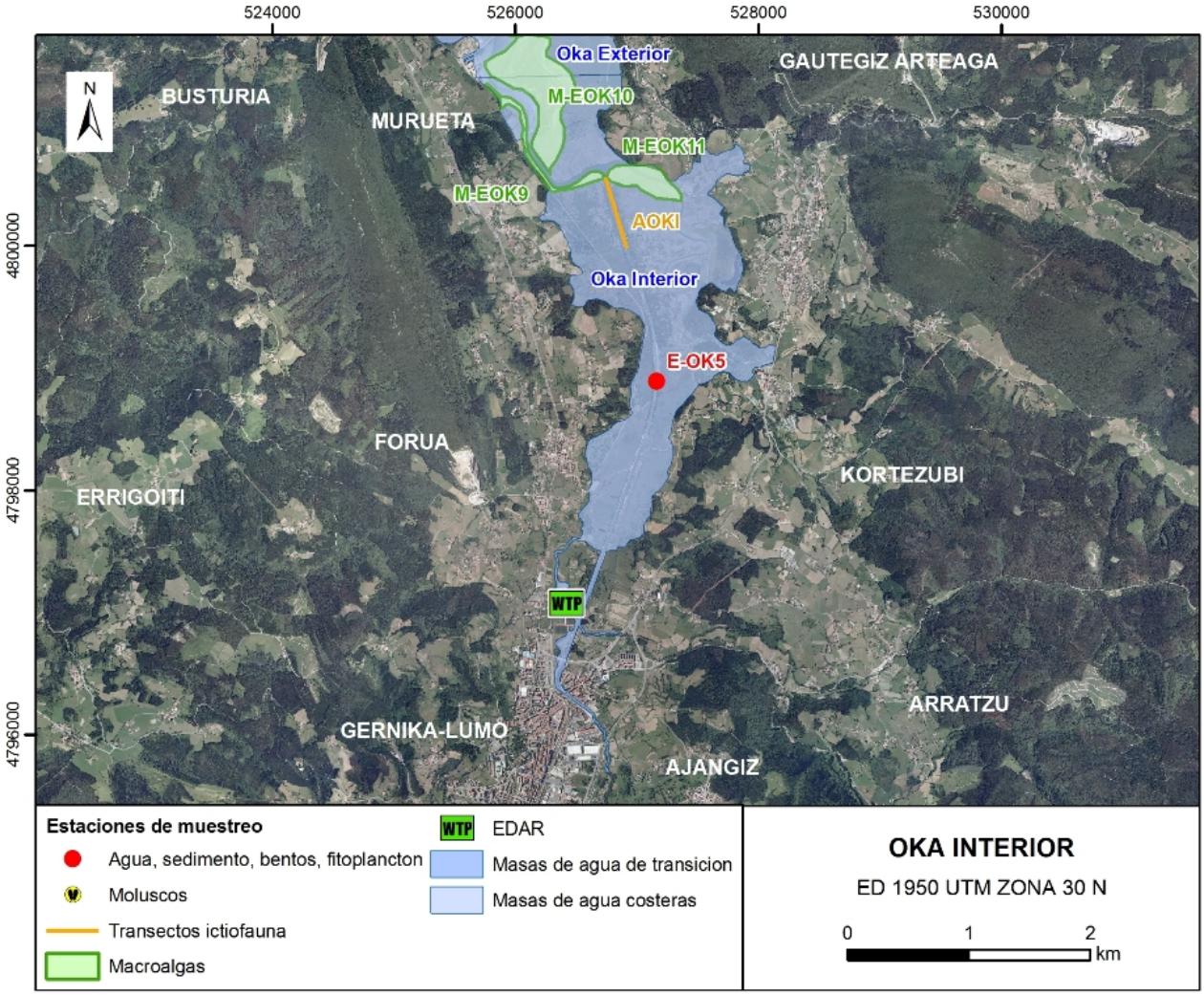


Figura 126 Ubicación de estaciones en la Masa de agua del Oka interior.

6.3 INDICADORES BIOLÓGICOS

6.3.1 MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

Los parámetros estructurales medidos en la estación de la masa de agua de transición del Oka Interior, en invierno de 2012 pueden verse en la Tabla 127.

PARÁMETRO	UNIDAD	ESTACIÓN
		E-OK5
Densidad	nº·m^{-2}	1.389
Biomasa	g·m^{-2}	0,542
Riqueza	nº	11
Diversidad número	bit·ind^{-1}	1,55
Diversidad biomasa	bit·g^{-1}	1,47
Equitabilidad número		0,45
Equitabilidad biomasa		0,43
Diversidad máxima	bits	3,46
AMBI		4,65
Clasificación AMBI		Alteración Moderada

Tabla 127 Parámetros estructurales medidos en la estación de la masa de agua de transición del Oka Interior.

La estación más interna del estuario del Oka (E-OK5) presenta un sedimento predominantemente limoso (62%), con contenido en materia orgánica de 16,8%.

La densidad de la comunidad (E-OK5) muestra oscilaciones importantes a lo largo del periodo de seguimiento 2002-2012. Por ejemplo, en 2005 alcanza valores de 14.997 ind·m^{-2} debido al extraordinario desarrollo de las poblaciones de oligoquetos; por otro lado en 2002, 2007, 2008 y 2010 la comunidad no alcanza los 135 ind·m^{-2} (Figura 127). En 2011 y 2012 la densidad aumenta nuevamente a valores "altos" entre los registrados en esta estación (1.523 ind·m^{-2} en 2011 y 1.389 ind·m^{-2} en 2012). En la presente campaña el *taxon* dominante, como también ocurrió en el resto de los muestreos llevados a cabo desde 2002, es el grupo de los oligoquetos (781 ind·m^{-2}). De forma semejante, otras especies que también mostraron cierta dominancia en muestreos previos, son los poliquetos *Boccardiella ligerica* (473 ind·m^{-2}) y *Streblospio shrubsolii* (59 ind·m^{-2}), y las larvas de dípteros (27 ind·m^{-2}). Este orden de dominancias coincide con el registrado en 2011.

Por otro lado, la baja riqueza específica propia de los primeros años de muestreo en esta estación, muestra en los últimos años una tendencia al ascenso: 2 *taxa* en 2003, 3 en 2006, 4 en 2002, 5 en 2004, 2005 y 2008, 7 en 2007, 8 en 2010 y 2011, 9 en 2009 y 11 en la presente campaña de 2012. La diversidad para las abundancias es baja, aunque alta para esta estación (1,55 bit·ind^{-1} en 2012; máxima en 2010: 2,13 bit·ind^{-1}; media del periodo de estudio 2002-2012: 0,89 bit·ind^{-1}).

La calificación de la estación en función de AMBI es de alteración moderada (Tabla 127), con dominancia de especies de los grupos V (oportunistas de primer orden) y III (tolerantes a la contaminación). Las especies del grupo V presentan en 2012 uno de los menores porcentajes desde el inicio del seguimiento en esta estación (Figura 128). Esto resulta en una tendencia global decreciente en los valores de AMBI a largo plazo, es decir: se observa una mejora desde el año 2002.

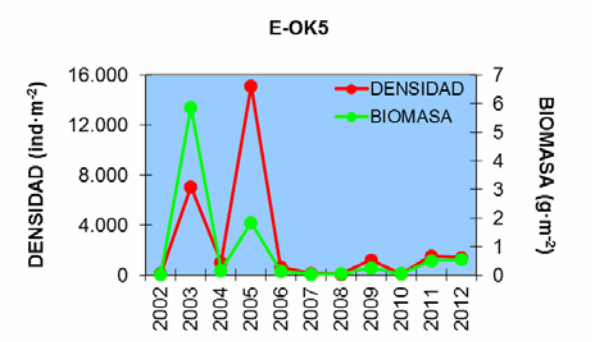


Figura 127 Evolución de la densidad y biomasa en la estación E-OK5 (Oka Interior).

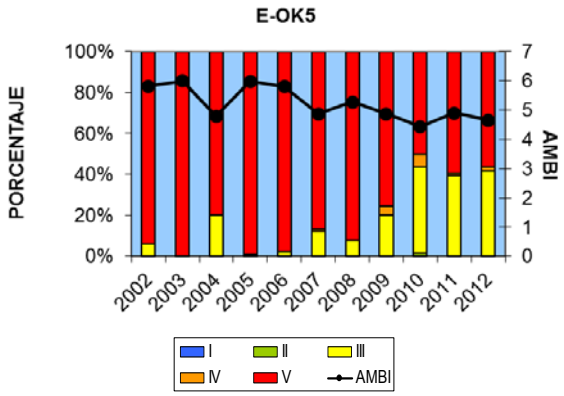


Figura 128 Evolución del porcentaje de cada grupo ecológico y de AMBI en la estación E-OK5 del Oka Interior.

En lo referente a la evaluación del estado ecológico del compartimiento de los macroinvertebrados bentónicos, la calificación obtenida por la estación **E-OK5** a partir de M-AMBI es de **Buen Estado** (Figura 129). Desde el comienzo del seguimiento de esta estación, se aprecia una evolución temporal irregular con altibajos relativamente importantes. Sin embargo, en las campañas más recientes se observa una tendencia positiva de los valores de M-AMBI desde la calificación de Estado Deficiente en las primeras campañas de muestreo hasta el Buen Estado de la presente campaña. Aunque el saneamiento de la cuenca no se ha completado, la

mejora en la serie podría deberse a un mejor funcionamiento de la depuradora de Gernika, aunque esto no ha podido constatarse.

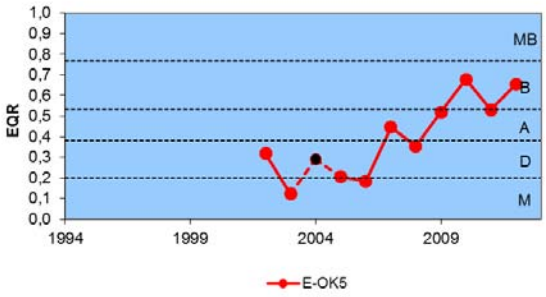


Figura 129 Evolución de M-AMBI para la estación de la masa de agua de transición del Oka Interior.

6.3.2 FAUNA ICTIOLÓGICA

Las últimas muestras de fauna demersal fueron recogidas durante la campaña de campo de 2011, por tanto, en este informe se re-analizan los datos obtenidos con anterioridad. En el estuario del Oka existen datos del año 2002, 2005 y 2008 (Borja *et al.*, 2003, 2006, 2009) pertenecientes al estudio "Red de Seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la comunidad autónoma del País Vasco".

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 estaciones o transectos muestreados se pueden ver en la Figura 126.

El número de taxones registrados en el año 2011 fue de seis (un pez y cinco crustáceos), la mitad que en 2008 (ocho peces y cuatro crustáceos), cuatro menos que en 2008 (seis peces y cuatro crustáceos) y uno más que en 2002 (tres peces y dos crustáceos).

En 2011 fueron capturados por primera vez en este estuario el cangrejo *Liocarcinus navigator* y el cangrejo exótico de origen asiático *Hemigrapsus takanoi*. Este último cangrejo está considerado como invasor (Asakura y Watanabe, 2005; Martínez y Adarraga, 2005, 2006; Dauvin *et al*., 2009) y ocupa los ambientes frecuentados por los cangrejos comunes *Pachygrapsus marmoratus* y *Carcinus maenas*.

De entre todas las especies identificadas a lo largo de estos años, en el muestreo de 2011 debe destacarse la ausencia del sargo (*Diplodus sargus*), el chaparrudo (*Gobius niger*) y el lenguado (*Solea solea*) entre los peces, y del cangrejo cuadrado (*Pachygrapsus marmoratus*). Esto último, quizás tenga relación con la aparición del cangrejo japonés.

Lo más llamativo es el fuerte descenso de capturas en taxones de peces observado en el último muestreo, así como la disminución progresiva de efectivos (tanto de peces como de crustáceos) que se viene observando a partir de 2005. Sin embargo, este empobrecimiento faunístico no se ha visto claramente reflejado en el valor de la diversidad, que aunque en 2011 disminuye, el descenso no es tan acusado.

Para evaluar la tendencia temporal y espacial de la calidad biológica asociada a fauna ictiológica se han utilizado los datos obtenidos en los muestreos realizados los años 2002, 2005, 2008 y 2011. En la Tabla 128 se expresan los valores obtenidos para cada indicador considerado en el cálculo del estado del tramo estudiado en el estuario del Oka.

Estación/año	AOKI			
Parámetros	2002	2005	2008	2011
Riqueza	3	5	5	3
Especies introducidas	5	5	5	5
Esp. Indicadoras contaminación	5	5	5	5
Salud piscícola	5	5	5	5
Peces planos	1	1	1	1
Omnívoros	3	3	1	1
Piscívoros	1	1	1	1
Especies residentes (nº)	3	5	5	5
Especies residentes (%)	1	1	1	1
PUNTUACIÓN	27	31	29	27
AFI	0,50	0,61	0,56	0,50
CALIDAD BIOLÓGICA	A	B	B	A

Tabla 128 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: ≥ 0,78; Bueno: 0,55-0,78; Aceptable: 0,34-0,55; Deficiente: 0,17-0,34; Malo: ≤ 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, especies indicadoras de contaminación y salud piscícola son los que favorecen la calidad biológica, alcanzando los valores máximos en toda la serie de datos. Del mismo modo, el número de especies residentes también ofrece máximos valores en los últimos

años. En el otro extremo, la presencia de peces planos y los piscívoros siempre han contribuido con un valor mínimo a la calidad en toda la serie de estudio. En cuanto a la composición trófica de peces demersales, los últimos años se repite el equilibrio en la relación entre omnívoros y piscívoros pero con un valor mínimo (valor porcentual 1:1).

De esta manera, el estado de la calidad biológica piscícola alcanzada el año 2011 presenta el valor más bajo obtenido hasta la fecha, como en 2002, calificándose la masa de agua como **Aceptable**.

Comparando los resultados de 2011 con los obtenidos años anteriores (Figura 130), se observa una ligera tendencia hacia el empeoramiento: tras la mejora detectada en 2005, posteriormente la calidad ha ido decreciendo, pero siempre se mantiene cerca del límite entre Aceptable y Bueno.

Para establecer la calidad biológica de toda la masa de transición se aplica la metodología que ha sido explicada en el Tomo 1. No obstante, 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**.

El Oka es un estuario que presenta un cauce muy regulado (lezones, escolleras, diques, presas), numerosos vertidos urbanos sin depurar, vertidos de aliviaderos de tormentas, un canal dragado numerosas veces (1984, 1992, 1995, 1998, 1999, 2003, 2010) así como numerosos asentamientos portuarios.

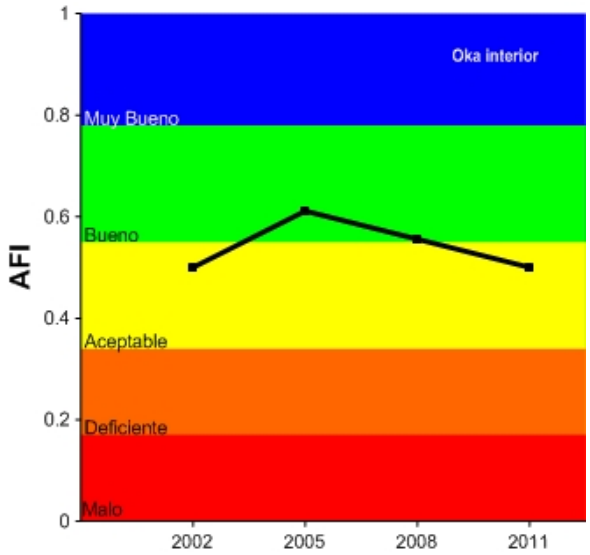


Figura 130 Valores de la calidad biológica obtenidos para la estación interna del estuario del Oka (AOKI) entre los años 2002 y 2011. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): ≥0,78; Bueno (B): 0,55-0,78; Aceptable (A): 0,34-0,55; Deficiente (D): 0,17-0,34; Malo (M): ≤ 0,17. AFI: AZTI's Fish Index.

6.4 VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO. FITOPLANCTON

Al igual que en anteriores informes, el fitoplancton en la masa de agua de transición del Oka Interior se evalúa con los datos de los últimos seis años, en base a dos métricas: el percentil 90 de la clorofila y el porcentaje de blooms. El estado global del fitoplancton se calcula promediando los EQRs de ambos indicadores (véase tomo de metodología).

En la Figura 131 se muestra la métrica calculada con los datos de clorofila "a", que supone 18,01 µg l^{-1} (percentil 90; n=48). El estado que le corresponde a esta estación en base a la biomasa fitoplanctónica es, por lo tanto, "Deficiente".

En la Figura 132 se muestra la métrica calculada con la abundancia fitoplanctónica, que supone una frecuencia de blooms del 80,0%. Por lo tanto, en base al segundo indicador le corresponde también un estado "Deficiente".

Como puede verse en la Tabla 129, el estado global del fitoplancton para el periodo 2007-2012 en la estación que representa el estuario del Oka Interior (estación E-OK5) se clasifica como "Deficiente".

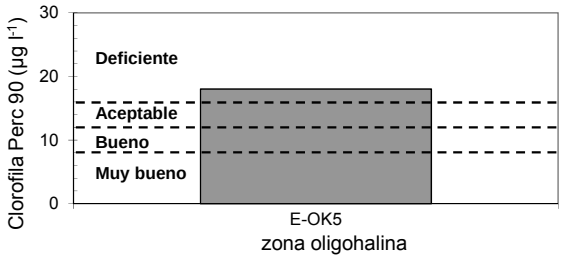


Figura 131 Percentil 90 de la concentración de clorofila en el Oka Interior. Los datos utilizados han sido los de superficie, pleamar y bajamar, de las cuatro épocas del año, desde 2007 hasta 2012.

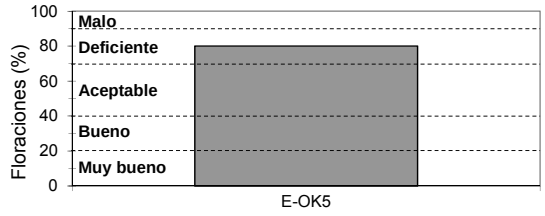


Figura 132 Frecuencia de floraciones fitoplanctónicas (%) en el Oka Interior. Los datos utilizados corresponden a superficie, pleamar, en primavera y verano, desde 2007 hasta 2012.

ESTACIÓN	EQR1 Biomasa	EQR2 Floraciones	Estado y EQR Global
E-OK5	0,296	0,209	Deficiente (0,252)

Tabla 129 Zona interior del estuario del Oka. Calificación del estado del fitoplancton durante el periodo 2007-2012. Se muestran los EQRs parciales de cada indicador y el EQR global.

En la Tabla 130 se muestra la evolución del estado global del fitoplancton a lo largo de periodos de seis años. El **estado del fitoplancton** en la masa de agua del **Oka Interior** presenta oscilaciones, pero la calificación que más se repite en los últimos años es la de "**Deficiente**".

Por otra parte, las calificaciones más fiables son las de los tres últimos periodos, ya que no en todos los años se midió la abundancia celular de esta masa de agua. Concretamente, no se realizaron análisis para esta variable en los años 2003, 2004, 2006 y 2007. Por lo tanto, las evaluaciones en los dos primeros periodos incluyen únicamente 2-3 años de medida, para el indicador de floraciones fitoplanctónica.

Aunque la clorofila ha disminuido en cierta cantidad a partir del periodo 2005-2010 (Figura 134), la frecuencia de las floraciones fitoplanctónicas ha empeorado en los últimos periodos de evaluación, pasando de valores en torno a 60 %, a valores de 80-90%.

	03-08	04-09	05-10	06-11	07-12
Oka interior (E-OK5)	D (0,215)	M (0,174)	D (0,266)	D (0,228)	D (0,252)

Tabla 130 Evolución temporal del estado del fitoplancton en el estuario del Oka Interior, a lo largo de periodos móviles de seis años. Se indica entre paréntesis la evolución del EQR del fitoplancton.

CLOROFILA

En el estuario del Oka se midió la concentración de clorofila en tres estaciones, que se situaron en la cabecera (E-OK5), zona media-exterior (E-OK10) y desembocadura (E-OK20). Las muestras se tomaron en superficie, en pleamar y en bajamar, en cuatro épocas (invierno, primavera, verano y otoño). Se obtuvo un total de 24 datos. Las estaciones de muestreo corresponden a dos masas de agua de transición diferenciadas: el Oka Interior (E-OK5) y el Oka Exterior (E-OK10 y E-OK20). Este capítulo hará especial mención al Oka Interior.

En la Figura 133 se muestran los datos de clorofila y salinidad a lo largo de todo el estuario del Oka (incluyendo la masa de agua interior y la exterior) en el año 2012. La salinidad cubrió un gradiente muy amplio, desde valores que representan medios de agua dulce (<0,5 USP) hasta valores característicos de las masas de agua costeras (35 USP).

En la masa de agua del Oka Interior la salinidad varió entre 0,2 y 22,8 USP. La clorofila estuvo comprendida entre 0,8 y 21,0 µg l^{-1} (Figura 133a). En invierno la salinidad indicó la situación típica de la época, con un aporte de agua dulce elevado en la cabecera y valores de clorofila muy bajos. En primavera y verano se observaron picos de clorofila en torno a 20 µg l^{-1}. Dichos picos se situaron en un nivel medio-alto en el contexto de las concentraciones medidas en los estuarios del País Vasco durante 2012. Así, los valores más bajos se observaron en el Oria, donde no superaron los 4 µg l^{-1}, y los más altos en el Urola y Urumea, donde fueron del orden de 30 µg l^{-1}.

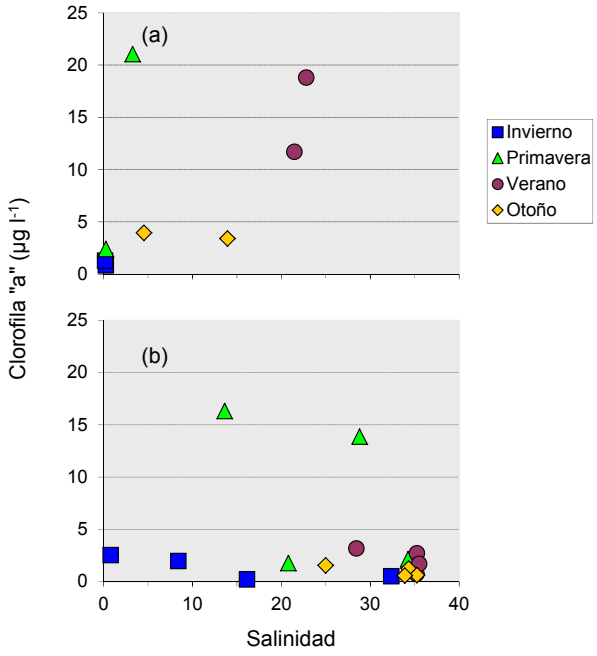


Figura 133 Variación de la concentración de clorofila con la salinidad en el estuario del Oka, en las cuatro épocas de estudio durante 2012 (a) Oka Interior (b) Oka Exterior. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

Las concentraciones de clorofila del Oka Interior en 2012 son inferiores a los máximos históricos de esta masa de agua. Otros años (2004, 2006 y 2008) se llegaron a medir picos de 50-100 µg l^{-1} en verano.

La cabecera del estuario del Oka recibe vertidos de aguas residuales urbanas muy ricas en nutrientes, lo cual unido a la baja tasa de renovación del agua favorece la producción del fitoplancton en épocas de baja descarga fluvial. Como en años anteriores, en 2012, las altas concentraciones de amonio (500-1100 µM) y fosfato (20-70 µM) registradas en verano fueron indicadoras de importantes vertidos de aguas residuales. La concentración de silicato en la misma fecha también fue muy alta (100-140 µM). Sin embargo, la respuesta de la biomasa fitoplanctónica (estimada como concentración

de clorofila) no fue proporcional a la carga de nutrientes. La salinidad (~22 USP) no sugiere que hubiera fuertes descargas de agua dulce que pudieran limitar la acumulación de la biomasa fitoplanctónica. Por lo tanto, cabría esperar una mayor concentración de clorofila en verano en las aguas de superficie. De manera contraria, la abundancia fitoplanctónica sí fue muy elevada en esa misma muestra (véase el siguiente apartado).

Dichos resultados ponen de manifiesto la importancia de medir diferentes variables fitoplanctónicas, ya que en ocasiones no se correlacionan la clorofila y la abundancia fitoplanctónica. Estas discrepancias pueden deberse al tamaño celular, al estado fisiológico y/o a la ventaja competitiva de organismos planctónicos no estrictamente fotosintéticos en aguas que son turbias. El estado fisiológico depende de factores ambientales (temperatura, luz y nutrientes) y determina la relación entre clorofila y carbono en la célula (Cloern *et al*., 1995; Revilla, 2001). La turbidez asociada a los vertidos podría estar limitando a aquellos organismos que sólo tienen como forma de producción la fotosíntesis, favoreciendo a los que presentan estrategias de nutrición heterótrofas o mixótrofas, en la comunidad de microplancton.

Para estudiar la evolución a lo largo de los años de la concentración de clorofila en la estación E-OK5 se ha calculado el valor del percentil 90 para periodos móviles de seis años. Las variables fitoplanctónicas en la estación E-OK5 comenzaron a estudiarse en el año 2002 (Figura 134). En la estación E-OK5 el percentil 90 de la concentración de clorofila presenta valores muy altos (20-60 µg l^{-1}) en comparación con el resto de los estuarios del País Vasco, donde generalmente este estadístico no supera los 8 µg l^{-1}.

En los tres últimos periodos de estudio la clorofila muestra una disminución (Figura 134). Sin embargo, como se ha explicado anteriormente, esto no está acompañado de un descenso en la presión de nutrientes. De hecho, se ha observado un empeoramiento en el amonio, fosfato y oxígeno desde el año 2002 que ha llevado a calificar actualmente el estado físico-químico en la categoría de malo, tal como se indica en este informe. Por lo tanto, el descenso de la clorofila durante los últimos años podría estar asociado a cambios en la composición de las comunidades microplanctónicas (menor tamaño celular y/o menor proporción de organismos fotosintéticos). En este sentido, la clorofila parece un indicador que no responde de manera lineal a la presión cuando se producen situaciones muy fuertes de degradación de las condiciones físico-químicas.

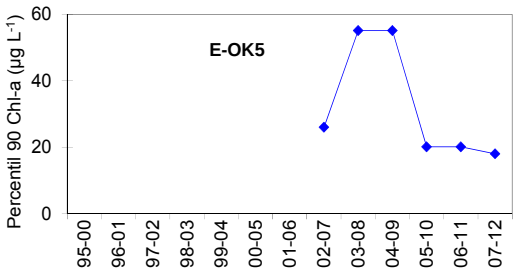


Figura 134 Evolución de la concentración de clorofila en el Oka interior. Se muestra el percentil 90 calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, para periodos móviles de seis años.

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 131). En ambas épocas se encontró una alta densidad de fitoplancton en el agua, del orden de·10^6 células l^{-1}.

Estación	E-OK5
Fecha	16/05/2012
Abund. (x10^3 céls. l^{-1})	1.970
Diversidad (bit/cel)	3,1
Riqueza (Nº especies)	14
Estación	E-OK5
Fecha	05/09/2012
Abund. (x10^3 céls. l^{-1})	5.841
Diversidad (bit/cel)	2,8
Riqueza (Nº especies)	13

Tabla 131 Índices relacionados con Fitoplancton. Zona interior del estuario del Oka. Los datos son de superficie, en pleamar.

En años anteriores siempre se han registrado abundancias del orden de 10^6 células l^{-1} en la estación de cabecera del Oka. Los más altos se han medido en verano. Por ejemplo, en 2008 (75·10^6 células l^{-1}), en 2009 (39·10^6 células l^{-1}) y en 2011 (28·10^6 células l^{-1}). Las comunidades fitoplanctónicas en esta zona, a lo largo de los años, presentan características comunes en cuanto a composición, con predominio de diatomeas de pequeño tamaño y criptofitas. Además, el dinoflagelado *Kryptoperidinium foliaceum* es muy recurrente.

En la campaña de primavera de 2012, aunque la abundancia total fue alta, ningún taxón individualmente superó el umbral que se aplica en los estuarios para detectar un bloom (750.000 células l^{-1}). En primavera, los taxones con mayor abundancia fueron el grupo de las euglenofíceas, las criptofitas *Urgorri complanatus y Teleaulax* sp., seguidas por pequeñas diatomeas centrales, pennales y otras pequeñas formas sin identificar. El dinoflagelado *Kryptoperidinium foliaceum*, cuyo tamaño es bastante superior al resto de los taxones encontrados en la masa de agua, mostró una abundancia de 143.000 células l^{-1}.

En verano hubo varios taxones con densidades propias de bloom. Dominaron las criptofitas (*Hemiselmis* spp. y *Teleaulax* spp.), con un total de $2{,}2 \cdot 10^6$ células l^{-1}, seguidas por diatomeas centrales de tamaño <10 µm ($1{,}7 \cdot 10^6$ células l^{-1}) y la diatomea potencialmente tóxica cf. *Pseudo-nitzschia galaxiae* ($0{,}5 \cdot 10^6$ células l^{-1}). Por último, se observaron euglenofitas (*Eutreptiella* sp.), pequeñas diatomeas pennales y formas sin identificar (individualmente con una densidad entre 200.000 y 400.000 células l^{-1}). El dinoflagelado *Kryptoperidinium foliaceum* presentó 43.000 células l^{-1}.

En cuanto a las especies potencialmente nocivas, el dinoflagelado *Kryptoperidinium foliaceum* presentó altas concentraciones, sobre todo en verano. Esta especie es citada como causa de estrés metabólico en ostras. Por otra parte, las floraciones con densidades tan elevadas de fitoplancton como las encontradas en verano pueden resultar perjudiciales para los ecosistemas incluso si no son potencialmente tóxicas. Ello ocurre si la materia orgánica producida por estas células es oxidada rápidamente por el componente bacteriano, lo cual da lugar a una alta demanda de oxígeno, en el agua o en el sedimento, y puede ocasionar problemas de hipoxia.

6.4.2 VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO. MACROALGAS

Para su estudio la masa de agua se dividió en 2 zonas en 2005, 2008 y 2011 (en 2002 se dividió en 3 zonas), numeradas con el 9 y con el 10 desde la desembocadura al interior. Estas 2 zonas representan el tramo interior del estuario, que se puede adscribir a la estación E-OK5.

La calificación obtenida en 2011 fue de '**Buen Estado**' para el global de la masa de agua; el mismo que en 2002 y en 2008 (Tabla 132). En 2005 pasó a 'Estado Aceptable' debido a una disminución de la cobertura de algas no indicadoras de contaminación y a un aumento del ratio de clorofíceas frente al resto de algas. Sin embargo, en 2008, se produjo cierta recuperación, al reducirse el ratio de algas verdes.

	E-OK5	GLOBAL
2002	B	B
2005	A	A
2008	B	B
2011	B	B

Tabla 132 Calificación obtenida para la masa de agua de transición del Oka Interior, en cada una de las campañas muestreadas (A=Estado Aceptable; B=Buen Estado).

6.5 INDICADORES FISICOQUÍMICOS

6.5.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA EN AGUAS

CONSIDERACIONES GENERALES

En la Tabla 133 se muestran los datos medios anuales, correspondientes a las campañas de 2012, 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	ºC	15,26	15,24
Salinidad	USP	8,35	10,97
Agua fluvial	%	76,55	69,18
Saturación O_2	%	70,17	62,57
pH		7,76	7,79
Silicato	µmol.dm^{-3}	110,90	
Amonio	µmol.dm^{-3}	260,89	
Nitrito	µmol.dm^{-3}	3,47	
Nitrato	µmol.dm^{-3}	54,36	
Nitrógeno Total	µmol.dm^{-3}	372,89	
Fosfato	µmol.dm^{-3}	13,81	
Fósforo Total	µmol.dm^{-3}	21,45	
Carbono O. Total	µmol.dm^{-3}	534,72	

Tabla 133 Masa de agua del Oka interior. Valores medios de variables relacionadas con el estado trófico. F: fondo, S: superficie.

En el año 2012 la temperatura media del agua es de 15,3º C. El oxígeno disuelto tanto en superficie como en fondo ronda el 60-70% de saturación lo que indica 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 promedio entre un 69-77% 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. Esto es acorde a 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.

Aunque no haya un predominio del carbono frente al nitrógeno, las concentraciones de COT registradas en la estación del Oka interior (E-OK5) son las más altas de todos los estuarios estudiados, en la mayoría de los años recientes.

EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LAS VARIABLES HIDROGRÁFICAS GENERALES

En las series de datos disponibles en general predominan las situaciones alternantes, con elevada variabilidad intra-anual en la que se observa el efecto de la estacionalidad y la incidencia de 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 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, se observa una tendencia de incremento en los últimos años (Figura 135).

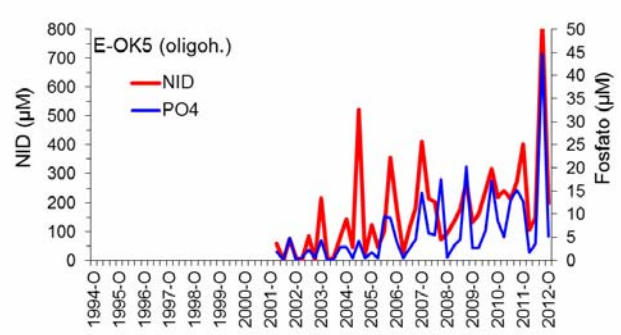


Figura 135 Evolución trimestral, entre invierno de 2002 e invierno de 2012, de la concentración de Nitrógeno Inorgánico Disuelto (NID) y fosfato, ambos en micromoles por litro, en aguas de superficie (media de pleamar y bajamar), en la estación E-OK5. (O: otoño).

La Figura 136 muestra la evolución temporal del porcentaje de saturación de oxígeno en la estación E-OK5. Los valores de oxígeno oscilan entre un 22% y el 105% de saturación. Desde el año 2009, en todos los muestreos de verano se detecta una situación con déficit de oxígeno.

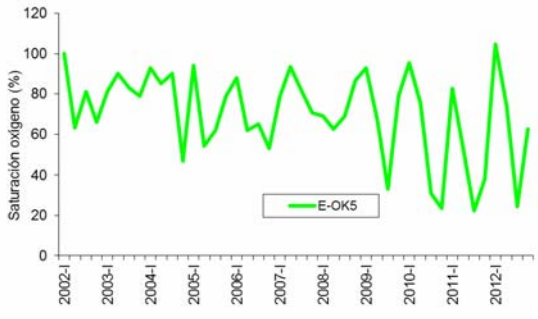


Figura 136 Evolución temporal del porcentaje de saturación de oxígeno disuelto en la estación del Oka interior, (E-OK5 situada en la cabecera), media de pleamar y bajamar, superficie y fondo. (I: invierno).

METALES DISUELTOS

En la presente campaña, las concentraciones de cromo trivalente y de mercurio en las aguas de superficie de la estación de la masa de transición interior del estuario del Oka se mantiene por debajo de sus respectivos límites de detección (1-2 $\mu g \cdot l^{-1}$ y 0,01 $\mu g \cdot l^{-1}$).

En la Figura 137 se muestra la evolución de la concentración media del resto de los metales para el periodo comprendido entre invierno de 1998 y verano de 2012. 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 términos generales, excepto en el caso del Ni, Fe y Mn, se observa una disminución de las concentraciones medias anuales. Además, en la presente campaña ningún metal, excepto el Ni, supera su objetivo de calidad correspondiente (NMA-MA).

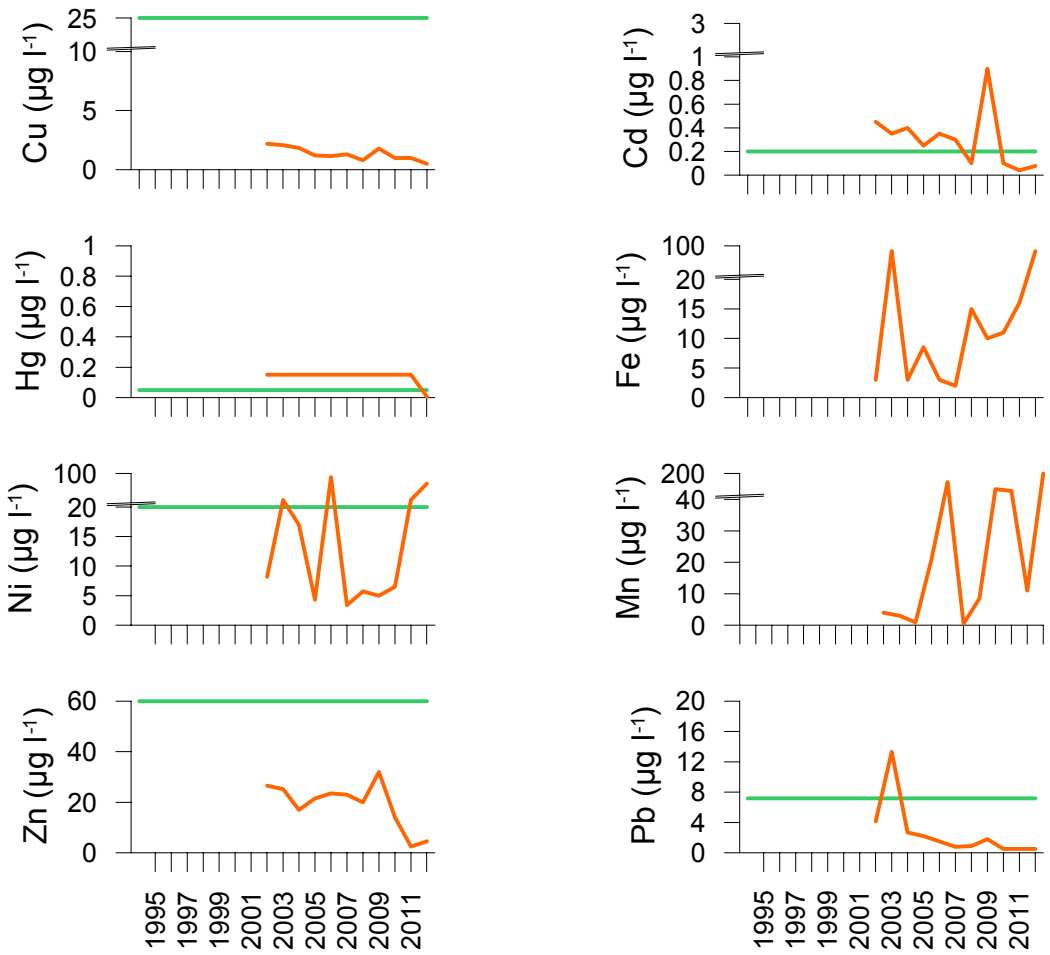


Figura 137 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en el Oka interior en el periodo que abarca desde 1994 a 2012. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

CONTAMINANTES ORGÁNICOS Y OTROS CONTAMINANTES ESPECÍFICOS

De los compuestos orgánicos estudiados, en ningún caso se superan los limites de cuantificación y, por lo tanto, tampoco los objetivos de calidad.

6.5.2 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS

PARÁMETROS SEDIMENTOLÓGICOS DE CARÁCTER GENERAL

Desde el año 2002 se dispone de la información relativa a la composición granulométrica, contenido en materia orgánica, potencial redox y contenido en carbono y nitrógeno orgánico particulado en la estación E-OK5. A partir de esta información, en la Figura 138 y Figura 139 se ha establecido una evolución temporal y en la Tabla 134 se recogen los resultados de los análisis realizados en la campaña de invierno de 2012.

En general se trata de un sedimento predominantemente limoso, que en las últimas campañas presenta un aumento del potencial redox hacia valores positivos. Sin embargo, en la presente campaña se aprecia un aumento importante del contenido en materia orgánica.

Estación	Grava (%)	Arena (%)	Limo (%)	M.O. (%)	Eh (mV)	C.O.P. (mol kg^{-1})	N.O.P. (mol kg^{-1})	C/N (mol/mol)
E-OK5	0,00	38,32	61,68	16,84	277	5,20	0,29	17,87

Tabla 134 Parámetros sedimentológicos correspondientes a los muestreos de invierno de 2012. Grava > 2 mm > Arena > 63 µm > Limo; M.O.: materia orgánica; Eh: potencial redox; C.O.P. carbono orgánico particulado; N.O.P.: nitrógeno orgánico particulado; C / N: relación carbono / nitrógeno).

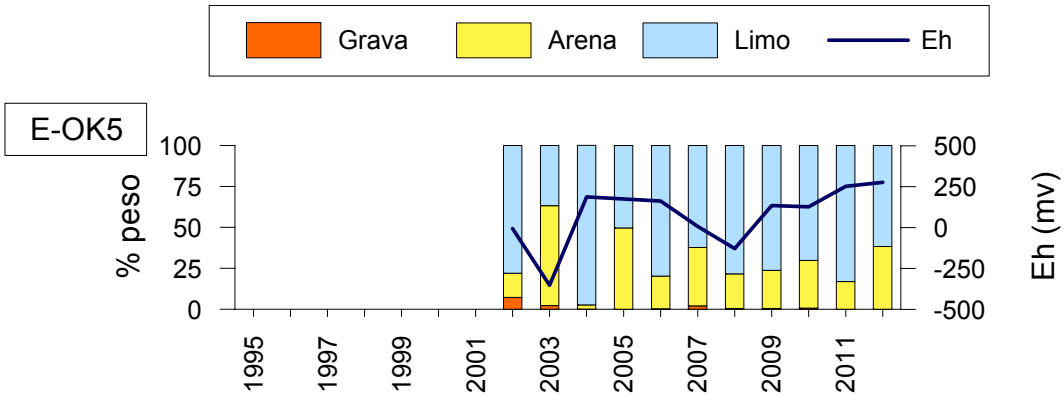


Figura 138 Evolución temporal del potencial redox (Eh) y las fracciones granulométricas (grava, arena y limo) en los sedimentos de la masa de agua de transición de Oka interior (muestreos de invierno).

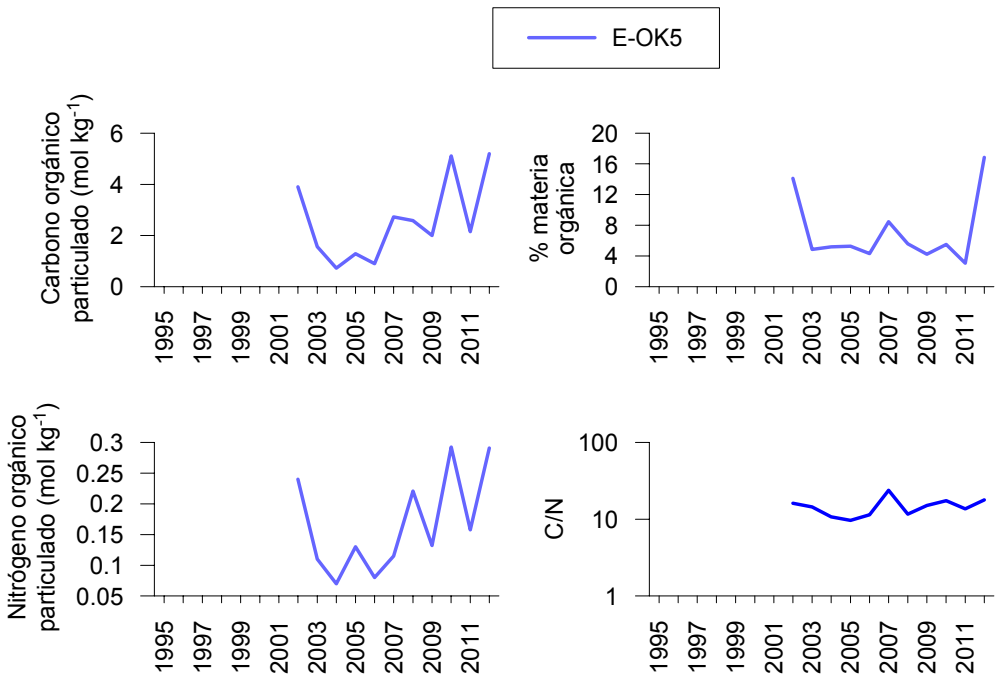


Figura 139 Evolución temporal del contenido en materia orgánica, carbono orgánico particulado y relación carbono/nitrógeno en los sedimentos superficiales (muestreos de invierno).

METALES PESADOS

En la Tabla 135 se recogen las concentraciones de metales pesados analizados en la campaña de invierno de 2012. La Figura 140 muestra la evolución temporal para cada uno de los metales en la estación E-OK5.

En las tres últimas campañas, excepto el Fe en la presente campaña, todos los metales presentan concentraciones dentro del rango del nivel de fondo.

Sin embargo, al representar la concentración de metales corregidos por el contenido en finos de los sedimentos (Figura 141), todos los metales, en la presente campaña, superan el valor TEL (Threshold Efect Level), y en el caso del Ni, incluso se supera el valor PEL (Probable Efect Level). En este punto conviene recordar que, aunque dichas concentraciones de metales pudieran implicar efectos biológicos negativos en la biota, tales concentraciones, como ya se ha comentado anteriormente, se encuentran dentro del rango del nivel de fondo.

Estación	Cd (µg g^{-1})	Cr (µg g^{-1})	Cu (µg g^{-1})	Fe (µg g^{-1})	Hg (µg g^{-1})	Mn (µg g^{-1})	Ni (µg g^{-1})	Pb (µg g^{-1})	Zn (µg g^{-1})
E-OK5	0,07	52,44	16,70	59867	0,09	234	48,74	15,67	52,77

Tabla 135 Concentración de metales pesados en la fracción fina de los sedimentos en la campaña de invierno de 2012.

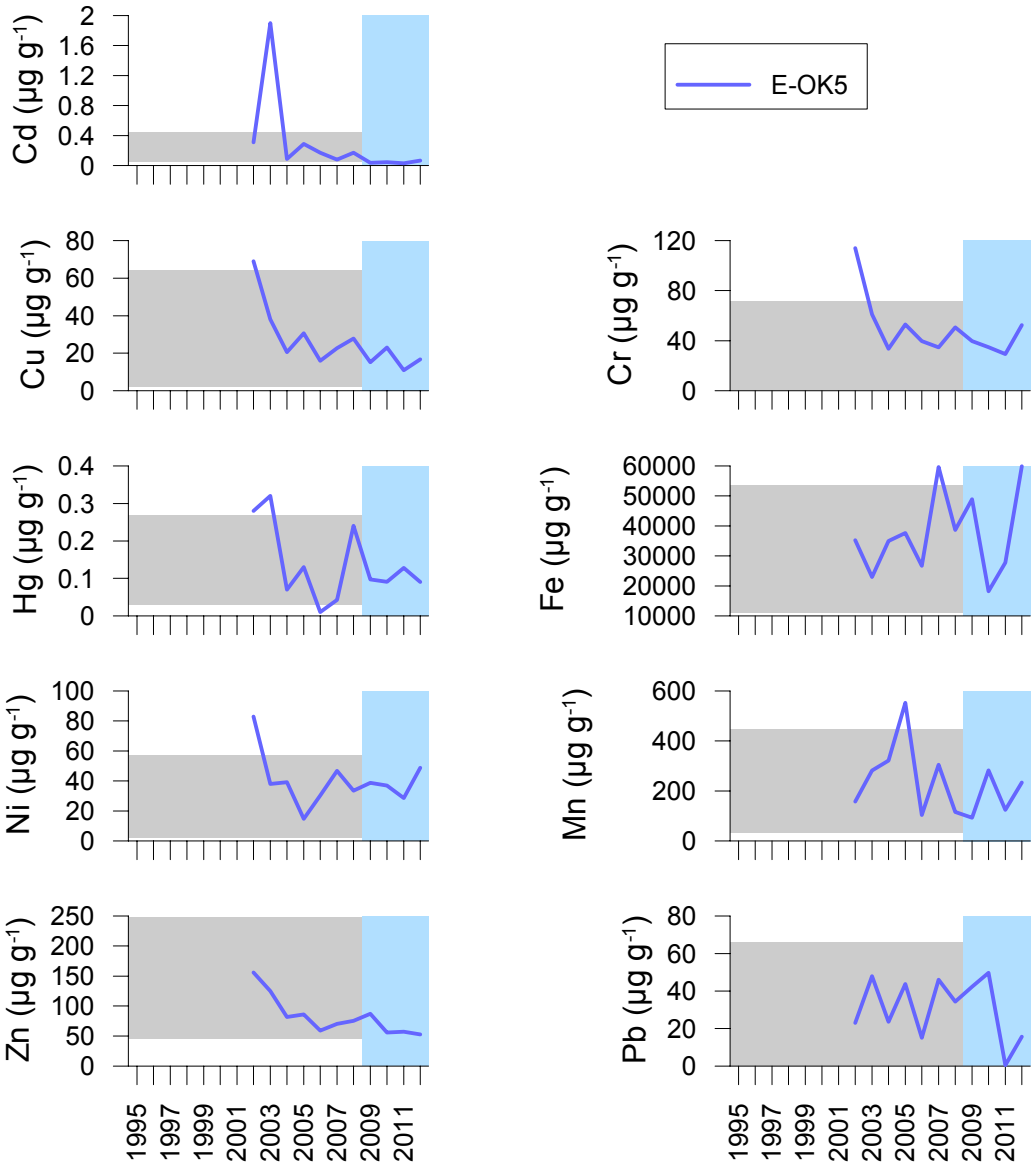


Figura 140 Evolución temporal de la concentración de metales en la fracción fina del sedimento (muestreos de invierno). La franja gris representa el nivel de fondo para cada uno de los metales.

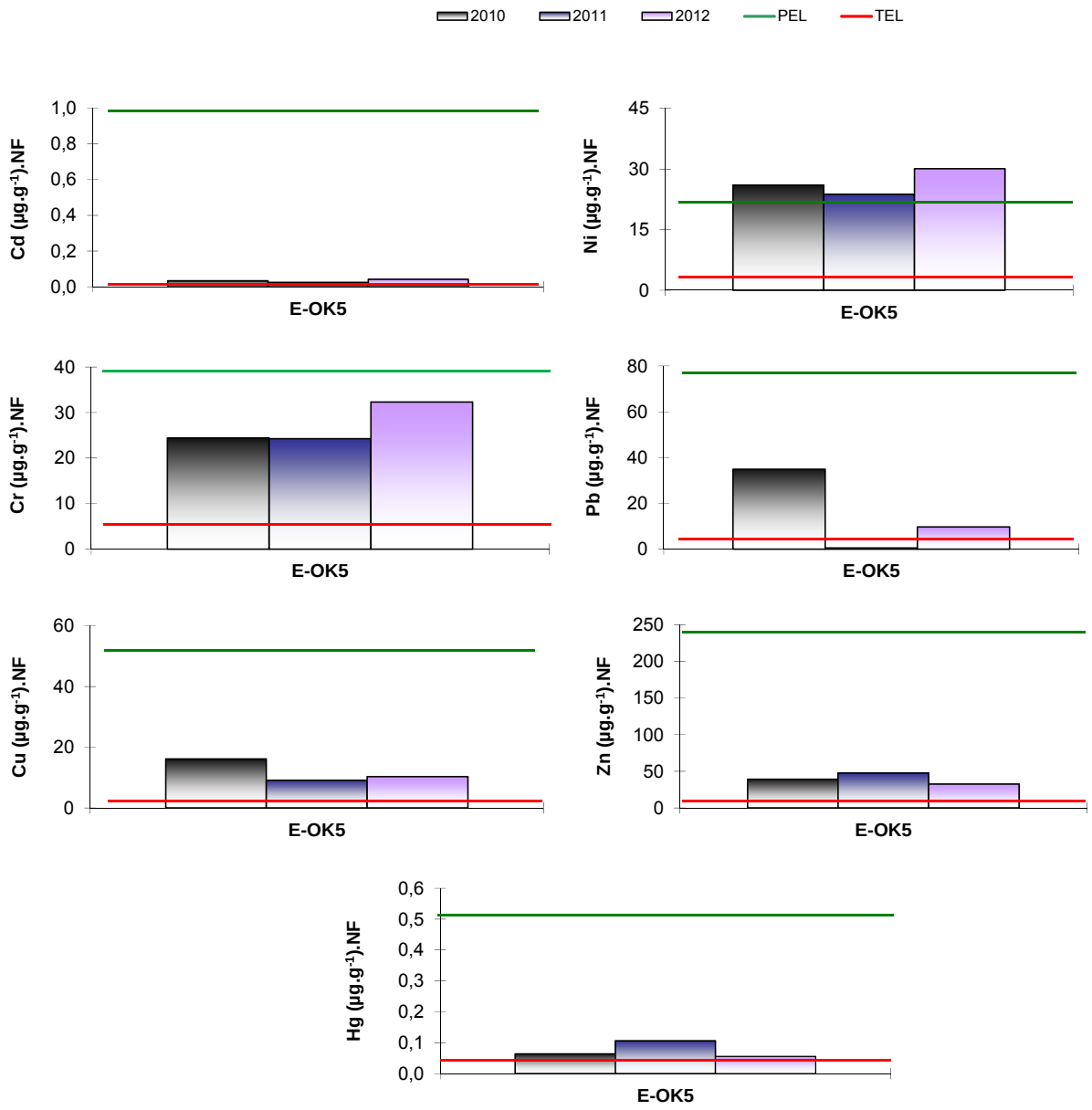


Figura 141 Evolución temporal de la concentración de metales del sedimento de las estaciones del Oka interior, durante los últimos tres años (muestreos de invierno). PEL (Probable Effect Level): concentración con efecto negativo probable en la biota; TEL (Threshold Effect Level): concentración por debajo de la cual no se esperan efectos sobre la biota. Nótese que las concentraciones están corregidas por la fracción fina (NF).

COMPUESTOS ORGÁNICOS

En la Tabla 136 se recogen las concentraciones de compuestos orgánicos analizados en la campaña de invierno de 2012. La Figura 142 ilustra la evolución en la concentración de contaminantes orgánicos analizados desde 2002.

En general, todos los compuestos orgánicos analizados muestran concentraciones cercanas o inferiores al límite de determinación analítico, excepto los PAHs, aunque se mantienen sin superan el objetivo de calidad (44792 ng g^{-1}). Por lo tanto, las concentraciones de contaminantes orgánicos no implican efectos negativos sobre la biota.

Estación	Aldrín (ng g^{-1})	Dieldrín (ng g^{-1})	Isodrín (ng g^{-1})	DDE (ng g^{-1})	DDD (ng g^{-1})	DDT (ng g^{-1})	*a*HCH (ng g^{-1})	*g*HCH (ng g^{-1})	HCB (ng g^{-1})	S.PCB (ng g^{-1})	S.PAH (ng g^{-1})
E-OK5	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	7,00	92,50

Tabla 136 Concentración de compuestos orgánicos en los sedimentos en la campaña de invierno de 2012. *a*HCH: alfa-hexaclorociclohexano; *g*HCH:gamma-hexaclorociclohexano; HCB: hexaclorobenceno; S.PCB: suma de las concentraciones de los policlorobifenilos congéneres CB28, CB52, CB101, CB118, CB138,CB153 y CB180; S.PAH: suma de las concentraciones de 10 hidrocarburos poliaromáticos: fenantreno, indeno[1,2,3-cd]pireno, pireno, criseno, benzo[e]pireno, benzo[g,h,i]perileno, fluoranteno, benzo[a]antraceno, benzo[b]fluoranteno y benzo[a]pireno. Cabe señalar que las concentraciones inferiores a los límites de detección no se han considerado en el sumatorio.

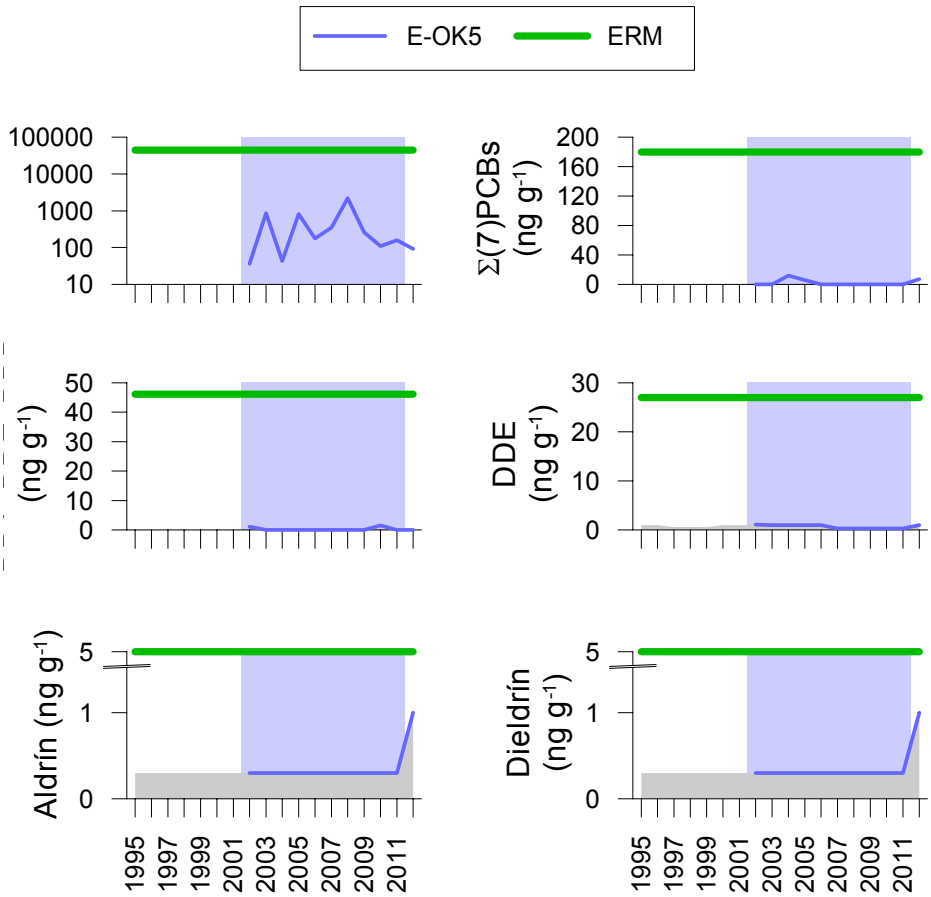


Figura 142 Evolución temporal de la concentración de compuestos orgánicos. La variación en el nivel de cuantificación analítico se muestra sobre fondo gris. ERM: concentración con efecto adversos probables en la biota (del inglés, Effects Range Median, Long et al., 1995). Cabe señalar que las concentraciones inferiores a los límites de detección no se han considerado en el sumatorio. Cambio de color de fondo indica cambio de metodología.

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

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.

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 centrales del nivel de fondo de metales, calculados por Rodríguez *et al.* (2006), con los encontrados en las zonas estudiadas (Factor de Contaminación, FC). 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 137 se recoge el índice de carga contaminante (ICC) por cada metal en los sedimentos del estuario del Oka interior, así como los valores globales de ICC para la campaña de invierno de 2012. Como en campañas anteriores, la estación E-OK5 presenta un ICC global no contaminado por metales.

En la Figura 143 se presenta la evolución del ICC global, donde se observa que, en las campañas más recientes los valores se mantienen por debajo del valor de ICC de contaminación ligera (*i.e.*, ICC < 1).

Estación	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn	ICC global
E-OK5	NC	CL	NC	CL	NC	NC	CL	NC	NC	NC

Tabla 137 Clasificación de la contaminación en los sedimentos superficiales en función de los metales pesados en 2012, 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.

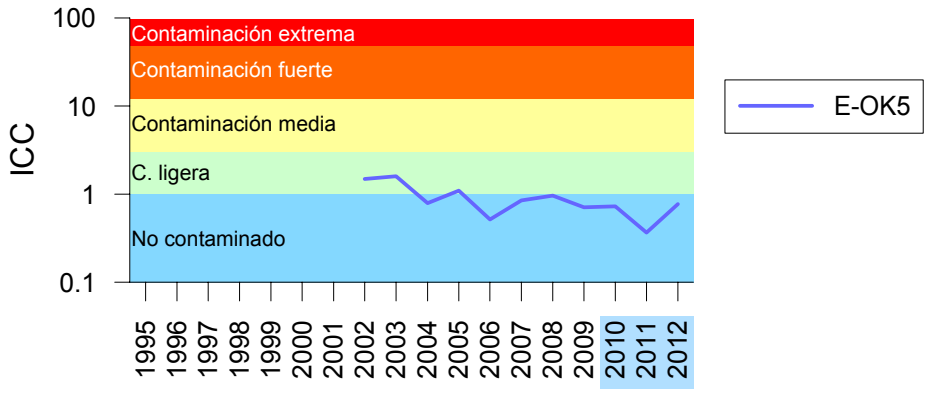


Figura 143 Evolución del Índice de Carga Contaminante (ICC) global de metales en sedimento.

6.6 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 los últimos años no ha habido alteraciones, por lo que se ha calificado como **'Muy Bueno.'**

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

TOMO 7 MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL OKA EXTERIOR

Pasaia, junio de 2013

ÍNDICE

TOMO 7 MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL OKA EXTERIOR 201

7.1 Resumen estado. Oka exterior 203

7.2 Estaciones de muestreo 206

7.3 Indicadores biológicos 207

7.3.1 Macroinvertebrados bentónicos 207

7.3.2 Fauna ictiológica 209

7.3.3 Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton 210

7.3.4 Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas 213

7.4 Indicadores Fisicoquímicos 214

7.4.1 Caracterización físico-química en aguas 214

7.4.2 Caracterización físico-química en sedimentos 216

7.4.3 Caracterización físico-química en biota (moluscos) 221

7.5 Indicadores hidromorfológicos 224

7.1 RESUMEN ESTADO. OKA EXTERIOR

La masa de agua de transición del Oka Exterior en la campaña 2012 no alcanza el buen estado puesto que no alcanza el buen estado químico y el estado ecológico se diagnostica como moderado (Tabla 139)

Esta situación de incumplimiento de objetivos medioambientales es relativamente estable en los últimos cinco años analizados (Tabla 138), aunque podría considerarse que el estado químico y el estado ecológico se encuentran en la zona de incertidumbre del cumplimiento de objetivos medioambientales.

Año	2008	2009	2010	2011	2012
ESTADO ECOLÓGICO	2	3	2	3	3
ESTADO QUÍMICO	2	2	3	2	3
ESTADO	2	3	3	3	3

Tabla 138 Evolución del periodo 2008-2012. Masa de agua del Oka exterior. (Claves: *estado ecológico*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde), moderado (3- amarillo), deficiente (4- naranja) y malo (5- rojo). *Estado químico:* bueno (2- azul) y no alcanza el buen estado (3- rojo). *Estado*: bueno (2- azul) y peor que bueno (3-rojo)

COD_ESTACION	ESTACION	MACROINVERTEBRADOS	FAUNA ICTIOLOGICA	FITOPLANCTON	MACROALGAS	BIOLOGICO	CONDICIONES GENERALES	SUSTANCIAS PREFERENTES	ECOLOGICO	QUIMICO	ESTADO
E-OK10	MURUETA (ASTILLERO) (OKA)	2	3	2	2	3	4	1	3	3	3
E-OK20	SUKARRIETA (TXATXARRAMENDI) (OKA)	1	3	1	1	3	1	1	3	2	3
	Oka Exterior Transicion	1	3	1	2	3	2	1	3	3	3

Tabla 139 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado en la masa de agua del Oka exterior en 2012. (Claves: *Macroinvertebrados, fauna ictiológica fitoplancton macroalgas, estado biológico, condiciones generales y estado ecológico*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde), moderado (3- amarillo), deficiente (4- naranja) y malo (5- rojo). *Sustancias preferentes*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde)), y no alcanza el buen estado (3- rojo). *Estado químico:* bueno (2- azul), y no alcanza el buen estado (3- rojo).*Estado*: bueno (2- azul) y peor que bueno (3-rojo).

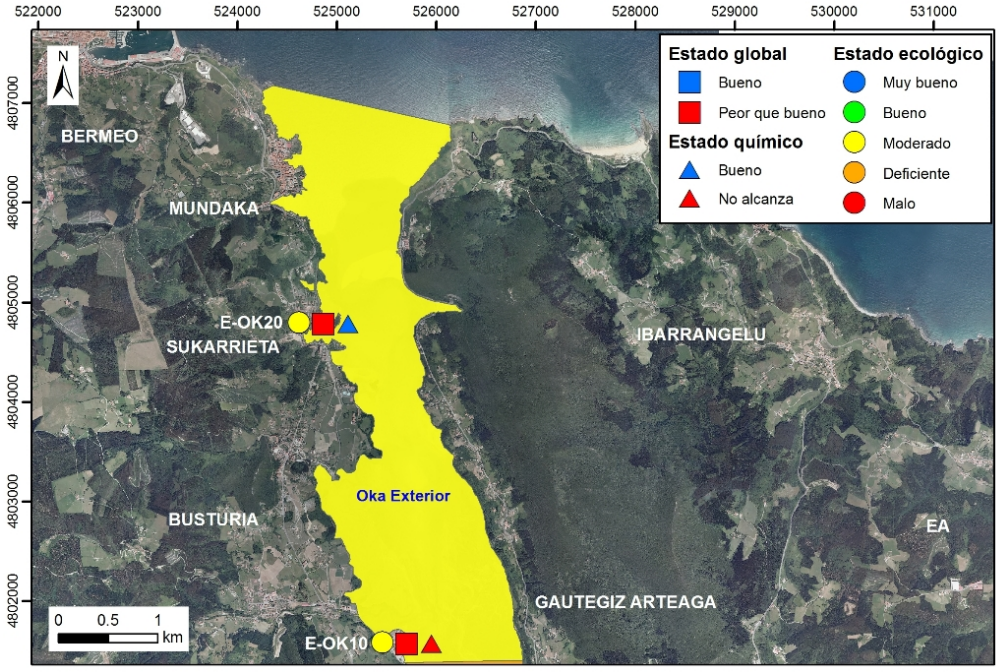


Figura 144 Calificación del Estado Ecológico, estado químico y global de las estaciones en la masa de agua del Oka exterior (y estado ecológico para la masa de agua), en 2012.

El Oka es un estuario que presenta un cauce muy regulado (lezones, escolleras, diques, presas), numerosos vertidos urbanos sin depurar, vertidos de aliviaderos de tormentas, un canal dragado numerosas veces (1984, 1992, 1995, 1998, 1999, 2003, 2010) así como numerosos asentamientos portuarios.

Desde que se realizó en 2004 el estudio de presiones e impactos en esta Masa de agua lo más destacable, en cuanto a presiones, han sido los vertidos de la depuradora de Gernika; algunos vertidos industriales y algún dragado en la zona del puerto de Mundaka.

En el estuario del Oka hay un gradiente claro desde el interior al exterior en casi todos los elementos 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 (Figura 144). 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 aceptable, al igual que el estado ecológico, debido a los peces. En todo caso, este es un lugar que le correspondería estar en muy buen estado, si no hubiera vertidos, y esta ligera disturbancia puede deberse a la contaminación en aguas, cuyos límites están por debajo de los objetivos de calidad en algunos casos (por ejemplo, en bacterias de biota u otros elementos).

En lo relativo a condiciones fisicoquímicas generales, en 2012 la calidad físico-química de la masa de agua se puede calificar como 'Deficiente' en E-OK10 y 'Muy Buena' en E-OK20. Esto demuestra que la influencia de los vertidos de Gernika se deja notar en la zona de Murueta.. La tendencia al empeoramiento observada en ambas estaciones entre 1997 y 2011 en el caso de la estación E-OK20 y entre 2002 y 2011 en el caso de la E-OK10, se rompe con los datos obtenidos en 2012 (Figura 145). Sin embargo, la E-OK10 si mantiene una tendencia estadísticamente significativa al empeoramiento entre 2002 y 2012 ($p<0,01$).

En cuanto a los objetivos de calidad físico-química, la estación E-OK10 no cumple para el amonio y el porcentaje de saturación de oxígeno, mientras que la estación E-OK20 no cumple para ninguno de los nutrientes y la turbidez.

De la evaluación de las sustancias preferentes se concluye que el estado físico-químico, basado en las sustancias especificas, es *muy bueno (*Tabla 140) en los dos puntos de control de esta masa.

Referente a las sustancias prioritarias (acorde a Directiva 2008/105/CE), determinadas en 2012 en esta masa de agua, de forma global, no se alcanza el buen estado químico, debido al Benzo(g,h,i)perileno +Indeno(1,2,3-cd)pireno (Tabla 141). Esta masa presenta alternancia entre incumplimientos y cumplimientos en base a diferentes sustancias (Tabla 142) y no se mantiene el buen estado químico alcanzado en 2011.

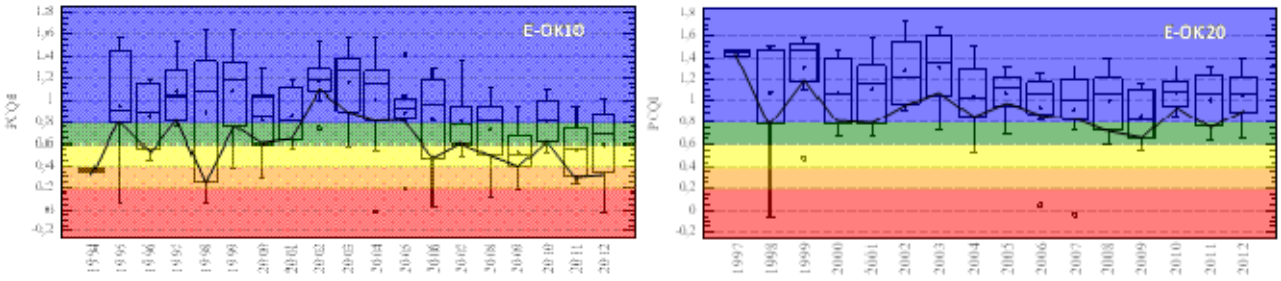


Figura 145 Box and Whisker Plot de la evolución del índice de calidad del estado físico-químico (PCQI) entre 1994 y 2012 de las estaciones de muestreo E-OK10 y E-OK20 de la masa de agua de transición del Oka Exterior. La línea negra representa la evolución anual del percentil 25 del PCQI. Se indican los rangos de calidad: azul: Muy bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Aceptable; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC ($\mu g\ l^{-1}$)	E-OK10	E-OK20	Global
Zinc	Concentración promedio	60 $\mu g\ l^{-1}$	1-2 $\mu g\ l^{-1}$	17,9 $\mu g\ l^{-1}$	5,47 $\mu g\ l^{-1}$	Muy Bueno
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	
Cobre	Concentración promedio	25 $\mu g\ l^{-1}$	1-2 $\mu g\ l^{-1}$	2,17 $\mu g\ l^{-1}$	<LC	Muy Bueno
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		25%	0%	
Estado Físico-Químico (Contaminantes específicos)				Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno

Tabla 140 Evaluación del Estado Físico-Químico (sustancias específicas) en la masa de agua del Oka interior en 2012.

Sustancia	Criterio	Objetivo (µg l^{-1})	LC (µg l^{-1})	E-OK10	E-OK20	Global
Benzo(b)fluoranteno+Benzo(k)fluoranteno	NCA-MA	0,03 µg l^{-1}	0,0005-0,01	0,014	<LC	Cumple
Benzo(g,h,i)perileno+Indeno(1,2,3-cd)pireno	NCA-MA	0,002 µg l^{-1}	0,0005-0,01	0,006	<LC	No cumple
Antraceno	NCA-MA	0,1 µg l^{-1}	0,01	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-CMA	0,4 µg l^{-1}	0,01	<LC	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-MA	0,1 µg l^{-1}	0,01	<LC	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA	1 µg l^{-1}	0,01	<LC	<LC	Cumple
Naftaleno	NCA-MA	1,2 µg l^{-1}	0,05	<LC	<LC	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-MA	0,05 µg l^{-1}	0,01	0,0025	<LC	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-CMA	0,1 µg l^{-1}	0,01	0,01	<LC	Cumple
Cadmio	NCA-MA	0,2 µg l^{-1}	0,02-0,05	<LC	0,07	Cumple
Cadmio	NCA-CMA	0,45 µg l^{-1}	0,02-0,05	0,08	0,12	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-MA	7,2 µg l^{-1}	1-2	<LC	<LC	Cumple
Mercurio y sus compuestos	NCA-MA	0,05 µg l^{-1}	0,01	<LC	<LC	Cumple
Mercurio y sus compuestos	NCA-CMA	0,07 µg l^{-1}	0,01	<LC	<LC	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-MA	20 µg l^{-1}	1-2	12,9	<LC	Cumple
Estado Químico				No alcanza	Bueno	No alcanza

Tabla 141 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua del Oka Exterior en 2012. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible.

Año	Estado Químico	Sustancias que superan NCA
2004	No alcanza buen estado	Cd (sedimento)
2005	Bueno	-
2006	Bueno	-
2007	Bueno	-
2008	Bueno	-
2009	Bueno	-
2010	No alcanza buen estado	Pb
2011	Bueno	-
2012	No alcanza	Benzo(g,h,i)perileno+Indeno(1,2,3-cd)pireno

Tabla 142 Estado químico de la masa de agua de transición Oka Exterior en los años 2004-2012.

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 143. Por otro lado, en 2002, 2005 y 2008 se analizó un total de dos estaciones para vida piscícola y 8 estaciones para macroalgas en estuarios, que se volvieron a analizar en 2011 (Tabla 143, Figura 146).

Código Estación	Estación	UTMX	UTMY	Tipo de Estación
E-OK10	Murueta (astillero) (Oka)	525703	4801567	Estuarios
E-OK20	Sukarrieta (Txatxarramendi) (Oka)	524863	4804781	Estuarios
I-OK10	Mundaka (puerto) (Oka)	524640	4806390	Estuarios (Moluscos)
M-EOK1	Oka Zona 01.Estuario Macroalgas	525780	4804256	Estuarios (Macroalgas)
M-EOK2	Oka Zona 02.Estuario Macroalgas	524836	4804757	Estuarios (Macroalgas)
M-EOK3	Oka Zona 03.Estuario Macroalgas	525332	4804118	Estuarios (Macroalgas)
M-EOK4	Oka Zona 04.Estuario Macroalgas	525422	4803778	Estuarios (Macroalgas)
M-EOK5	Oka Zona 05.Estuario Macroalgas	525350	4802917	Estuarios (Macroalgas)
M-EOK6	Oka Zona 06.Estuario Macroalgas	525655	4802684	Estuarios (Macroalgas)
M-EOK7	Oka Zona 07.Estuario Macroalgas	526348	4802171	Estuarios (Macroalgas)
M-EOK8	Oka Zona 08.Estuario Macroalgas	525900	4801854	Estuarios (Macroalgas)
AOKE	Oka (Arrastre zona exterior estuario)	525536	4804129	Estuarios (Vida piscícola)
AOKM	Oka (Arrastre zona media estuario)	525991	4802668	Estuarios (Vida piscícola)

Tabla 143 Estaciones de muestreo en la masa de agua de transición del Oka Exterior.

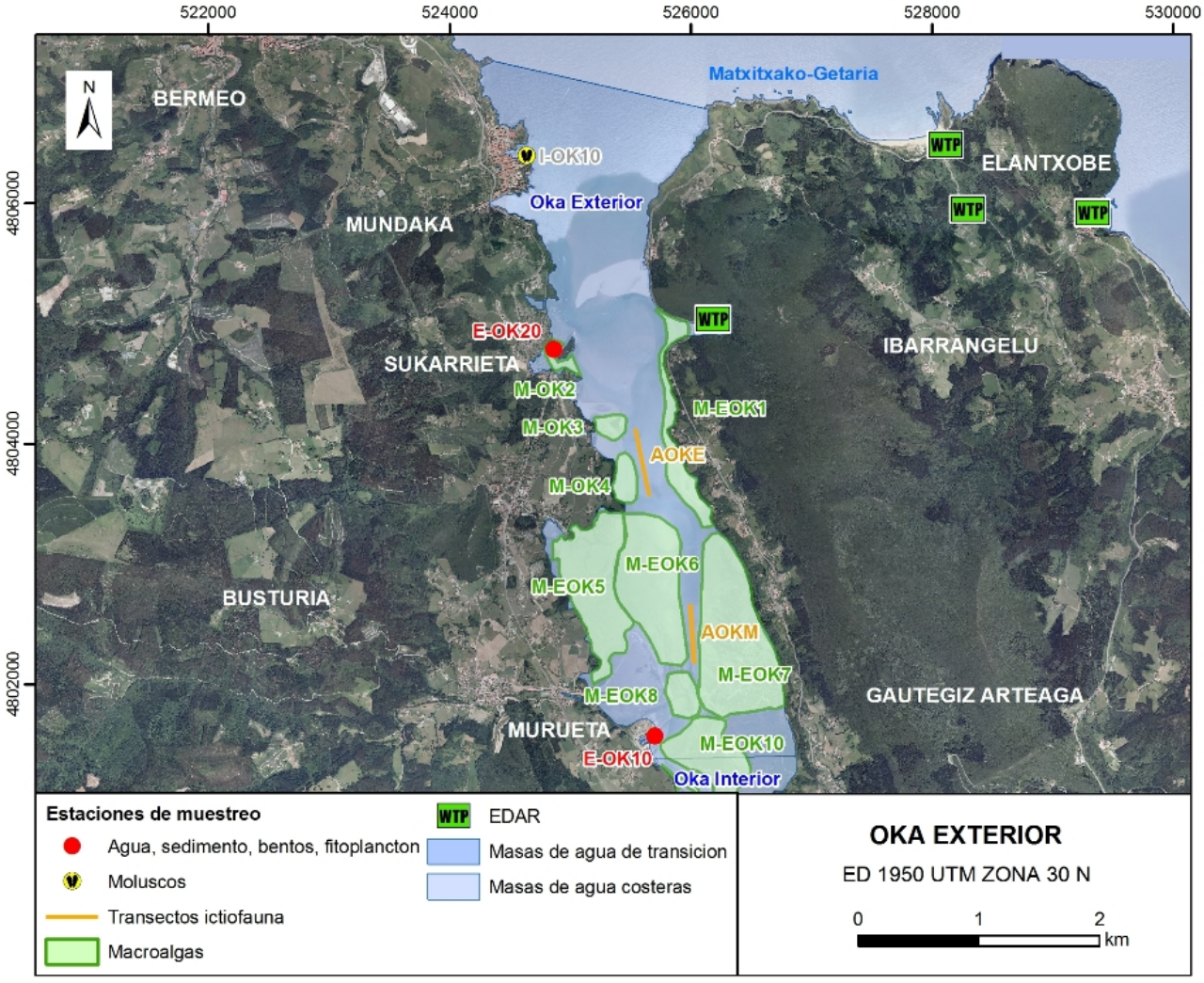


Figura 146 Ubicación de estaciones en la Masa de agua Oka exterior.

7.3 INDICADORES BIOLÓGICOS

7.3.1 MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

Los parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Oka Exterior, en invierno de 2012 pueden verse en la Tabla 144.

PARÁMETRO	UNIDAD	ESTACIÓN	
		E-OK10	E-OK20
Densidad	nº·m^{-2}	537	117
Biomasa	g·m^{-2}	0,982	1,461
Riqueza	nº	11	21
Diversidad número	bit·ind^{-1}	1,96	3,70
Diversidad biomasa	bit·g^{-1}	0,43	1,62
Equitabilidad número		0,57	0,84
Equitabilidad biomasa		0,12	0,37
Diversidad máxima	bits	3,46	4,37
AMBI		3,12	1,84
Clasificación AMBI		Alteración Ligera	Alteración Ligera

Tabla 144 Parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Oka Exterior.

La estación E-OK10 presenta una composición granulométrica semejante a la de la estación E-OK5 (localizada en la Masa de Agua de Transición Oka Interior), aunque el contenido en materia orgánica es casi tres veces menor (6,4%). La estructura de la biocenosis es la típica de los medios estuáricos de nuestras latitudes, donde generalmente las especies encontradas conforman la comunidad reducida de *Macoma*, aunque, como ocurre en otras estaciones de este y de otros estuarios, no están representadas todas ellas.

Históricamente, durante los 18 años de seguimiento de esta estación, las comunidades presentes han estado dominadas por uno de estos 4 *taxa*: *Hediste diversicolor*, oligoquetos, *Streblospio shrubsolii* y *Scrobicularia plana*. En la campaña de 2012 domina el poliqueto *S. shrubsolii* (293 ind·m^{-2}; 55% de los efectivos de la estación). También son abundantes *S. plana* (100 ind·m^{-2}), *Alkmaria romijni* (72 ind·m^{-2}), oligoquetos (37 ind·m^{-2}) y *H. diversicolor* (23 ind·m^{-2}). Esta composición faunística de la estación E-OK10 se viene repitiendo con pequeñas modificaciones año tras año desde 1997 y constituye la biocenosis anteriormente mencionada de comunidad reducida de *Macoma*.

La densidad de la comunidad (537 ind·m^{-2}) es media/alta en comparación a la de campañas anteriores, aunque con ciertas excepciones (máxima, 3.613 ind·m^{-2} en 2004). Sin embargo, los valores de la biomasa siguen siendo bajos en relación a los detectados en campañas precedentes (1,0 g·m^{-2} en 2012) (Figura 147).

La riqueza específica registrada (11 *taxa*) se encuentra en el rango de las registradas durante el periodo de estudio (máxima, 20 *taxa* en 1998; mínima, 7 *taxa* en 1999). La diversidad y equitabilidad para las abundancias (1,96 bit·ind^{-1} y 0,57, respectivamente) se encuentran en el rango de las encontradas en otros estuarios de la CAPV y también en esta estación (Tabla 144).

La estación E-OK10 presenta alteración ligera en términos de AMBI (3,1), con dominancia del grupo ecológico III (Figura 148). Se trata de una estación que presentó 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. A partir de 2003 la mayoría de los valores de AMBI indicaron alteración moderada, con dominancia del GE III, a excepción de las campañas de 2009 y 2011, en que dominan las especies oportunistas de primer orden (Figura 148).

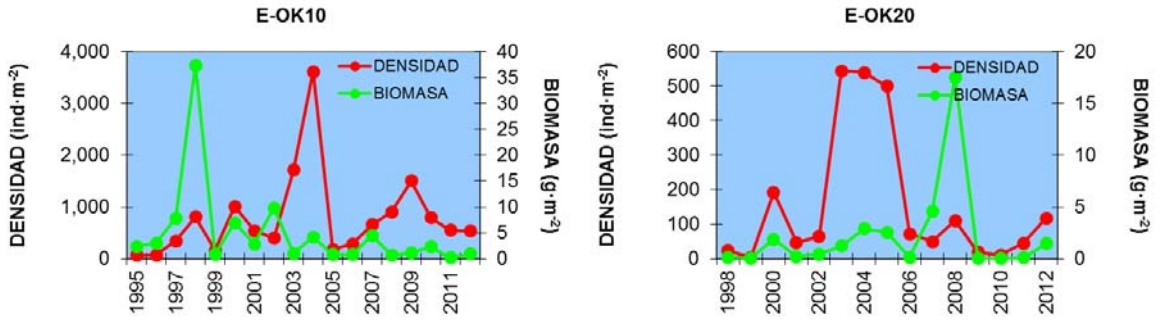


Figura 147 Evolución de la densidad y biomasa en las estaciones E-OK10 y E-OK20 (Oka Exterior).

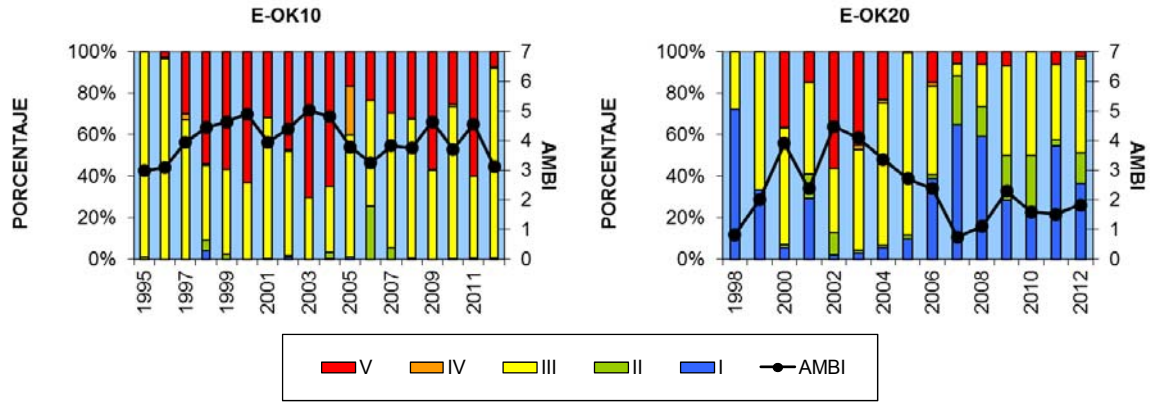


Figura 148 Evolución del porcentaje de cada grupo ecológico y de AMBI en las estaciones E-OK10 y E-OK20 del Oka Exterior.

La estación E-OK20 es la más próxima al mar del estuario del Oka y presenta un sedimento predominantemente arenoso (98%) y con contenido en materia orgánica bajo (0,8%) en comparación con la mayoría de las demás estaciones estuáricas. Estos sedimentos están colonizados por una comunidad con densidad baja (117 ind·m^{-2} en 2012; mínima, 4 ind·m^{-2} en 1999; máxima, 544 ind·m^{-2} en 2001 y 2003) (Figura 147). La riqueza específica presenta una importante variabilidad temporal (21 *taxa* en 2012) con un máximo de 27 *taxa* en 2003 y un mínimo de 3 *taxa* en 1999.

Como ha ocurrido en otras muchas campañas anteriores, en 2012 no cabe destacar ninguna especie por su abundancia, ya que ninguna supera los 24 ind·m^{-2}.

Debido a la ausencia de dominancia por parte de alguna especie, tanto la diversidad para las abundancias (3,70 bit·ind^{-1}) como la equitabilidad (0,84) son de las más altas de todo el periodo de estudio (Tabla 144). La biomasa (1,5 g.m^{-2}) es relativamente baja (Figura 147).

El valor de AMBI estimado para la estación (1,8) corresponde a alteración ligera (Figura 148). 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 redujo hasta alcanzar el mínimo de la serie en 2007 (Figura 148). 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. Sin embargo, desde entonces ha aumentado ligeramente, estabilizándose en valores de entre 1,5 y 2,0 entre 2010 y 2012.

A continuación se presenta la evaluación del estado ecológico del compartimiento de los macroinvertebrados bentónicos en las dos estaciones de estudio a partir de los valores de M-AMBI.

Por un lado, la estación **E-OK10** a partir de M-AMBI es de **Buen Estado** (Figura 149), con una evolución temporal irregular, donde situaciones de mejora se alternan con situaciones de empeoramiento. De esta manera, en las campañas más recientes el estado ecológico ha ido variando entre Aceptable y Bueno.

Por otro lado, la estación **E-OK20** presenta **Muy Buen Estado** (Figura 149). En general, se observa una tendencia positiva de los valores de M-AMBI, que pasan de 0,42 en 2002 al máximo valor de la serie (1,04) en 2008. Después se redujeron al límite con el Buen Estado en la campaña de 2010, aunque se mantiene la calificación de Muy Buen Estado.

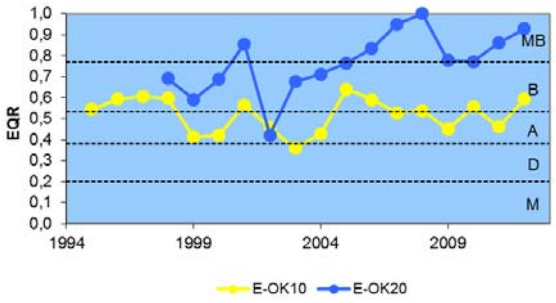


Figura 149 Evolución de M-AMBI para las estaciones de la masa de agua de transición del Oka Exterior.

7.3.2 FAUNA ICTIOLÓGICA

Las últimas muestras de fauna demersal fueron recogidas en 2011, por tanto, en este informe se re-analizan los datos obtenidos con anterioridad. Asociadas a Oka exterior se dispone de la estación exterior (AOKE) y la estación media (AOKM) (Figura 146).

En este estuario existen datos del año 2002, 2005 y 2008 (Borja *et al.*, 2003, 2006, 2009) 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 taxones identificadas en las distintas estaciones del Oka exterior en el muestreo de 2011 fue de siete (cuatro peces y tres crustáceos), doce en 2008 (ocho peces y cuatro crustáceos), diez en 2005 (seis peces y cuatro crustáceos) y cinco en 2002 (tres peces y dos crustáceos). Todas ellas, especies habituales de estos ecosistemas que soportan amplios rangos de salinidad, principal condicionante de la vida en estas zonas de transición.

Este año se ha capturado por primera vez en este estuario la chopa (*Spondyliosoma cantharus)* y el cangrejo exótico de origen asiático *Hemigrapsus takanoi*. Este último cangrejo está considerado como invasor (Asakura y Watanabe, 2005; Martínez y Adarraga, 2005, 2006; Dauvin *et al.*, 2009) y ocupa los ambientes frecuentados por el cangrejo cuadrado (*Pachygrapsus marmoratus)* y el cangrejo verde (*Carcinus maenas)*.

De entre todas las especies identificadas a lo largo de estos años, en el muestreo de 2011 debe destacarse la ausencia del cabuxino (*Pomatoschistus* sp.) y la quisquilla gris (*Crangon crangon*) que habían sido recogidos en todos los muestreos previos realizados hasta la fecha y del cangrejo cuadrado que estaba presente los años 2005 y 2008. Este último, quizás tenga relación con la aparición del cangrejo japonés.

Tras la mejoría observada en el año 2005 en todos los parámetros, se observa una tendencia hacia el empobrecimiento en todos los registros, a excepción de la diversidad en AOKM. La variación de la riqueza de taxones (peces y crustáceos), del número de individuos (peces y crustáceos) y de la diversidad a lo largo de los últimos diez años en el tramo exterior del estuario del Oka, reflejan una tendencia general de empeoramiento de la situación en los tramos considerados.

Para evaluar la tendencia temporal y espacial de la calidad biológica asociada a fauna ictiológica se han utilizado los datos obtenidos en los muestreos realizados los años 2002, 2005, 2008 y 2011. En la Tabla 145 se expresan los valores obtenidos para cada indicador considerado en el cálculo del estado del tramo estudiado en la masa de agua de transición del Oka exterior.

Al igual que en el resto de estuarios, los indicadores que hacen referencia a las especies introducidas, especies indicadoras de contaminación y salud piscícola son los que favorecen la calidad biológica, alcanzando los valores máximos en toda la serie de datos. En el otro extremo, los piscívoros y el porcentaje de especies residentes siempre han contribuido con un valor mínimo a la calidad en toda la serie de estudio. En cuanto a la composición trófica de peces demersales, en el tramo exterior siempre se ha mantenido invariable la relación entre omnívoros y piscívoros (con un valor porcentual 3:1), mientras que en el tramo medio dicha relación ha variado en el transcurso del tiempo.

Estación/año	AOKE				AOKM			
Parámetros	2002	2005	2008	2011	2002	2005	2008	2011
Riqueza	3	5	3	1	1	5	3	3
Especies introducidas	5	5	5	5	5	5	5	5
Esp. Indicadoras contaminación	5	5	5	5	5	5	5	5
Salud piscícola	5	5	5	5	5	5	5	5
Peces planos	1	1	3	3	1	1	1	1
Omnívoros	3	3	3	3	3	3	5	1
Piscívoros	1	1	1	1	1	1	1	1
Especies residentes (nº)	3	5	3	1	3	5	5	3
Especies residentes (%)	1	1	1	1	1	1	1	1
PUNTUACIÓN	27	31	29	25	25	31	31	25
AFI	0,50	0,61	0,56	0,44	0,44	0,61	0,61	0,44
CALIDAD BIOLÓGICA	A	B	B	A	A	B	B	A

Tabla 145 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): 0,78; Bueno (B): 0,55-0,78; Aceptable (A): 0,34-0,55; Deficiente (D): 0,17-0,34; Malo (M): ≤ 0,17. AFI: AZTI's Fish Index.

El estado de la calidad biológica piscícola alcanzada el año 2011 presenta el mismo valor en los dos tramos, siendo además el más bajo obtenido hasta la fecha y calificándose en ambos puntos como **Aceptable**.

Comparando los resultados de 2011 con los obtenidos en años anteriores (Figura 150), se observa un retroceso rompiéndose la mejoría observada en 2005 y 2008 y retornando a la situación de 2002 en ambos tramos. Esta pérdida de calidad es reflejo de la disminución de la riqueza (en el tramo exterior), del número de especies residentes (en ambos tramos) y de especies omnívoras (en el tramo medio).

La Figura 151 muestra cómo ha evolucionado la calidad biológica en la masa de transición del Oka exterior entre los años 2002 y 2011. En 2005 se aprecia una mejoría en la calidad biológica respecto a 2002 pasando de una calificación de Aceptable a Buena. En 2008, la masa de agua sigue calificándose como Buena, a pesar de haber descendido su puntuación. En 2011 continúa el descenso de la puntuación, clasificándose su calidad, de nuevo, como **Aceptable.**

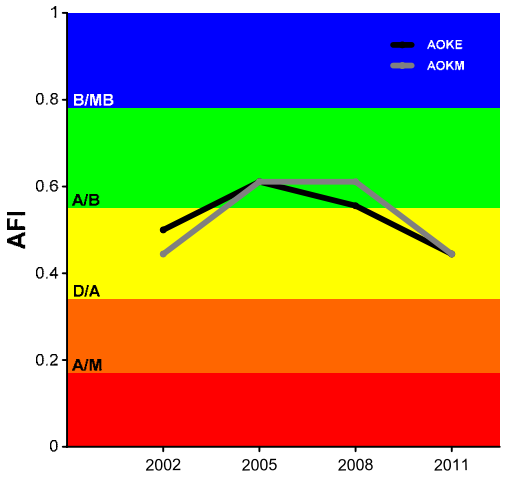


Figura 150 Valores de la calidad biológica obtenidos para las estaciones media (AOKM) y exterior (AOKE) del estuario del Oka en los años 2002, 2005, 2008 y 2011. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): 0,78; Bueno (B): 0,55-0,78; Aceptable (A): 0,34-0,55; Deficiente (D): 0,17-0,34; Malo (M): ≤ 0,17. AFI: AZTI's Fish Index.

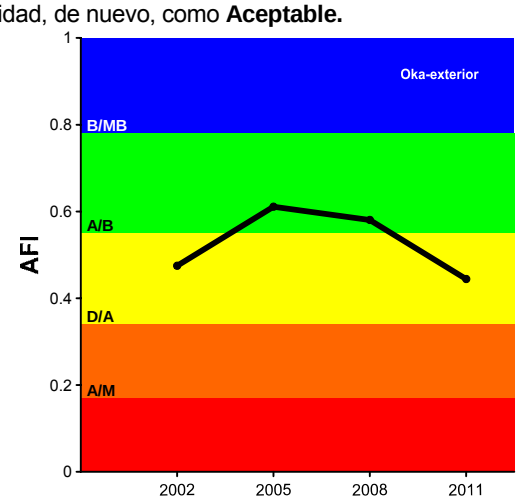


Figura 151 Valores de la calidad biológica obtenidos para la masa de transición del Oka exterior los años 2002, 2005, 2008 y 2011. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): ≥0,78; Bueno (B): 0,55-0,78; Aceptable (A): 0,34-0,55; Deficiente (D): 0,17-0,34; Malo (M): ≤ 0,17. AFI: AZTI's Fish Index.

7.3.3 VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO. FITOPLANCTON

Al igual que en anteriores informes, el fitoplancton en la masa de agua de transición del Oka Exterior se evalúa con los datos de los últimos seis años, en base a dos métricas: el percentil 90 de la clorofila y el porcentaje de blooms. El estado global del fitoplancton se calcula promediando los EQRs de ambos indicadores (véase tomo de metodología).

En la Figura 152 se muestra el valor del indicador calculado con los datos de clorofila "a" (percentil 90). Para este indicador, los umbrales que separan las clases de estado difieren entre las aguas euhalinas y las aguas polihalinas de los estuarios del Cantábrico (Revilla *et al*., 2009b). Como puede observarse, en la estación E-OK10, el valor del indicador es 6,71 µg l^{-1} (n=48) lo cual corresponde a un estado "Muy bueno" para aguas de carácter polihalino. En la estación E-OK20, el valor es 1,68 µg l^{-1} (n=48), indicando también un estado "Muy bueno" en la estación de la desembocadura, euhalina.

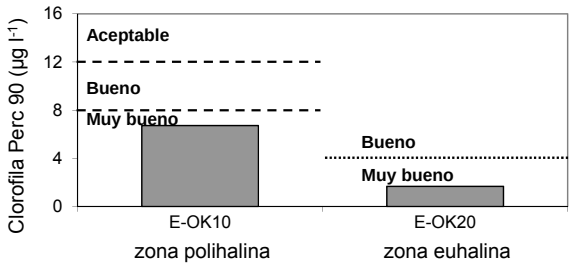


Figura 152 Percentil 90 de la concentración de clorofila en el Oka Exterior. Los datos utilizados han sido los de superficie, pleamar y bajamar, de las cuatro épocas del año, desde 2007 hasta 2012.

En la Figura 153 se muestra el indicador basado en la abundancia fitoplanctónica (frecuencia de blooms). Para este indicador el tramo salino no se tiene en cuenta a la hora de establecer los umbrales que separan las clases de estado en los estuarios (Revilla *et al*., 2009b). En la estación E-OK10 la frecuencia de las floraciones fitoplanctónicas es 58,7%, lo cual indica un estado

"Aceptable". En la estación E-OK20 la frecuencia es 16,7%, lo que corresponde a un estado "Muy bueno".

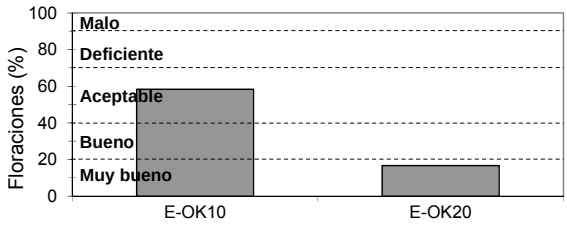


Figura 153 Frecuencia de floraciones fitoplanctónicas (%) en el Oka Exterior. Los datos utilizados corresponden a superficie, pleamar, en primavera y verano, desde 2007 hasta 2012.

En la Tabla 146 se indica el estado del fitoplancton en cada una de las estaciones del Oka Exterior, integrando los resultados de ambos indicadores. Se indican también los valores de EQR. El estado global del fitoplancton para el periodo 2007-2012 se clasifica como "Bueno" en la estación E-OK10 y como "Muy bueno" en la estación E-OK20.

ESTACIÓN	EQR_1 Biomasa	EQR_2 Floraciones	Estado y EQR Global
E-OK10	0,794	0,284	Bueno (0,539)
E-OK20	1,000	1,000	Muy Bueno (1,000)

Tabla 146 Zona exterior del estuario del Oka. Calificación del estado del fitoplancton para cada estación de muestreo durante el periodo 2007-2012. Se muestran los EQRs parciales de cada indicador y el EQR global.

En la Tabla 147 se muestra la evolución del estado del fitoplancton a lo largo de periodos móviles de seis años. El **estado del fitoplancton** en la masa de agua del **Oka Exterior** se clasifica como **"Muy bueno"** en el último periodo (2007-2012). No obstante, la calificación que se observa con mayor frecuencia a lo largo de la serie temporal en esta masa de agua es de "Buen" estado. El EQR global fluctúa entre 0,71 y 0,79.

Al contrario que en el Oka Interior, donde el número de muestras de fitoplancton es menor hasta el año 2008, la abundancia fitoplanctónica en ambas estaciones del Oka Exterior se ha medido regularmente. Por lo tanto, todas las evaluaciones mostradas aquí tienen la misma fiabilidad.

	03-08	04-09	05-10	06-11	07-12
Oka Exterior	B (0,708)	B (0,727)	B (0,725)	B (0,707)	MB (0,793)
E-OK10	A	A	A	B	B
E-OK20	MB	MB	MB	MB	MB

Tabla 147 Evolución temporal del estado del fitoplancton en el Oka Exterior, a lo largo de periodos móviles de seis años. Se indica entre paréntesis la evolución del EQR del fitoplancton.

CLOROFILA

En el estuario del Oka se midió la concentración de clorofila en tres estaciones que se situaron en la cabecera (E-OK5), zona media-exterior (E-OK10) y desembocadura (E-OK20).

Las muestras se tomaron en superficie, en pleamar y en bajamar, en cuatro épocas durante el año 2012 (invierno, primavera, verano y otoño). Así, se obtuvo un conjunto de 24 datos. Las estaciones de muestreo corresponden a dos masas de agua de transición diferenciadas: el Oka Interior (E-OK5) y el Oka Exterior (E-OK10 y E-OK20). Este capítulo hará especial mención al estuario exterior.

En la Figura 154b se muestran los datos de clorofila y salinidad, en la campaña de 2012, para el Oka Exterior. En comparación con la masa de agua interior (Figura 154a) la concentración de clorofila fue menor, estando comprendida entre 0,2 y 16,3 µg l^{-1}. La salinidad cubrió un gradiente muy amplio, entre 0,8 y 35,5 USP.

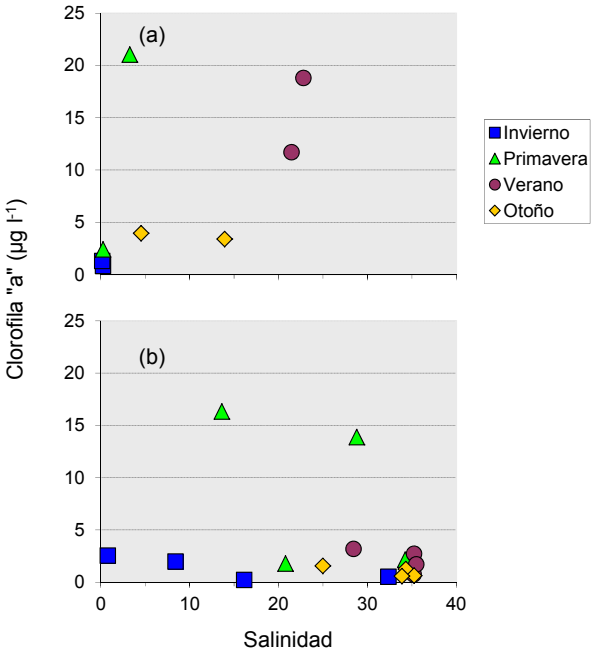


Figura 154 Variación de la concentración de clorofila con la salinidad en el estuario del Oka, en las cuatro épocas de estudio durante 2012 (a) Oka Interior (b) Oka Exterior. Los datos son de superficie y fondo, en pleamar y bajamar.

Los valores más altos de clorofila en el Oka Exterior se observaron en primavera, en la estación L-OK10. Otros años se han registrado picos aún mayores en dicha estación, con 20-30 µg l^{-1}, y ocasionalmente se han llegado a medir hasta 90 µg l^{-1} (primavera de 2008).

En la estación E-OK20 la clorofila se mantuvo en niveles bajos, como es habitual en esta zona del estuario, muy influida por el mar. Las mayores concentraciones en

2012 se observaron también en primavera y estuvieron en torno a 2 µg l^{-1}. En la estación E-OK20, desde el comienzo de las medidas en el año 1998, los máximos son generalmente del orden de 2-3 µg l^{-1} y el mayor pico se ha medido en invierno de 2002 (10 µg l^{-1}).

La estación E-OK10 presenta características intermedias entre la estación E-OK5 de la cabecera (que está muy eutrofizada) y la estación E-OK20 de la desembocadura (que soporta poca presión y es muy similar a las aguas costeras). Por ello, los vertidos de aguas residuales que se producen en el Oka Interior, en la cabecera del estuario, pueden influir en la estación situada en la zona intermedia (sobre todo durante la bajamar), afectando así a la masa de agua del Oka Exterior. En 2012, en la estación E-OK10 el amonio alcanzó ocasionalmente hasta 146 µM, y el fosfato 3,8 µM, valores que son superiores a los máximos medidos en 2010 y 2011. Teniendo en cuenta los umbrales que establece Bald (2005) para las condiciones del estado químico, los máximos encontrados en dicha estación en algunos de los muestreos de 2012 son indicadores de una presión antropogénica importante.

La influencia de los vertidos de aguas enriquecidas en nutrientes (nitrógeno y fósforo) en la estación E-OK10, aunque no se manifestó en elevadas concentraciones clorofila, tuvo correspondencia con altos valores de abundancia celular, como se aprecia en el apartado siguiente. Esto pone de manifiesto la importancia de medir diferentes variables fitoplanctónicas ya que, en ocasiones, la concentración de clorofila no se correlaciona con la abundancia celular. Como ya se ha comentado en el anterior capítulo, dichas discrepancias pueden explicarse en base a factores ambientales y biológicos.

Para estudiar la evolución a largo plazo de la concentración de clorofila en el Oka Exterior se ha calculado el valor del percentil 90 para periodos móviles de seis años (Figura 155).

En la estación E-OK10 (polihalina), la clorofila aumenta progresivamente al comienzo de la serie, para luego descender en los años más recientes. Así, a finales de los 90 el valor del percentil era cercano a 4 µg l^{-1} y una década más tarde se situaba en torno a 15 µg l^{-1}. En la actualidad supone unos 7 µg l^{-1}. Aunque el descenso detectado en la clorofila en años recientes podría indicar una mejoría en el nivel de eutrofización, los nutrientes indicadores de vertidos, así como la densidad celular no apoyan esta hipótesis.

La clorofila es un indicador que se responde generalmente a la presión por nutrientes. Sin embargo, esto no ocurre en las estaciones E-OK5 (Oka Interior) y E-OK10 (Oka Exterior) durante los últimos años. También en una zona con fuerte presión antrópica en el Nerbioi Interior (estación E-N10) se observó un nivel bajo de clorofila antes de la puesta en marcha de las primeras fases del saneamiento, cuando el nivel del presión por nutrientes, y también la turbidez, eran muy altas. Tal y como indican Domingues *et al*. (2008) la clorofila representa una manera simple e integradora de medir la respuesta de la comunidad fitoplanctónica al enriquecimiento en nutrientes, siempre y cuando las aguas no sean muy turbias o predominen las formas de pequeño tamaño celular.

En la estación euhalina E-OK20, el valor del percentil 90 de la clorofila es mucho más bajo (cercano a 1,5 µg l^{-1}) y apenas presenta variaciones en la última década (Figura 155).

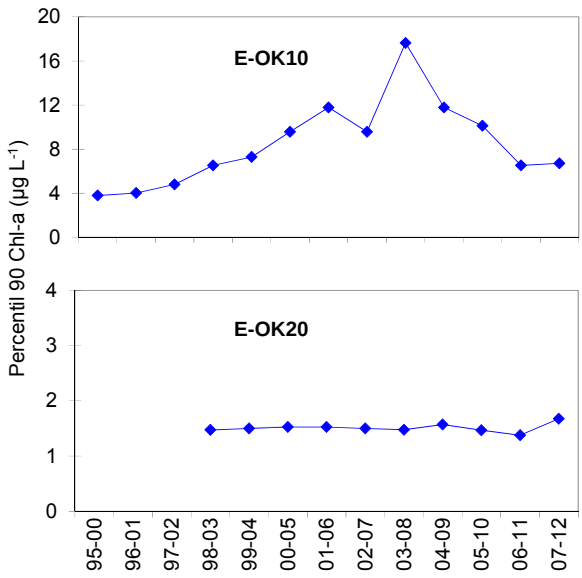


Figura 155 Evolución de la concentración de clorofila en el Oka Exterior. Se muestra el percentil 90 calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, para periodos móviles de seis años.

COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DEL FITOPLANCTON

En la Tabla 148 se indican para el Oka exterior la abundancia, riqueza y diversidad del fitoplancton durante 2011. 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.

En la desembocadura del estuario (E-OK20) la abundancia no presentó mucha variación a lo largo del

año. En la campaña de enero, la contribución de las diatomeas al total celular fue muy baja (11%) y en casi su totalidad este grupo lo constituyeron pequeñas formas pennales. La comunidad en invierno estuvo dominada por critptofitas (*Plagioselmis* spp.) y haptofitas. En octubre la comunidad mostró una gran riqueza de especies y un alto índice de diversidad. Las diatomeas en otoño aportaron el 68% de la abundancia celular, siendo también numerosas las pennales.

En primavera, la abundancia celular fue mayor en la estación E-OK10. Por el contrario, la riqueza y diversidad fueron superiores en la estación E-OK20, debido a un mayor número de especies distintas de diatomeas (por ejemplo, *Chaetoceros* spp., *Guinardia delicatula*, *Leptocylindrus danicus* y *Pseudo-nitzschia* spp.). Las diatomeas fue el grupo dominante en todo el Oka Exterior en primavera, con una contribución cercana al 80% a la abundancia celular. A diferencia de la masa de agua del Oka Interior, en esta otra no se observaron euglenofíceas y tampoco hubo un número relevante de células del dinoflagelado *Kryptoperidinium foliaceum*. No obstante, algunos taxones fueron comunes a las estaciones E-OK5 y E-OK10, como las diatomeas centrales de pequeño tamaño, las pennales y el grupo de criptofitas.

En verano hay que destacar una floración de diatomeas en la estación E-OK10, que estuvo constituida básicamente por dos especies: *Chaetoceros salsugineus* ($0{,}8 \cdot 10^6$ células l^{-1}) y cf. *Pseudo-nitzschia galaxiae* ($1{,}5 \cdot 10^6$ células l^{-1}). Hay que recordar que este último taxón se considera potencialmente tóxico. Este mismo también fue el taxón dominante en la estación E-OK20, donde presentó una abundancia cercana a 100.000 células l^{-1}.

Estación		E-OK20
Fecha		30/01/2012
Abund. ($x10^3$ céls. l^{-1})		282
Diversidad (bit/cel)		1,6
Riqueza (Nº especies)		7
Estación	E-OK10	E-OK20
Fecha	16/05/2012	16/05/2012
Abund. ($x10^3$ céls. l^{-1})	1.764	566
Diversidad (bit/cel)	2,5	3,1
Riqueza (Nº especies)	15	22
Estación	E-OK10	E-OK20
Fecha	05/09/2012	05/09/2012
Abund. ($x10^3$ céls. l^{-1})	2.858	431
Diversidad (bit/cel)	2,0	3,2
Riqueza (Nº especies)	17	21
Estación	E-OK10	E-OK20
Fecha		15/10/2012
Abund. ($x10^3$ céls. l^{-1})		234
Diversidad (bit/cel)		3,4
Riqueza (Nº especies)		23

Tabla 148 Índices relacionados con Fitoplancton. Zona exterior del estuario del Oka. Los datos son de superficie, en pleamar.

7.3.4 VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO. MACROALGAS

Para su estudio la masa de agua se dividió en 8 zonas tanto en 2002, como en 2005, 2008 y 2011, numeradas del 1 al 8 desde la desembocadura al interior. Estas 8 zonas representan dos tramos de la masa de agua, que se pueden adscribir a las estaciones E-OK20 (zonas 1 a 4) y E-OK20 (zonas 5 a 8), desde la desembocadura al interior. En la Tabla 149 se observan los resultados obtenidos de aplicar el método explicado en el Tomo 1 del informe correspondiente a la campaña de 2003 (Borja et al., 2004d) para la masa de agua en las cuatro campañas arriba indicadas.

La calificación obtenida en 2011 fue de 'Muy Buen Estado' para el tramo más exterior de la masa de agua y de 'Buen Estado' para el tramo interior (Tabla 149). Por tanto, se aprecia una recuperación en la calidad de las comunidades de macrófitos en el tramo exterior de la masa de agua, que pasa de 'Buen Estado' en las campañas de 2002 y 2005 a 'Muy Buen Estado' en 2008 y 2011.

La mejora detectada se debe, básicamente, a una mayor cobertura de algas una vez eliminadas las especies indicadoras de contaminación y a un menor ratio de algas verdes respecto a la cobertura vegetal total.

Por el contrario, el tramo interior mantiene la misma calificación que las pasadas campañas de 2002, 2005 y 2008.

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 '**Buen Estado**', debido a la superficie relativa mucho mayor del tramo interior, frente al tramo exterior.

	E-OK20	E-OK10	GLOBAL
2002	B	B	B
2005	B	B	B
2008	MB	B	B
2011	MB	B	B

Tabla 149 Calificación obtenida para cada uno de los tramos en que se divide la masa de agua (M-EOK1 a M-EOK4 se adscriben a E-OK20; y M-EOK5 a M-EOK8 se adscriben a E-OK10) y para el global de la misma, en cada una de las campañas muestreadas (B=Buen Estado; MB=Muy Buen Estado).

7.4 INDICADORES FISICOQUÍMICOS

7.4.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA EN AGUAS

CONSIDERACIONES GENERALES

En la Tabla 150 se muestran los datos medios anuales, correspondientes a las campañas de 2012, 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 2012 la temperatura media del agua varía entre 16,2º C y 17,15º C. El porcentaje de saturación de oxígeno y 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 150.

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	E-OK20-S	E-OK20-F
Temperatura	°C	16,20	16,43	17,15	16,99
Salinidad	USP	21,84	24,52	30,44	31,76
Agua fluvial	%	38,66	31,11	14,50	10,78
Saturación O_2	%	75,54	76,89	93,17	94,80
pH		7,86	7,91	8,00	8,11
Silicato	$\mu mol.dm^{-3}$	49,15		15,05	49,15
Amonio	$\mu mol.dm^{-3}$	50,82		4,86	50,82
Nitrito	$\mu mol.dm^{-3}$	2,53		0,27	2,53
Nitrato	$\mu mol.dm^{-3}$	33,69		12,12	33,69
Nitrógeno Total	$\mu mol.dm^{-3}$	130,74		34,71	130,74
Fosfato	$\mu mol.dm^{-3}$	1,55		0,43	1,55
Fósforo Total	$\mu mol.dm^{-3}$	3,24		1,18	3,24
Carbono O. Total	$\mu mol.dm^{-3}$	265,17		114,05	265,17

Tabla 150 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, se observa una tendencia al aumento en los últimos años de NID en la estación E-OK10. En la estación E-OK10 el valor máximo de NID se detectó en invierno de 1998. Posteriormente este valor descendió pero a partir de 2004 los valores de NID han ido subiendo paulatinamente.

En la estación E-OK20, situada en la zona exterior del estuario, los valores de NID sufren oscilaciones moderadas (Figura 156) pero desde el verano de 1998 no se han superado valores de NID superiores a 100 $\mu mol\ L^{-1}$. 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 156).

La Figura 157 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. A partir de entonces la

situación de la estación E-OK20 se estabiliza mientras la estación E-OK10 va disminuyendo mostrando valores próximos al 80% de saturación.

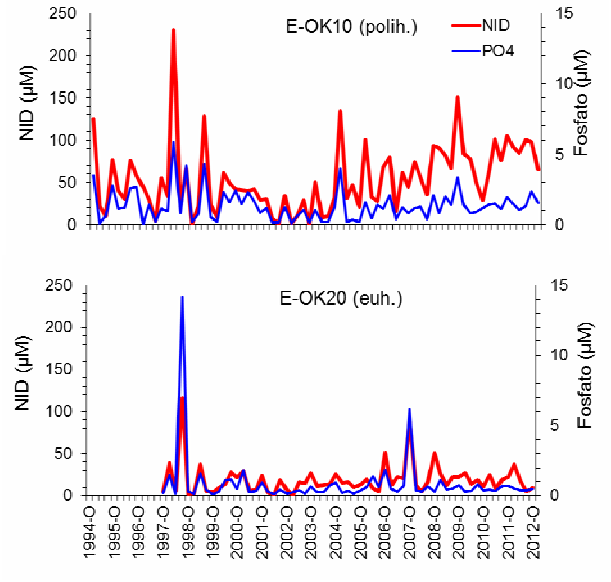


Figura 156 Evolución trimestral, entre otoño de 1994 y otoño de 2012, de la concentración de Nitrógeno Inorgánico Disuelto (NID) y fosfato, ambos en micromoles por litro, en las estaciones de la masa de agua de transición del Oka exterior en aguas de superficie (media de pleamar y bajamar).

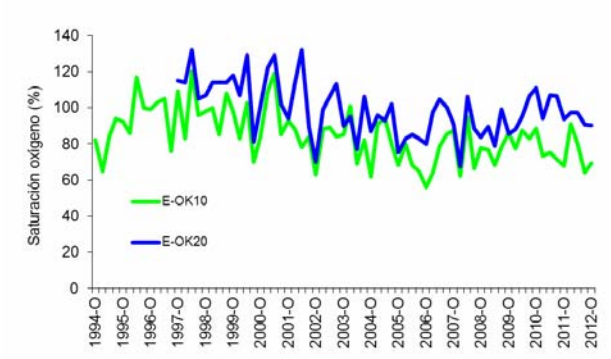


Figura 157 Evolución temporal del porcentaje de saturación de oxígeno disuelto en las dos estaciones de la masa de agua de transición del Oka exterior (E-OK10 situada en la zona interior y E-OK20 en la desembocadura), media de pleamar y bajamar, superficie y fondo. (O: otoño).

METALES DISUELTOS

Las concentraciones de cromo (trivalente) y de mercurio en las aguas de superficie de las estaciones de la masa de transición exterior del estuario del Oka se mantienen por debajo de sus respectivos límites de cuantificación (1-2 $\mu g \cdot l^{-1}$ y 0,01 $\mu g \cdot l^{-1}$).

En la Figura 158 se muestra la evolución de la concentración media del resto de los metales para el periodo comprendido entre invierno de 1998 y verano de 2012. 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.

Durante las últimas campañas, excepto en el caso del Cd y el Mn, no se observan tendencias bien definidas en la evolución de las concentraciones de los distintos metales. En la presente campaña, en el caso del Cd se observa una disminución de la concentración media anual en ambas estaciones, hasta alcanzar valores por debajo del objetivo de calidad (0,2 $\mu g \cdot l^{-1}$). Por el contrario, en el caso del Mn, en la estación E-OK10, se aprecia un aumento de las concentraciones, hasta alcanzar valores medios anuales superiores a 70 $\mu g \cdot l^{-1}$. Para el resto de los metales, en la presente campaña ningún metal supera su objetivo de calidad correspondiente (NCA-MA) en ninguna de las estaciones de estudio.

CONTAMINANTES ORGÁNICOS Y OTROS CONTAMINANTES ESPECÍFICOS

En la campaña de 2012, las concentraciones de los compuestos orgánicos analizados se encuentran por debajo de sus respectivos límites de cuantificación, excepto en el caso del Benzo(k)fluoranteno, Benzo(g,h,i)perileno e Indeno(1,2,3-cd)pireno, en la estación E-OK10, que en el mes de enero muestran valores por encima de su límite de cuantificación correspondiente.

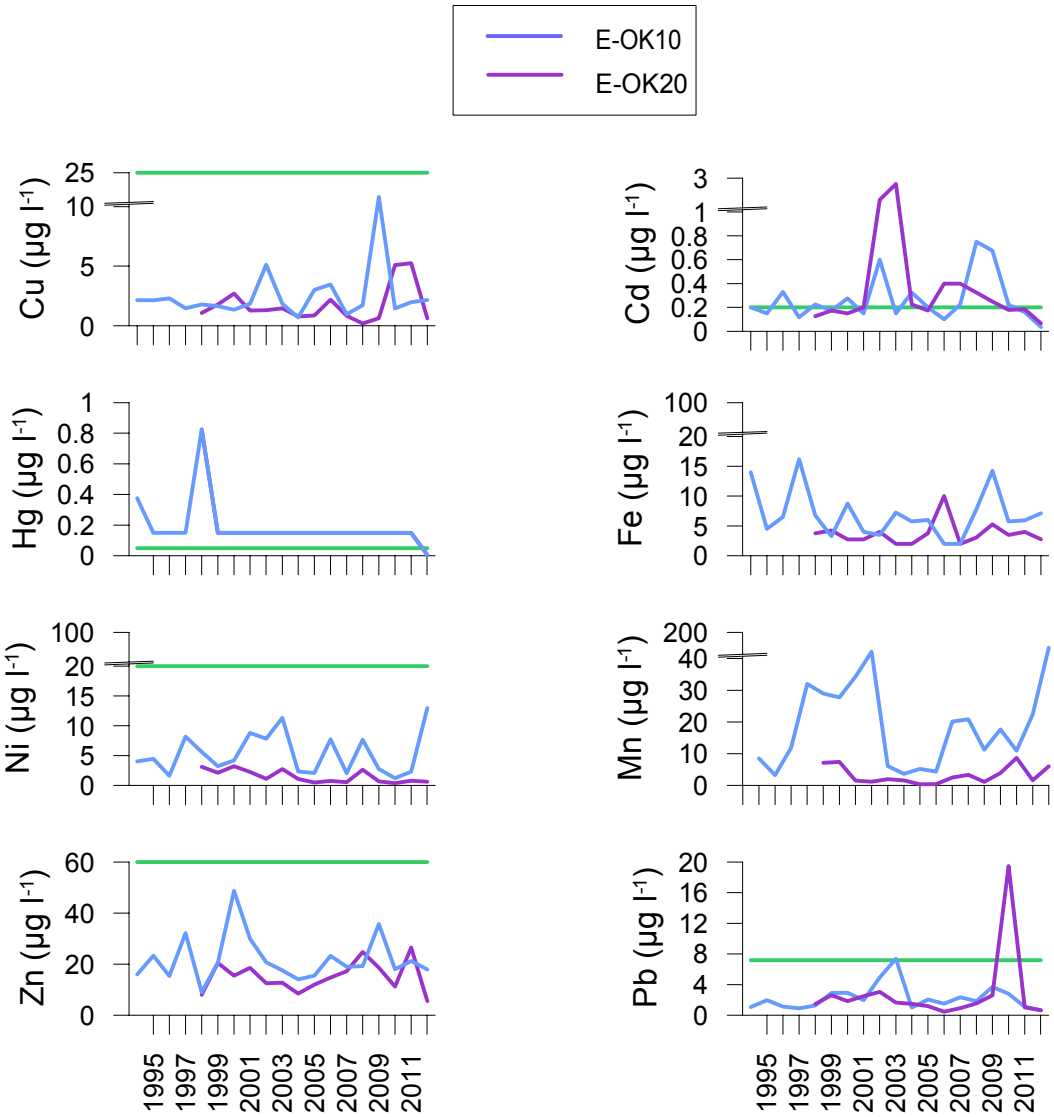


Figura 158 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en las estaciones del Oka exterior en el periodo que abarca desde 1994 a 2012. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

7.4.2 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS

PARÁMETROS SEDIMENTOLÓGICOS DE CARÁCTER GENERAL

Desde el año 1995, en la estación E-OK10, y desde 1998, en la estación E-OK20, se dispone de la información relativa a la composición granulométrica, contenido en materia orgánica, potencial redox y contenido en carbono y nitrógeno orgánico particulado. A partir de esta información, en la Figura 159 y Figura 160 se ha establecido una evolución temporal para ambas estaciones. Además, en la Tabla 151 se recogen los resultados de los análisis realizados en la campaña de invierno de 2012.

En relación a la variabilidad espacial de los datos obtenidos en la presente campaña, la estación más interna (E-OK10) muestra una granulometría fangoarenosa, con valores elevados de materia orgánica, potencial redox negativo y ratio C/N bajo. Por el contrario, la estación más externa (E-OK20), presenta un contenido de materia orgánica bajo y valores de potencial redox positivos. Además, al tratarse de una estación predominantemente arenosa, no ha sido viable el análisis de carbono ni de nitrógeno orgánico particulado, y por lo tanto, tampoco se ha calculado la relación C/N.

En cuanto a la variabilidad temporal, en las campañas más recientes, existe poca variabilidad temporal en el contenido de las fracciones granulométricas en ambas estaciones. El contenido en materia orgánica muestra un descenso discontinuo en ambas estaciones. En el caso del carbono orgánico particulado (COP) y el nitrógeno orgánico particulado (NOP), en amabas estaciones, no se observa ningún patrón temporal definido.

Estación	Grava (%)	Arena (%)	Limo (%)	M.O. (%)	Eh (mV)	C.O.P. (mol kg^{-1})	N.O.P. (mol kg^{-1})	C/N (mol/mol)
E-OK10	0,52	32,65	66,84	6,36	47	2,07	0,13	15,84
E-OK20	1,52	98,40	0,08	0,82	323	nd	nd	nd

Tabla 151 Parámetros sedimentológicos correspondientes a los muestreos de invierno de 2012 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; nd: no disponible.

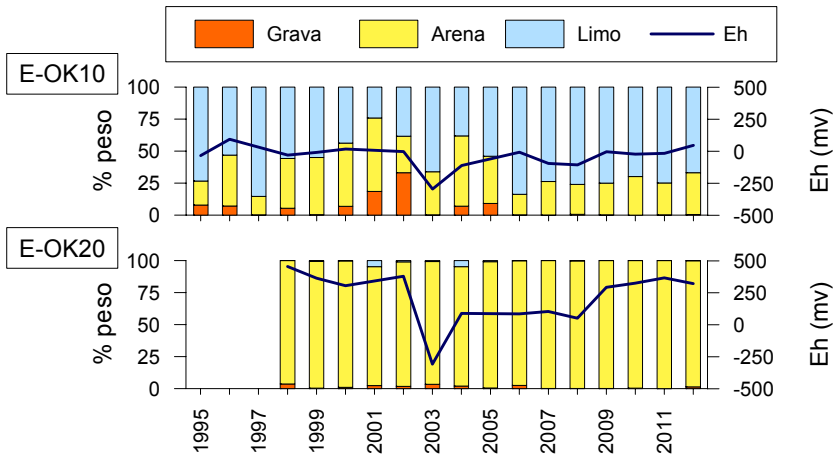


Figura 159 Evolución temporal del potencial redox (Eh) y las fracciones granulométricas (grava, arena y limo) en los sedimentos de la masa de agua de transición Oka exterior (muestreos de invierno).

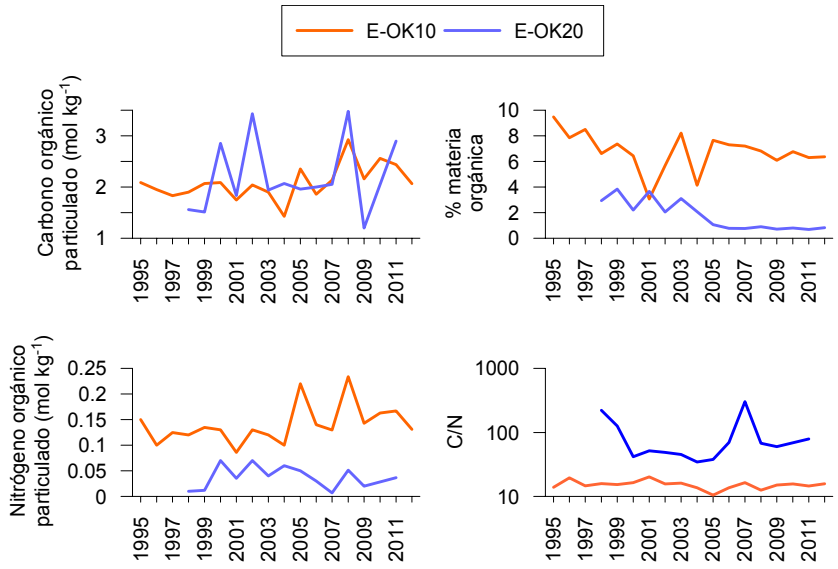


Figura 160 Evolución temporal del contenido en materia orgánica, carbono orgánico particulado y relación carbono/nitrógeno en los sedimentos superficiales (muestreos de invierno).

METALES PESADOS

La Tabla 152 recoge las concentraciones de metales pesados analizados en la estación E-OK10 de la campaña de invierno de 2012. En la estación E-OK 20 al tratarse de una estación predominantemente arenosa, no ha sido viable el análisis de metales.

En la Figura 161 se muestra la evolución temporal para cada uno de los metales en la estación E-OK10, desde 1995 y en la estación E-OK20 desde el muestreo de invierno de 1998.

En ambas estaciones, en las últimas campañas, todos los metales analizados, se encuentran por debajo del umbral del nivel de fondo. Además, en ninguna de las dos estaciones se observa un patrón temporal definido, excepto en el caso del Cu, Cr y Pb, para los que se observa un patrón descendente en los últimos años.

Por otro lado, en la Figura 162 se representa la concentración de metales (corregidos por el contenido en finos de los sedimentos), durante los últimos tres años (2010, 2011 y 2012) con el objetivo de conocer el posible efecto adverso sobre la biota asociado a la presencia de dichos metales. En las campañas de 2010 y 2011, en la estación más externa (E-OK20), ningún metal supera el valor TEL o concentración por encima de la cual se esperan efectos adversos en la biota. Sin embargo, en la estación más interna (E-OK10), en la campaña de 2012, todos los metales superan el valor TEL. En este

punto, conviene recordar que aunque dichas concentraciones de metales puedieran implicar efectos biológicos negativos en la biota, tales concentraciones, como ya se ha comentado anteriormente, se encuentran en su mayoría por debajo del umbral del nivel de fondo.

Estación	Cd (µg g^{-1})	Cr (µg g^{-1})	Cu (µg g^{-1})	Fe (µg g^{-1})	Hg (µg g^{-1})	Mn (µg g^{-1})	Ni (µg g^{-1})	Pb (µg g^{-1})	Zn (µg g^{-1})
E-OK10	0,14	59,90	25,15	29064	0,11	225	34,10	15,13	81,27
E-OK20	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Media	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Desv. est.	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 152 Concentración de metales pesados en la fracción fina de los sedimentos en la campaña de invierno de 2012; nd: no disponible

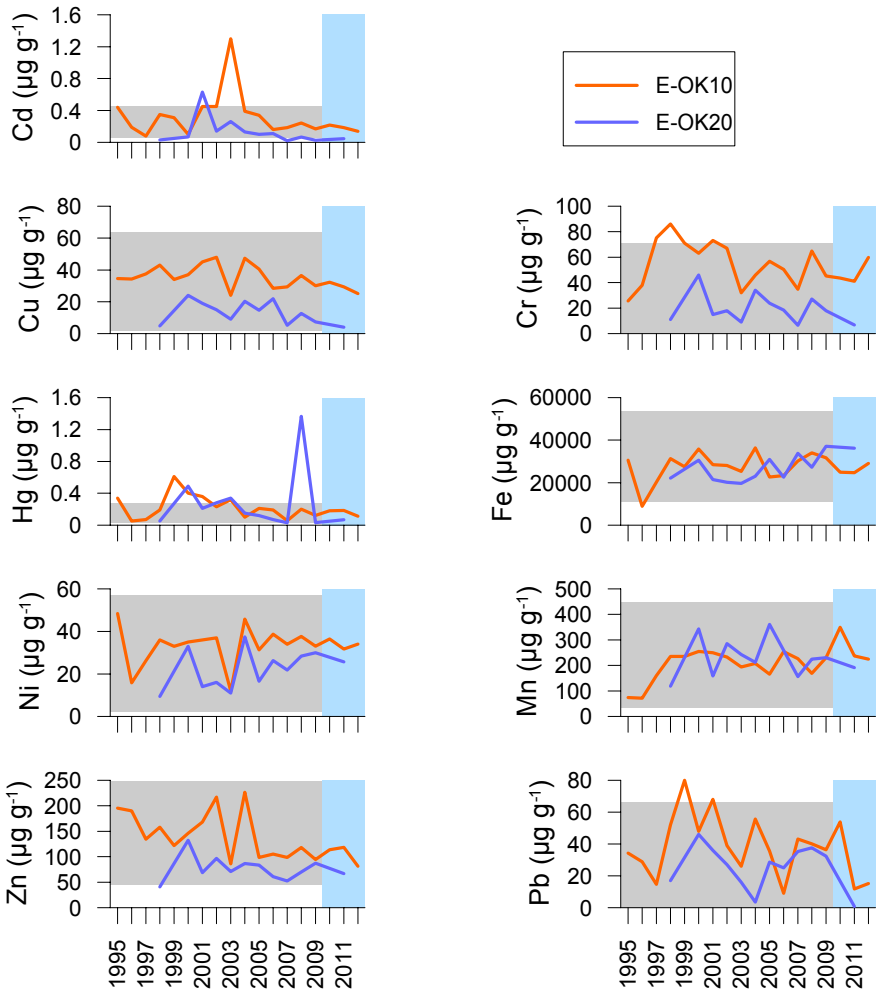


Figura 161 Evolución temporal de la concentración de metales en la fracción fina del sedimento superficial de las estaciones E-OK10 (desde 1995) y E-OK20 (desde 1998) (muestreos de invierno). La franja gris representa el nivel de fondo para cada uno de los metales.

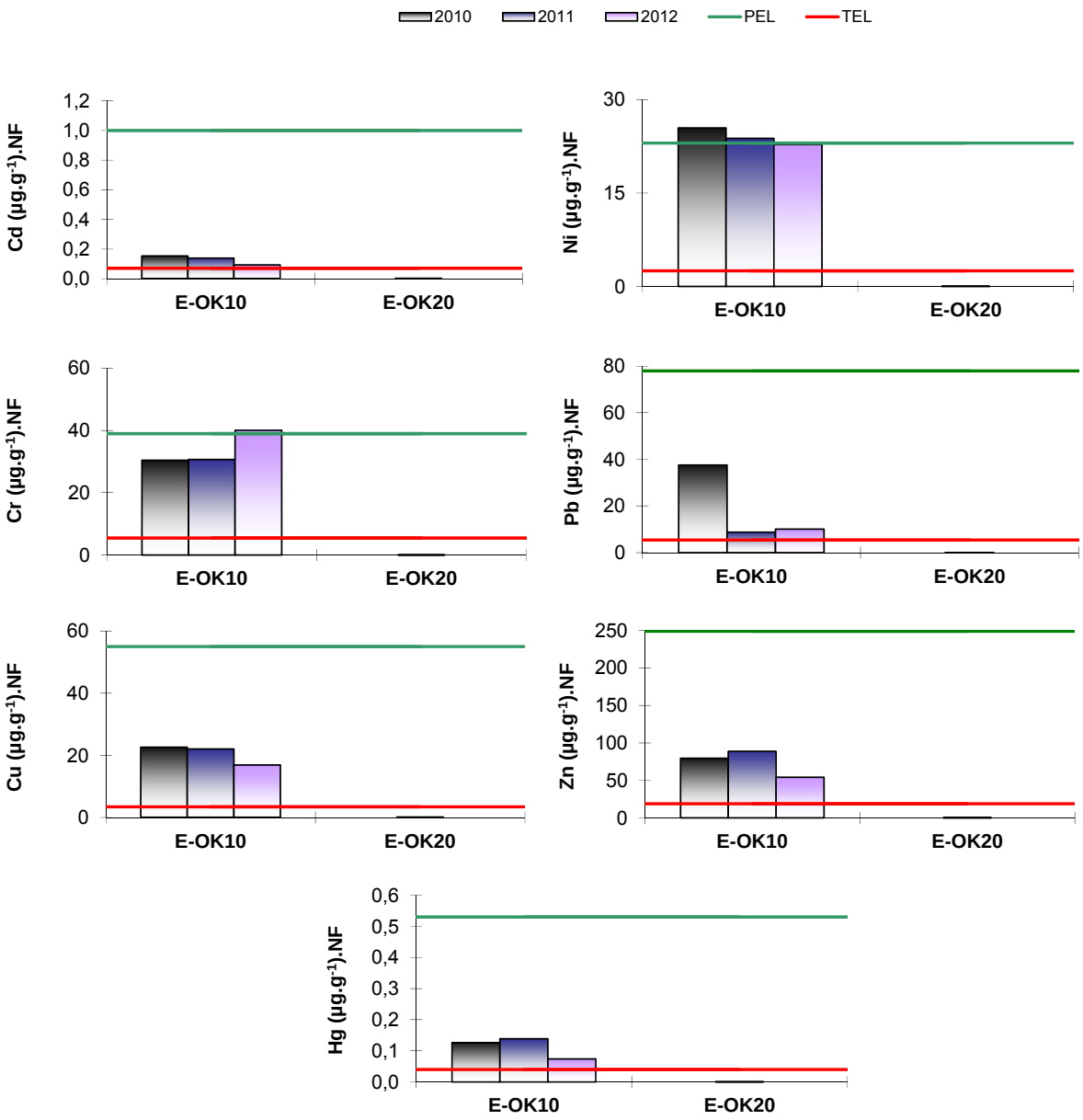


Figura 162 Evolución temporal de la concentración de metales del sedimento de las estaciones E-OK10 y E-OK20, durante los últimos tres años (muestreos de invierno). En la estación E-OK20 no hay dato para la campaña de 2012. PEL (Probable Effect Level): concentración con efecto negativo probable en la biota; TEL (Threshold Effect Level): concentración por debajo de la cual no se esperan efectos sobre la biota. Nótese que las concentraciones están corregidas por la fracción fina (NF).

COMPUESTOS ORGÁNICOS

En la Tabla 153 se recogen las concentraciones de compuestos orgánicos analizados en la campaña de invierno de 2012, en las dos estaciones de estudio. La Figura 163 ilustra la evolución en la concentración de contaminantes orgánicos analizados en la estación E-OK10 (desde 1995) y en la E-OK20 (desde 1998).

Durante las últimas campañas, en general, todos los compuestos orgánicos analizados muestran concentraciones cercanas (en el caso del DDE en la estación E-OK10) o inferiores al límite de cuantificación, excepto los PCBs y PAHs, aunque en ningún caso superan el objetivo de calidad (180 ng g^{-1} y 44792 ng g^{-1}, respectivamente). Por lo tanto, las concentraciones de contaminantes orgánicos en ambas estaciones no implican efectos negativos sobre la biota.

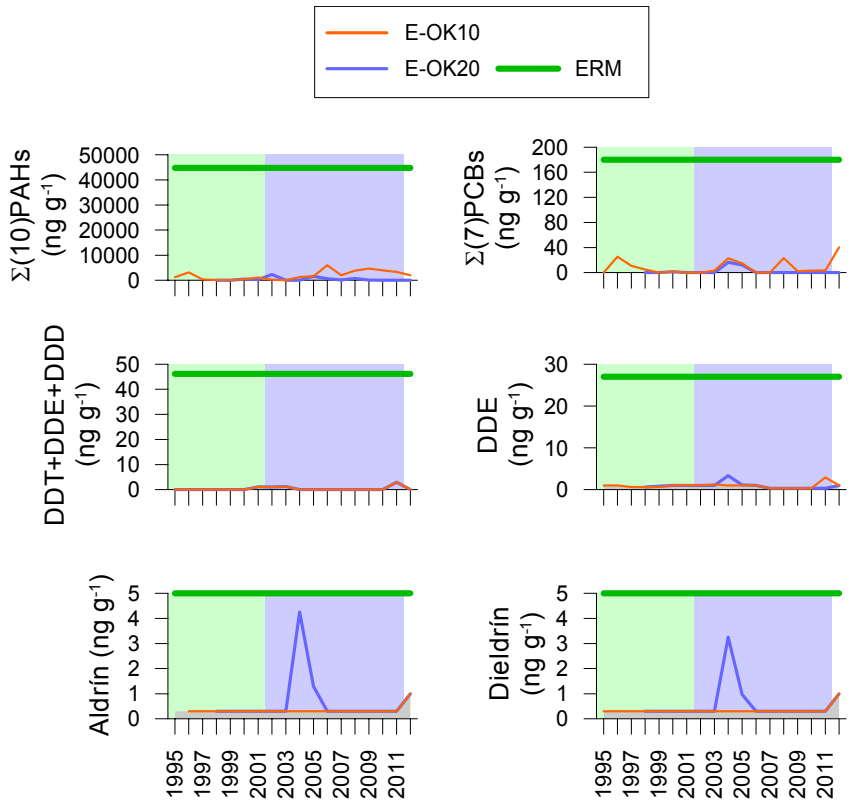


Figura 163 Evolución temporal de la concentración de compuestos orgánicos. La variación en el nivel de cuantificación analítico se muestra sobre fondo gris. ERM: concentración con efecto adversos probables en la biota (del inglés, Effects Range Median, Long *et al.*, 1995). Cabe señalar que las concentraciones inferiores a los límites de detección no se han considerado en el sumatorio. Cambio de color de fondo indica cambio de metodología.

Estación	Aldrín (ng g^{-1})	Dieldrín (ng g^{-1})	Isodrín (ng g^{-1})	DDE (ng g^{-1})	DDD (ng g^{-1})	DDT (ng g^{-1})	*a*HCH (ng g^{-1})	*g*HCH (ng g^{-1})	HCB (ng g^{-1})	S.PCB (ng g^{-1})	S.PAH (ng g^{-1})
E-OK10	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	40	1977
E-OK20	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<LC	<LC

Tabla 153 Concentración de compuestos orgánicos en los sedimentos en la campaña de invierno de 2012. *a*HCH: alfa-hexaclorociclohexano; *g*HCH:gamma-hexaclorociclohexano; HCB: hexaclorobenceno; S.PCB: suma de las concentraciones de los policlorobifenilos congéneres CB28, CB52, CB101, CB118, CB138,CB153 y CB180; S.PAH: suma de las concentraciones de 10 hidrocarburos poliaromáticos: fenantreno, indeno[1,2,3-cd]pireno, pireno, criseno, benzo[e]pireno, benzo[g,h,i]perileno, fluoranteno, benzo[a]antraceno, benzo[b]fluoranteno y benzo[a]pireno. Cabe señalar que las concentraciones inferiores a los límites de cuantificación no se han considerado en el sumatorio; <LC: inferior al límite de cuantificación

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

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.

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 centrales del nivel de fondo de metales, calculados por Rodríguez *et al.* (2006), con los encontrados en las zonas estudiadas (Factor de Contaminación, FC). 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 154 se recoge el índice de carga contaminante (ICC) por cada metal en los sedimentos del estuario del Oka exterior para la campaña de invierno de 2012. Según estos valores de ICC globales, la estación E-OK 10 no presenta contaminación por metales. Tal y como se ha comentado anteriormente, en la estación E-OK20 no se pudo realizar la analítica para metales en la presente campaña debido a que se trata de un sedimento predominantemente arenoso.

En la Figura 164 se presenta la evolución del ICC global para la estación E-OK10 desde invierno de 1995, y en la estación E-OK20 desde 1998. En las campañas más recientes, la estación E-OK10 muestra valores ICC globales próximos o en el límite de sedimentos no contaminados (*i.e.*, ICC < 1). La estación E-OK20 presenta valores dentro del rango de sedimentos no contaminados.

Estación	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn	ICC global
E-OK10	NC	CL	NC	NC	NC	NC	CL	NC	NC	NC
E-OK20	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Total	NC	CL	NC	NC	NC	NC	CL	NC	NC	NC

Tabla 154 Clasificación de la contaminación en los sedimentos superficiales en función de los metales pesados en 2012, 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; nd: no disponible

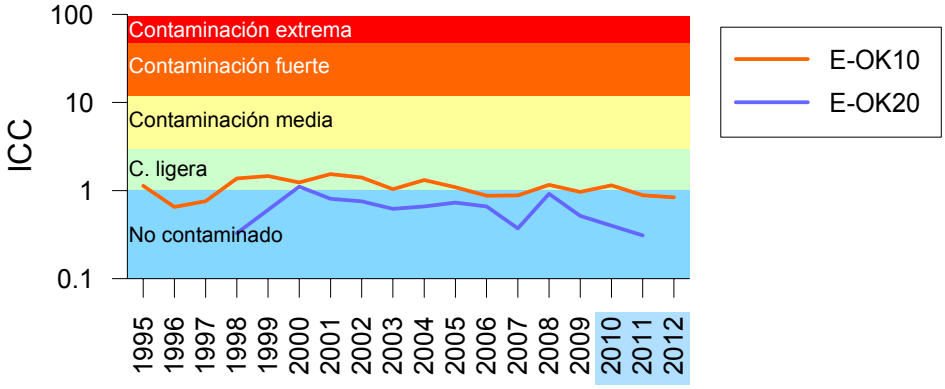


Figura 164 Evolución del Índice de Carga Contaminante (ICC) global de metales en sedimento.

7.4.3 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA EN BIOTA (MOLUSCOS)

En la campaña de 2012, en el estuario del Oka se recolectaron mejillones el pasado 15 de octubre en el puerto de Mundaka (I-OK10). Los datos correspondientes a bacteriología, metales pesados y compuestos orgánicos se pueden consultar en la Base de Datos.

BACTERIOLOGÍA

En la Figura 165 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 2012).

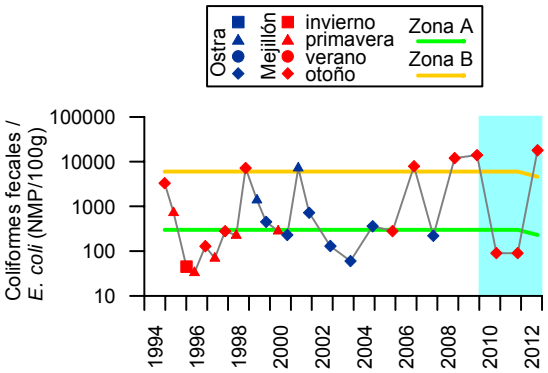


Figura 165 Evolución de la concentración de bacterias en la estación I-OK10 a lo largo del periodo de estudio (otoño de 1994-otoño de 2012).

En 2012 se ha observado una concentración de ***E. coli*** elevada (>18000 NMP/100g), probablemente ligado a la elevada precipitación en los días previos al muestreo. Suponiendo que se tratase de una zona de producción de moluscos, la concentración observada en la campaña de otoño de 2012 se encuentra dentro del rango 4600-46000 NMP/100g, valor establecido en el Reglamento (CE) nº 854/2004 para la clasificación de las Zonas tipo C, es decir, aquellas zonas en las que pueden recolectarse moluscos bivalvos vivos que únicamente pueden comercializarse tras su reinstalación durante un periodo prolongado.

METALES PESADOS

En la Figura 166 se muestra la evolución de la concentración de los distintos metales estudiados desde 1994.

La concentración de **cadmio** (0,04 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})

En otoño de 2012, el **cromo** presenta una concentración de 0,49 mg kg^{-1}, valor superior a la media de los valores observados a lo largo del periodo de estudio (0,38 mg kg^{-1}), mientras que La máxima concentración se dio en otoño de 2007 (0,74 mg kg^{-1}).

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, 2006, 2008, 2009, 2010, 2011 y 2012) de aquellos

en los que se ha recolectado ostra (el resto). En otoño de 2012 el cobre se midió en mejillón, con una concentración de 12,1 mg kg^{-1}. En cuanto a las concentraciones en mejillón, la máxima se observó en otoño de 1997 (84 mg kg^{-1}), mientras que en ostra, la máxima concentración fue la de otoño de 2004 (499 mg kg^{-1}).

En cuanto al **mercurio**, la concentración observada en otoño de 2012 (0,028 mg kg^{-1}) es una de las más bajas de las observadas a lo largo del periodo de estudio. En ningún caso se ha superado el límite legal establecido para consumo de moluscos bivalvos (0,5 mg kg^{-1}), sin embargo, en el 58% de los casos se ha superado la norma de calidad ambiental (20 µg kg^{-1}, valor que, tal y como se ha explicado en el tomo 1 de introducción y métodos, se ha considerado muy bajo para su aplicación en la costa vasca).

El **níquel** en otoño de 2012 (0,25 mg kg^{-1}) presenta una concentración superior a la observada en la campaña de 2011 (0,11 mg kg^{-1}). A lo largo del periodo de estudio, la máxima concentración de Ni en esta estación (2,69 mg kg^{-1}) se observó en la primavera de 1995.

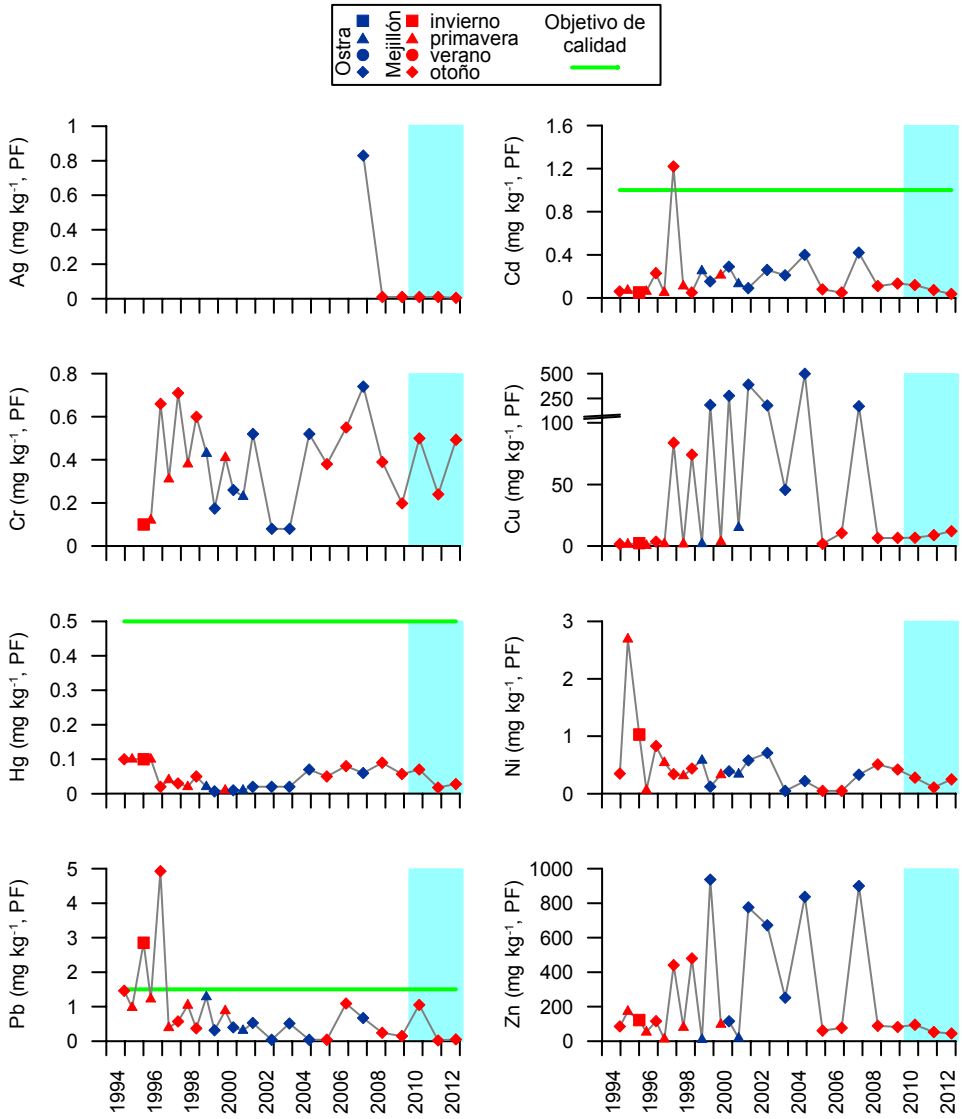


Figura 166 Evolución de la concentración de metales en moluscos (mg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-OK10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2012).

La concentración de **plomo** en otoño de 2012 (0,05 mg kg^{-1}) es una de las más bajas de las observadas a lo largo del periodo de estudio. El límite legal para su consumo (1,5 mg kg^{-1}) se ha superado en otoño de 1995 y 1996 (2,85 y 4,93 mg kg^{-1}, respectivamente).

En cuanto al **zinc**, la concentración medida en mejillón (45 mg kg^{-1}) en otoño de 2012 es de las más bajas de las determinadas en mejillón a lo largo del periodo de estudio. 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).

La concentración de **plata**, se comenzó a medir en los moluscos en la campaña de 2007. En 2012 ha

alcanzado un valor de (0,005 mg kg^{-1}), ligeramente superior al límite de detección. En esta estación, el descenso observado en la concentración puede estar relacionado con el cambio de especie analizada, ya que, el contenido en plata en tejido de ostra (otoño de 2007) es superior al de mejillón (otoños de 2008 a 2012).

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.

En la Figura 167 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 2012).

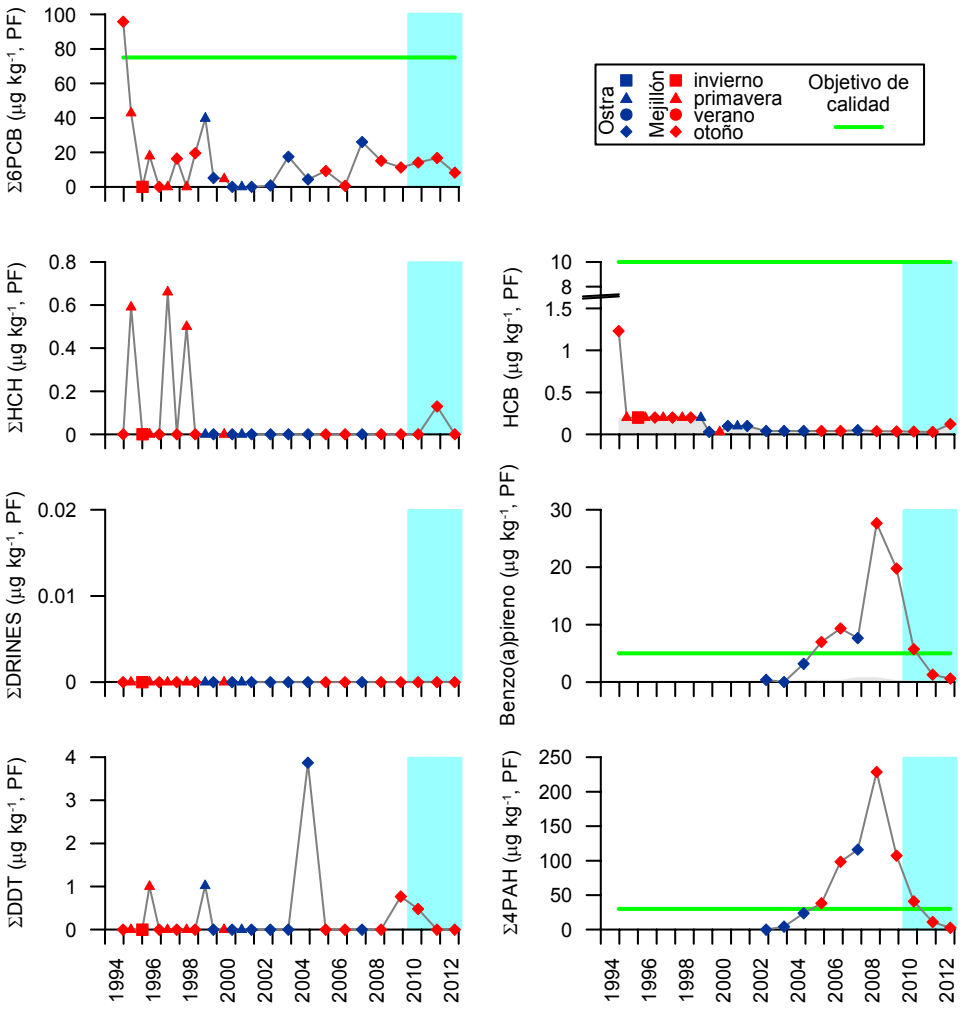


Figura 167 Evolución de la concentración de compuestos orgánicos en moluscos (μg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-OK10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2012).

En el caso de los policlorobifenilos **(PCBs)** se han sumado las concentraciones de 6 de los 7 congéneres analizados (congéneres 28, 53, 101, 138, 153 y 180), con objeto de poder compararlas con el límite establecido para consumo. La concentración de PCBs en la estación I-OK10 en otoño de 2012 (8 μg kg^{-1}) es la más bajas de las observadas desde 2007 (26 μg kg^{-1}, medida en ostra). A excepción de la concentración observada en otoño de 1994 (96 μg kg^{-1}), las concentraciones de PCBs encontradas a lo largo del periodo de estudio son inferiores al objetivo de calidad considerado, el límite máximo permitido para consumo de moluscos bivalvos (75 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). Las concentraciones de estos compuestos en los años más recientes son inferiores a los límites de detección correspondientes, aunque en 2009 y 2010 se supera ligeramente el de p-p'DDE.

La concentración de **HCH** corresponde a la suma de α-HCH y γ-HCH (lindano). En los años más recientes sólo la concentración de lindano en otoño de 2011 (0,13 μg

kg^{-1}), ha superado el límite de detección correspondiente. La concentración más elevada de HCH en esta estación se dio en primavera de 1995, 0,59 μg kg^{-1}, también debida al lindano.

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 μg kg^{-1}) y se alcanzó una concentración de 1,23 μg kg^{-1}, valor inferior al objetivo de calidad considerado para este compuesto, 10 μg kg^{-1}.

En cuanto a las concentraciones de los **drines** (aldrín, dieldrín, e isodrín), a lo largo del periodo de estudio no 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 hasta la campaña de 2009 (413 μg kg^{-1}), cuando se observó el máximo; a partir de entonces las concentraciones han ido disminuyendo. La distribución de Σ4PAH y el benzo(a)pireno es similar, aunque el máximo se observó en 2008 (228 μg kg^{-1} y 28 μg kg^{-1}, respectivamente) y entre otoño de 2005 y otoño de 2010 se superan los límites permitidos para consumo (30 μg kg^{-1} y 5 μg kg^{-1}, respectivamente.

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

En base a la concentración *E. coli* en la muestra tomada en otoño de 2012, la calificación sería de Zona tipo C, (recolección permitida, pero es necesaria la reinstalación durante un periodo prolongado), según el Reglamento (CE) nº 854/2004. Sin embargo, es necesario recordar que en esta zona

Actualmente la zona de producción de moluscos localizada en la margen derecha de la parte más externa del este estuario está clasificada como zona B, por lo que permanece abierta al marisqueo (siendo necesaria la depuración de los bivalvos extraídos) entre octubre de 2012 y marzo de 2013. Sin embargo, la margen izquierda está clasificada como zona C y permanece cerrada al marisqueo (Solaun *et al.*, 2012).

Para la clasificación de la contaminación de los metales pesados se han tenido en cuenta los niveles de fondo para el País Vasco (Solaun *et al*., 2013) 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 2012 en los mejillones recolectados en esta estación, la clasificación general sería de no contaminado, con contaminación ligera por Cr y contaminación moderadas por Cu.

En cuanto a los compuestos orgánicos, rara vez alcanzan los límites de detección, por lo que se puede considerar que los moluscos de esta estación no están contaminados por compuestos orgánicos. Incluso el benzo(a)pireno, el Σ4PAHs y el Σ6PCBs no superan, en 2012, los valores recomendados para el consumo (5 μg kg^{-1}, 30 μg kg^{-1}, y 75 μg kg^{-1}, respectivamente). Sin embargo, entre 2005 y 2010 sí que se han superado los límites para consumo de Σ4PAHs y benzo(a)pireno.

7.5 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 los últimos años no ha habido alteraciones, por lo que se ha calificado como **'Muy Bueno.'**

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

TOMO 8 MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL LEA

Pasaia, junio de 2013

TOMO 8 MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL LEA 225

8.1 Resumen estado. Lea 227

8.2 Estaciones de muestreo 230

8.3 Indicadores biológicos 231

8.3.1 Macroinvertebrados bentónicos 231

8.3.2 Fauna ictiológica 232

8.3.3 Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton 236

8.3.4 Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas 238

8.4 Indicadores Fisicoquímicos 238

8.4.1 Caracterización físico-química en aguas 238

8.4.2 Caracterización físico-química en sedimentos 241

8.4.3 Caracterización físico-química en biota (moluscos) 247

8.5 Indicadores hidromorfológicos 250

8.1 RESUMEN ESTADO. LEA

La masa de agua de transición del Lea en la campaña 2012 no alcanza el buen estado puesto que no alcanza el buen estado químico y el estado ecológico se diagnostica como moderado (Tabla 156 y Figura 168).

Esta situación de incumplimiento de objetivos medioambientales es relativamente estable en los últimos cinco años analizados (Tabla 155), aunque podría considerarse que el estado químico y el estado ecológico se encuentran en la zona de incertidumbre del cumplimiento de objetivos medioambientales.

Año	2008	2009	2010	2011	2012
ESTADO ECOLÓGICO	3	3	3	3	3
ESTADO QUÍMICO	2	2	2	2	3
ESTADO	3	3	3	3	3

Tabla 155 Evolución del periodo 2008-2012. Masa de agua del Lea. (Claves: *estado ecológico*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde), moderado (3- amarillo), deficiente (4- naranja) y malo (5- rojo). *Estado químico:* bueno (2- azul) y no alcanza el buen estado (3- rojo). *Estado*: bueno (2- azul) y peor que bueno (3-rojo)

COD_ESTACION	ESTACION	MACROINVERTEBRADOS	FAUNA ICTIOLOGICA	FITOPLANCTON	MACROALGAS	BIOLOGICO	CONDICIONES GENERALES	SUSTANCIAS PREFERENTES	ECOLOGICO	QUIMICO	ESTADO
E-L5	Lekeitio (astillero)(Lea)	1	4	1	3	4	1	1	4	2	3
E-L10	LEKEITIO (MOLINO) (LEA)	1	3	1	3	3	1	1	3	3	3
	Lea Transicion	1	3	1	3	3	1	1	3	3	3

Tabla 156 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado en la masa de agua del Lea en 2012. (Claves: *Macroinvertebrados, fauna ictiológica fitoplancton macroalgas, estado biológico, condiciones generales y estado ecológico*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde), moderado (3- amarillo), deficiente (4- naranja) y malo (5- rojo). *Sustancias preferentes*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde)), y no alcanza el buen estado (3- rojo). *Estado químico:* bueno (2- azul), y no alcanza el buen estado (3- rojo).*Estado*: bueno (2- azul) y peor que bueno (3-rojo).

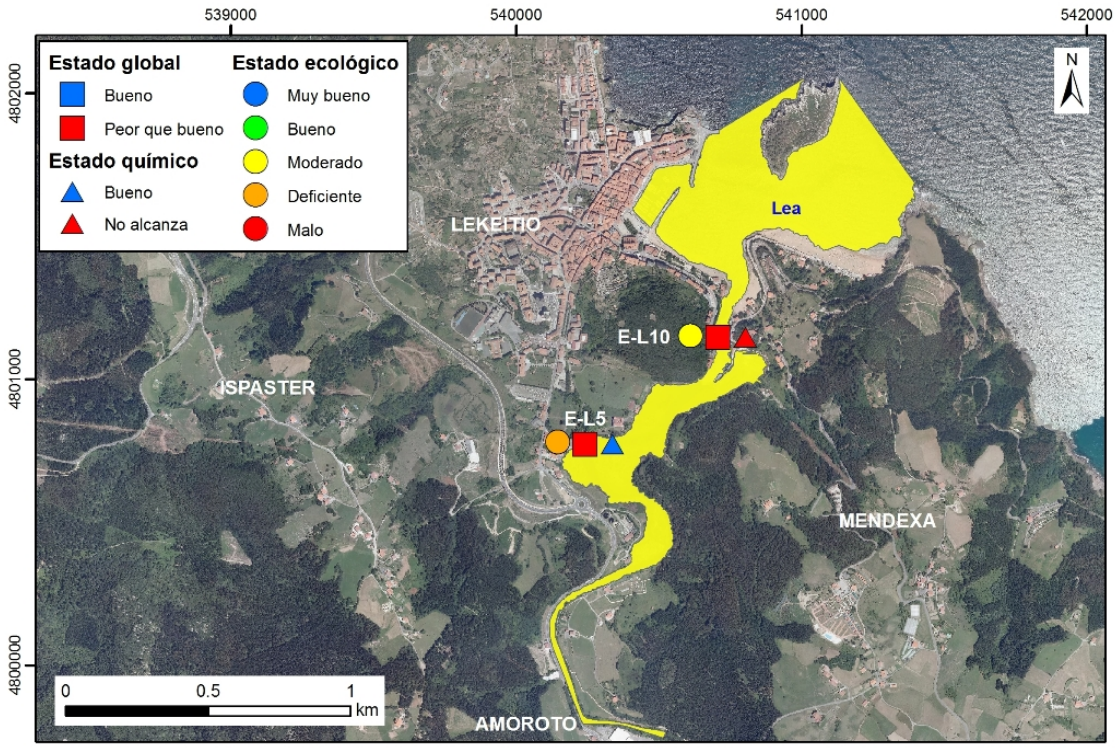


Figura 168 Calificación del Estado Ecológico, estado químico y global de las estaciones en la masa de agua del Lea (y estado ecológico para la masa de agua), en 2012.

Desde que se realizó en 2004 el estudio de presiones e impactos en esta masa de agua lo más destacable, en cuanto a presiones, ha sido la eliminación de los vertidos de la depuradora al estuario. Además, en la última campaña, del 5 al 25 mayo de 2012 se extrajeron 2.500 m^3 de arena del canal de acceso al puerto con vertido en la playa sumergida de Karraspio.

Globalmente y en cuanto a estado biológico, la masa de agua ha empeorado en años recientes, pasando de buen estado a aceptable.

La estación más interior (E-L5), incorporada a la Red de Vigilancia en el año 2002, presenta un estado biológico deficiente, habiendo empeorado este año, respecto de los anteriores. Anteriormente el estado era mejor llegando a darse evaluaciones de muy buen estado para bentos y fitoplancton. Sin embargo, en 2012 parece darse una regresión en la calidad, con los peces clasificados en estado entre deficiente y moderado, y las macroalgas en moderado.

La estación E-L10 presenta en 2012 un estado biológico 'moderado', debido al estado de peces y macroalgas. La estación E-L10 es la que ha experimentado un cambio más drástico a lo largo del seguimiento de la Red, puesto que la evolución del compartimiento macroinvertebrados en 1995 indicaba 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 se pudo deber 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. Sin embargo, en los últimos años el estuario va empeorando sin que haya una razón que lo justifique, ya que se han eliminado los vertidos.

En relación con condiciones fisicoquímicas generales la masa Lea en 2012 se puede calificar como 'Muy Buena', calificación coincidente en las dos estaciones de control (E-L10 y en E-L5). Por otra parte, ninguna de las dos estaciones presenta una tendencia significativa, habiéndose mantenido durante todo el periodo de seguimiento disponible (1994-2012) en niveles medios de muy buen estado físico-químico (Figura 169).

En cuanto a los objetivos de calidad físico-química generales los valores medios de todas las variables medidas en 2012, cumplen con los objetivos marcados en las estaciones E-L5 y E-L10.

La evaluación de las sustancias preferentes implica que la masa alcanza el muy buen estado siendo también *muy bueno* para las dos estaciones de masa (Tabla 157).

Referente a las sustancias prioritarias (acorde a Directiva 2008/105/CE) determinadas en 2012 en esta masa de agua, de forma global, no se alcanza el buen estado químico (Tabla 158), debido a la presencia de Benzo(g,h,i)perileno+Indeno(1,2,3-cd)pireno y cadmio en E-L10, rompiéndose la tendencia de mantener el buen estado químico desde 2004 (Tabla 159)

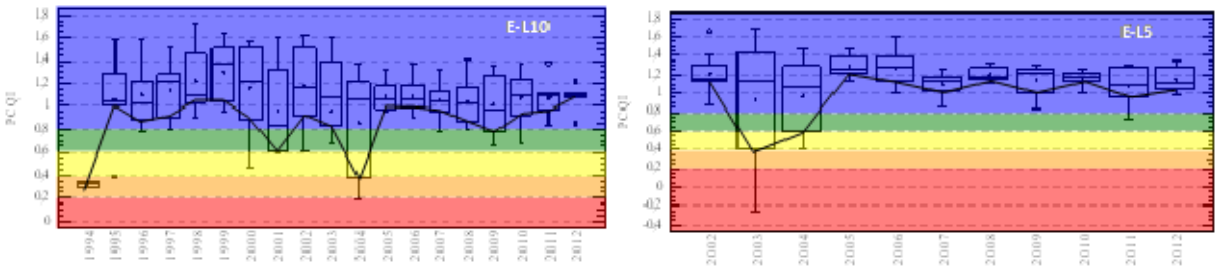


Figura 169 Box and Whisker Plot de la evolución del índice de calidad del estado físico-químico (PCQI) entre 1994 y 2012 de las estaciones de muestreo E-L10 y E-L5 de la masa de agua de transición del Lea. La línea negra representa la evolución anual del percentil 25 del PCQI. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Aceptable; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC (µg l^{-1})	E-L5	E-L10	Global
Zinc	Concentración promedio	60 µg l^{-1}	1-2 µg l^{-1}	24 µg l^{-1}	12 µg l^{-1}	Muy Bueno
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	
Cobre	Concentración promedio	25 µg l^{-1}	1-2 µg l^{-1}	1,4 µg l^{-1}	2,1 µg l^{-1}	Muy Bueno
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	25%	
Estado Físico-Químico (Contaminantes específicos)				Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno

Tabla 157 Evaluación del Estado Físico-Químico (sustancias específicas) en la masa de agua del Lea en 2012.

Sustancia	Criterio	Objetivo (µg l^{-1})	LC (µg l^{-1})	E-L5	E-L10	Global
Benzo(b)fluoranteno+Benzo(k)fluoranteno	NCA-MA	0,03	0,0005-0,01	<LC	0,001	Cumple
Benzo(g,h,i)perileno+Indeno(1,2,3-cd)pireno	NCA-MA	0,002	0,0005-0,01	<LC	0,005	No cumple
Antraceno	NCA-MA	0,1	0,01	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-CMA	0,4	0,01	<LC	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-MA	0,1	0,01	<LC	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA	1	0,01	<LC	<LC	Cumple
Naftaleno	NCA-MA	1,2	0,05	<LC	<LC	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-MA	0,05	0,01	<LC	<LC	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-CMA	0,1	0,01	<LC	<LC	Cumple
Cadmio	NCA-MA	0,2	0,02-0,05	<LC	0,22	Cumple
Cadmio	NCA-CMA	0,45	0,02-0,05	<LC	0,82	No cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-MA	7,2	1-2	<LC	<LC	Cumple
Mercurio y sus compuestos	NCA-MA	0,05	0,01	<LC	<LC	Cumple
Mercurio y sus compuestos	NCA-CMA	0,07	0,01	<LC	<LC	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-MA	20	1-2	<LC	<LC	Cumple
Estado Químico				Bueno	No alcanza	No alcanza

Tabla 158 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua del Lea en 2012. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible.

Año	Estado Químico	Sustancias que superan NCA
2004	Bueno	-
2005	Bueno	-
2006	Bueno	-
2007	Bueno	-
2008	Bueno	-
2009	Bueno	-
2010	Bueno	-
2011	Bueno	-
2012	No alcanza el buen estado	Benzo(g,h,i)perileno+Indeno(1,2,3-cd)pireno Cd

Tabla 159 Estado químico de la masa de agua de transición Lea en los años 2004-2012

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, 2005 y 2008, se analizaron tres estaciones para vida piscícola y 6 estaciones para macroalgas en estuarios, que se han vuelto a muestrear en 2011 (los peces se volvieron a muestrear en 2012, debido a los anómalos resultados de 2011). Las posiciones de todas ellas se observan en la Tabla 160 y en la Figura 170.

Estación	Estación	UTMX	UTMY	Tipo
E-L10	Lekeitio (molino) (Lea)	540707	4801146	Estuarios
E-L5	Lekeitio (astillero)(Lea)	540240	4800773	
M-EL1	Lea Zona 01.Estuario Macroalgas	540717	4801424	Estuarios (Macroalgas)
M-EL2	Lea Zona 02.Estuario Macroalgas	540755	4801030	
M-EL3	Lea Zona 03.Estuario Macroalgas	540436	4800864	
M-EL4	Lea Zona 04.Estuario Macroalgas	540524	4800823	
M-EL5	Lea Zona 05.Estuario Macroalgas	540251	4800720	
M-EL6	Lea Zona 06.Estuario Macroalgas	540489	4800432	
I-L10	Lekeitio (puente) (Lea)	540714	4801184	Estuarios (Moluscos)
ALE	Lea (Arrastre zona exterior estuario)	540712	4801150	Estuarios (Vida piscícola)
ALM	Lea (Arrastre zona media estuario)	540491	4800830	
ALI	Lea (Arrastre zona interior estuario)	540318	4800627	

Tabla 160 Estaciones de muestreo en el estuario del Lea

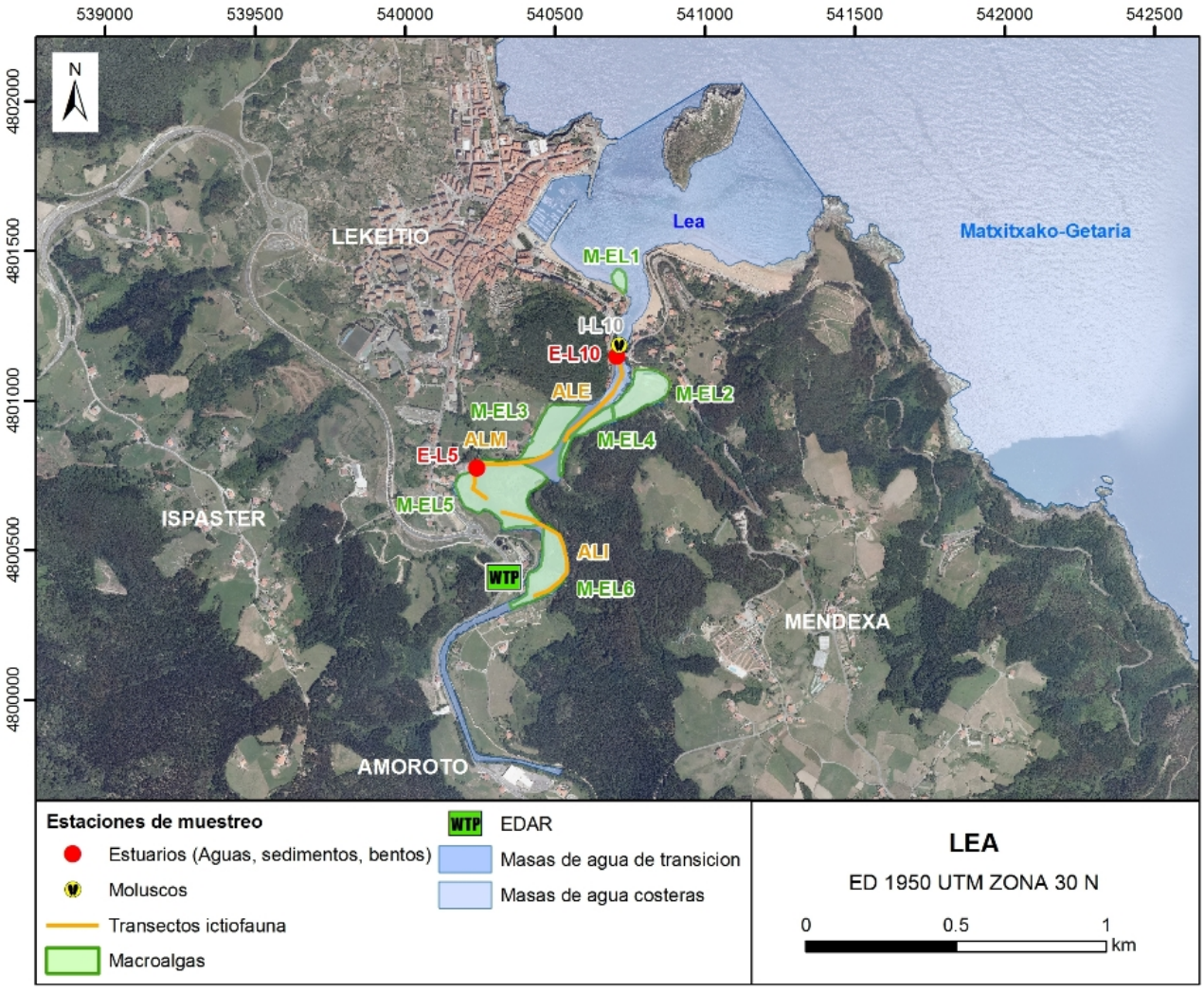


Figura 170 Ubicación de estaciones en la Masa de agua del Lea.

8.3 INDICADORES BIOLÓGICOS

8.3.1 MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

Los parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Lea, en invierno de 2012 pueden verse en la Tabla 161.

PARÁMETRO	UNIDAD	ESTACIÓN	
		E-L5	E-L10
Densidad	nº·m^{-2}	589	44
Biomasa	g·m^{-2}	0,316	0,243
Riqueza	nº	12	11
Diversidad número	bit·ind^{-1}	2,36	2,82
Diversidad biomasa	bit·g^{-1}	1,99	0,75
Equitabilidad número		0,66	0,82
Equitabilidad biomasa		0,56	0,22
Diversidad máxima	bits	3,58	3,46
AMBI		3,57	3,71
Clasificación AMBI		Alteración Moderada	Alteración Moderada

Tabla 161 Parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Lea.

La estación E-L5, la más interna de las dos estaciones muestreadas en la masa de agua presenta un sedimento constituido en su mayor parte por limos (63%) y arenas (35%) y altos contenidos en materia orgánica (13,8%).

La composición faunística se aproxima mucho a la considerada como típica de los estuarios de la CAPV. 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 las campañas (2003-2012). En 2012 la especie más abundante ha sido el isópodo *Cyathura carinata* (216 ind·m^{-2}). También están bien representados el poliqueto *H. diversicolor* (139 ind·m^{-2}), las larvas de dípteros (127 ind·m^{-2}), los oligoquetos (51 ind·m^{-2}) y el gasterópodo *Peringia ulvae* (21 ind·m^{-2}).

La densidad de la biocenosis es la más alta del periodo de estudio 1995-2012 (589 ind·m^{-2}), aunque realmente nunca ha mostrado grandes variaciones (mínima en 2006: 84 ind·m^{-2}) (Figura 171). La biomasa (0,3 g·m^{-2}) es baja (máxima en 2004: 1,1 g·m^{-2}).

Los índices de diversidad y equitabilidad para la densidad (2,36 bit·ind^{-1} y 0,66, respectivamente) son relativamente altos como consecuencia de una distribución equitativa de las abundancias de las especies en la comunidad (no hay dominancias extremas). La riqueza específica se mantiene dentro de sus límites habituales: 12 *taxa* en 2012 (mínima: 6 *taxa* en 2004; máxima: 14 *taxa* en 2009; media del período 2002-2012: 11 *taxa*).

La calificación de la estación E-L5 en términos de AMBI es de alteración moderada (AMBI=3,6) (Tabla 161). Exceptuando el año 2009, presenta dominancia de especies tolerantes (grupo ecológico III) y valores de AMBI centrados entre 3,3 y 4,2 (Figura 172).

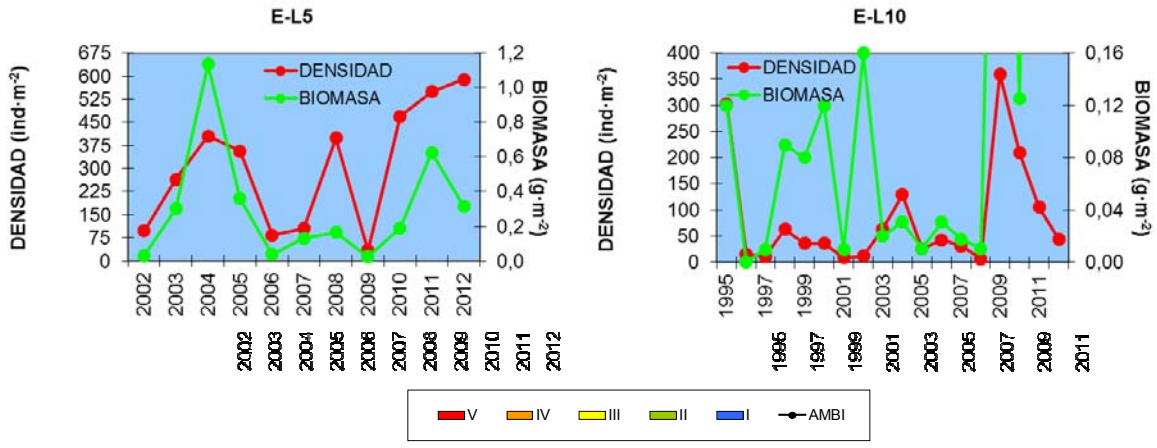


Figura 172 Evolución del porcentaje de cada grupo ecológico y de AMBI en las estaciones E-L5 y E-L10 del Lea.

La segunda estación muestreada en el estuario del Lea (E-L10), más próxima al mar que la anterior, presenta un sedimento más arenoso (99%), con menor contenido en materia orgánica (1,2%).

La comunidad presente se caracteriza, por lo general, por presentar densidades bajas (44 ind·m^{-2} en 2012). La más alta se registró en 2009 con 360 ind·m^{-2}. La biomasa también es baja (0,2 g·m^{-2}).

La diversidad para las abundancias es relativamente alta para la estación (2,82 bit·ind^{-1}; el máximo del seguimiento se alcanzó la pasada campaña de 2011: 2,87 bit·ind^{-1}). Por último, la riqueza específica también es alta (11 *taxa*).

En la biocenosis de esta estación están representadas muchas de las especies características de la comunidad reducida de *Macoma*. Dominan en abundancia el grupo de los oligoquetos (16 ind·m^{-2}), el crustáceo isópodo *C. carinata* (8 ind·m^{-2}) y el poliqueto *Alkamaria romijni* (5 ind·m^{-2}).

La estación presenta una alteración moderada (AMBI=3,7) (Tabla 161), siendo el grupo ecológico III el dominante (Figura 172), como viene haciendo desde 2007 (salvo en 2008, en que dominó el GE I), lo que implica un empeoramiento con respecto al período 1996-2006.

La evaluación del estado ecológico del compartimiento de los macroinvertebrados bentónicos en la estación E-L5 se corresponde con Muy Buen Estado (Figura 173), con una tendencia temporal positiva de los valores de M-AMBI desde el inicio del seguimiento

Del mismo modo, también la estación E-L10 presenta Muy Buen Estado (Figura 173) con una evolución temporal irregular, donde situaciones de mejora se alternan con situaciones de empeoramiento. De esta manera, la estación alcanzó la máxima calificación en 1995, 1996, 1999, 2003, 2009, 2010 y 2011; mientras que en 2005, la calidad empeoró hasta el Estado Aceptable. Como ya se ha comentado en informes anteriores, estas situaciones de empeoramiento de la calidad estarían relacionadas con episodios de disminución de oxígeno.

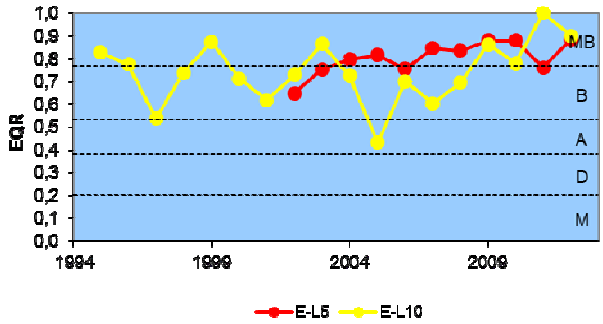


Figura 173 Evolución de M-AMBI para las estaciones de la masa de agua de transición del Lea

8.3.2 FAUNA ICTIOLÓGICA

El muestreo de 2012 fue llevado a cabo para comprobar si los datos obtenidos en 2011 (Borja *et al.*, 2012) fueron correctos o resultado de un artefacto de muestreo. Las estaciones o transectos muestreados se pueden ver en la Figura 170.

A su vez, en este estuario existen datos del año 2002, 2005 y 2008 (Borja *et al.*, 2003, 2006, 2009) 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 el muestreo de 2012 fue de uno (un crustáceo), cinco en 2011 (dos peces y tres crustáceos), seis en 2008 (un pez y cinco crustáceos), trece en 2005 (nueve peces y cuatro crustáceos) y ocho en 2002 (tres peces y cinco crustáceos). Todas las especies identificadas son especies habituales de estos ecosistemas que soportan amplios rangos de salinidad, principal condicionante de la vida en estas zonas de transición. En la Figura 174 puede apreciarse como la tendencia en cuanto al número de taxones capturados desciende año tras año, hasta alcanzar valores mínimos en 2012.

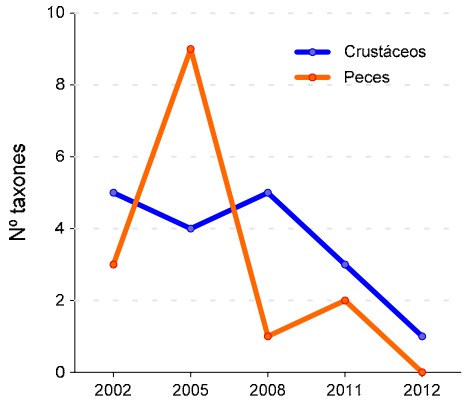


Figura 174 Evolución del número de taxones de peces y crustáceos identificados en los muestreos entre 2002 y 2012 en la masa de agua de transición del Lea.

La Tabla 162 muestra los taxones capturados en cada uno de los tramos muestreados en el año 2012 (exterior-ALE, medio-ALM e interior-ALI). El único taxón capturado este año ha sido *Macropodia rostrata* (cangrejo araña) en la estación exterior, taxón capturado por primera vez en esta masa de agua. En el resto de estaciones no ha habido ninguna captura.

En la Tabla 163 se muestran las abundancias y densidades de cada una de las especies capturadas por estación. El único ejemplar capturado en la campaña de 2012 ha sido registrado en el tramo exterior.

Con objeto de definir la estructura de la comunidad, la Tabla 164 muestra algunos parámetros estructurales (riqueza, abundancia, densidad y diversidad) medidos en

las distintas estaciones de la masa de agua de transición del Lea entre el 2002 y 2012. En general, los valores más elevados se encuentran en el tramo exterior, aunque lo más destacable es el progresivo descenso de todos los valores observado en todos los tramos con el paso del tiempo, hasta llegar a unos valores realmente bajos en 2012, como se refleja en la diversidad cuyos valores se encuentran entre 0 y 1.

Los valores de los parámetros obtenidos en 2012 confirman los *malos* resultados obtenidos en 2011, que seguían con la tendencia descendente iniciada en 2008.

TAXONES	ALE	ALM	ALI
CRUSTÁCEOS			
Cangrejo araña – *Macropodia rostrata*	X		
PECES			

Tabla 162 Taxones identificados en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Lea (ALE tramo exterior, ALM tramo medio, ALI tramo interior).

TAXONES	Estación ALE		Estación ALM		Estación ALI	
	Nº ind. totales	Densidad (ind*ha^{-1})	Nº ind. totales	Densidad (ind*ha^{-1})	Nº ind. totales	Densidad (ind*ha^{-1})
CRUSTÁCEOS						
Cangrejo araña – *Macropodia rostrata*	1	20,00				
PECES						

Tabla 163 Abundancia (nº de individuos) y densidad (individuos por hectárea) de los taxones identificados en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Lea (ALE tramo exterior, ALM tramo medio, ALI tramo interior).

Estación	ALE					ALM					ALI				
Par. estructurales	2002	2005	2008	2011	2012	2002	2005	2008	2011	2012	2002	2005	2008	2011	2012
Riqueza	7	10	6	2	1	6	7	3	1	0	5	9	4	2	0
Riqueza peces	2	6	1	0	0	1	4	0	0	0	2	5	1	2	0
Nº de individuos	221	137	10	3	1	66	230	11	1	0	148	118	12	2	0
Nº de individuos peces	48	41	1	0	0	21	33	0	0	0	53	26	1	2	0
Densidad	1394,3	960,4	168,3	40	20,0	405,1	1222,2	129	20	0	797,2	826,8	128,3	40	0
Diversidad	2,15	2,78	2,45	0,81	0	2,08	2,04	1,31	0	0	1,71	2,28	1,73	1	0

Tabla 164 Parámetros estructurales: riqueza (nº de especies), abundancia (nº de individuos), densidad (individuos por hectárea) y diversidad de Shannon medidos en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Lea (ALE tramo exterior, ALM tramo medio, ALI tramo interior).

En la Figura 175 se muestra la variación de los parámetros estructurales de la riqueza de peces y riqueza de crustáceos, en la Figura 176 el número de individuos y en la Figura 177 la diversidad a lo largo de los últimos diez años en cada uno de los tramos muestreados.

Exceptuando los aumentos puntuales observados en 2005 (en la riqueza de peces en los tres tramos, abundancia de crustáceos en el tramo medio y diversidad en los tramos externo e interno) y 2011 (en la riqueza de peces), todos los parámetros reflejan un descenso progresivo en sus valores hasta llegar, en la mayoría de los casos, al mínimo de 0 en 2012.

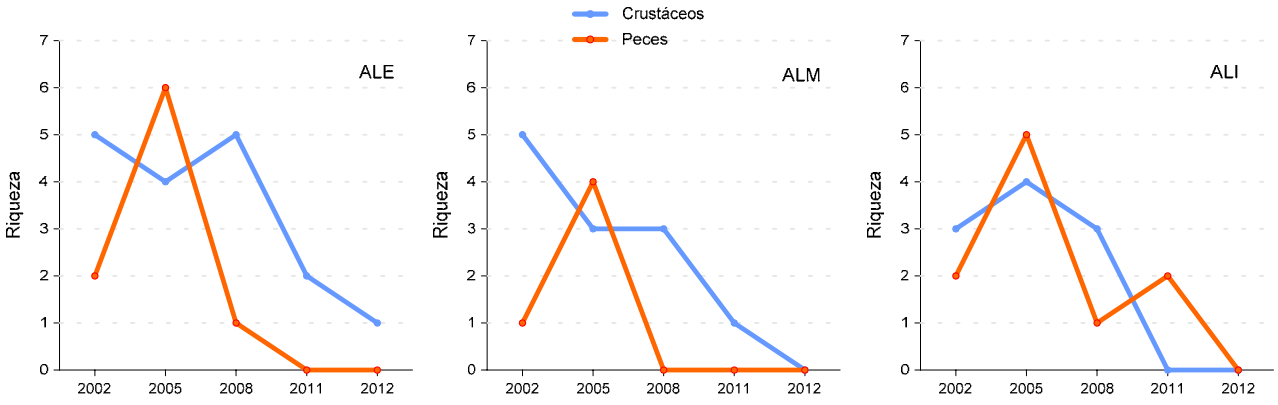


Figura 175 Evolución temporal de la riqueza de peces (color rojo) y riqueza de crustáceos (color azul) en la estación exterior (ALE), media (ALM) e interior (ALI) de la masa de agua de transición del Lea. Se muestran los registros correspondientes a la Red de Seguimiento del Estado Ecológico de las aguas de transición y costeras de la CAPV (2002 - 2012).

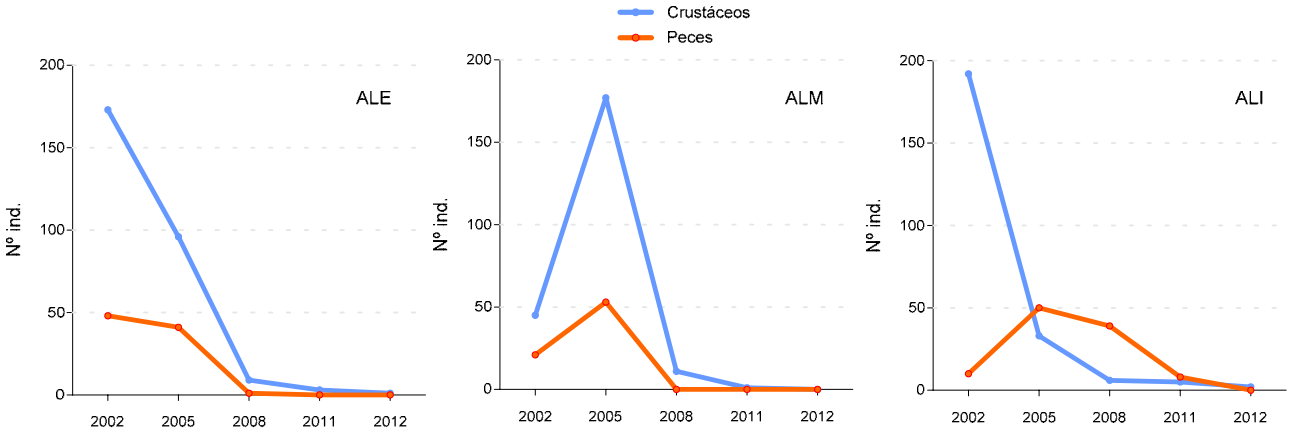


Figura 176 Evolución temporal de la abundancia de peces (color rojo) y abundancia de crustáceos (color azul) en la estación exterior (ALE), media (ALM) e interior (ALI) de la masa de agua de transición del Lea. Se muestran los registros correspondientes a la Red de Seguimiento del Estado Ecológico de las aguas de transición y costeras de la CAPV (2002- 2012).

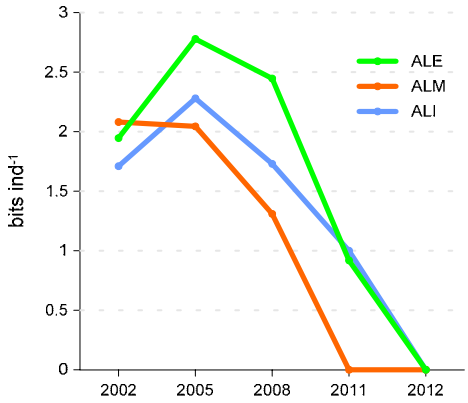


Figura 177 Evolución temporal de la diversidad en la estación exterior (ALE), media (ALM) e interior (ALI) de la masa de agua de transición del Lea. Se muestran los registros correspondientes a la Red de Seguimiento del Estado Ecológico de las aguas de transición y costeras de la CAPV (2002- 2012).

Respecto a la tendencia temporal y espacial de la calidad biológica asociada a la fauna ictiológica, se han evaluado los datos obtenidos en los muestreos realizados los años 2002, 2005, 2008, 2011 y 2012. En la Tabla 165 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 contaminación y salud piscícola son los que favorecen la calidad biológica, alcanzando los valores máximos en toda la serie de datos. En 2011 la presencia de peces planos contribuye con un valor mínimo a la calidad en todos los tramos del estuario. A su vez, en las tres estaciones se observa la misma tendencia de disminución en la riqueza y número de especies residentes, aunque en diferente medida.

De esta manera, el estado de la calidad biológica piscícola alcanzada el año 2012 presenta el valor más bajo obtenido hasta la fecha en todos los tramos del estuario, calificándose la parte externa de la masa de agua como **Deficiente** y la parte media e interna como **Malo**.

Estación/año	ALE					ALM					ALI				
Parámetros	2002	2005	2008	2011	2012	2002	2005	2008	2011	2012	2002	2005	2008	2011	2012
Riqueza	3	5	3	1	1	3	3	1	1	-	3	3	3	1	-
Especies introducidas	5	5	5	5	5	5	5	5	5	-	5	5	5	5	-
Esp. Indicadoras contaminación	5	5	5	5	5	5	5	5	5	-	5	5	5	5	-
Salud piscícola	5	5	5	5	5	5	5	5	5	-	5	5	5	5	-
Peces planos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1	1	1	1	-
Omnívoros	3	3	1	1	1	3	3	1	1	-	3	3	1	3	-
Piscívoros	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1	1	1	3	-
Especies residentes (nº)	5	5	5	3	1	5	5	3	1	-	3	5	3	1	-
Especies residentes (%)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1	1	1	1	-
PUNTUACIÓN	29	31	27	23	21	29	29	23	21	9	27	29	25	25	9
AFI	0,56	0,61	0,50	0,39	0,33	0,56	0,56	0,39	0,33	0	0,50	0,56	0,44	0,44	0
CALIDAD BIOLÓGICA	B	B	A	A	D	B	B	A	D	M	A	B	A	A	M

Tabla 165 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): ≥ 0,78; Bueno (B): 0,55-0,78; Aceptable (A): 0,34-0,55; Deficiente (D): 0,17-0,34; Malo (M): ≤ 0,17. Interna (ALI), media (ALM) y externa (ALE). AFI: AZTI's Fish Index.

En la Figura 178, se resume cómo ha variado la calidad biológica piscícola entre los años 2002 y 2012. El estado de la calidad biológica alcanzado en 2012 presenta las puntuaciones más bajas de entre los

obtenidos en años anteriores en los tres tramos del estuario. La parte externa desciende su puntuación debido al descenso del número de especies residentes, alcanzando el estado de Deficiente; y en la parte media e interna al no haber capturas, todos los parámetros alcanzan el valor mínimo produciéndose así, un descenso generalizado en todos los parámetros y alcanzando el estado de Malo.

La Figura 179 muestra cómo ha evolucionado la calidad biológica en el estuario del Lea entre los años 2002 y 2012. En ella se aprecia una evolución negativa, ya que se pasa de un estado Bueno alcanzado en 2002 y 2005, a Aceptable en 2008 y 2011 (pero con una puntuación menor), para terminar en 2012 con la puntuación más baja lograda hasta la fecha y, alcanzado la calidad de Malo.

El muestreo llevado a cabo en 2012 corrobora el resultado obtenido en 2011, confirmando así la tendencia negativa mostrada a lo largo de los últimos años. Sin embargo, estos resultados no están en consonancia con la evolución del estuario (que presenta una tendencia progresiva de mejora, excepto en macroalgas), por lo que esta evaluación podría estar influenciada por factores naturales o factores ligados al muestreo.

Las posibles causas que podrían generar estos resultados podrían estar relacionados con la gran transparencia y poca profundidad de las aguas que permitirían: a) por un lado, que en el caso de peces de cierto tamaño estos pudieran ver la red de arrastre y así evitar ser capturados; y b) por otro lado, que los organismos (principalmente aquellos de pequeño tamaño) durante el día permanezcan escondidos para evitar ser capturados por peces más grandes y aves, y empiecen a nadar libremente tan pronto como la luz comience a disminuir. En cualquier caso, habrá que analizar en profundidad cual es el problema y buscar una solución metodológica (cambios en arte de pesca, muestreos diurnos/nocturnos, etc.), u otra solución en un futuro, si la situación se mantiene.

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. En la EDAR de Lekeitio se recogen también las aguas residuales de Amoroto y parte de Mendexa. 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 las obras de reposición de las redes del casco antiguo del municipio.

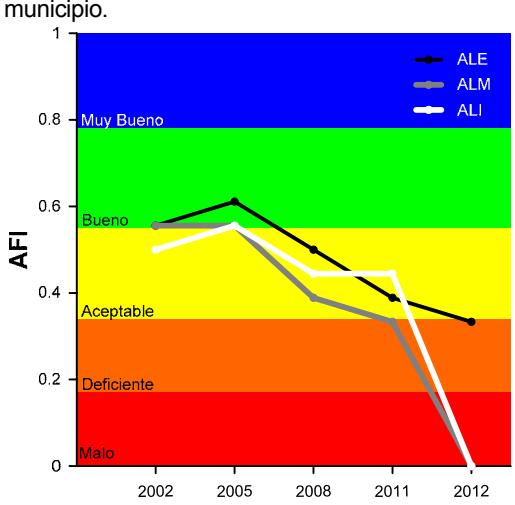


Figura 178 Valores de la calidad biológica obtenidos para cada estación entre los años 2002 y 2012. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): ≥ 0,78; Bueno (B): 0,55-0,78; Aceptable (A): 0,34-0,55; Deficiente (D): 0,17-0,34; Malo (M): ≤ 0,17. Interior (ALI), medio (ALM) y exterior (ALE). AFI: AZTI's Fish Index.

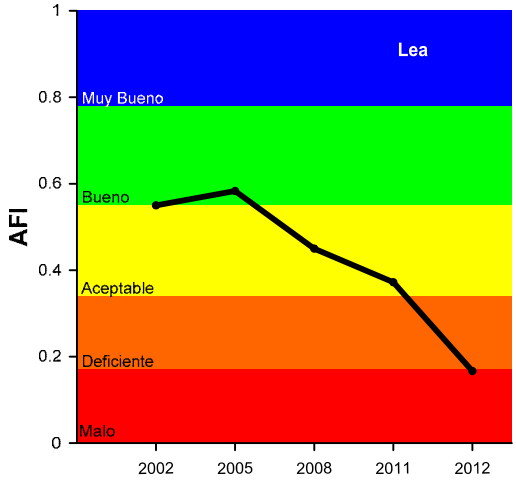


Figura 179 Valores de la calidad biológica obtenidos en la masa de transición del Lea entre los años 2002 y 2011. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): ≥ 0,78; Bueno (B): 0,55-0,78; Aceptable (A): 0,34-0,55; Deficiente (D): 0,17-0,34; Malo (M): ≤ 0,17. AFI: AZTI's Fish Index.

8.3.3 VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO. FITOPLANCTON

Al igual que en anteriores informes, el fitoplancton en la masa de agua de transición del Lea se evalúa con los datos de los últimos seis años, en base a dos métricas: el percentil 90 de la clorofila y el porcentaje de blooms. El estado global del fitoplancton se calcula promediando los EQRs de ambos indicadores (véase tomo de metodología).

En la Figura 180 se muestra el valor del indicador calculado con los datos de clorofila "a" (percentil 90). En la estación E-L5 el valor del indicador es 3,91 µg l^{-1} (n=48) lo cual corresponde a un estado "Muy bueno". En la estación E-L10, el valor es 2,93 µg l^{-1} (n=48), indicando también un estado "Muy bueno", en base a la concentración de clorofila.

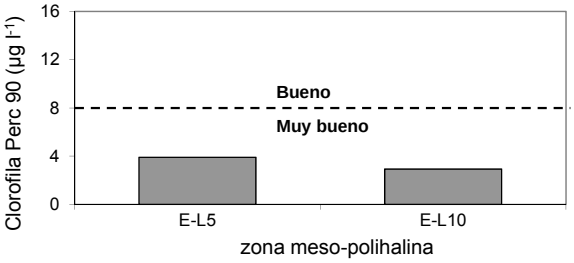


Figura 180 Percentil 90 de la concentración de clorofila en el estuario del Lea. Los datos utilizados han sido los de superficie, pleamar y bajamar, de las cuatro épocas del año, desde 2007 hasta 2012.

En la Figura 181 se muestra el indicador basado en la abundancia fitoplanctónica. En la estación E-L5 la frecuencia de floraciones durante los últimos seis años es 20,0%, lo cual corresponde a un estado "Muy bueno", en el límite con "Bueno". En la estación E-L10 la frecuencia es 16,7%, indicando un estado "Muy bueno".

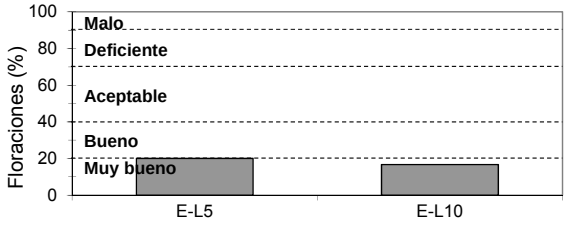


Figura 181 Frecuencia de floraciones fitoplanctónicas (%) en el estuario del Lea. Los datos utilizados corresponden a superficie, pleamar, en primavera y verano, desde 2007 hasta 2012.

Tras realizar la integración de los dos indicadores, como se indica en la Tabla 166, el estado global del fitoplancton para el periodo 2007-2012 en la masa de agua de transición del Lea se clasifica como "Muy bueno" en ambas estaciones de muestreo.

ESTACIÓN	EQR_1 Biomasa	EQR_2 Floraciones	Estado y EQR Global
E-L5	1,000	0,835	Muy bueno (0,918)
E-L10	1,000	1,000	Muy bueno (1,000)

Tabla 166 Estuario del Lea. Calificación del estado del fitoplancton para cada estación de muestreo durante el periodo 2007-2012. Se muestran los EQRs parciales de cada indicador y el EQR global.

En la Tabla 167 se muestra la evolución del estado del fitoplancton a lo largo de periodos móviles de seis años. El **estado** se clasifica como **"Muy bueno"** en toda la serie temporal, con valores de EQR muy altos (entre 0,93 y 1,00). De hecho, entre las masas de agua de transición del País Vasco y durante los mismos años sólo se ha visto que el EQR global del fitoplancton alcanza el valor máximo (1,00) en el estuario del Oria.

	03-08	04-09	05-10	06-11	07-12
Lea	MB (0,933)	MB (0,933)	MB (1,000)	MB (1,000)	MB (0,992)
E-L5	MB	MB	MB	MB	MB
E-L10	MB	MB	MB	MB	MB

Tabla 167 Evolución temporal del estado del fitoplancton en el estuario del Lea, a lo largo de periodos móviles de seis años. Se indica entre paréntesis la evolución del EQR del fitoplancton.

CLOROFILA

La concentración de clorofila se midió en superficie y en dos estaciones, una situada en la zona superior (E-L5) y otra en la zona media-exterior (E-L10). Los muestreos se realizaron en cuatro ocasiones a lo largo del año (invierno, primavera, verano y otoño) y en dos situaciones de marea (pleamar y bajamar). Con ello se obtuvo en total 16 datos. En la Figura 182 se muestra la variación de la clorofila en función de la salinidad del agua en 2012. La salinidad abarcó un rango muy amplio (1,0-34,5 USP).

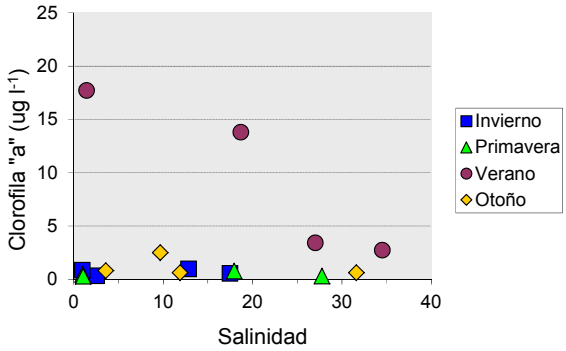


Figura 182 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino del estuario del Lea en las cuatro épocas de estudio durante 2012. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

La clorofila varió entre 0,3 y 17,7 µg l^{-1} (Figura 182). Los valores más altos de clorofila se detectaron en

verano, en la estación de cabecera (E-L5), durante la bajamar y también en pleamar. La salinidad en dichas muestras fue de 2 y 19 USP. Dentro de la serie histórica de este estuario, los picos de clorofila registrados en 2012 fueron de intensidad moderada. Además, en comparación con otras masas de agua del mismo tipo (Tipo 9, estuarios con grandes zonas intermareales), en 2012 los picos estivales del Lea estuvieron en un nivel intermedio entre las bajas concentraciones del Oria (~4 µg l^{-1}) y el máximo del Urola (~35 µg l^{-1}).

En las masas de agua de transición de tipo 9 es habitual observar picos de clorofila en las zonas de cabecera durante el verano. Esto es debido al aumento en esa época del tiempo de residencia del agua, así como de las horas de insolación. En el Lea, las concentraciones de nutrientes en verano oscilaron entre 0,3 y 0,9 µM para el fosfato, 7 y 12 µM para el amonio y 3 y 34 µM para el nitrato. Para aguas polihalinas (18-30 USP), estas concentraciones están muy alejadas de las consideradas características de mal estado físico-químico: 5,5 µM (fosfato), 32 µM (amonio) y 83 µM (nitrato).

Para estudiar la evolución a lo largo de los años de la concentración de clorofila en el estuario del Lea se ha calculado el percentil 90 para periodos móviles de seis años (Figura 183).

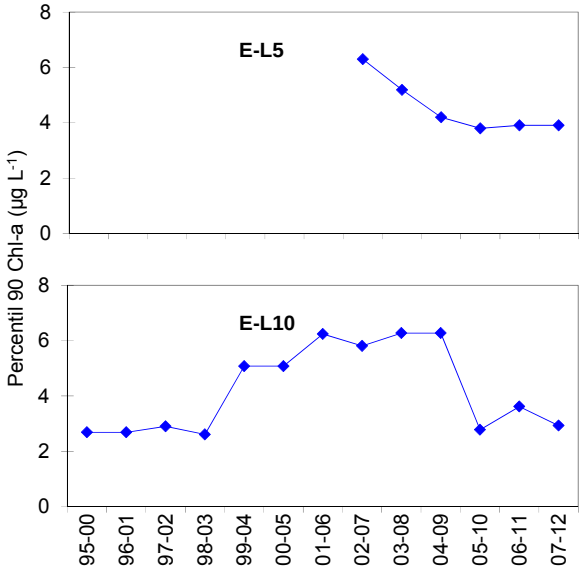


Figura 183 Evolución de la concentración de clorofila en el estuario del Lea. Se muestra el percentil 90 calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, para periodos móviles de seis años.

En la estación E-L5 (mesohalina) el percentil 90 de la clorofila presentó los valores más altos al comienzo de la serie, en el periodo 2002-2007 (6 µg l^{-1}), posteriormente siguió una tendencia de descenso y en los tres últimos periodos se ha situado en 4 µg l^{-1} (Figura 183). En la estación E-L10 (polihalina), donde la serie abarca desde el año 1995, se aprecian oscilaciones entre unos 3 y 6 µg l^{-1} (Figura 183). En el resto de los estuarios del País Vasco, en aguas de carácter oligo-, meso- o polihalino el percentil 90 de la clorofila normalmente no supera 8 µg l^{-1}. Por lo tanto, el estuario del Lea se encuentra en un rango de valores normales.

En las estaciones exteriores de otros estuarios de la costa vasca también se han observado oscilaciones en el percentil 90 de la clorofila (véase capítulo sobre el estuario del Butroe). Estas zonas, por su localización, son generalmente las que tienen menor influencia antrópica dentro de los estuarios, desde el punto de vista de la eutrofización, estando sometidas a una mayor advección mareal y ocupadas en pleamar por comunidades fitoplanctónicas de la costa. Por lo tanto, los cambios observados en la clorofila en la zona media-exterior del Lea podrían estar ligados a cambios en las condiciones océano-meteorológicas a mayor escala espacial (factores como: insolación, turbiedad, aporte de nutrientes mediado por la pluviosidad y el caudal fluvial, estratificación frente a mezcla vertical, balance afloramiento-hundimiento, etc.). Estos procesos naturales se ha visto que tienen una influencia importante sobre la clorofila en la plataforma costera del País Vasco (Revilla et al., 2012).

COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DEL FITOPLANCTON

En la Tabla 168 se muestran las variables que describen, de forma general, a la comunidad fitoplanctónica en el estuario del Lea. 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 10^5-10^6 células l^{-1}. En verano la abundancia, riqueza y diversidad aumentaron en todo el estuario, especialmente en la zona superior (estación E-L5).

Estación	E-L5	E-L10
Fecha	10/05/2012	10/05/2012
Abund. (x10^3 céls. l^{-1})	101	364
Diversidad (bit/cel)	1,3	2,7
Riqueza (Nº especies)	5	13
Estación	E-L5	E-L10
Fecha	12/09/2012	12/09/2012
Abund. (x10^3 céls. l^{-1})	9.431	2.073
Diversidad (bit/cel)	2,1	3,6
Riqueza (Nº especies)	18	23

Tabla 168 Índices relacionados con Fitoplancton. Estuario del Lea. Los datos son de superficie, en pleamar.

Las diatomeas presentaron muy poca abundancia celular en la zona superior del estuario del Lea, salvo en

el caso de las pequeñas formas pennales (posiblemente bentónicas).

En verano se observó una floración de criptofitas en la cabecera. Este bloom estuvo constituido por varias especies, donde dominaron *Hemiselmis* spp., *Teleaulax* spp., y *Urgorri complanatus* con abundancias $>10^6$ células l^{-1}. En la estación E-L5 también se observó el dinoflagelado potencialmente nocivo para los ecosistemas *Kryptoperidinium foliaceum* (que alcanzó 250.000 células l^{-1}) y la euglenofita *Eutreptiella eupharyngea* ($0{,}8 \cdot 10^6$ células l^{-1}).

La comunidad fitoplanctónica en la estación E-L10 presentó diferencias en verano respecto a la de la zona superior, tanto en abundancia como en composición. En la zona exterior no se detectaron blooms y las diatomeas fueron el grupo dominante (50% de la abundancia total). Entre las diatomeas destacó *Skeletonema* spp. En la estación más exterior se observó una contribución algo mayor de las prasinofíceas (*Tetraselmis* spp. y *Pyramimonas* spp.) y las haptofitas. No obstante, también fueron relativamente abundantes algunas criptofitas, como *Teleaulax* spp.

8.3.4 VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO. MACROALGAS

Para su estudio la masa de agua se dividió en 6 zonas tanto en 2002, como en 2005, 2008 y 2011, numeradas del 1 al 6 desde la desembocadura al interior. Estas 6 zonas representan dos tramos de la masa de agua, que se pueden adscribir a las estaciones E-L10 (zonas 1 a 4) y E-L5 (zonas 5 y 6), desde la desembocadura al interior.

En la Tabla 169 se muestran los resultados obtenidos de aplicar el método explicado en el Tomo 1 del informe correspondiente a la campaña de 2003 (Borja et al., 2004d) para la masa de agua en las cuatro campañas arriba indicadas.

La calificación obtenida en 2011 fue de 'Estado Aceptable' tanto para el tramo más exterior de la masa de agua como para el tramo interior. Por tanto, se aprecia un empeoramiento de la calidad de las comunidades de macrófitos en ambos tramos, ya que en 2008 presentaban 'Muy Buen Estado'. Destaca, además, que el tramo más exterior alcanza tal estado por primera vez, ya que en campañas previas siempre ha alcanzado 'Muy Buen Estado'.

El empeoramiento se debe, básicamente, a que en las cuatro zonas más internas aumenta la cobertura de especies indicadoras de contaminación en detrimento de la cobertura de las no indicadoras.

Por tanto, 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 también de '**Estado Aceptable**'.

	E-L10	E-L5	GLOBAL
2002	MB	A	B
2005	MB	D	A
2008	MB	MB	MB
2011	A	A	A

Tabla 169 Calificación obtenida para cada uno de los tramos en que se divide la masa de agua (M-EL1 a M-EL4 se adscriben a E-L10; y M-EL5 y M-EL6 se adscriben a E-L5) y para el global de la misma, en cada una de las campañas muestreadas (D=Estado Deficiente; A=Estado Aceptable; B=Buen Estado; MB=Muy Buen Estado).

8.4 INDICADORES FISICOQUÍMICOS

8.4.1 CARACTERIZACIÓN 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.

En la Tabla 170 se muestran los datos medios anuales, correspondientes a las campañas de 2012, de las variables hidrográficas analizadas en superficie y fondo en el estuario del Lea, y de las variables relacionadas con el estado trófico (en superficie).

En el año 2012 el promedio de la temperatura del agua varía de 15º a 16,3ºC. La salinidad media del agua aumenta del interior al exterior del estuario. A partir de los datos de salinidad se ha calculado el porcentaje relativo de agua dulce en cada punto de muestreo. Así, la estación E-L5 presenta mayor porcentaje de agua de origen fluvial respecto a la estación E-L10.

El oxígeno disuelto, en promedio anual, no alcanza el 100% de saturación en ambas estaciones (promedio: 87-97%), lo que denota un cierto déficit de oxígeno en el que predominan procesos heterótrofos sobre los autótrofos. En cuanto a los nutrientes, se observa el característico patrón de dilución de las sustancias

disueltas procedentes del río con el agua marina. 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).

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 invierno coincidentes con valores mínimos de salinidad.

Variable	Unidad	E-L5-S	E-L5-F	E-L10-S	E-L10-F
Temperatura	°C	15,04	15,75	15,84	16,30
Salinidad	USP	4,88	18,65	22,65	29,13
Agua fluvial	%	86,29	47,61	36,37	18,17
Saturación O2	%	97,35	91,16	93,99	87,12
pH		8,41	8,27	8,25	8,11
Silicato	$\mu mol.dm^{-3}$	84,52		37,98	
Amonio	$\mu mol.dm^{-3}$	4,57		6,19	
Nitrito	$\mu mol.dm^{-3}$	0,27		0,24	
Nitrato	$\mu mol.dm^{-3}$	50,75		25,59	
Nitrógeno Total	$\mu mol.dm^{-3}$	85,76		49,94	
Fosfato	$\mu mol.dm^{-3}$	0,72		0,44	
Fósforo Total	$\mu mol.dm^{-3}$	1,68		1,23	
Carbono O. Total	$\mu mol.dm^{-3}$	165,70		176,38	

Tabla 170 Masa de agua del Lea. Valores medios de variables relacionadas con el estado trófico. F: fondo, S: superficie.

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. 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, de las fluctuaciones asociadas a la estacionalidad y a las diferentes condiciones hidrológicas, no se observa una tendencia a la disminución en los últimos años. De hecho en la estación más interna E-L5 se observa un incremento en NID desde 2006 (Figura 184).

En el caso del fosfato, en ambas estaciones se observa en los años más recientes una relativa estabilidad (Figura 184).

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, empieza a aumentar hasta alcanzar valores superiores al 100% en 2009 (Figura 185). De 2009 a 2012 se observa una relativa estabilidad, donde los valores se aproximan al 80% de saturación. 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) pero presenta una mayor variabilidad intra-anual (Figura 185).

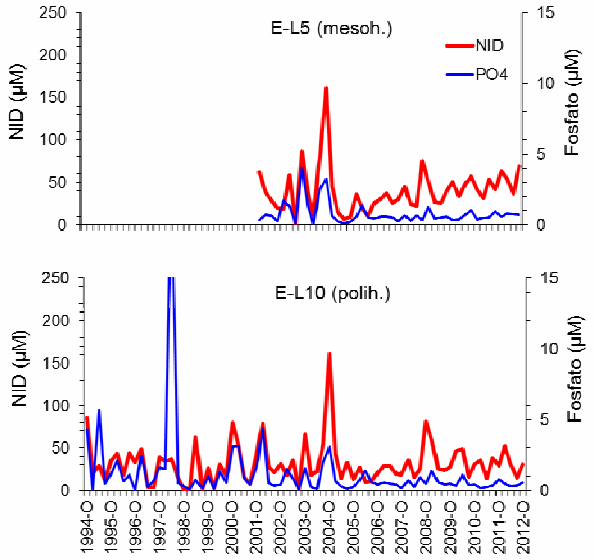


Figura 184 Evolución trimestral, entre otoño de 1994 y otoño de 2012, de la concentración de Nitrógeno Inorgánico Disuelto (NID) y fosfato, ambos en micromoles por litro, en aguas de superficie (media de pleamar y bajamar), en las estaciones E-L5 y E-L10. (O: otoño).

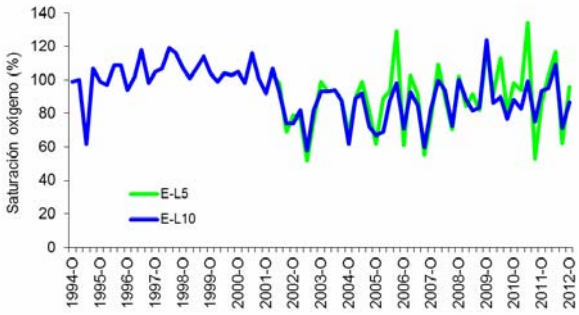


Figura 185 Evolución temporal del porcentaje de saturación de oxígeno disuelto en el estuario del Lea (estaciones EL-5 y E-L10), media de pleamar y bajamar, superficie y fondo.

METALES DISUELTOS

Las concentraciones de cromo (trivalente) y de mercurio en las aguas de superficie de las estaciones del estuario de Lea se mantienen por debajo de sus respectivos límites de detección (1-2 y 0,01 $\mu g \cdot l^{-1}$).

En la Figura 186 se muestra la evolución de la concentración media del resto de los metales para el periodo comprendido entre otoño de 1995 y verano de 2012. 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. En general, estas concentraciones son superiores en la parte más externa del estuario E-L10 (molino de Lekeitio) que en la interna E-L5 (astillero de Lekeitio).

En campañas anteriores, en el caso del cadmio, plomo y manganeso se observan máximos puntuales, que solamente sobrepasan el objetivo de calidad para el cadmio (en 2001) y plomo (en 2003). Para el resto de los metales, ningún metal supera su objetivo de calidad correspondiente (NMA-MA) en ninguna de las estaciones de estudio.

Este año 2012, las concentraciones de manganeso y plomo se mantienen respecto al año anterior. Además, únicamente el cadmio supera el objetivo de calidad (0,2 $\mu g\ l^{-1}$) en la estación E-L10, con un valor promedio anual de 0,22 $\mu g\ l^{-1}$.

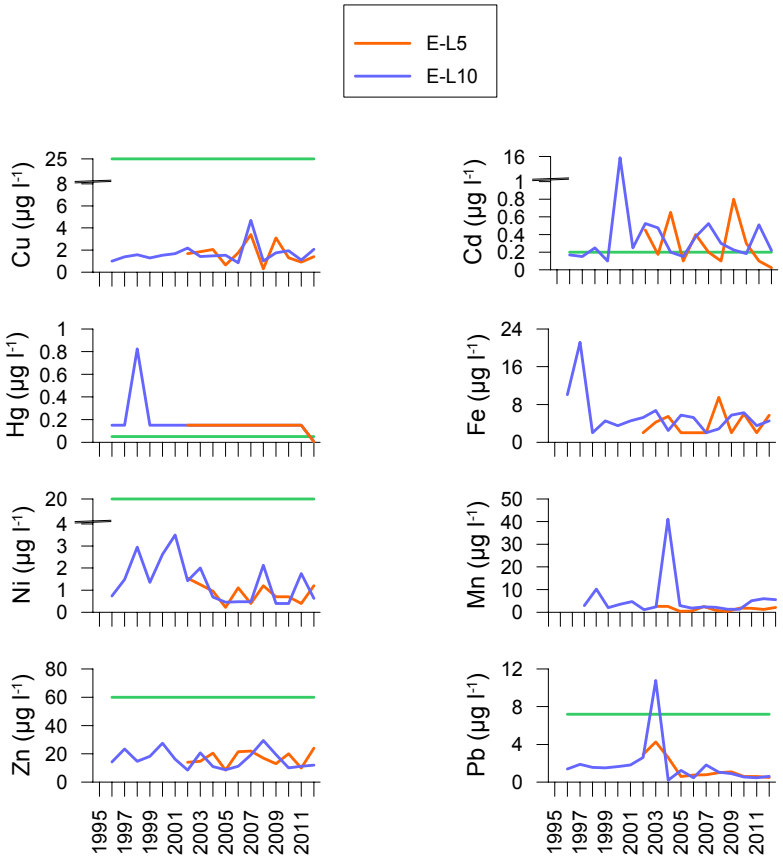


Figura 186 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en las estaciones del Lea en el periodo que abarca desde 1994 a 2012. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

CONTAMINANTES ORGÁNICOS Y OTROS CONTAMINANTES ESPECÍFICOS

En la campaña de 2012, las concentraciones de los compuestos orgánicos analizados se encuentran por debajo de sus respectivos límites de cuantificación en las dos estaciones de estudio, excepto en el caso del Benzo(g,h,i)perileno e Indeno(1,2,3-cd)pireno, en la estación E-L10, que en el mes de enero muestran valores por encima de su límite de cuantificación correspondiente.

8.4.2 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS

PARÁMETROS SEDIMENTOLÓGICOS DE CARÁCTER GENERAL

Desde el año 1995, en las estaciones E-L5 y desde el año 2002, en la estación E-L10 se dispone de la información relativa a la composición granulométrica, contenido en materia orgánica, potencial redox y contenido en carbono y nitrógeno orgánico particulado. A partir de esta información, en la Figura 187 y en la Figura 188 se ha establecido una evolución temporal para cada estación. Además en la Tabla 171 se recogen los resultados de los análisis realizados en la campaña de invierno de 2012.

En relación a la variabilidad espacial, la estación más externa (E-L10) muestra un sedimento predominantemente arenoso, con valores superiores de potencial redox y ratio C/N y con menor contenido en materia orgánica y nitrógeno que la estación más interna (E-L5), que presenta un sedimento fangoarenoso.

En cuanto a la evolución temporal, en la estación E-L5, en las campañas más recientes, se observa un descenso discontinuo del contenido en materia orgánica. En el caso del carbono orgánico particulado y del nitrógeno orgánico partículado no se observa un patrón temporal definido en ninguna de las dos estaciones de estudio.

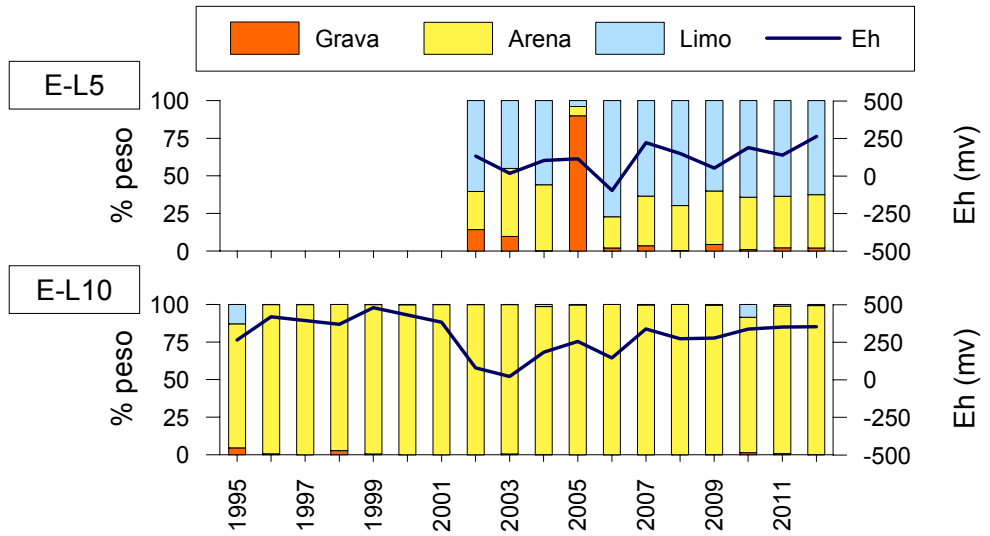


Figura 187 Evolución temporal del potencial redox (Eh) y las fracciones granulométricas (grava, arena y limo) en los sedimentos superficiales (muestreos de invierno).

Estación	Grava (%)	Arena (%)	Limo (%)	M.O. (%)	Eh (mV)	C.O.P. (mol kg^{-1})	N.O.P. (mol kg^{-1})	C/N (mol/mol)
E-L5	2,04	35,45	62,51	6,22	264	2,31	0,17	13,77
E-L10	0,09	99,09	0,83	1,17	353	2,54	0,11	22,71

Tabla 171 Parámetros sedimentológicos correspondientes a los muestreos de invierno de 2012. Grava > 2 mm > Arena > 63 µm > Limo; M.O.: materia orgánica; Eh: potencial redox; C.O.P. carbono orgánico particulado; N.O.P.: nitrógeno orgánico particulado; C / N: relación carbono / nitrógeno).

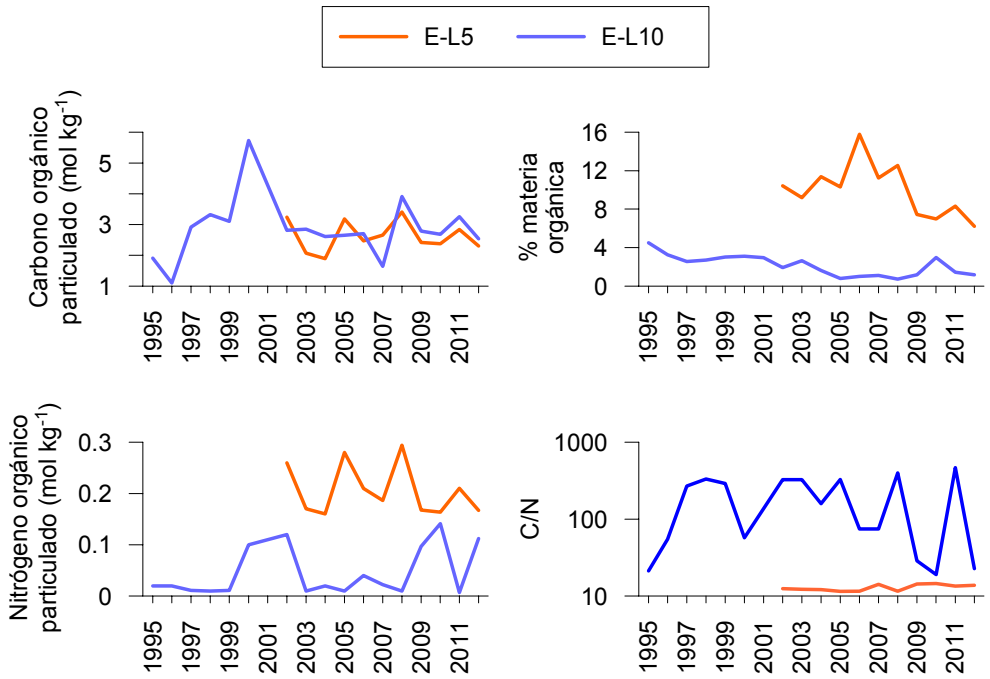


Figura 188 Evolución temporal del contenido en materia orgánica, carbono orgánico particulado y relación carbono/nitrógeno en los sedimentos superficiales (muestreos de invierno).

METALES PESADOS

La Tabla 172 recoge las concentraciones de metales pesados analizados en la campaña de invierno de 2012. La Figura 189 muestra la evolución temporal para cada uno de los metales desde 1995 en la estación E-L10 y desde 2002 en la estación E-L5.

En relación a la variabilidad espacial, durante las últimas campañas, no se observa ningún patrón espacial en el contenido de metales en ninguna de las dos estaciones de estudio.

En cuanto a la evolución temporal, durante las tres últimas campañas, todos los metales, excepto el Cd –en la estación E-L5 y el Hg en la estación E-L10– presentan concentraciones dentro del nivel de fondo. Además, excepto el Pb en la estación E-L5, no se observa ningún patrón temporal para ninguna de las dos estaciones.

Por otro lado, en la Figura 190 se representa la concentración de metales (corregidos por el contenido en finos de los sedimentos), durante los últimos tres años (2010, 2011 y 2012) con el objetivo de conocer el posible efecto adverso sobre la biota asociado a la presencia de dichos metales. De esta manera, durante la última campaña, en ninguna de las dos estaciones ningún metal supera el valor PEL. Sin embargo, en la estación E-L5, todos los metales, superan el valor TEL, lo que indica la existencia de riesgo bajo de afección sobre la biota.

En este punto, conviene recordar que aunque dichas concentraciones de metales pudieran implicar efectos biológicos negativos en la biota, tales concentraciones, como ya se ha comentado anteriormente, se encuentran en su mayoría por debajo del umbral del nivel de fondo.

Estación	Cd (µg g^{-1})	Cr (µg g^{-1})	Cu (µg g^{-1})	Fe (µg g^{-1})	Hg (µg g^{-1})	Mn (µg g^{-1})	Ni (µg g^{-1})	Pb (µg g^{-1})	Zn (µg g^{-1})
E-L5	0,13	39	47	29386	0,14	148	26,2	17,8	100
E-L10	0,07	30	26	39534	0,33	436	28,4	32,5	93
Media	0,10	34,5	36,7	34460	0,24	292	27,3	25,2	96
Desv. est.	0,04	6,8	14,6	7176	0,14	204	1,6	10,4	5

Tabla 172 Concentración de metales pesados en la fracción fina de los sedimentos en la campaña de invierno de 2012.

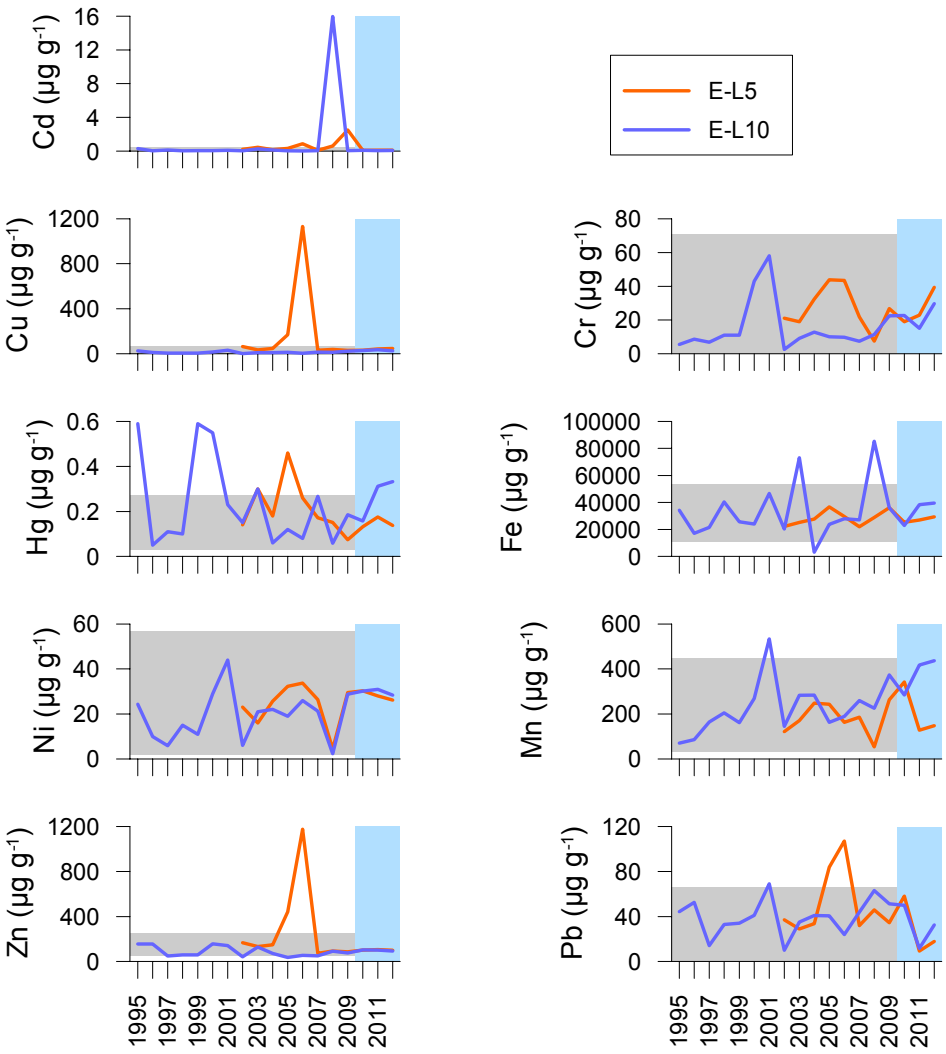


Figura 189 Evolución temporal de la concentración de metales en la fracción fina del sedimento superficial. La franja gris representa el nivel de fondo para cada uno de los metales.

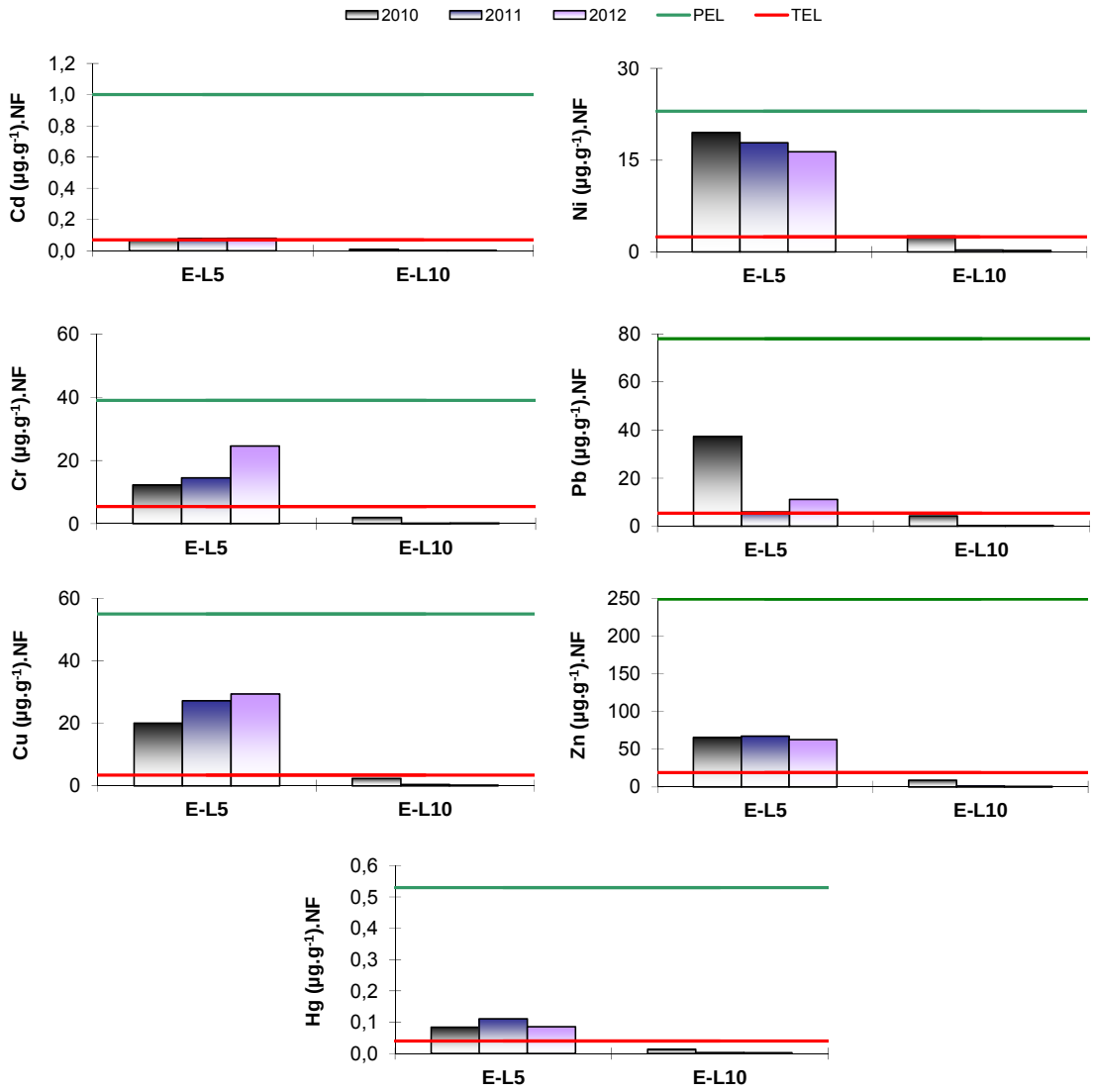


Figura 190 Evolución temporal de la concentración de metales del sedimento de las estaciones del Lea, durante los últimos tres años (muestreos de invierno). PEL (Probable Effect Level): concentración con efecto negativo probable en la biota; TEL (Threshold Effect Level): concentración por debajo de la cual no se esperan efectos sobre la biota. Nótese que las concentraciones están corregidas por la fracción fina (CF).

COMPUESTOS ORGÁNICOS

En la Tabla 173 se recogen las concentraciones de compuestos orgánicos analizados en la campaña de invierno de 2012, en las dos estaciones de estudio. La Figura 191 ilustra la evolución en la concentración de contaminantes orgánicos analizados desde 1995 en la estación E-L10 y desde 2002 en la estación E-L5.

En las últimas campañas, los compuestos orgánicos analizados presentan concentraciones generalmente inferiores o cercanas al límite de determinación analítico, excepto en el caso de los PCBs y los PAHs, aunque sin superar el objetivo de calidad (180 ng g^{-1} y 44792 ng g^{-1}, respectivamente). Por lo tanto, las concentraciones de contaminantes orgánicos en ambas estaciones no implican efectos negativos sobre la biota.

Estación	Aldrín (ng g^{-1})	Dieldrín (ng g^{-1})	Isodrín (ng g^{-1})	DDE (ng g^{-1})	DDD (ng g^{-1})	DDT (ng g^{-1})	*a*HCH (ng g^{-1})	*g*HCH (ng g^{-1})	HCB (ng g^{-1})	S.PCB (ng g^{-1})	S.PAH (ng g^{-1})
E-L5	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	3,10	1319
E-L10	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	2,80	625

Tabla 173 Concentración de compuestos orgánicos en los sedimentos en la campaña de invierno de 2012. *a*HCH: alfa-hexaclorociclohexano; *g*HCH:gamma-hexaclorociclohexano; HCB: hexaclorobenceno; S.PCB: suma de las concentraciones de los policlorobifenilos congéneres CB28, CB52, CB101, CB118, CB138,CB153 y CB180; S.PAH: suma de las concentraciones de 10 hidrocarburos poliaromáticos: fenantreno, indeno[1,2,3-cd]pireno, pireno, criseno, benzo[e]pireno, benzo[g,h,i]perileno, fluoranteno, benzo[a]antraceno, benzo[b]fluoranteno y benzo[a]pireno. Cabe señalar que las concentraciones inferiores a los límites de detección no se han considerado en el sumatorio.

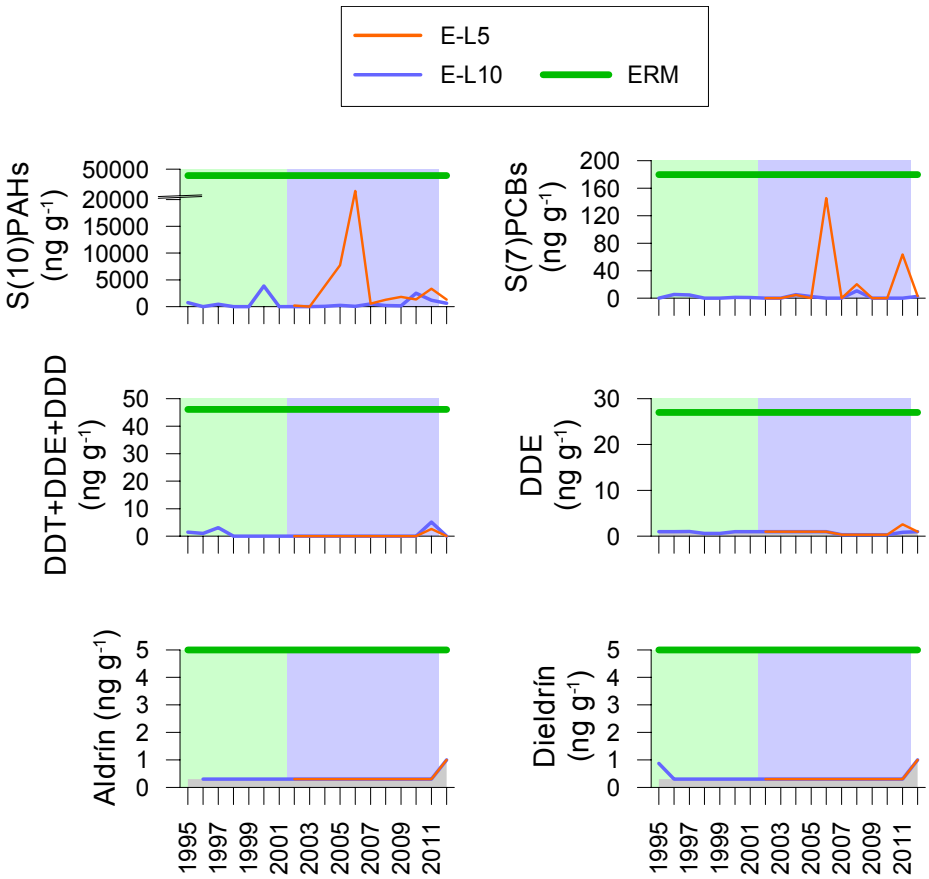


Figura 191 Evolución temporal de la concentración de compuestos orgánicos. La variación en el nivel de cuantificación analítico se muestra sobre fondo gris. ERM: concentración con efecto adversos probables en la biota (del inglés, Effects Range Median, Long *et al.*, 1995). Cabe señalar que las concentraciones inferiores a los límites de detección no se han considerado en el sumatorio. Cambio de color de fondo indica cambio de metodología.

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 192. 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.

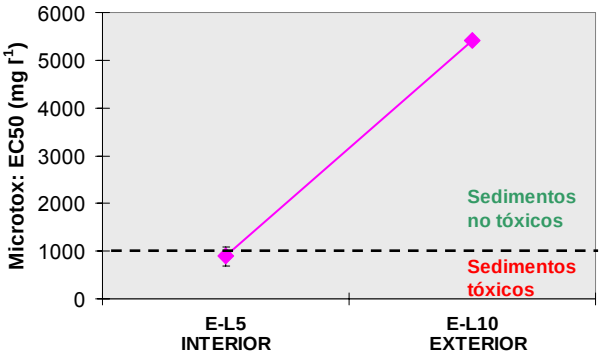


Figura 192 Valores de EC_{50} calculados mediante la técnica de Microtox en sedimentos de la zona interior (E-L5) y exterior (E-L10) del estuario del Lea. La línea punteada indica el valor guía que especifica la normativa canadiense (1.000 mg l^{-1}). Las barras indican el intervalo de confianza del 95% para los valores obtenidos.

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.

Test de anfípodos

En la Figura 193 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 %).

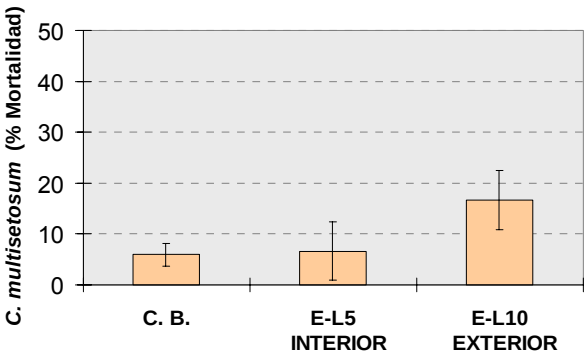


Figura 193 Porcentaje de mortalidad de anfípodos (*Corophium multisetosum*) en sedimentos de la zona interior (E-L5) y exterior (E-L10) del estuario del Lea, y en una muestra control (C. B.) procedente del estuario del Bidasoa. Las barras indican ± la desviación típica.

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 194) 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.

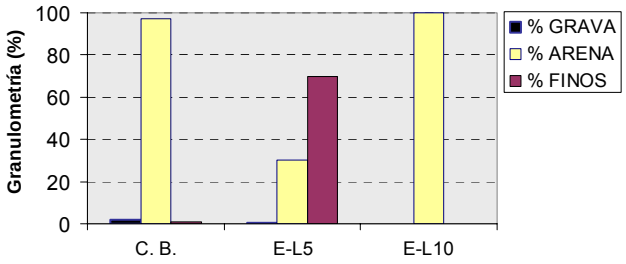


Figura 194 Composición granulométrica (% de gravas, arenas y limos) de los sedimentos en las muestras sometidas a los test de toxicidad: C. B. (control de Bidasoa), E-L5 (zona interior del Lea), E-L10 (zona exterior del Lea).

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 materia orgánica (12,55 %) que con la contaminación química.

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

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.

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 centrales del nivel de fondo de metales, calculados por Rodríguez *et al.* (2006), con los encontrados en las zonas estudiadas

(Factor de Contaminación, FC). 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 174 se recoge el índice de carga contaminante (ICC) por cada metal en los sedimentos del estuario del Lea, así como los valores globales de ICC para la campaña de invierno de 2012. La estación E-L5 no presenta contaminación, mientras que la estación E-L10 muestra contaminación ligera.

La Figura 195 muestra la evolución temporal del ICC global, donde se observa que en las campañas más recientes ambas estaciones muestran valores de ICC próximos al límite de contaminación ligera (*i.e.*, ICC = 1).

Estación	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn	ICC global
E-L5	NC	CL	CL	NC	CL	NC	NC	NC	NC	NC
E-L10	NC	CL	NC	CL	CL	CL	NC	CL	NC	CL
Total	NC	CL	CL	CL	CL	CL	NC	NC	NC	NC

Tabla 174 Clasificación de la contaminación en los sedimentos superficiales en función de los metales pesados en 2012, 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.

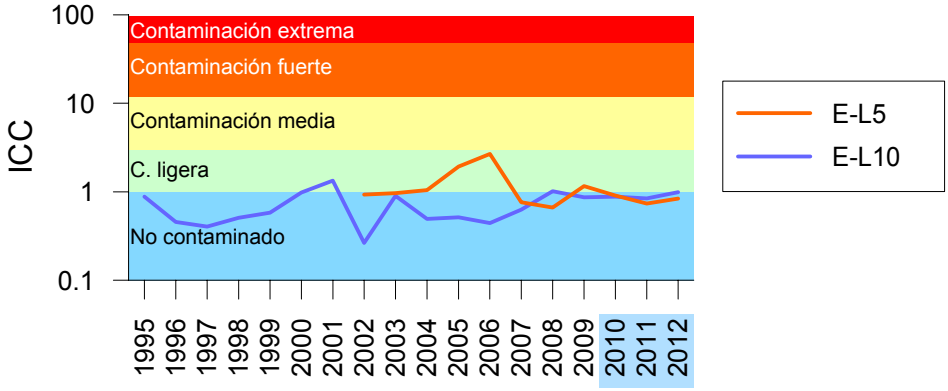


Figura 195 Evolución del Índice de Carga Contaminante (ICC) global de metales en sedimento.

8.4.3 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA EN BIOTA (MOLUSCOS)

En el estuario del Lea el 12 de noviembre de 2012 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 2012 se pueden consultar 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 2012) se muestra en la Figura 196.

En 2012 se ha observado una concentración de ***E. coli*** de 5400 NMP/100g. Suponiendo que se tratase de una zona de producción de moluscos, la concentración observada en la campaña de otoño de 2012 se encuentra dentro del rango 4600-46000 NMP/100g, valor establecido en el Reglamento (CE) nº 854/2004 para la clasificación de las Zonas tipo C, es decir, aquellas zonas en las que pueden recolectarse moluscos bivalvos vivos que únicamente pueden comercializarse tras su reinstalación durante un periodo prolongado.

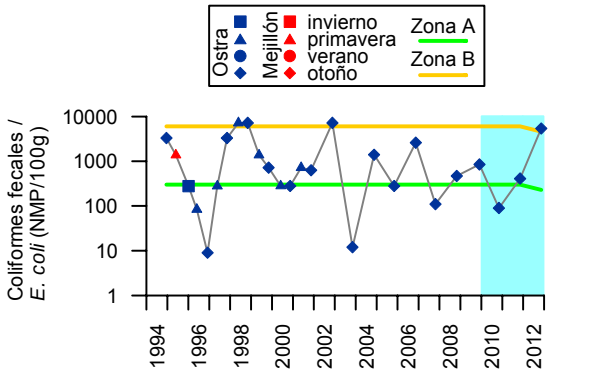


Figura 196 Evolución de la concentración de bacterias en la estación I-L10 a lo largo del periodo de estudio (otoño de 1994-otoño de 2012).

METALES PESADOS

En la Figura 197 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 2012).

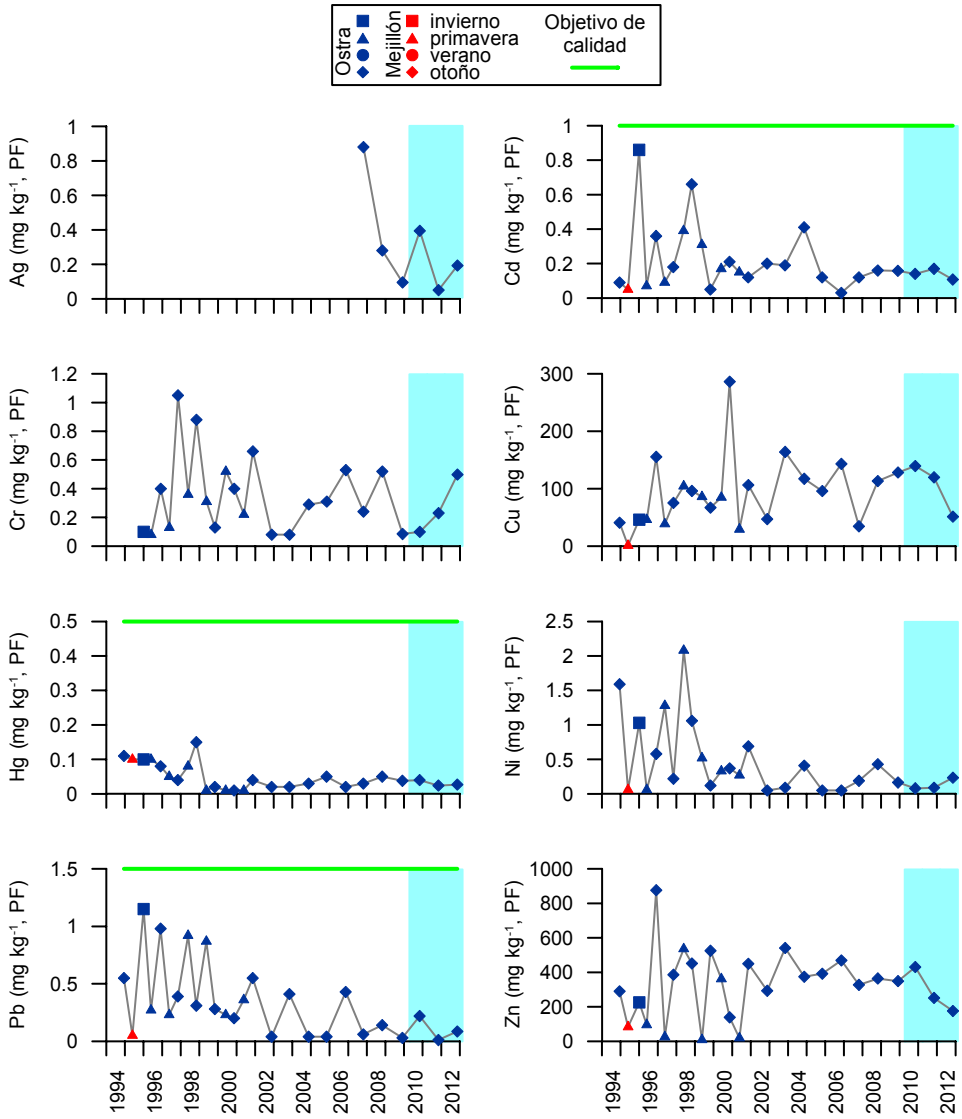


Figura 197 Evolución de la concentración de metales en moluscos (mg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-L10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2012).

La concentración de **cadmio** (0,11 mg kg^{-1}) es inferior a la concentración observada en la campaña anterior (0,17 mg kg^{-1}) y a la media del periodo de estudio (0,21 mg kg^{-1}). Además, las concentraciones de Cd medidas en la estación I-L10 desde otoño de 1994 son inferiores al límite legal para consumo (1 mg kg^{-1}).

El **cromo** presenta en 2012 (0,50 mg kg^{-1}) la concentración más elevada de los cuatro últimos años de estudio, aunque es inferior a la máxima concentración de todo el periodo (1,05 mg kg^{-1}), que se alcanzó en otoño de 1997.

En la campaña de 2012 el **cobre** presenta una concentración de 51 mg kg^{-1}, una de las concentraciones más bajas de todo el periodo de estudio. Al tratarse de concentraciones en ostra, a excepción de primavera de 1995 cuando se recolectó mejillón, las concentraciones observadas a lo largo del periodo de estudio (rango: 1,2 – 286 mg kg^{-1}) son superiores a las observadas en estuarios como, por ejemplo, Butroe (rango: 0,42 – 3,41 mg kg^{-1}) o Urumea (rango: 0,10 – 102 mg kg^{-1}), en los que se han muestreado sólo mejillones.

En cuanto al **mercurio**, la concentración determinada en la campaña de otoño de 2012 (0,027 mg kg^{-1}) se encuentra dentro del rango de concentraciones de los últimos años. El máximo, 0,15 mg kg^{-1}, se observó en otoño de 1998, pero, a lo largo del periodo de estudio, en ningún caso se ha superado el límite legal, 0,5 mg kg^{-1}. Sin embargo, en el 64% de los casos se ha superado la norma de calidad ambiental (20 µg kg^{-1}, valor que, tal y como se ha explicado en el tomo 1 de introducción y métodos, se ha considerado muy bajo para su aplicación en la costa vasca).

El **níquel** presenta una concentración en 2012 de 0,24 mg kg^{-1}, que es superior a las observadas en las campañas de 2010 (0,08 mg kg^{-1}) y 2011 (0,09 mg kg^{-1}), pero inferior a la concentración máxima observada en primavera de 1998 (2,08 mg kg^{-1}).

El **plomo**, en otoño de 2012 presenta una concentración de 0,09 mg kg^{-1}, uno de los valores más bajos del periodo de estudio considerado. Desde otoño de 1995 se aprecia un descenso discontinuo en la concentración de este metal y en ninguna ocasión se ha superado el límite legal para consumo (1,5 mg kg^{-1}).

En cuanto al **zinc**, la concentración en otoño de 2012 (176 mg kg^{-1}) es la más baja de los valores medidos desde otoño de 2001 e inferior a la concentración media de todo el periodo de estudio en esta estación (334 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 progresivamente en 2008 y 2009. Aunque en 2010 aumentó a 0,39 mg kg^{-1} y posteriormente disminuyo en 2011 (0,05 mg kg^{-1}), la concentración en 2012 ha vuelto a aumentar (0,19 mg 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.

En la Figura 198 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 2012).

En el caso de los policlorobifenilos **(PCBs)** se han sumado las concentraciones de 6 de los 7 congéneres analizados (congéneres 28, 53, 101, 138, 153 y 180), con objeto de poder compararlas con el límite establecido para consumo. En esta estación se observa que la concentración de PCBs en 2012 es de 4 µg kg^{-1}. A lo largo de todo el periodo de estudio solo la concentración máxima (109 µg kg^{-1}), que se dio en otoño de 1994, supera el límite para consumo (75 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 muestreos recientes, alguno de los congéneres estuvo por encima del nivel de detección correspondiente, sin embargo, no se alcanzó la concentración de DDTs más elevada de todo el periodo de estudio, que se observó en otoño de 1994, cuando se alcanzó el valor de 68 µg kg^{-1}.

La concentración de **HCH** corresponde a la suma de α-HCH y γ-HCH (lindano). En otoño de 2012 tanto el lindano como el α-HCH se encuentra por debajo de los límites de detección correspondientes, mientras que la concentración más elevada de HCH en el esta estación se dio en otoño de 1994 (3,4 µg kg^{-1}).

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 inferior al del objetivo de calidad propuesto para este compuesto, 10 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). En esta estación se observa un descenso discontinuo desde el muestreo de otoño de 2004, midiéndose un sumatorio de (10) **PAHs** en 2012 de 18 µg kg^{-1}. Esta misma tendencia se observa para Σ4PAH y para el benzo(a)pireno, para los que hay establecidos valores límite máximo para consumo, que han sido superados en otoño de 2004, 2005, 2006 y 2008 para Σ4PAH (30 µg kg^{-1}) y en otoño de 2004 para benzo(a)pireno (5 µg kg^{-1}).

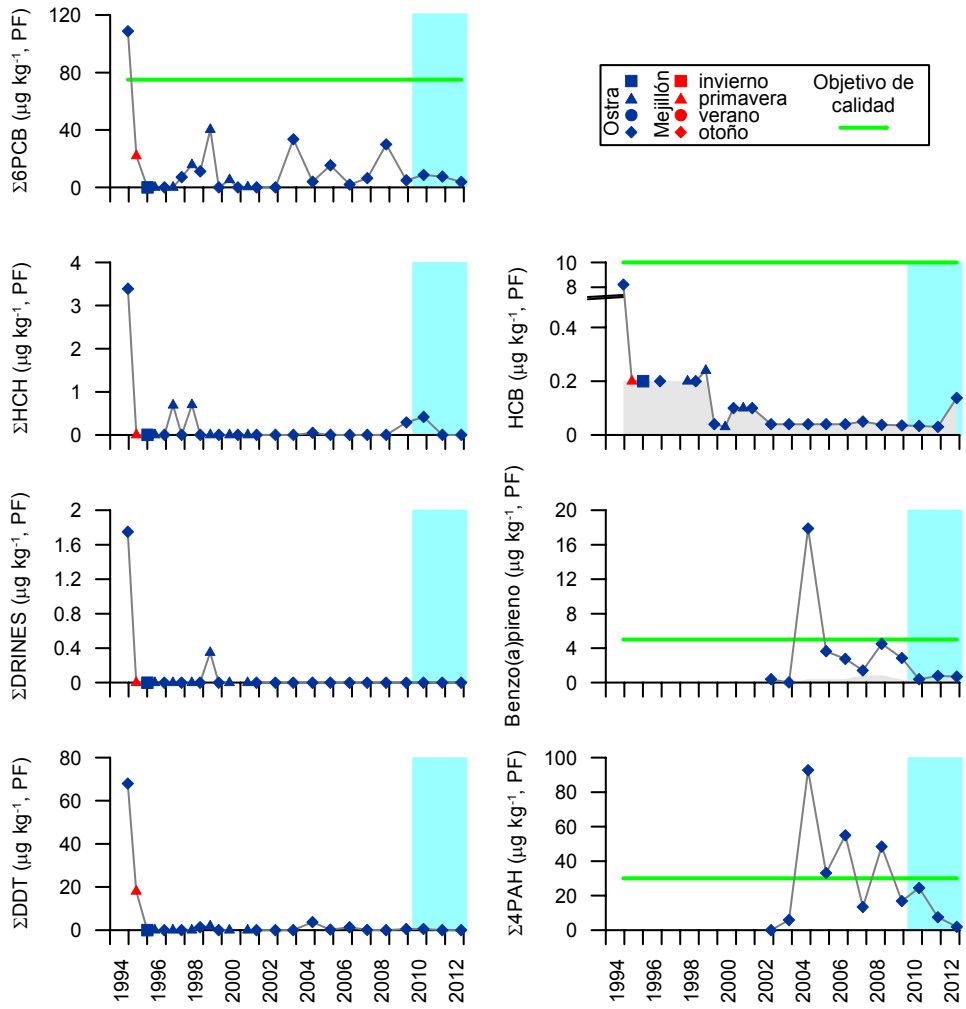


Figura 198 Evolución de la concentración de compuestos orgánicos en moluscos (mg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-L10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2012).

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

En base a la concentración *E. coli* en la muestra tomada en otoño de 2012, la calificación sería de Zona tipo C, (recolección permitida, pero es necesaria la reinstalación durante un periodo prolongado), según el Reglamento (CE) nº 854/2004.

Para la clasificación de la contaminación de los metales pesados se han tenido en cuenta los niveles de fondo para el País Vasco (Solaun *et al*., 2013) 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 2012 en los moluscos recolectados en esta estación la clasificación general sería de no contaminado, aunque con contaminación ligera por Cr.

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. Éstos puntualmente alcanzan valores superiores a los límites establecidos para consumo de moluscos bivalvos, aunque en 2012 las concentraciones de Σ4PAH y benzo(a)pireno son inferiores a dichos límites.

8.5 INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

En este estuario no hay ninguna actividad, acción u obra que haya alterado la morfología, por lo que se califica como **Muy Buena**.

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

TOMO 9 MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL ARTIBAI

Pasaia, junio de 2013

ÍNDICE

TOMO 9 MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL ARTIBAI 251

9.1 Resumen estado. Artibai 253

9.2 Estaciones de muestreo 256

9.3 Indicadores biológicos 257

9.3.1 Macroinvertebrados bentónicos 257

9.3.2 Fauna ictiológica 259

9.3.3 Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton 261

9.3.4 Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas 263

9.4 Indicadores Fisicoquímicos 264

9.4.1 Caracterización físico-química en aguas 264

9.4.2 Caracterización físico-química en sedimentos 267

9.4.3 Caracterización físico-química en biota (moluscos) 273

9.5 Indicadores hidromorfológicos 276

9.1 RESUMEN ESTADO. ARTIBAI

La masa de agua de transición del Artibai en la campaña 2012 no alcanza el buen estado puesto que no alcanza el buen estado químico y el estado ecológico se diagnostica como malo (Tabla 176 y Figura 199).

Esta situación de incumplimiento de objetivos medioambientales es relativamente estable en los últimos cinco años analizados (Tabla 175), marcada por un incumplimiento de objetivos en cuanto a estado ecológico.

Año	2008	2009	2010	2011	2012
ESTADO ECOLÓGICO	5	4	4	5	5
ESTADO QUÍMICO	2	2	2	2	2
ESTADO	3	3	3	3	3

Tabla 175 Evolución del periodo 2008-2012. Masa de agua del Artibai. (Claves: *estado ecológico*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde), moderado (3- amarillo), deficiente (4- naranja) y malo (5- rojo). *Estado químico:* bueno (2- azul) y no alcanza el buen estado (3- rojo). *Estado*: bueno (2- azul) y peor que bueno (3-rojo)

COD_ESTACION	ESTACION	MACROINVERTEBRADOS	FAUNA ICTIOLOGICA	FITOPLANCTON	MACROALGAS	BIOLOGICO	CONDICIONES GENERALES	SUSTANCIAS PREFERENTES	ECOLOGICO	QUIMICO	ESTADO
E-A5	Ondarroa (Errenteria)(Artibai)	4	4	3	4	4	4	1	4	2	3
E-A10	ONDARROA (EMBARCADERO) (ARTIBAI)	3	3	1	5	5	2	1	5	2	3
	Artibai Transicion	3	3	1	5	5	2	1	5	2	3

Tabla 176 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado en la masa de agua del Artibai en 2012. (Claves: *Macroinvertebrados, fauna ictiológica fitoplancton macroalgas, estado biológico, condiciones generales y estado ecológico*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde), moderado (3- amarillo), deficiente (4- naranja) y malo (5- rojo). *Sustancias preferentes*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde)), y no alcanza el buen estado (3- rojo). *Estado químico:* bueno (2- azul), y no alcanza el buen estado (3- rojo).*Estado*: bueno (2- azul) y peor que bueno (3-rojo).

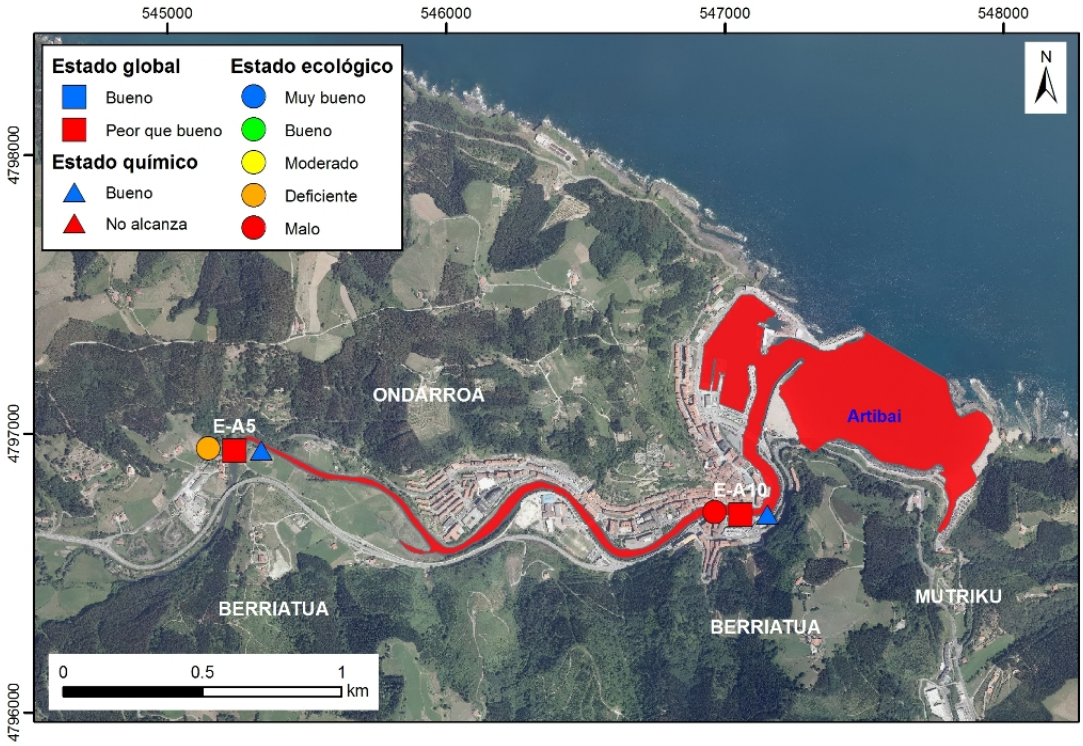


Figura 199 Calificación del Estado Ecológico, estado químico y global de las estaciones en la masa de agua del Artibai (y estado ecológico para la masa de agua), en 2012.

Desde que se realizó en 2004 el estudio de presiones e impactos en esta Masa de agua lo más destacable, en cuanto a presiones, fue a partir de finales de 2007 el comienzo de la consolidación de márgenes, paseos, y excavaciones en el cauce, lo que contribuyó a una degradación de la calidad ecológica del estuario, especialmente en su parte externa, en 2008 y parte de 2009. En 2010 se volvieron a realizar dragados, tanto en el estuario como en el puerto.

La estación más interior (E-A5) presenta un deficiente estado ecológico (Figura 199), habiendo empeorado respecto a 2010. Hay que hacer notar que en este estuario no hay saneamiento desarrollado completamente, por lo que las condiciones físico-químicas generales pueden ser malas en algunos momentos. Respecto a 2007 y 2008 ha empeorado algo la estación, debido al bentos, los peces, y las macroalgas posiblemente debido a los dragados efectuados.

Sin embargo, en la parte externa, la estación E-A10 empeoró sustancialmente en 2008, ya que presentó un mal estado ecológico, habiendo mejorado algo en 2009-2010 y empeorando en 2011-2012. En este caso la clasificación viene determinada por el estado de las macroalgas y, en menor medida, el bentos y los peces (hay que hacer notar que algas y peces se han muestreado en 2008 y 2011, por lo que la influencia de los dragados no se ha notado hasta ese año, en que empeora la situación).

La estación E-A10, muestreada desde el comienzo del seguimiento, se ha clasificado a partir del compartimiento de macroinvertebrados casi todos los años como fuertemente contaminada. En 1999, 2001 y 2002 las comunidades bentónicas experimentaron cierta mejoría. Aparentemente no hubo acciones que explicaran 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 empeoró mucho debido a la consolidación de márgenes y trabajos en el cauce y se ha mantenido así hasta 2012, lo que indica que las acciones de dragado en los estuarios vascos pueden comprometer seriamente el alcanzar el buen estado ambiental en 2015

En relación con las condiciones fisicoquímicas generales, en 2012, la masa de agua Artibai se puede calificar como: **'Buena'** en E-A10 y **'Deficiente'** en E-A5. Esta última estación presenta una tendencia al empeoramiento entre 2002 y 2012 estadísticamente significativa ($p<0,05$) (Figura 200).

En cuanto a los objetivos de calidad físico-química generales los valores medios de todas las variables medidas en 2012, la estación E-A5 no cumple para el amonio y el fosfato, mientras que la E-A10 no cumple para oxígeno y amonio.

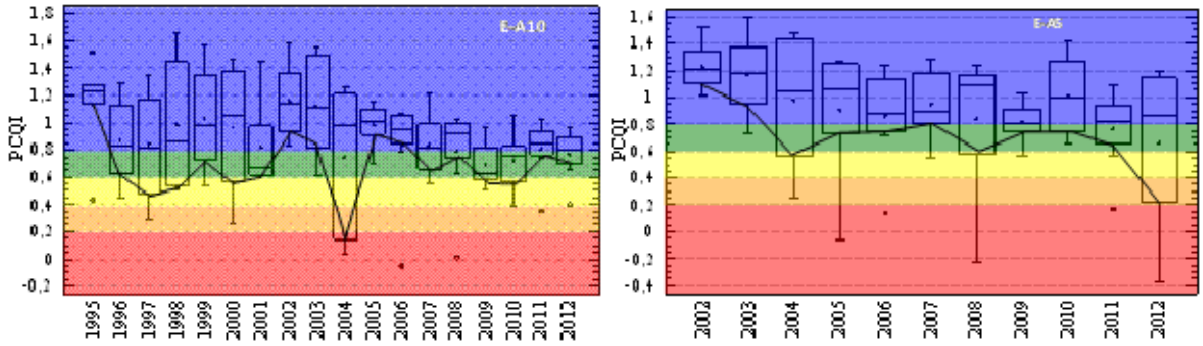


Figura 200 Box and Whisker Plot de la evolución del índice de calidad del estado físico-químico (PCQI) entre 1994 y 2012 de las estaciones de muestreo E-A10 y E-A5 de la masa de agua de transición del Artibai. La línea roja representa la evolución anual del percentil 25 del PCQI. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Aceptable; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

La evaluación de las sustancias preferentes implica que la masa alcanza el muy buen estado siendo también *muy bueno* para las dos estaciones de masa (Tabla 177).

La evaluación del estado químico a partir de las sustancias prioritarias determinadas en 2012 (acorde a Directiva 2008/105/CE) indica que en esta masa de agua, de forma global, se alcanza en buen estado químico. De esta forma se mantiene la tendencia observada en esta masa en los años más recientes, así desde 2004 de forma global se ha alcanzado el buen estado químico (Tabla 178, Tabla 179).

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC (µg l^{-1})	E-A5	E-A10	Global
Zinc	Concentración promedio	60 µg l^{-1}	1-2 µg l^{-1}	8,1 µg l^{-1}	14,7 µg l^{-1}	Muy Bueno
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	
Cobre	Concentración promedio	25 µg l^{-1}	1-2 µg l^{-1}	<LC	2,05 µg l^{-1}	Muy Bueno
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	
Estado Físico-Químico (Contaminantes específicos)				Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno

Tabla 177 Evaluación del Estado Físico- Químico (contaminantes específicos).

Sustancia	Criterio	Objetivo (µg l^{-1})	LC (µg l^{-1})	E-A5	E-A10	Global
Benzo(b)fluoranteno+Benzo(k)fluoranteno	NCA-MA	0,03	0,0005-0,01	<LC	<LC	Cumple
Benzo(g,h,i)perileno+Indeno(1,2,3-cd)pireno	NCA-MA	0,002	0,0005-0,01	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-MA	0,1	0,01	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-CMA	0,4	0,01	<LC	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-MA	0,1	0,01	<LC	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA	1	0,01	<LC	<LC	Cumple
Naftaleno	NCA-MA	1,2	0,05	<LC	<LC	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-MA	0,05	0,01	<LC	<LC	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-CMA	0,1	0,01	<LC	<LC	Cumple
Cadmio	NCA-MA	0,2	0,02-0,05	<LC	<LC	Cumple
Cadmio	NCA-CMA	0,45	0,02-0,05	<LC	0,09	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-MA	7,2	1-2	<LC	<LC	Cumple
Mercurio y sus compuestos	NCA-MA	0,05	0,01	<LC	<LC	Cumple
Mercurio y sus compuestos	NCA-CMA	0,07	0,01	<LC	<LC	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-MA	20	1-2	<LC	<LC	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno	Bueno

Tabla 178 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua del Artibai en 2012. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible.

Año	Estado Químico	Sustancias que superan NCA
2004	Bueno	-
2005	Bueno	-
2006	Bueno	-
2007	Bueno	-
2008	Bueno	-
2009	Bueno	-
2010	Bueno	-
2011	Bueno	-
2012	Bueno	-

Tabla 179 Estado químico de la masa de agua de transición Artibai en los años 2004-2012.

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, 2005 y 2008, se analizaron tres estaciones para vida piscícola y 9 estaciones para macroalgas en estuarios, que han vuelto a muestrearse en 2011. Las posiciones de todas ellas se observan en la Tabla 180 y en la Figura 201.

Código Estación	Estación	UTMX	UTMY	Tipo
E-A10	Ondarroa (embarcadero)	547056	4796710	Estuario
E-A5	Ondarroa (Errenteria)	545241	4796940	
AAI	Artibai (Arrastre zona interior estuario)	546506	4796703	Arrastre
AAM	Artibai (Arrastre zona media estuario)	546865	4796688	
AAE	Artibai (Arrastre zona exterior estuario)	547104	4797029	
M-EA2	Artibai Zona 02.Estuario Macroalgas	546471	4796733	Macroalgas
M-EA10	Artibai Zona 10.Estuario Macroalgas	545206	4796726	
M-EA3	Artibai Zona 03.Estuario Macroalgas	546226	4796747	
M-EA4	Artibai Zona 04.Estuario Macroalgas	545891	4796584	
M-EA5	Artibai Zona 05.Estuario Macroalgas	545901	4796672	
M-EA6	Artibai Zona 06.Estuario Macroalgas	545789	4796794	
M-EA7	Artibai Zona 07.Estuario Macroalgas	545518	4796872	
M-EA8	Artibai Zona 08.Estuario Macroalgas	545358	4796957	
M-EA9	Artibai Zona 09.Estuario Macroalgas	545250	4796950	
M-EA1	Artibai Zona 01.Estuario Macroalgas	546955	4796726	
I-A10	Ondarroa	547301	4797281	Moluscos

Tabla 180 Estaciones de muestreo en el estuario del Artibai.

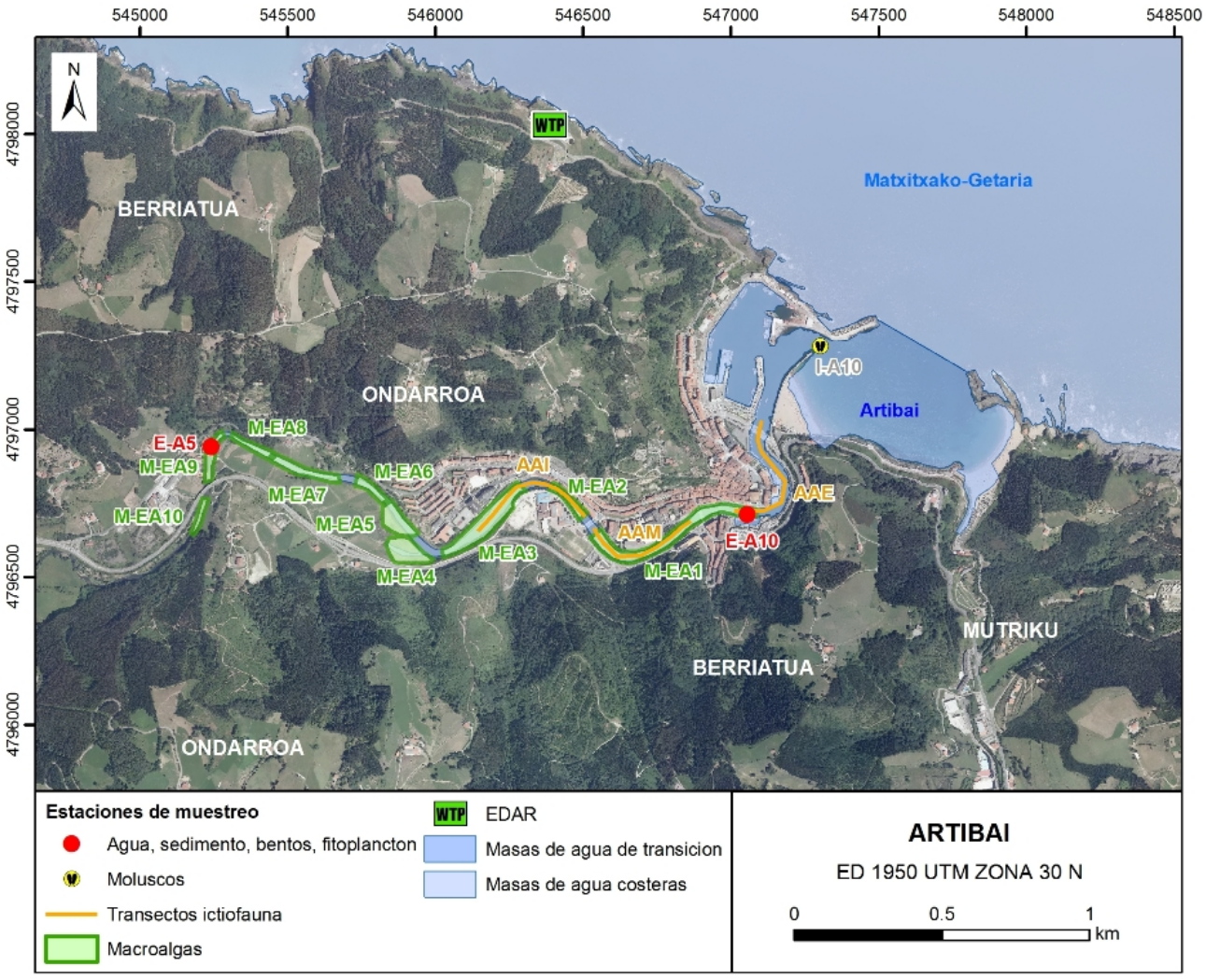


Figura 201 Ubicación de estaciones en la masa de agua del Artibai.

9.3 INDICADORES BIOLÓGICOS

9.3.1 MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

Los parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Artibai en invierno de 2012 pueden verse en la Tabla 181.

PARÁMETRO	UNIDAD	ESTACIÓN	
		E-A5	E-A10
Densidad	$nº \cdot m^{-2}$	800	5.497
Biomasa	$g \cdot m^{-2}$	0,215	2,288
Riqueza	nº	6	12
Diversidad número	$bit \cdot ind^{-1}$	0,34	1,54
Diversidad biomasa	$bit \cdot g^{-1}$	1,59	1,69
Equitabilidad número		0,13	0,43
Equitabilidad biomasa		0,62	0,47
Diversidad máxima	bits	2,58	3,58
AMBI		5,72	5,17
Clasificación AMBI		Alteración Fuerte	Alteración Fuerte

Tabla 181 Parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Artibai.

La estación más interna (E-A5) presenta en 2012 un sedimento predominantemente arenoso (75%) con contenido en materia orgánica del 9,4%.

En E-A5, hasta la fecha (excepción de 2009), el *taxon* dominante de la comunidad ha sido el grupo de los oligoquetos, hecho que se repite en 2012 (765 $ind \cdot m^{-2}$; 96% de los individuos de la estación). El resto de los *taxa* aparecidos en las muestras (5 más) presentan densidades muy inferiores, destacando el poliqueto *Hediste diversicolor* (11 $ind \cdot m^{-2}$).

Parece razonable considerar que estas poblaciones de oligoquetos son esenciales en el funcionamiento del ecosistema del estuario del Artibai, especialmente en esta estación. Este grupo faunístico es característico de medios oligohalinos, lo que parece indicar que la estación está fuertemente influida por las aguas fluviales; además, posiblemente, los altos contenidos en materia orgánica contribuyen al desarrollo de estas poblaciones.

A nivel general, los oligoquetos constituyen un grupo de especies pertenecientes a varias familias entre las que no suelen faltar Tubificidae y Enchytraeidae. El grupo como tal presenta ciertas características de interés medioambiental. Por ejemplo, este grupo se ha asociado 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, en otras ocasiones su presencia se ha relacionado con el enriquecimiento orgánico (Bamber y Espencer, 1984) y, también, con los medios de baja salinidad, tales como ciertas áreas de los estuarios, generalmente las más internas (Sola, 1994).

La densidad de la comunidad de E-A5 en 2012 presenta un valor bajo (800 $ind \cdot m^{-2}$) en comparación con el de pasadas campañas (Figura 202). Del mismo modo, también la biomasa (0,2 $g \cdot m^{-2}$) es baja (máxima, 3,6 $g \cdot m^{-2}$ en 2009; media del periodo 2002-2012: 0,9 $g \cdot m^{-2}$).

Los valores de la diversidad relativos a las abundancias (0,34 $bit \cdot ind^{-1}$) y la equitabilidad (0,13) son muy bajos como consecuencia de la gran dominancia del grupo de los oligoquetos (Tabla 181).

En relación a AMBI, en la estación E-A5, en 2012 se confirma la ruptura (detectada las pasadas campañas de 2010 y 2011) de la tendencia de mejora observada desde 2005 hasta 2009 (Figura 203), con un valor de 5,7 (alteración fuerte), debido a la dominancia de los oligoquetos (*taxon* adscrito al grupo ecológico V).

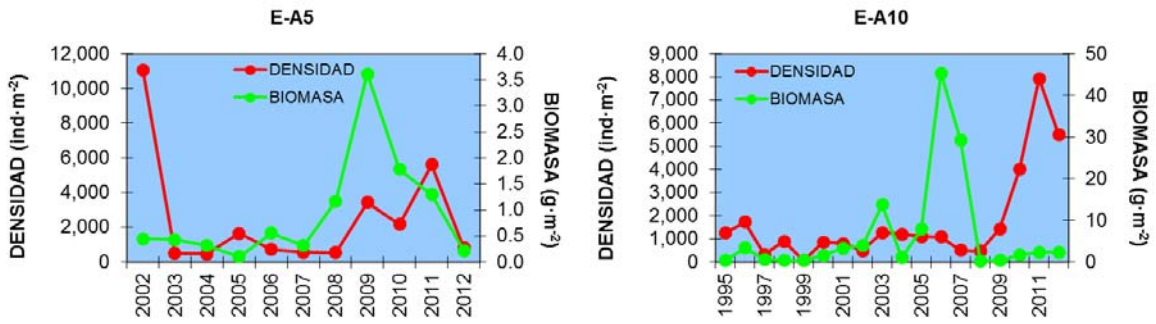


Figura 202 Evolución de la densidad y biomasa en las estaciones E-A5 y E-A10 (Artibai).

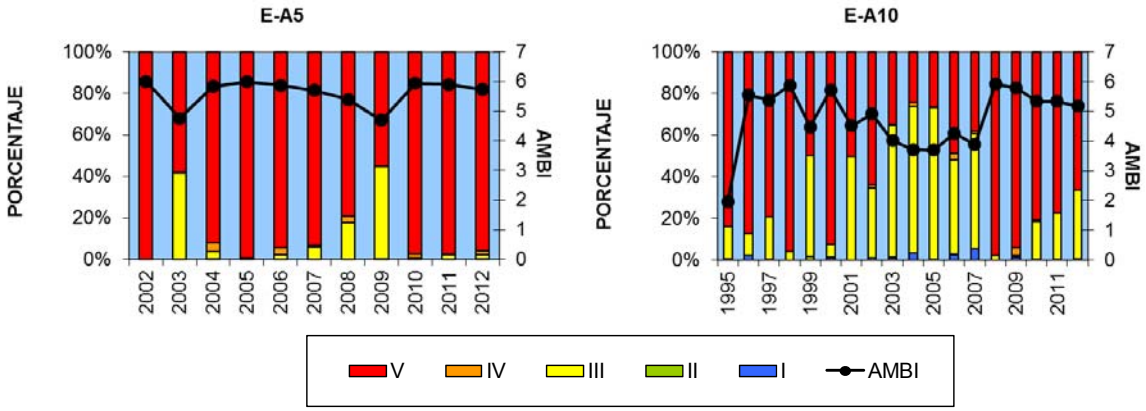


Figura 203 Evolución del porcentaje de cada grupo ecológico y de AMBI en las estaciones E-A5 y E-A10 del Artibai.

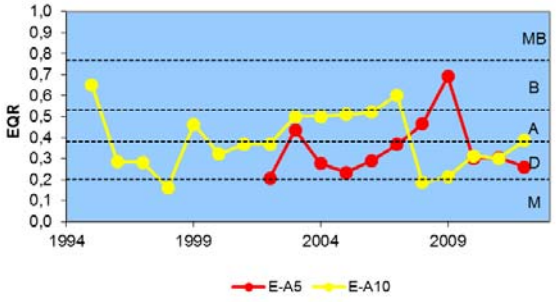
La segunda estación (E-A10) de muestreo en el estuario del Artibai, ubicada en una zona más próxima a la desembocadura, presenta en 2012 un sedimento predominantemente limoso (71%) y con alto contenido en materia orgánica (8,8%). Acorde con tan alto contenido en materia orgánica, se observa una clara dominancia del poliqueto *Capitella capitata* (1.443 ind·m^{-2}, 61% de dominancia). Otro *taxon* relativamente bien representado es el grupo de los nematodos (1.657 ind·m^{-2}). Les siguen los oligoquetos (277 ind.m^{-2}), *H. diversicolor* (220 ind.m^{-2}) y *Streblospio shrubsolii* (147 ind.m^{-2}). Los otros 7 *taxa* presentes en la muestra presentan densidades no superiores a 7 ind·m^{-2}.

La densidad de la comunidad (5.497 ind·m^{-2}) es alta para esta estación debido al gran desarrollo en 2012 del poliqueto *C. capitata* y de los nematodos (Tabla 181; Figura 202). Tanto la riqueza específica (12 *taxa*), como la diversidad (1,54 ind·bit^{-1}) y equitabilidad (0,43) para las abundancias, son bajas. Como en años anteriores estos dos últimos parámetros están especialmente condicionadas por la fuerte dominancia de *C. capitata*.

Según el valor de AMBI (5,2 en 2012), la estación presenta alteración fuerte (Tabla 181), con dominancia del grupo ecológico V (67%). El aumento de la densidad relativa de especies oportunistas de primer orden se produjo en 2008, interrumpiendo la progresiva mejora que se venía detectando en la estación en términos de AMBI, debida al desplazamiento de especies adscritas al grupo ecológico V por especies tolerantes (Figura 203).

El cambio observado en 2008, así como los valores negativos estimados para los parámetros estructurales, probablemente estén relacionados con las obras que se llevaron a cabo en la zona coincidiendo con la campaña de 2008 y posteriormente. 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.) pudieron afectar de negativamente al macrobentos.

La evaluación del estado ecológico del compartimiento de los macroinvertebrados bentónicos en la estación E-A5 a partir de los valores de M-AMBI presenta un Estado Deficiente (Figura 204). La tendencia temporal positiva de los valores de M-AMBI de 2005 a 2009 (de 0,23 a 0,69), año en el que se alcanzó la calificación de Buen Estado, se rompió en 2010 con una importante regresión en la calidad confirmada en 2011 y en 2012. Hay que hacer notar que esta estación presenta regularmente concentraciones de oxígeno muy bajas (ver más adelante).



supuso un cambio en la calificación del estado ecológico Malo a Bueno, siguiendo una tendencia similar a la de E-A5. Sin embargo, en la campaña de 2008 la calidad empeoró hasta el Mal Estado. Como ya se comentó en informes anteriores, este cambio tuvo lugar como consecuencia de las actividades de dragado del canal de acceso al puerto y consolidación de márgenes desde el puente de Calatrava hasta el puerto viejo.

9.3.2 FAUNA ICTIOLÓGICA

Las últimas muestras de fauna demersal fueron recogidas durante la campaña de campo de 2011. Por tanto, en este informe se reanalizan los datos obtenidos con anterioridad mediante la metodología actualizada que ha sido explicada en el Tomo 1.

En este estuario existen datos del año 2002, 2005 y 2008 (Borja *et al.*, 2003, 2006, 2009) pertenecientes al estudio "Red de Seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la comunidad autónoma del País Vasco". Las estaciones o transectos muestreados se pueden ver en la Figura 201.

El total de taxones identificadas en las distintas estaciones del Artibai en el muestreo de 2011 fue de seis taxones (cuatro peces y dos crustáceos), once en 2008 (seis peces y cinco crustáceos), nueve en 2005 (siete peces y dos crustáceos) y ocho en 2002 (cinco peces y tres crustáceos). Todas ellas, especies habituales de estos ecosistemas que soportan amplios rangos de salinidad, principal condicionante de la vida en estas zonas de transición (Figura 205).

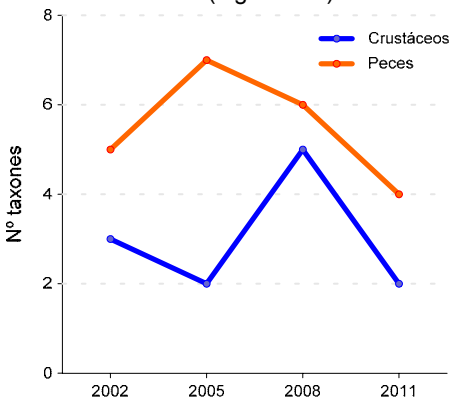


Figura 205 Evolución del número de taxones de peces y crustáceos identificados en los muestreos entre 2002 y 2011 en la masa de agua de transición del Artibai.

En todas las campañas realizadas hasta la fecha se ha recogido un mayor número de especies de peces que de crustáceos. En 2011 apareció por primera vez en este estuario el sargo breado (Diplodus cervinus), mientras que el lenguado (Solea solea) y la platija (Platichthys flesus) están ausentes por primera vez en 2011, habiendo aparecido en todas las campañas precedentes. En 2011 la única especie que aparece distribuida por todo el estuario fue el sargo (Diplodus sargus).

En general, en 2011, la diversidad desciende en los tramos exterior y medio debido a la disminución general (en peces y crustáceos) de especies y efectivos. Sin embargo, el tramo interior muestra un aumento en su diversidad como consecuencia de una mayor aparición de peces (en 2008 no se recogió ninguno), alcanzando el valor más elevado observado hasta la fecha. No obstante, en cierta medida es engañoso y debe tenerse en cuenta que dicho valor no es resultado de un significativo aumento de la riqueza faunística, sino de un equilibrado reparto de los ejemplares entre las especies presente.

Respecto a la tendencia temporal y espacial de la calidad biológica, se han utilizado los datos obtenidos en los muestreos realizados los años 2002, 2005, 2008 y 2011. En la Tabla 182 se exponen los valores obtenidos en cada uno de los indicadores considerados en el cálculo del estado para cada tramo del estuario del Artibai.

Al igual que en el resto de estuarios, los indicadores que hacen referencia a la ausencia de especies introducidas, presencia de especies indicadoras de contaminación y salud piscícola son los que contribuyen a una buena calidad biológica, alcanzando los valores máximos.

El número de especies residentes se mantiene en valores intermedios, excepto en 2011 en el tramo medio donde desciende al mínimo. Mientras tanto, el mismo indicador en porcentajes, no refleja variación en todos estos años ni en las estaciones, presentando el valor mínimo.

En cuanto a la composición trófica de peces, los piscívoros muestran en todo momento el valor mínimo, mientras que los omnívoros descienden sus registros en los últimos años en todos los transecto. De esta manera, se observa una tendencia hacia el equilibrio en valores mínimos, alcanzándose la relación 3:1 en el tramo exterior y 1:1 en los tramos medio e interior.

Estación/año	AAE				AAM				AAI			
Parámetros	2002	2005	2008	2011	2002	2005	2008	2011	2002	2005	2008	2011
Riqueza	3	3	3	1	1	3	3	1	3	3	1	3
Especies introducidas	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Esp. Indicadoras contaminación	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Salud piscícola	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Peces planos	3	3	3	1	3	1	3	1	1	1	1	1
Omnívoros	3	5	3	3	3	3	1	1	3	3	1	1
Piscívoros	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Especies residentes (nº)	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3
Especies residentes (%)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PUNTUACIÓN	29	31	29	25	27	27	27	21	27	27	23	25
AFI	0,56	0,61	0,56	0,44	0,50	0,50	0,50	0,33	0,50	0,50	0,39	0,44
CALIDAD BIOLÓGICA	B	B	B	A	A	A	A	D	A	A	A	A

Tabla 182 Valores de los indicadores seleccionados para estimar la calidad biológica de peces demersales en cada una de las estaciones en 2002, 2005, 2008 y 2011. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): ≥ 0,76; Bueno (B): 0,55-0,76; Aceptable: 0,34-0,55; Deficiente (D): 0,17-0,34; Malo (M): ≤ 0,17. Interna (AAI), media (AAM) y exterior (AAE). AFI: AZTI's Fish Index.

En la Figura 206 se muestra cómo ha evolucionado la calidad biológica en el Artibai entre los años 2002, 2005, 2008 y 2011. En La calidad biológica alcanzada en 2011 en el tramo medio (AAM) es de **'Deficiente'**, mientras que en los tramos externo e interno del estuario es de **'Aceptable'**. Tanto en el tramo exterior como en el medio, se ha registrado la calidad más baja hasta la fecha, pasando en este último año de Bueno a Aceptable en el primer caso, y de Aceptable a Deficiente en el segundo. En el tramo interior, la calificación se ha mantenido dentro del rango Aceptable, aunque su valor haya aumentado ligeramente.

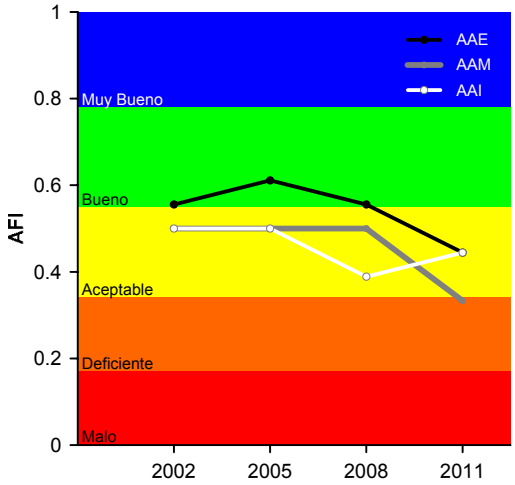


Figura 206 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenidos para cada estación los años 2002, 2005, 2008 y 2011. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): ≥ 0,78; Bueno (B): 0,55-0,78; Aceptable: 0,34-0,55; Deficiente (D): 0,17-0,34 Malo (M): ≤ 0,17. Interna (AAI), media (AAM) y externa (AAE). AFI: AZTI's Fish Index.

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 llevaron a cabo además obras de mejora del puerto deportivo y de los muelles del canal, lo que afectó a los peces de la parte exterior, tal y como ocurrió en procesos similares en otros estuarios de la costa vasca (Uriarte y Borja, 2009).

La Figura 207 muestra la evolución de la calidad biológica de la masa de agua del estuario del Artibai entre los años 2002 y 2011. En dicha figura se aprecia la disminución de la calidad, ya que se pasa de un estado Bueno en 2005, a Aceptable en 2008, manteniéndose en esta calificación de Aceptable en 2011, pero alcanzando el valor AFI más bajo observado hasta la fecha.

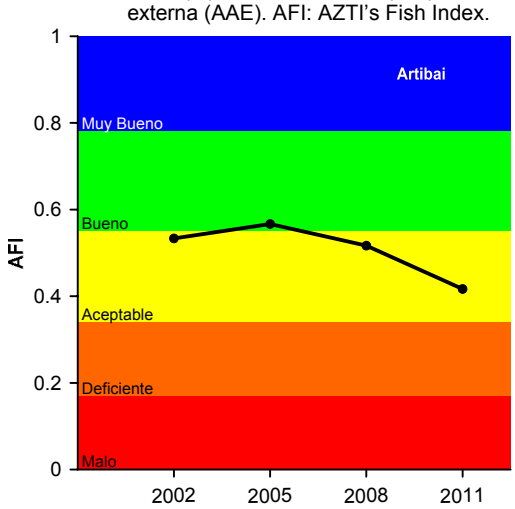


Figura 207 Valores de la calidad biológica obtenidos en la masa de transición del Artibai entre los años 2002, 2005, 2008 y 2011. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): ≥ 0,78; Bueno (B): 0,55-0,78; Aceptable: 0,34-0,55; Deficiente (D): 0,17-0,34 Malo (M): ≤0,17. AFI: AZTI's Fish Index.

9.3.3 VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO. FITOPLANCTON

Al igual que en anteriores informes, el fitoplancton en la masa de agua de transición del Artibai se evalúa con los datos de los últimos seis años, en base a dos métricas: el percentil 90 de la clorofila y el porcentaje de blooms.

En la Figura 208 se muestra el valor del indicador calculado con los datos de clorofila "a" (percentil 90). En la estación E-A5 el valor del indicador es 11,12 µg l^{-1} (n=48), lo cual corresponde a un estado "Bueno", aunque muy cercano a "Aceptable". En la estación E-A10 el valor es 2,37 µg l^{-1} (n=48), indicando un estado "Muy bueno".

En la Figura 209 se muestra el indicador basado en la abundancia fitoplanctónica. En la estación E-A5 la frecuencia de floraciones es muy alta (70,0%) e indica un estado "Deficiente". En la estación E-A10 es 25,0%, lo cual corresponde a un estado "Bueno".

En la Tabla 183 se indica el estado del fitoplancton en cada una de las estaciones del Artibai, integrando los resultados de ambos indicadores. El estado global del fitoplancton se calcula promediando los EQRs de ambos indicadores (véase tomo de metodología). Para el periodo 2007-2012 se clasifica como "Aceptable" en la estación de cabecera (E-A5) y como "Muy bueno" en la de desembocadura (E-A10).

Finalmente, en la Tabla 184 se muestra la evolución temporal del estado del fitoplancton a lo largo de periodos móviles de seis años. El estado del fitoplancton en la masa de agua del Artibai se clasifica como "Muy bueno" en el último periodo de estudio, aunque en la mayor parte de la serie temporal se ha clasificado como "Bueno". El EQR de la masa de agua varía aproximadamente entre 0,68 y 0,76.

La estación de la zona interior (E-A5) no cumple los objetivos de calidad para el fitoplancton, con una calificación que varía entre "Deficiente" y "Aceptable". La estación E-A10 presenta una calificación mucho mejor, lo cual da lugar a un estado "Bueno" en el conjunto de la masa de agua, debido al elevado porcentaje que representa esta estación sobre el total de la superficie del estuario (el 85%).

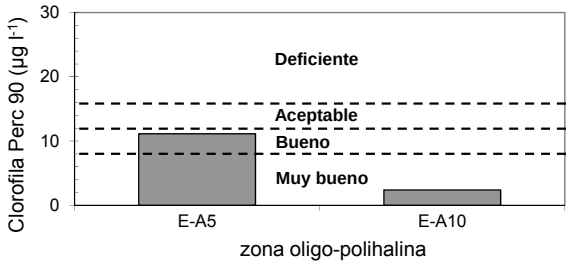


Figura 208 Percentil 90 de la concentración de clorofila en el estuario del Artibai. Los datos utilizados han sido los de superficie, pleamar y bajamar, de las cuatro épocas del año, desde 2007 hasta 2012.

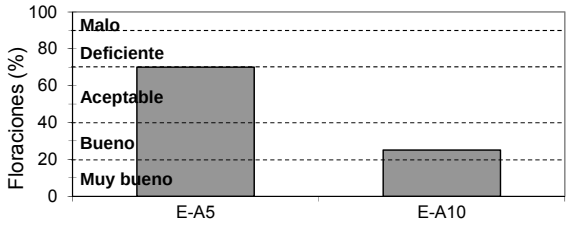


Figura 209 Frecuencia de floraciones fitoplanctónicas (%) en el estuario del Artibai. Los datos utilizados corresponden a superficie, pleamar, en primavera y verano, desde 2007 hasta 2012.

ESTACIÓN	EQR1 Biomasa	EQR2 Floraciones	Estado y EQR Global
E-A5	0,479	0,239	Aceptable (0,359)
E-A10	1,000	0,668	Muy bueno (0,834)

Tabla 183 Estuario del Artibai. Calificación del estado del fitoplancton para cada estación de muestreo durante el periodo 2007-2012. Se muestran los EQRs parciales de cada indicador y el EQR global.

	03-08	04-09	05-10	06-11	07-12
Artibai	B (0,749)	B (0,684)	B (0,742)	B (0,749)	MB (0,763)
E-A5	D	A	D	D	A
E-A10	MB	B	MB	MB	MB

Tabla 184 Evolución temporal del estado del fitoplancton en el estuario del Artibai, a lo largo de periodos móviles de seis años. Se indica entre paréntesis la evolución del EQR del fitoplancton.

CLOROFILA

La concentración de clorofila se midió en la zona superior (estación E-A5) e inferior (estación E-A10). 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 tomaron un total de 16 muestras.

En el conjunto de los datos de 2012, la salinidad varió entre 0,2 y 33,3 USP (Figura 210). En la estación de cabecera se observaron con mucha frecuencia valores de salinidad muy bajos, inferiores a 0,5 USP. Esto pone de

manifiesto una importante influencia de aportes de agua dulce en esta zona del estuario.

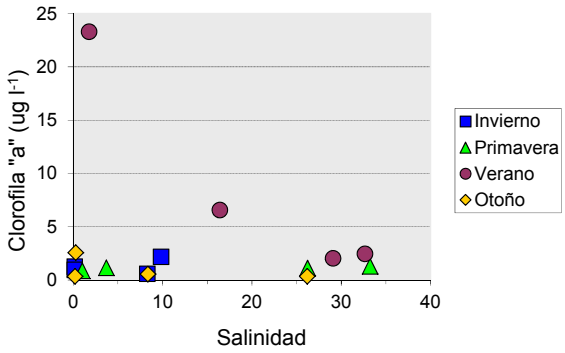


Figura 210 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino del estuario del Artibai en las cuatro épocas de estudio durante 2012. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

La clorofila en las campañas de 2012 osciló entre 0,3 y 23,3 µg l^{-1} (Figura 210). El patrón de variabilidad espacial y temporal fue casi idéntico al observado en el estuario del Lea, un estuario cercano del mismo tipo. Como en aquel, la clorofila mostró dos picos en verano en la estación de cabecera. Uno, en condiciones de pleamar (con salinidad de 16 USP) y otro, el máximo, en bajamar (con salinidad de 2 USP). Estos valores de salinidad son relativamente altos en el contexto anual de la estación E-A5 y denotan una reducción en el caudal fluvial durante la época estival. Posiblemente, esto favoreció la acumulación del fitoplancton en la cabecera del estuario.

En comparación con otras masas de agua del mismo tipo (Tipo 9, estuarios con grandes zonas intermareales), las concentraciones de clorofila observadas en el Artibai estuvieron en un nivel medio-alto. Así, las concentraciones más bajas se observaron en el Oria (donde el pico estival fue cercano a 4 µg l^{-1}) y las más altas en el Urola (donde en verano se llegaron a medir casi 35 µg l^{-1}).

Hay que señalar que en el estuario del Artibai suelen detectarse concentraciones muy elevadas de amonio y fosfato, lo cual indica la existencia de vertidos de aguas residuales. Como en años anteriores, en verano de 2012 el amonio superó el umbral que señala mal estado físico-químico, según Bald (2005), para las aguas oligohalinas de la cabecera y polihalinas del exterior (umbrales de 63 y 32 µM, respectivamente). En concreto, se midieron concentraciones de 177 y 432 µM en la estación E-A5, así como 26 y 42 µM en la estación E-A10. Los picos de amonio coincidieron con concentraciones altas de fosfato (otro nutriente indicador de aguas residuales) y caídas en el porcentaje de saturación de oxígeno.

La situación de eutrofia que indican las variables físico-químicas en el Artibai durante 2012 no se correspondió con una respuesta demasiado intensa del fitoplancton (en términos de biomasa medida como clorofila “a”). Como ya se ha indicado en anteriores capítulos, la clorofila no siempre responde de manera proporcional a la presión por nutrientes y, por ello, es importante utilizar al menos otro indicador para evaluar el estado biológico del fitoplancton.

Para estudiar la evolución a largo plazo de la concentración de clorofila en el estuario del Artibai se ha calculado el valor del percentil 90 para periodos móviles de seis años (Figura 211). En la estación oligohalina E-A5 el percentil presenta oscilaciones importantes en los últimos diez años. Así, al comienzo de la serie se mantenía en 14 µg l^{-1}, luego aumentó bruscamente en el periodo 2005-2010 y posteriormente fue descendiendo hasta llegar actualmente a 11 µg l^{-1}.

En la estación polihalina E-A10, donde la serie abarca desde 1995, también se aprecian oscilaciones en el percentil de la clorofila, pero éstas son de más largo periodo (Figura 211). En la zona exterior del estuario, el percentil va en ascenso hasta comienzos de la década del 2000, posteriormente tiende a estabilizarse y luego, en el periodo 2005-2010 desciende de manera acusada (al contrario que en cabecera, donde aumentó en ese periodo). En los últimos periodos se observa una leve tendencia de descenso.

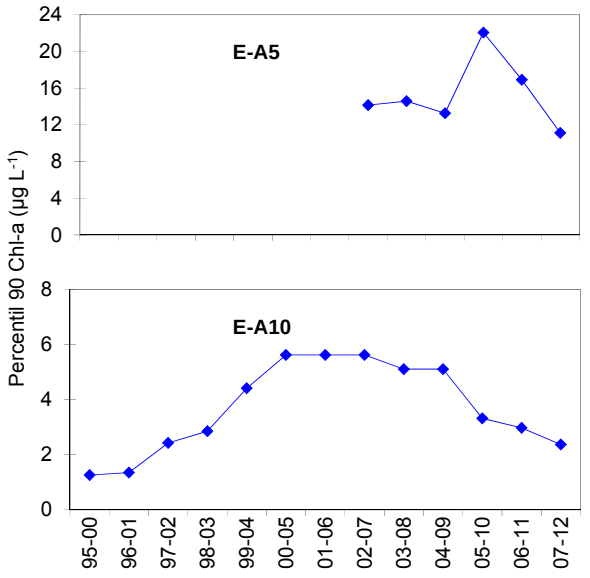


Figura 211 Evolución de la concentración de clorofila en el estuario del Artibai. Se muestra el percentil 90 calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, para periodos móviles de seis años.

En el resto de los estuarios del País Vasco, en aguas de carácter oligo-, meso- o polihalino el percentil 90 de la

clorofila normalmente no supera los 8 µg l^{-1}. Por lo tanto, actualmente la biomasa fitoplanctónica en la cabecera del estuario del Artibai (E-A5) puede considerarse de magnitud elevada, aunque algo menor que en la masa de agua del Oka Interior. Aunque en los últimos dos periodos de evaluación el percentil ha descendido, hay que señalar que esta métrica presenta una fuerte variabilidad temporal en la estación E-A5 y, por lo tanto, no se descarta que haya repuntes en los próximos años.

Al igual que en la zona exterior del Artibai, en las desembocaduras de otros estuarios del País Vasco también se aprecian variaciones a largo plazo en el percentil 90 de la clorofila (véase capítulo sobre el Butroe). Dichos cambios podrían estar ligado a variaciones en las condiciones océano-meteorológicas a amplia escala, como ya se ha demostrado en las aguas marinas de la plataforma costera (Revilla et al., 2012).

COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DEL FITOPLANCTON

En la Tabla 185 se muestran las variables que describen de manera general a la comunidad fitoplanctónica, en las zonas superior e inferior del estuario, durante las campañas de primavera y verano.

Estación	E-A5	E-A10
Fecha	10/05/2012	10/05/2012
Abund. (x10^3 céls. l^{-1})	733	879
Diversidad (bit/cel)	0,4	3,5
Riqueza (Nº especies)	4	28
Estación	E-A5	E-A10
Fecha	12/09/2012	12/09/2012
Abund. (x10^3 céls. l^{-1})	8.227	1.959
Diversidad (bit/cel)	2,5	3,4
Riqueza (Nº especies)	16	28

Tabla 185 Índices relacionados con Fitoplancton. Estuario del Artibai. Los datos son de superficie, en pleamar.

La abundancia celular y la composición de las comunidades presentaron una gran variabilidad espacial. La estación de cabecera (E-A5) en primavera fue muy pobre en número de especies, lo cual también se reflejó en un valor muy bajo de diversidad. Dicha comunidad estuvo compuesta básicamente por pequeñas diatomeas pennales y el dinoflagelado *Kryptoperidinium foliaceum*. Por el contario, la estación E-A10 en primavera mostró una comunidad fitoplanctónica mucho más variada, donde varias especies de dinoflagelados, criptofitas, diatomeas y pequeñas formas que no fue posible identificar estuvieron bien representadas en la abundancia total

En verano, el máximo de clorofila encontrado en la estación de cabecera correspondió a una floración mixta del dinoflagelado *Kryptoperidinium foliaceum* ($2{,}4 \cdot 10^6$ células l^{-1}) y del grupo de las criptofitas, entre las que destacó por su abundancia *Hemiselmis* spp. ($3{,}3 \cdot 10^6$ células l^{-1}), aunque también se identificaron *Chroomonas* spp., *Teleaulax* spp. y *Urgorri complanatus*. Además, el dinoflagelado potencialmente tóxico cf. *Pfiesteria* se encontró en elevada concentración (574.000 células l^{-1}). Las diatomeas fueron de tamaño pequeño (*Skeletonema* spp. y pennales) y sólo aportaron el 7% de la abundancia total.

La zona exterior (E-A10) en verano presentó mayor heterogeneidad en comparación con la estación de cabecera, por una parte, por el mayor número de especies y además, por la ausencia de blooms. El fitoplancton en la zona exterior estuvo mayoritariamente constituido por pequeñas formas no silíceas, entre las que se observaron clorofitas prasinofíceas, criptofitas, dinoflagelados, haptofitas y pequeños formas autótrofas que no pudieron identificarse.

En resumen, como en años anteriores se encontraron floraciones de criptofitas y dinoflagelados en la zona superior de este estuario. Entre éstas se observaron varias especies potencialmente perjudiciales: el dinoflagelado *Kryptoperidinium foliaceum* (que es citado en la bibliografía como causa de estrés metabólico en ostras), la criptofita *Urgorri complanatus* (que puede causar coloraciones del agua) y. el dinoflagelado potencialmente tóxico cf. *Pfiesteria*.

9.3.4 VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO. MACROALGAS

Para su estudio de macroalgas la masa de agua se dividió en 7 zonas tanto en 2005, como en 2008 y 2011 (en 2002 se dividió en 10 zonas), numeradas del 1 al 7 desde la desembocadura al interior. Estas 7 zonas representan dos tramos de la masa de agua, que se pueden adscribir a las estaciones E-A10 (zonas 1 a 3) y E-A5 (zonas 4 a 7), desde la desembocadura al interior.

En la Tabla 186 se muestran los resultados obtenidos de aplicar el método explicado en el Tomo 1 del informe correspondiente a la campaña de 2003 (Borja et al., 2004d) para la masa de agua en las cuatro campañas arriba indicadas.

La calificación obtenida en 2011 fue de 'Mal Estado' para el tramo más exterior de la masa de agua y de 'Estado Deficiente' para el tramo interior (Tabla 186). Por tanto, se aprecia un empeoramiento en la calidad de las comunidades de macrófitos en ambos tramos de la masa de agua, ya que en la campaña de 2002 ambos tramos

se encontraban en 'Estado Aceptable' (en 2005 pasaron a 'Estado Deficiente' y en 2008 el tramo interior pasó a 'Estado Aceptable').

El empeoramiento detectado se debe, básicamente, a un aumento en la cobertura de especies indicadoras de contaminación y a un aumento del ratio de algas verdes respecto a la cobertura vegetal total.

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 'Mal Estado', debido a la superficie relativa mucho mayor del tramo exterior (más del 50% de la superficie total del estuario), frente al tramo interior.

	E-A10	E-A5	GLOBAL
2002	A	A	A
2005	D	D	D
2008	D	A	D
2011	M	D	M

Tabla 186 Calificación obtenida para cada uno de los tramos en que se divide la masa de agua (M-EA1 a M-EA3 se adscriben a E-A10; y M-EA4 a M-EA7 se adscriben a E-L5) y para el global de la misma, en cada una de las campañas muestreadas (M=Mal Estado; D=Estado Deficiente; A=Estado Aceptable).

9.4 INDICADORES FISICOQUÍMICOS

9.4.1 CARACTERIZACIÓN 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 187 se muestran los datos medios anuales, correspondientes a las campañas de 2012, 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	14,95	14,64	15,55	17,03
Salinidad	USP	2,97	5,95	21,75	33,73
Agua fluvial	%	91,66	83,29	38,90	5,27
Saturación O_2	%	75,66	73,59	77,04	74,77
pH		8,38	8,26	8,10	8,04
Silicato	µmol.dm^{-3}	84,43		53,74	
Amonio	µmol.dm^{-3}	95,81		16,26	
Nitrito	µmol.dm^{-3}	0,70		0,54	
Nitrato	µmol.dm^{-3}	56,67		49,39	
Nitrógeno Total	µmol.dm^{-3}	219,33		98,98	
Fosfato	µmol.dm^{-3}	8,15		1,08	
Fósforo Total	µmol.dm^{-3}	12,44		2,15	
Carbono O. Total	µmol.dm^{-3}	366,39		222,11	

Tabla 187 Masa de agua del Artibai. Valores medios de variables relacionadas con el estado trófico y presencia de agua de origen fluvial.

En el año 2012, la temperatura media varía entre 14,6° C y 17º 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 (~92%). 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 (~95%).

Como puede observarse en la Tabla 187, la media del porcentaje de saturación de oxígeno registrada en las dos estaciones del Artibai no supera el 77%, lo cual denota un predominio de procesos heterótrofos sobre los autótrofos, especialmente en la estación situada en la cabecera (E-A5).

En cuanto a otras sustancias disueltas, todos los nutrientes muestran una disminución proporcional a la del agua fluvial entre la estación superior (E-5) e inferior (E-A10) del estuario. Generalmente, en los estuarios, la fuente principal de estos nutrientes suele ser el agua procedente del río (origen terrestre).

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 70% del nitrógeno total y el fosfato el 66% del fósforo total en la zona de cabecera (E-A5). Las relaciones son similares en la zona de la desembocadura

(E-A10), siendo el NID el 67% del nitrógeno total y el fosfato el 50% del fósforo total. Proporciones muy altas de formas reducidas (amonio, así como, N y P orgánicos) indican eutrofización, en concreto, de aportes elevados de aguas residuales ricas en materia orgánica como aguas domésticas o de industrias conserveras u otras similares. En el estuario del Artibai en 2012 se evidencia dicha situación en la estación E-A10 en la medida en que se da un predominio de la concentración de nitrato sobre la de amonio. 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, en las estaciones E-A5 y E-A10 para NID y concentración de fosfato no se observa una disminución en los últimos años. Es más, algunos de los máximos más importantes se han registrado en los últimos años, especialmente en la estación situada en la cabecera del estuario (Figura 212).

En términos generales, si bien se observa 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 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 $\mu mol.dm^{-3}$, amonio ~200 $\mu mol.dm^{-3}$ y un 43% de porcentaje de saturación de oxígeno.

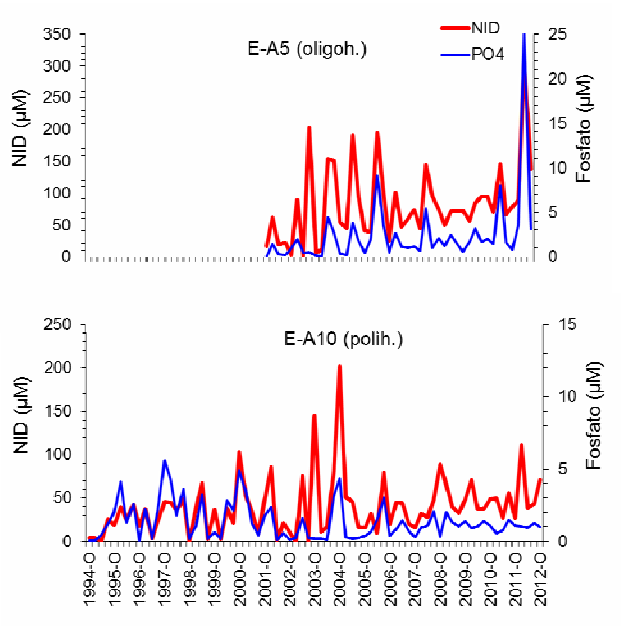


Figura 212 Evolución trimestral, entre otoño de 1994 y otoño de 2012, de la concentración de Nitrógeno Inorgánico Disuelto (NID) y fosfato, ambos en micromoles por litro, en aguas de superficie (media de pleamar y bajamar), en las estaciones E-A5 y E-A10. (O: otoño).

En cuanto a la evolución de la saturación de oxígeno, en el estuario de Artibai se experimentó un aumento de la saturación de oxígeno entre 1994 y 2001. Posteriormente, en la estación E-A10, se observa un descenso llegando a mostrar valores inferiores al 60% de saturación, que es seguido de un periodo de aumento (2008 y 2009) que termina por presentar una relativa estabilización en los últimos años (Figura 213). La estación E-A5, sigue presentando una alta variabilidad en los valores de oxígeno presentando en general valores bajos en veranos y altos en invierno. En 2010 la estación E-A5 presentó los valores de oxígeno más altos de toda la serie en los que alcanza una saturación de oxígeno de 132% en invierno. Sin embargo, en verano del 2012 registra uno de sus valores mínimos de saturación de oxígeno (14%) (Figura 213).

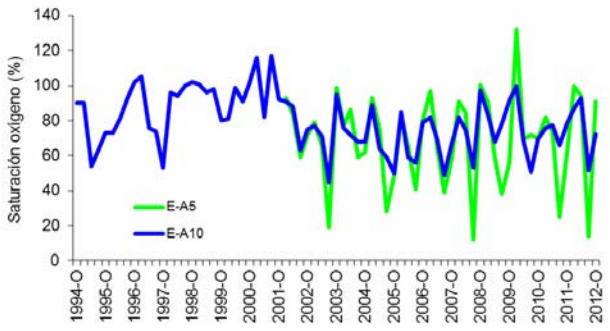


Figura 213 Evolución temporal del porcentaje de saturación de oxígeno disuelto en el estuario del Artibai (estaciones E-A5 y E-A10), media de pleamar y bajamar, superficie y fondo.

METALES DISUELTOS

Las concentraciones de cromo (trivalente) y de mercurio en las aguas de superficie de las estaciones de la masa de transición del estuario de Artibai se mantienen por debajo de sus respectivos límites de cuantificación (1-2 $\mu g \cdot l^{-1}$ y 0,01 $\mu g \cdot l^{-1}$).

En la Figura 214 se muestra la evolución de la concentración media del resto de los metales para el periodo comprendido entre otoño de 1995 y verano de 2012. 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, excepto en el caso del cadmio, para el que se aprecia una disminución durante las últimas campañas, en el resto de los metales no se observan tendencias bien definidas en la evolución de las concentraciones medias anuales. En el caso del hierro y manganeso, en la estación E-A5, se observan los máximos valores promedio anuales en la campaña de 2009 y en la presente campaña.

En la presente campaña ningún metal supera su objetivo de calidad correspondiente (NMA-MA) en ninguna de las estaciones de estudio.

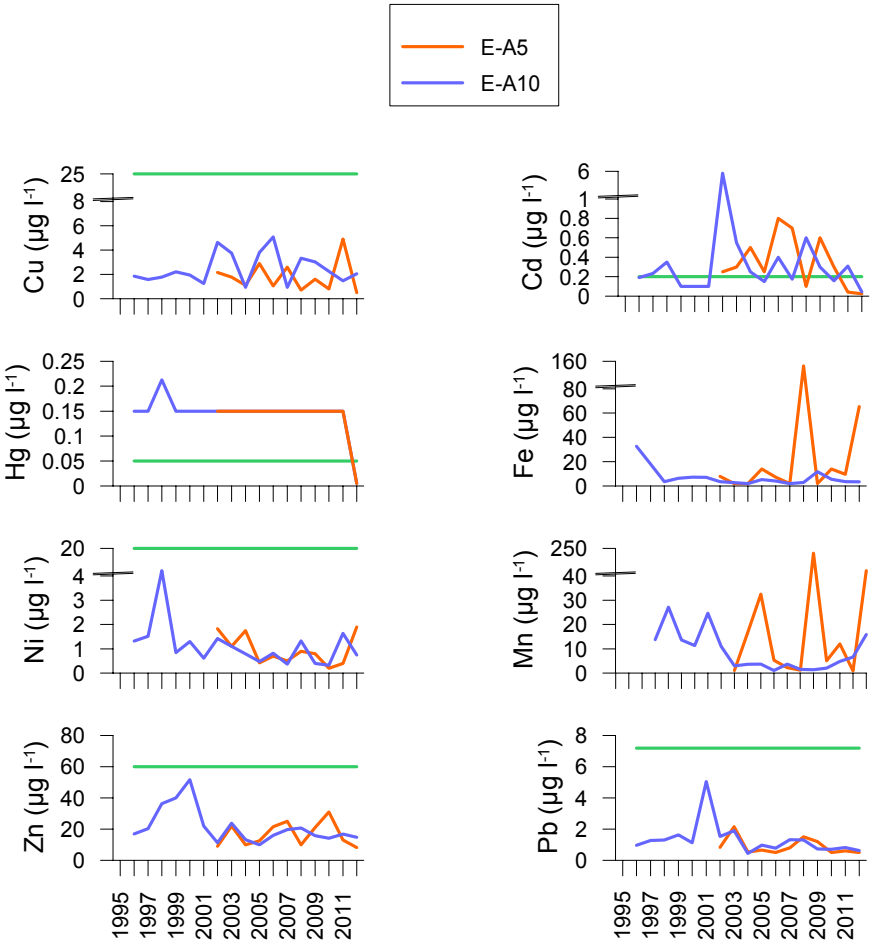


Figura 214 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en las estaciones del Artibai en el periodo que abarca desde 1994 a 2012. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

CONTAMINANTES ORGÁNICOS Y OTROS CONTAMINANTES ESPECÍFICOS

En la campaña de 2012, las concentraciones promedio anuales de los compuestos orgánicos analizados se encuentran por debajo de sus respectivos límites de cuantificación.

9.4.2 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS

PARÁMETROS SEDIMENTOLÓGICOS DE CARÁCTER GENERAL

Desde el año 1995, en la estación E-A10 y desde 2002 en la E-A5 se dispone de la información relativa a la composición granulométrica, contenido en materia orgánica, potencial redox y contenido en carbono y nitrógeno orgánico particulado. A partir de esta información, en la Figura 215 y en la Figura 216 se ha establecido una evolución temporal para cada estación. Además en la Tabla 188 se recogen los resultados de los análisis realizados en la campaña de invierno de 2012.

En relación a la variabilidad espacial, en la presente campaña, la estación más interna (E-A5), muestra un sedimento con un importante contenido en arenas. Esta situación contrasta con la estación más externa (E-A10), que presenta un sedimento fangoarenoso. Ambas estaciones muestran un sedimento con valores de potencial redox negativos. Además, el porcentaje de materia orgánica y el contenido en carbono y nitrógeno orgánico particulado y ratio C/N en ambas estaciones son similares.

En cuanto a la evolución temporal de la composición granulométrica, la estación más interna (E-A5) presenta una elevada variabilidad temporal, sin mostrar patrones temporales bien definidos. Por el contrario, en la estación más externa (E-A10), desde la campaña de 2008, se aprecia un aumento del porcentaje de limos. Además, en la estación más interna (E-A5) se ha producido un aumento de materia orgánica con respecto a la campaña anterior.

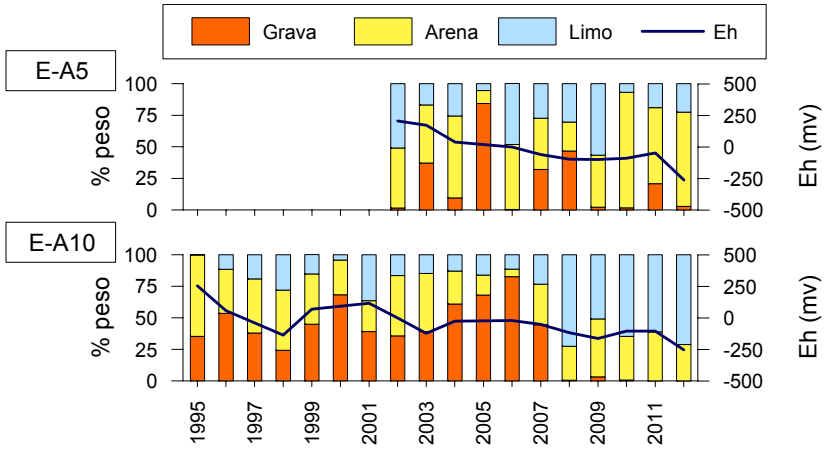


Figura 215 Evolución temporal del potencial redox (Eh) y las fracciones granulométricas (grava, arena y limo) en los sedimentos de la masa de agua de transición Artibai (muestreos de invierno).

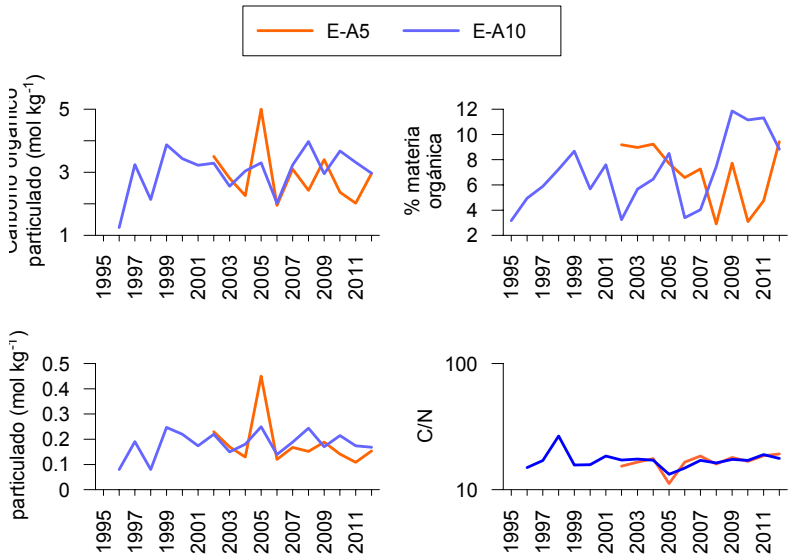


Figura 216 Evolución temporal del contenido en materia orgánica, carbono orgánico particulado y relación carbono/nitrógeno en los sedimentos superficiales (muestreos de invierno).

Estación	Grava (%)	Arena (%)	Limo (%)	M.O. (%)	Eh (mV)	C.O.P. (mol kg^{-1})	N.O.P. (mol kg^{-1})	C/N (mol/mol)
E-A5	2,80	74,63	22,57	9,42	-261	2,96	0,15	19,21
E-A10	0,00	28,81	71,19	8,82	-252	2,97	0,17	17,70

Tabla 188 Parámetros sedimentológicos correspondientes a los muestreos de invierno de 2012. Grava > 2 mm > Arena > 63 µm > Limo; M.O.: materia orgánica; Eh: potencial redox; C.O.P. carbono orgánico particulado; N.O.P.: nitrógeno orgánico particulado; C / N: relación carbono / nitrógeno).

METALES PESADOS

En la Tabla 189 se recogen las concentraciones de metales pesados analizados en la campaña de invierno de 2012, donde se observa que ambas estaciones presentan concentraciones similares para todos los metales. Dichos valores son inferiores o cercanos al nivel de fondo.

La Figura 217 muestra la evolución temporal para cada uno de los metales en la estación E-A10 desde 1995 y en la estación E-A5 desde 2002.

En las campañas más recientes, se observa una disminución discontinua generalizada en el contenido de metales –excepto el Mn– en ambas estaciones, hasta alcanzar concentraciones inferiores o cercanas al nivel de fondo.

Por otro lado, en la Figura 218 se representa la concentración de metales (corregidos por el contenido en finos de los sedimentos), durante los últimos tres años (2010, 2011 y 2012) con el objetivo de conocer el posible efecto adverso sobre la biota asociado a la presencia de dichos metales. De esta manera, durante la última campaña, todos los metales en la estación E-A10 y el Cr, Cu, Ni, Pb y Zn en la estación E-A5 superan el valor TEL. Además, en la estación E-A10, el Ni está por encima del valor PEL. Sin embargo, aunque dichas concentraciones de metales pudieran implicar efectos biológicos negativos en la biota, tales concentraciones, como ya se ha comentado anteriormente, se encuentran en su mayoría por debajo o cercanas al nivel de fondo.

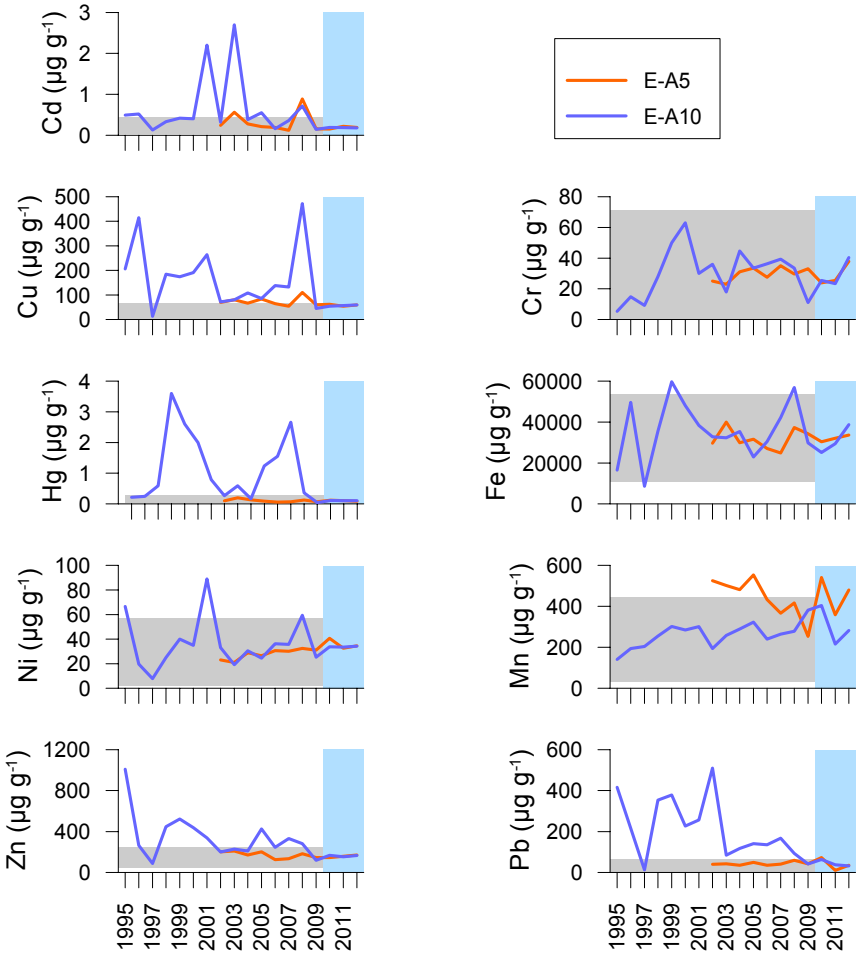


Figura 217 Evolución temporal de la concentración de metales en la fracción fina del sedimento superficial. La franja gris representa el nivel de fondo para cada uno de los metales.

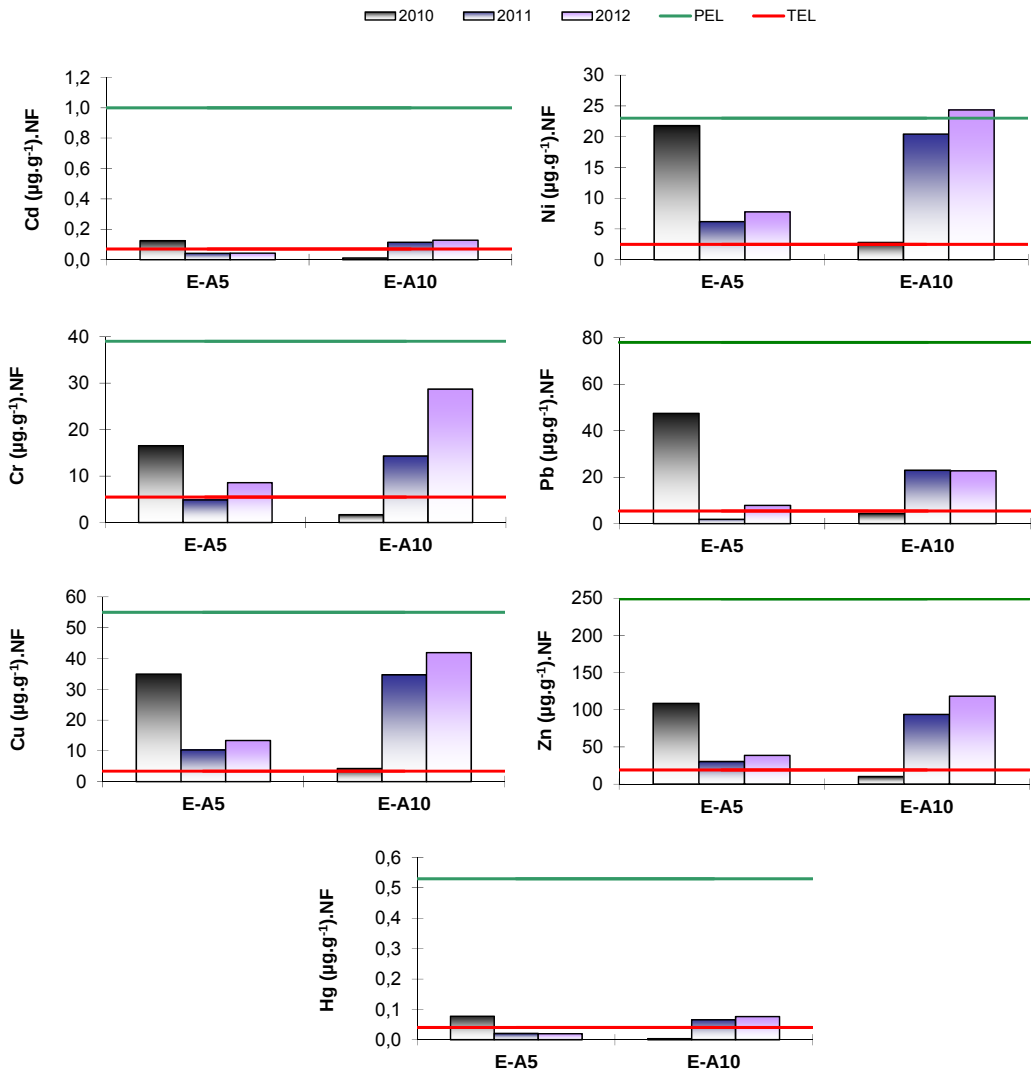


Figura 218 Evolución temporal de la concentración de metales del sedimento de las estaciones del Artibai, durante los últimos tres años (muestreos de invierno). PEL (Probable Effect Level): concentración con efecto negativo probable en la biota; TEL (Threshold Effect Level): concentración por debajo de la cual no se esperan efectos sobre la biota. Nótese que las concentraciones están corregidas por la fracción fina (NF).

Estación	Cd (µg g^{-1})	Cr (µg g^{-1})	Cu (µg g^{-1})	Fe (µg g^{-1})	Hg (µg g^{-1})	Mn (µg g^{-1})	Ni (µg g^{-1})	Pb (µg g^{-1})	Zn (µg g^{-1})
E-A5	0,19	37,9	59,4	33698	0,09	480	34,5	34,7	171
E-A10	0,18	40,3	58,9	38701	0,11	282	34,2	31,9	166
Media	0,18	39,1	59,1	36200	0,10	381	34,3	33,3	168,3
Desv. est.	0,01	1,68	0,34	3537	0,01	140	0,21	2,00	3,46

Tabla 189 Concentración de metales pesados en la fracción fina de los sedimentos en la campaña de invierno de 2012.

COMPUESTOS ORGÁNICOS

En la Tabla 190 se recogen las concentraciones de compuestos orgánicos analizados en la campaña de invierno de 2011, en las dos estaciones de estudio. La Figura 219 ilustra la evolución en la concentración de contaminantes orgánicos analizados en la estación E-A10 desde 1995 y en estación E-A5 desde 2002.

En las últimas campañas, los compuestos orgánicos analizados presentan concentraciones generalmente inferiores o cercanas al límite de determinación analítico, excepto en el caso de los PCBs y los PAHs, aunque sin superar el objetivo de calidad (180 ng g^{-1} y 44792 ng g^{-1}, respectivamente). Por lo tanto, las concentraciones de contaminantes orgánicos en ambas estaciones no implican efectos negativos sobre la biota.

Estación	Aldrín (ng g^{-1})	Dieldrín (ng g^{-1})	Isodrín (ng g^{-1})	DDE (ng g^{-1})	DDD (ng g^{-1})	DDT (ng g^{-1})	*a*HCH (ng g^{-1})	*g*HCH (ng g^{-1})	HCB (ng g^{-1})	S.PCB (ng g^{-1})	S.PAH (ng g^{-1})
E-A5	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1,10	1388
E-A10	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	16,20	722

Tabla 190 Concentración de compuestos orgánicos en los sedimentos en la campaña de invierno de 2012. *a*HCH: alfa-hexaclorociclohexano; *g*HCH:gamma-hexaclorociclohexano; HCB: hexaclorobenceno; HCB: hexaclorobenceno; S.PCB: suma de las concentraciones de los policlorobifenilos congéneres CB28, CB52, CB101, CB118, CB138, CB153 y CB180; S.PAH: suma de las concentraciones de 10 hidrocarburos poliaromáticos: fenantreno, indeno[1,2,3-cd]pireno, pireno, criseno, benzo[e]pireno, benzo[g,h,i]perileno, fluoranteno, benzo[a]antraceno, benzo[b]fluoranteno y benzo[a]pireno. Cabe señalar que las concentraciones inferiores a los límites de detección no se han considerado en el sumatorio.

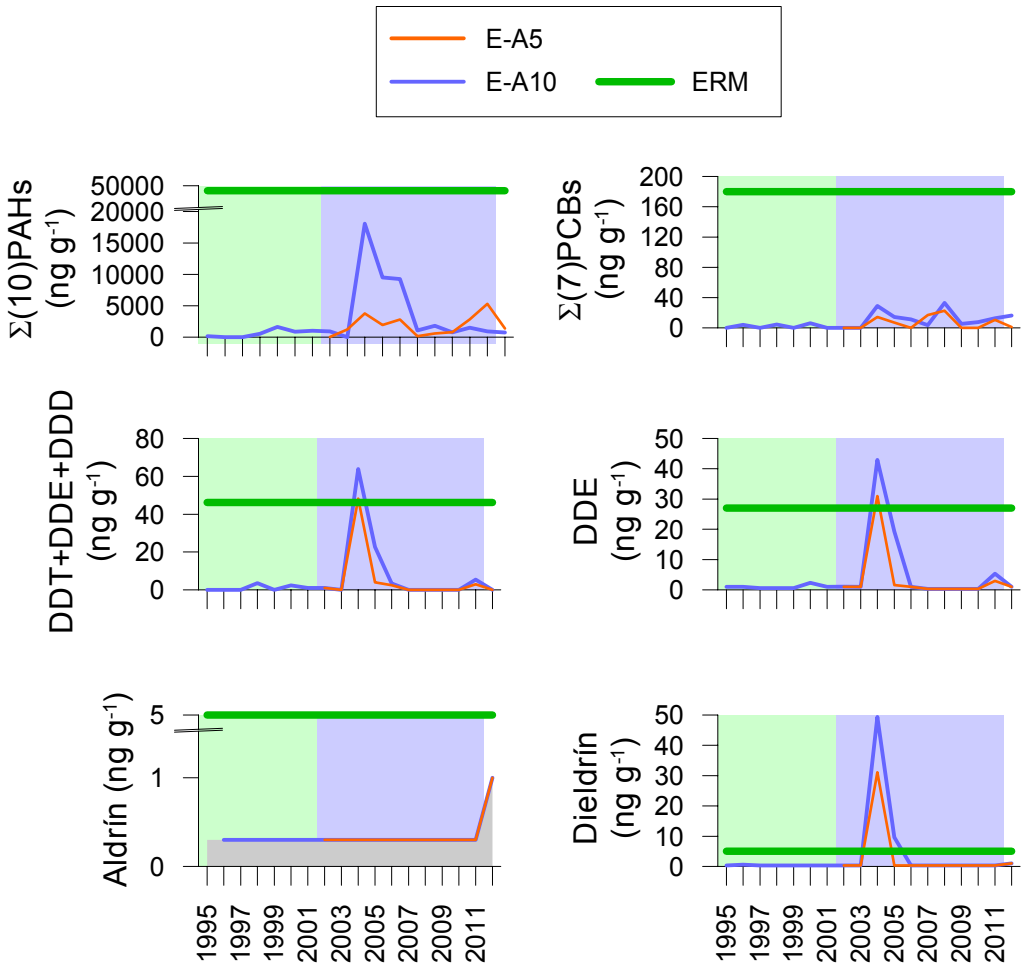


Figura 219 Evolución temporal de la concentración de compuestos orgánicos. La variación en el nivel de cuantificación analítico se muestra sobre fondo gris. ERM: concentración con efecto adversos probables en la biota (del inglés, Effects Range Median, Long *et al.*, 1995). Cabe señalar que las concentraciones inferiores a los límites de detección no se han considerado en el sumatorio. Cambio de color de fondo indica cambio de metodología.

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 220. En la zona interior del estuario (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).

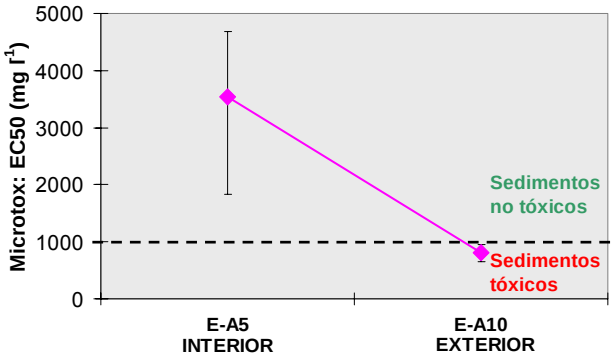


Figura 220 Valores de EC_{50} calculados mediante la técnica de Microtox en sedimentos de la zona interior (E-A5) y exterior (E-A10) del estuario del Artibai. La línea punteada indica el valor guía que especifica la normativa canadiense (1.000 mg l^{-1}). Las barras indican el intervalo de confianza del 95% para los valores obtenidos.

Test de anfípodos

En la Figura 221 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 %).

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.

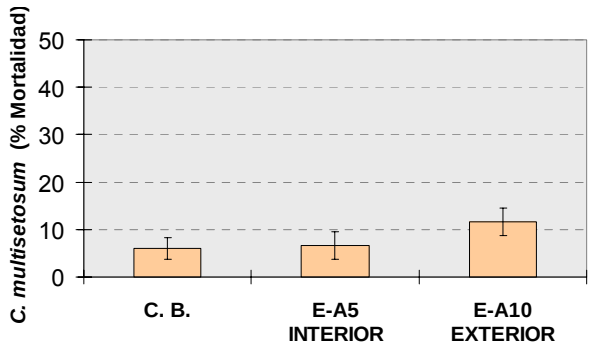


Figura 221 Porcentaje de mortalidad de anfípodos (*Corophium multisetosum*) en sedimentos de la zona interior (E-A5) y exterior (E-A10) del estuario del Artibai, y en una muestra control (C. B.) procedente del estuario del Bidasoa. Las barras indican ± la desviación típica.

A la vista de los datos de granulometría en los sedimentos analizados en 2008 (Figura 222), 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 222 se muestran los datos de granulometría 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.

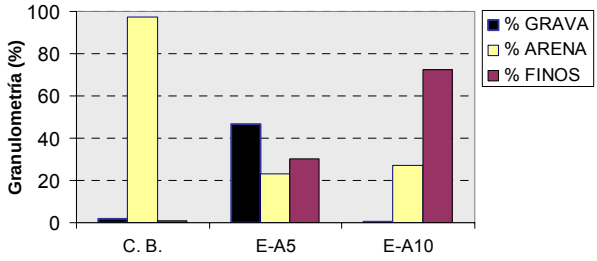


Figura 222 Composición granulométrica (% de gravas, arenas y limos) de los sedimentos en las muestras sometidas a los test de ecotoxicología. C. B. (control de Bidasoa), E-A5 (zona interior del Artibai), E-A10 (zona exterior del Artibai).

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.

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

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.

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 centrales del nivel de fondo de metales, calculados por Rodríguez *et al.* (2006), con los encontrados en las zonas estudiadas (Factor de Contaminación, FC). 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 191 se recoge el índice de carga contaminante (ICC) por cada metal en los sedimentos del estuario del Artibai, así como los valores globales de ICC para la campaña de invierno de 2012. Ambas estaciones presentan un ICC global de contaminación ligera.

En la Figura 223 se presenta la evolución del ICC global. En las campañas más recientes, se observa que ambas estaciones mantienen valores cercanos al límite de no contaminación (*i.e.*, ICC < 1).

Estación	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn	ICC global
E-A5	NC	CL	CL	CL	NC	CL	CL	CL	CL	CL
E-A10	NC	CL	CL	CL	NC	CL	CL	CL	CL	CL
Total	NC	CL	CL	CL	NC	CL	CL	CL	CL	CL

Tabla 191 Clasificación de la contaminación en los sedimentos superficiales en función de los metales pesados en 2012, 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.

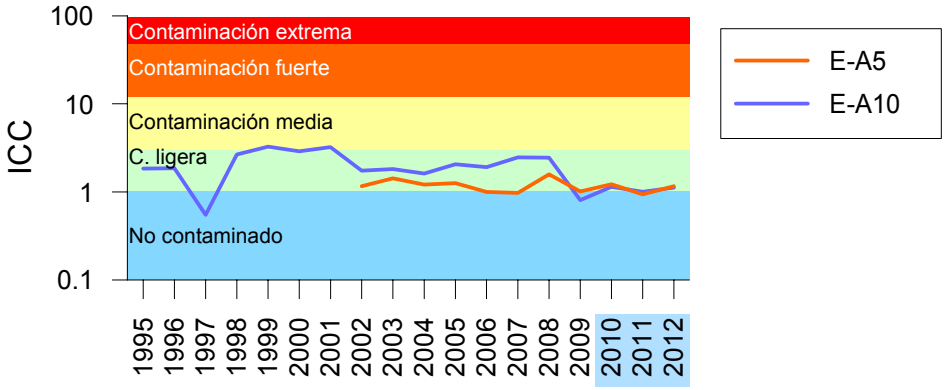


Figura 223 Evolución del Índice de Carga Contaminante (ICC) global de metales en sedimento.

9.4.3 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA EN BIOTA (MOLUSCOS)

En el estuario del Artibai el 22 de octubre de 2012 se recolectaron mejillones en el puerto de Ondarroa (I-A10).

BACTERIOLOGÍA

La evolución de la concentración de bacterias en la estación I-A10 a lo largo del periodo de estudio (otoño de 1994-otoño de 2012) se representa en la Figura 224.

En 2012 se ha observado una concentración de ***E. coli*** de 16000 NMP/100g, probablemente ligado a la elevada precipitación en los días previos al muestreo. Suponiendo que se tratase de una zona de producción de moluscos, la concentración observada en la campaña de otoño de 2012 se encuentra dentro del rango 4600-46000 NMP/100g, valor establecido en el Reglamento (CE) nº 854/2004 para la clasificación de las Zonas tipo C, es decir, aquellas zonas en las que pueden recolectarse moluscos bivalvos vivos que únicamente pueden comercializarse tras su reinstalación durante un periodo prolongado.

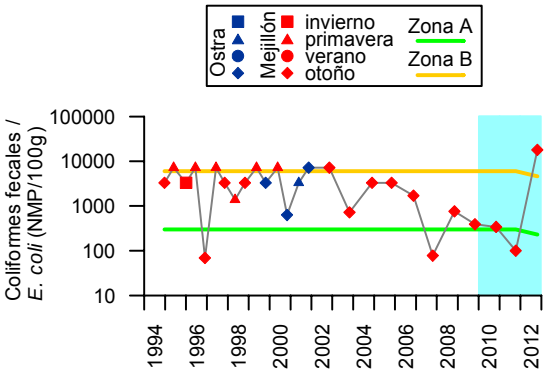


Figura 224 Evolución de la concentración de bacterias (Coliformes fecales hasta 2011 y *E. coli* en 2012) en la estación I-A10 a lo largo del periodo de estudio (otoño de 1994-otoño de 2012).

METALES PESADOS

En la Figura 225 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 2012).

La concentración de **cadmio** en 2012 (0,05 mg kg^{-1}) es una de las más bajas observadas a lo largo del periodo de estudio en esta estación. La concentración máxima se observó en primavera de 2000 (0,44 mg kg^{-1}), pero no supera el límite legal (1 mg kg^{-1}).

El **cromo** presenta en 2012 una concentración de 0,14 mg kg^{-1}, un valor dentro del rango de las concentraciones observadas en las campañas más recientes en esta estación, mientras que la máxima concentración (1,39 mg kg^{-1}) se registró en otoño de 1997.

En otoño de 2012 la concentración de **cobre** en mejillones (0,89 mg kg^{-1}) está en el rango de los valores determinados en los muestreos de los años más recientes. El máximo observado para Cu en esta estación se midió en ostra en otoño de 1999, 99,7 mg kg^{-1}.

Las concentraciones de **mercurio** observadas en los muestreos más recientes están próximas o son inferiores a los límites de detección, que han ido variando a lo largo del periodo de estudio. Además, en ningún caso se han superado el límite legal, 0,5 mg kg^{-1}. Sin embargo, en el 44% de los casos se ha superado la norma de calidad ambiental establecida (20 µg kg^{-1}, valor que, tal y como se ha explicado en el tomo 1 de introducción y métodos, se ha considerado muy bajo para su aplicación en la costa vasca).

En otoño de 2012 el **níquel** presenta una concentración de 0,14 mg kg^{-1}, uno de los valores más bajos observados a lo largo del periodo de estudio, mientras que el máximo se observa en primavera de 1997 (2,52 mg kg^{-1}).

Para el **plomo**, en otoño de 2012 (0,03 mg kg^{-1}) se observa una de las concentraciones más bajas de las obtenidas a lo largo del periodo de estudio en esta estación. El límite legal para consumo (1,5 mg kg^{-1}) se ha superado en primavera y otoño de 1996 (1,70 mg kg^{-1} y 1,51 mg kg^{-1}, respectivamente) y en otoño de 2004 (1,91 mg kg^{-1}).

En cuanto al **zinc**, la concentración en otoño de 2012 (25 mg kg^{-1}) es una de las más bajas de las observadas en esta estación, mientras que el máximo se midió en ostra en otoño de 1999, 1131 mg kg^{-1}.

La concentración de **plata** se comenzó a medir en los moluscos en la campaña de 2007, con un valor de 0,01 mg kg^{-1}; en 2012 la concentración (0,002 mg kg^{-1}) es superior al límite de detección correspondiente (0,001 mg kg^{-1}).

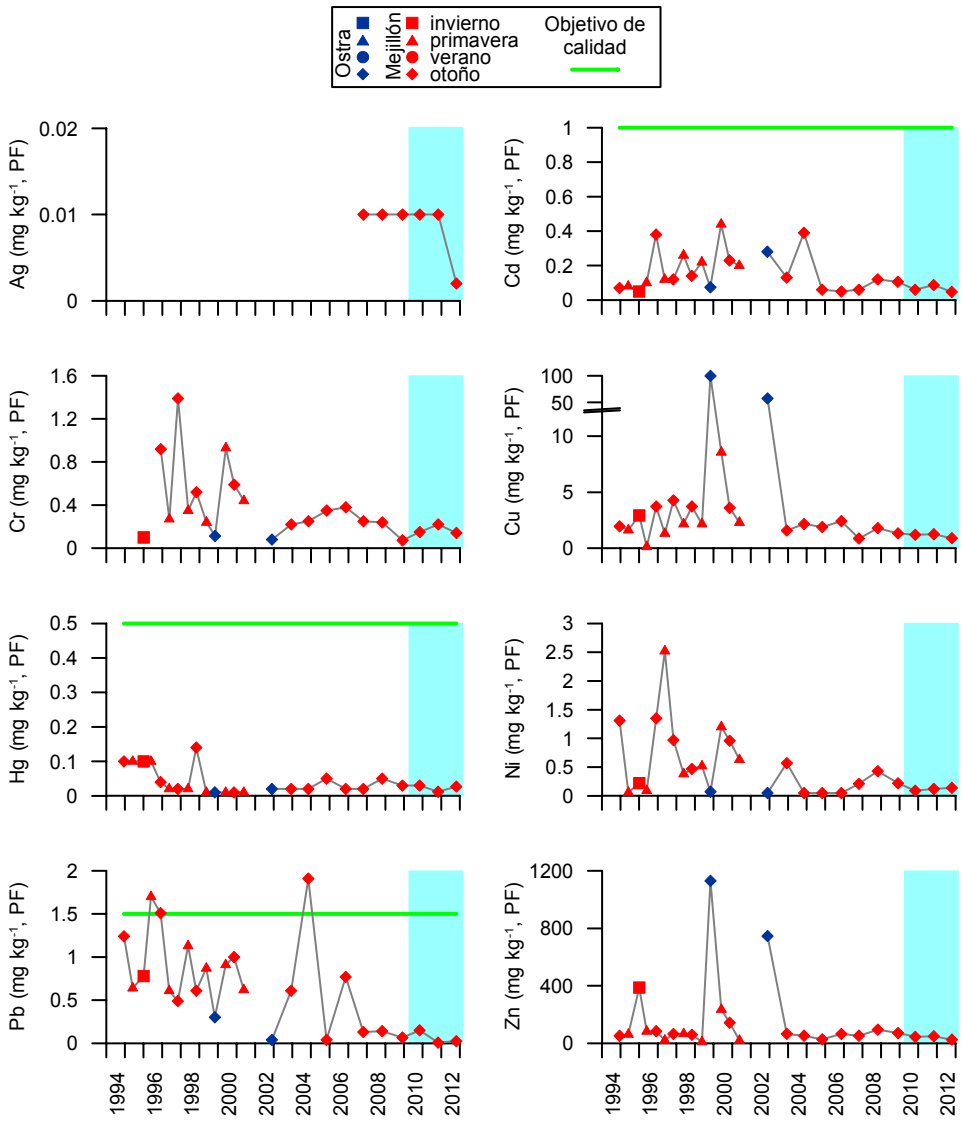


Figura 225 Evolución de la concentración de metales en moluscos (mg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-A10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2012).

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.

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-A10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2012).

En el caso de los policlorobifenilos (**PCBs**) se han sumado las concentraciones de 6 de los 7 congéneres analizados (congéneres 28, 53, 101, 138, 153 y 180), con objeto de poder compararlas con el límite establecido para consumo. En 2012 la concentración de PCBs (7 µg kg^{-1}) ha disminuido con respecto a la observada en 2011 (35 µg kg^{-1}). Estas concentraciones, al igual que el resto de las encontradas a lo largo del periodo de estudio, no superan el objetivo de calidad considerado, el límite máximo permitido para consumo de moluscos bivalvos (75 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 los años más recientes es frecuente la presencia de alguno de estos congéneres en concentraciones ligeramente superiores al límite de detección, aunque no en 2012. Desde 1994 el valor máximo se midió en primavera de 1995 (17 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 ha observado en otoño de 2009 (4,9 µg kg^{-1}).

Las concentraciones de **HCB** a lo largo del periodo de estudio rara vez han superado en límite de detección. Así, las concentraciones de HCB en el estuario del Artibai

están alejadas del valor límite establecido para este compuesto, 10 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*., 2003). El sumatorio de (10) **PAHs** muestra una tendencia ascendente hasta 2006 (423 µg kg^{-1}) y desde entonces la concentración decrece discontinuamente hasta 2012 (14 µg kg^{-1}). Una tendencia similar se observa para Σ4PAH y para el benzo(a)pireno, para los que hay establecidos límites máximo para consumo (30 µg kg^{-1} y 5 µg kg^{-1}, respectivamente), que han sido superados desde 2005 hasta 2009 para Σ4PAH, y en otoño de 2005, 2008 y 2009 para benzo(a)pireno.

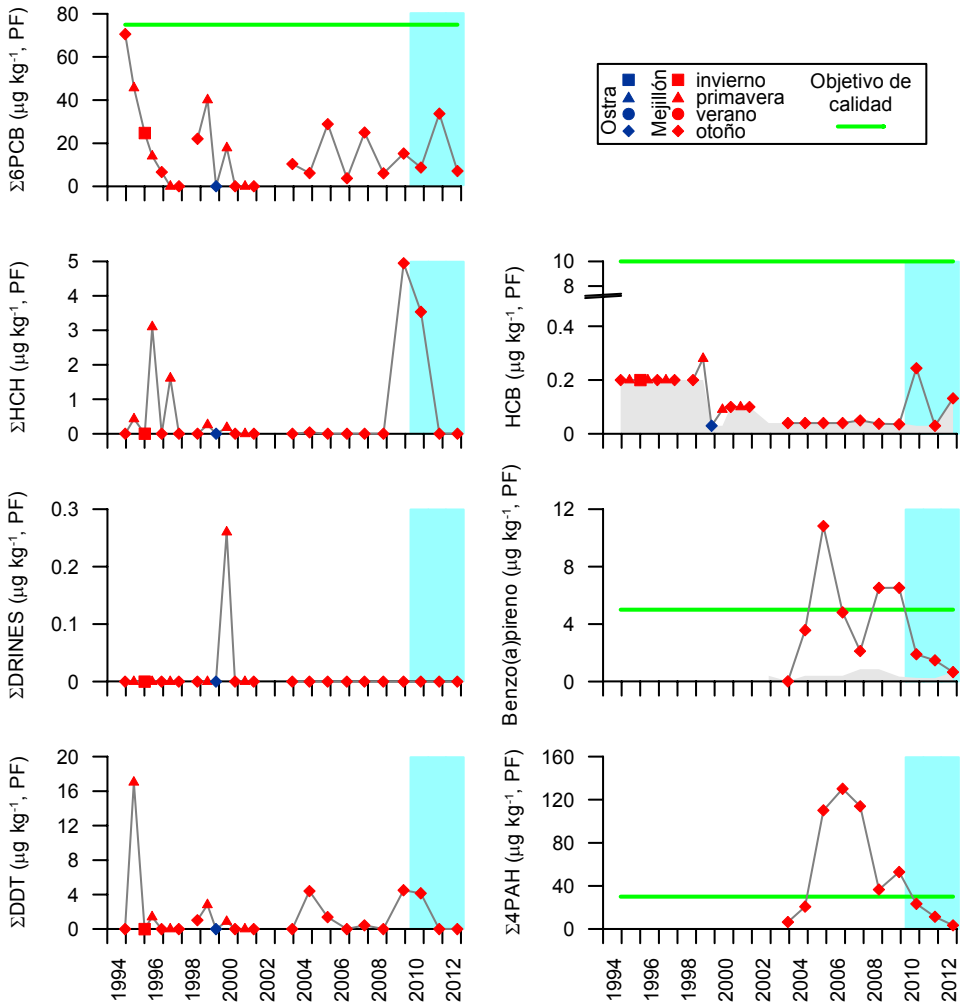


Figura 226 Evolución de la concentración de compuestos orgánicos en moluscos (mg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-A10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2012).

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

En base a la concentración *E. coli* en la muestra tomada en otoño de 2012, la calificación sería de Zona tipo C, (recolección permitida, pero es necesaria la reinstalación durante un periodo prolongado), según el Reglamento (CE) nº 854/2004.

Para la clasificación de la contaminación de los metales pesados se han tenido en cuenta los niveles de fondo para el País Vasco (Solaun *et al*., 2013) 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 2012 en los moluscos recolectados en esta estación 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 esta estación no están contaminados por compuestos orgánicos, con la excepción de Σ4PAHs y benzo(a)pireno que alcanzan, en algunos muestreos previos, valores relativamente elevados. Sin embargo, en 2012 los niveles de PAHs no superan los límites establecidos para consumo.

9.5 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 y algo menos en 2009. Además, en 2010 se dragó en la parte externa del estuario y en el puerto, por lo que hemos calificado la situación para este indicador en 2012 como **'Deficiente'.** Además, 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

TOMO 10 MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL DEBA

Pasaia, junio de 2013

ÍNDICE

TOMO 10 MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL DEBA 277

10.1 Resumen estado. Deba 279

10.2 Estaciones de muestreo 282

10.3 Indicadores biológicos 283

10.3.1 Macroinvertebrados bentónicos 283

10.3.2 Fauna ictiológica 285

10.3.3 Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton 289

10.3.4 Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas 291

10.4 Indicadores Fisicoquímicos 298

10.4.1 Caracterización físico-química en aguas 298

10.4.2 Caracterización físico-química en sedimentos 302

10.4.3 Caracterización físico-química en biota (moluscos) 307

10.5 Indicadores hidromorfológicos 310

10.1 RESUMEN ESTADO. DEBA

La masa de agua de transición del Deba en la campaña 2012 no alcanza el buen estado puesto que aunque alcanza el buen estado químico y el estado ecológico se diagnostica como moderado (Tabla 193 y Figura 227).

Esta situación de incumplimiento de objetivos medioambientales es relativamente estable en los últimos cinco años analizados (Tabla 192), marcada por un incumplimiento de objetivos en cuanto a estado ecológico.

Año	2008	2009	2010	2011	2012
ESTADO ECOLÓGICO	4	4	4	4	3
ESTADO QUÍMICO	2	2	2	2	2
ESTADO	3	3	3	3	3

Tabla 192 Evolución del periodo 2008-2012. Masa de agua del Deba. (Claves: *estado ecológico*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde), moderado (3- amarillo), deficiente (4- naranja) y malo (5- rojo). *Estado químico:* bueno (2- azul) y no alcanza el buen estado (3- rojo). *Estado*: bueno (2- azul) y peor que bueno (3-rojo)

COD_ESTACION	ESTACION	MACROINVERTEBRADOS	FAUNA ICTIOLOGICA	FITOPLANCTON	MACROALGAS	BIOLOGICO	CONDICIONES GENERALES	SUSTANCIAS PREFERENTES	ECOLOGICO	QUIMICO	ESTADO
E-D5	Deba (campo de fútbol) (Deba)	2	3	1	3	3	2	2	3	2	3
E-D10	DEBA (PUENTE) (DEBA)	2	2	1	3	3	2	1	3	2	3
	Deba Transicion	2	3	1	3	3	2	1	3	2	3

Tabla 193 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado en la masa de agua del Deba en 2012. (Claves: *Macroinvertebrados, fauna ictiológica fitoplancton macroalgas, estado biológico, condiciones generales y estado ecológico*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde), moderado (3- amarillo), deficiente (4- naranja) y malo (5- rojo). *Sustancias preferentes*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde)), y no alcanza el buen estado (3- rojo). *Estado químico:* bueno (2- azul), y no alcanza el buen estado (3- rojo).*Estado*: bueno (2- azul) y peor que bueno (3-rojo).

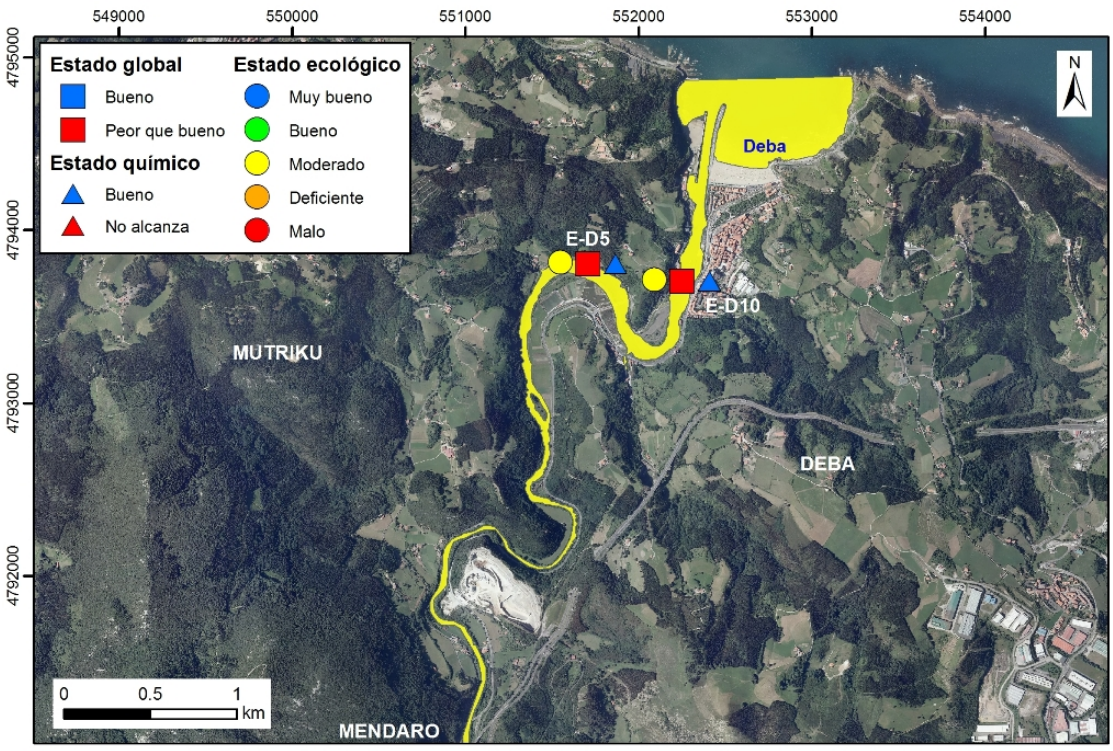


Figura 227 Calificación del Estado Ecológico, estado químico y global de las estaciones en la masa de agua del Deba (y estado ecológico para la masa de agua), en 2012.

Desde que se realizó en 2004 el estudio de presiones e impactos en esta Masa de agua lo más destacable, en cuanto a presiones, ha sido que se han desviado vertidos a la depuradora que vierte al mar, además en la cuenca alta se han hecho actuaciones para reducir los vertidos de sustancias prioritarias.

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 provocará 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 totalmente, ni tampoco han sido retirados los pivotes de cemento ni otros materiales propios de la obra.

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 2012 ambas estaciones se han clasificado en estado biológico moderado (Tabla 176). Esto se debe fundamentalmente al estado de las algas y peces, muestreados en 2012.

En relación con las condiciones fisicoquímicas generales, en 2012, la masa de agua Deba se puede calificar como **'Buena'** en E-D10 y en E-D5. No se observan tendencias estadísticamente significativas en ambas estaciones para todo el periodo de tiempo controlado, sin embargo, en la estación E-D5 sí se observa un empeoramiento entre 2002 y 2006 que posteriormente se estabiliza en condiciones consideradas como de buen estado (Figura 228).

En cuanto a los objetivos de calidad físico-química generales los valores medios de todas las variables medidas en 2012, indican que se cumplen objetivos en ambas estaciones cumplen para todas las variables controladas, excepto la E-D10 para el nitrato.

La evaluación de las sustancias preferentes implica que la masa alcanza el buen estado, siendo bueno para la estación E-D5 y muy bueno para la estación E-D10 (Tabla 194).

La evaluación del estado químico a partir de las sustancias prioritarias determinadas en 2012 (acorde a Directiva 2008/105/CE) indica que en esta masa de agua, de forma global, alcanza un buen estado químico (Tabla 195), lo que se ha dado desde 2005. En 2004 no alcanzó el buen estado químico por presencia de Níquel (Tabla 196).

Hay que hacer notar que el río Deba ha ido mejorando en la calidad, como se observa también en la evolución en el estuario de los metales pesados en aguas, con niveles que tienden a decrecer, especialmente los referidos a los tratamientos de superficies metálicas (níquel, cromo, zinc, etc.). Así, en 2010-2012 el estado químico ha mejorado ligeramente y el estado físico-químico ha mejorado en ambas estaciones estuáricas. Esto se ha traducido en una mejora en algunos elementos biológicos, 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 más que en función de presiones humanas.

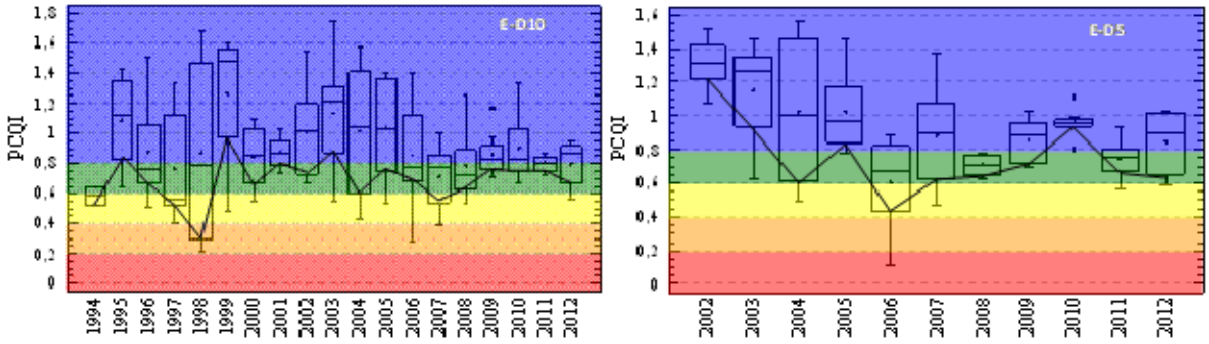


Figura 228 Box and Whisker Plot de la evolución del índice de calidad del estado físico-químico (PCQI) entre 1994 y 2012 de las estaciones de muestreo E-D10 y E-D5 de la masa de agua de transición del Deba. La línea negra representa la evolución anual del percentil 25 del PCQI. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Aceptable; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC (µg l^{-1})	E-D5	E-D10	Global
Zinc	Concentración promedio	60 µg l^{-1}	1-2 µg l^{-1}	37,8 µg l^{-1}	19,6 µg l^{-1}	Muy Bueno
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	
Cobre	Concentración promedio	25 µg l^{-1}	1-2 µg l^{-1}	5,9 µg l^{-1}	2 µg l^{-1}	Bueno
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		100%	0%	
Estado Físico-Químico (Contaminantes específicos)				Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno

Tabla 194 Evaluación del Estado Físico- Químico (contaminantes específicos).

Sustancia	Criterio	Objetivo (µg l^{-1})	LC (µg l^{-1})	E-D5	E-D10	Global
Benzo(b)fluoranteno+Benzo(k)fluoranteno	NCA-MA	0,03	0,0005-0,01	<LC	<LC	Cumple
Benzo(g,h,i)perileno+Indeno(1,2,3-cd)pireno	NCA-MA	0,002	0,0005-0,01	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-MA	0,1	0,01	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-CMA	0,4	0,01	<LC	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-MA	0,1	0,01	<LC	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA	1	0,01	<LC	<LC	Cumple
Naftaleno	NCA-MA	1,2	0,05	<LC	<LC	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-MA	0,05	0,01	<LC	<LC	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-CMA	0,1	0,01	<LC	<LC	Cumple
Cadmio	NCA-MA	0,2	0,02-0,05	0,26	0,06	Cumple
Cadmio	NCA-CMA	0,45	0,02-0,05	0,26	0,24	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-MA	7,2	1-2	<LC	<LC	Cumple
Mercurio y sus compuestos	NCA-MA	0,05	0,01	<LC	<LC	Cumple
Mercurio y sus compuestos	NCA-CMA	0,07	0,01	<LC	<LC	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-MA	20	1-2	7,6	3,63	Cumple
Estado Químico				No alcanza	Bueno	Bueno

Tabla 195 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua del Deba en 2012. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible.

Año	Estado Químico	Sustancias que superan NCA
2004	No alcanza buen estado	Ni
2005	Bueno	-
2006	Bueno	-
2007	Bueno	-
2008	Bueno	-
2009	Bueno	-
2010	Bueno	-
2011	Bueno	-
2012	Bueno	-

Tabla 196 Estado químico de la masa de agua de transición Deba en los años 2004-2012.

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, 2006, 2009 y 2012 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 (Tabla 197, Figura 229).

Estación	Estación	UTMX	UTMY	Tipo estación
E-D10	Deba (puente) (Deba)	552250	4793702	Estuarios
E-D5	Deba (campo de fútbol) (Deba)	551706	4793803	
I-D10	Mutriku (playa) (Deba)	552482	4794604	Estuarios (Moluscos)
ADE	Deba (Arrastre zona exterior estuario)	552356	4794102	Estuarios (Vida piscícola)
ADI	Deba (Arrastre zona interior estuario)	551899	4793574	
ADM	Deba (Arrastre zona media estuario)	552208	4793493	
M-ED1	Deba Zona 01. Estuario Macroalgas	552306	4794228	Estuarios (Macroalgas)
M-ED2	Deba Zona 02. Estuario Macroalgas	552334	4793956	
M-ED3	Deba Zona 03. Estuario Macroalgas	552250	4793655	
M-ED4	Deba Zona 04. Estuario Macroalgas	552206	4793459	
M-ED5	Deba Zona 05. Estuario Macroalgas	552154	4793317	
M-ED6	Deba Zona 06. Estuario Macroalgas	551902	4793574	
M-ED7	Deba Zona 07. Estuario Macroalgas	551437	4793695	

Tabla 197 Estaciones de muestreo en el estuario del Deba.

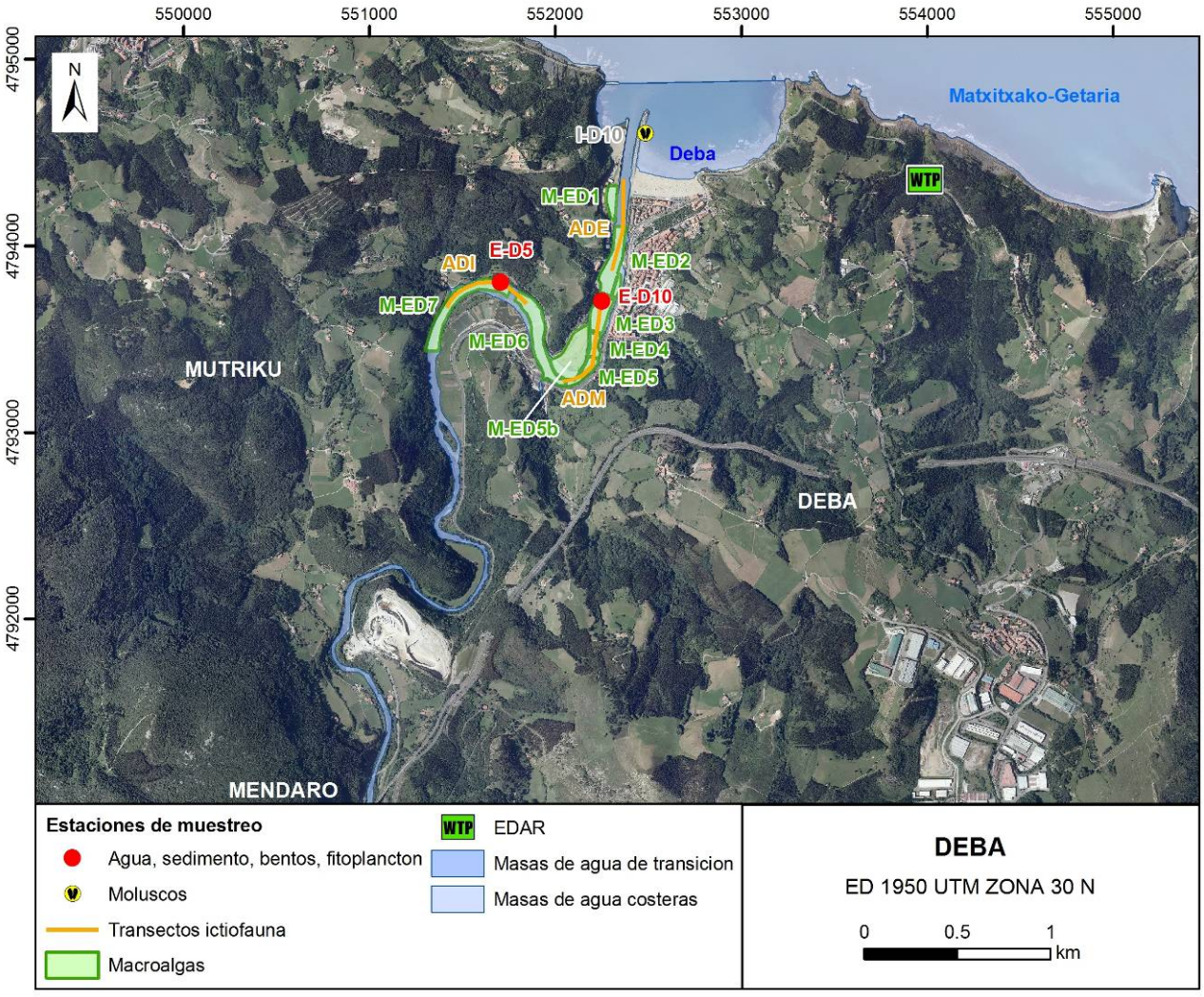


Figura 229 Ubicación de estaciones en la masa de agua del Deba.

10.3 INDICADORES BIOLÓGICOS

10.3.1 MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

Los parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Deba, en invierno de 2012 pueden verse en la Tabla 198.

PARÁMETRO	UNIDAD	ESTACIÓN	
		E-D5	E-D10
Densidad	nº·m^{-2}	481	49
Biomasa	g·m^{-2}	0,62	0,33
Riqueza	nº	6	7
Diversidad número	bit·ind^{-1}	1,00	2,48
Diversidad biomasa	bit·g^{-1}	1,67	0,89
Equitabilidad número		0,39	0,88
Equitabilidad biomasa		0,65	0,32
Diversidad máxima	bits	2,58	2,81
AMBI		3,15	4,04
Clasificación AMBI		Alteración Ligera	Alteración Moderada

Tabla 198 Parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Deba.

La estación E-D5, la más interna de las muestreadas en la masa de agua de transición del Deba, presenta un sedimento rico en limos (54%) y arenas (46%), con un contenido en materia orgánica moderado (4,3%).

Presenta una biocenosis compuesta por especies de macroinvertebrados bentónicos habituales en la mayoría de las estaciones muestreadas en los estuarios de la CAPV, aunque faltan algunas de las más características.

Entre los *taxa* identificados, caben destacar por sus densidades el isópodo *Cyathura carinata* (395 ind·m^{-2}), el molusco bivalvo *Scrobicularia plana* (36 ind·m^{-2}) y las larvas de dípteros (33 ind·m^{-2}).

La riqueza específica es baja (6 *taxa*), hecho habitual en la estación, en la que el promedio de riqueza para el seguimiento es de tan sólo 7 *taxa*.

La densidad estimada para la estación en las diferentes campañas realizadas es muy variable. Así, para la presente campaña de 2012 se ha estimado una densidad relativamente baja (481 ind·m^{-2}). La mínima del seguimiento se registró en 2010 (100 ind·m^{-2}) y la máxima (4.187 ind·m^{-2}), en 2005 (Figura 230). La biomasa calculada para la presente campaña de 2012 también es baja (0,6 g·m^{-2}), aportada, en su mayor parte, por el bivalvo *S. plana* (0,3 g·m^{-2}).

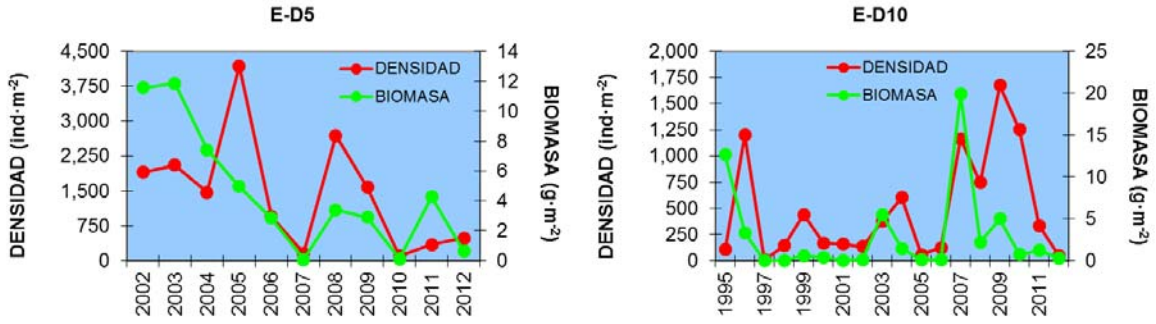


Figura 230 Evolución de la densidad y biomasa en las estaciones E-D5 y E-D10 (Deba).

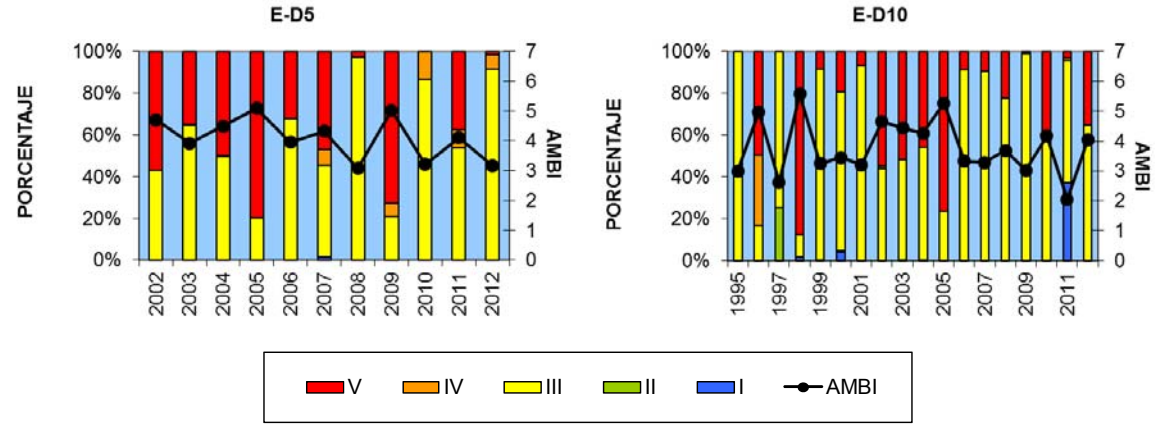


Figura 231 Evolución del porcentaje de cada grupo ecológico y de AMBI en las estaciones E-D5 y E-D10 del Deba.

La diversidad para las abundancias es muy baja (1,00 bit·ind^{-1}) debido a la fuerte dominancia de *C. carinata* (82% de los efectivos de la estación). La mínima se determinó en la campaña de 2008 (0,40 bit·ind^{-1}); la máxima, en 2010 (2,39 bit·ind^{-1}).

La estación presenta alteración ligera (Tabla 198), con un valor de AMBI de 3,2. Se observa una muy ligera tendencia global discontinua de mejora desde el inicio del seguimiento en esta estación en 2002 (Figura 231).

La estación E-D10 del estuario del Deba, se sitúa en una localización más próxima a la desembocadura. Los sedimentos de esta estación están dominados por arenas (96%). El contenido en materia orgánica es de 3,5%.

En la estación E-D10 vuelven a estar presentes muchas de las especies más representativas de la comunidad reducida de *Macoma*, aunque siguen faltando algunas de ellas. La biocenosis de esta estación ha estado generalmente dominada por *Streblospio shrubsolii* (1997, 1999, 2000 y 2001), *Hediste diversicolor* (1995, 2004, 2006, 2007, 2008 y 2009) y el grupo de los oligoquetos (1998, 2002, 2003, 2005 y 2010). En 2012 la comunidad vuelve a estar dominada por *S. shrubsolii* (27% de los individuos identificados), junto con *H. diversicolor* (12 ind·m^{-2}) y *Capitella capitata* (9 ind·m^{-2}).

Tanto la densidad (49 ind·m^{-2} en 2012; mínima en 1997, 5 ind.m^{-2}; máxima en 2009, 1.676 ind·m^{-2}), como la biomasa (0,3 g·m^{-2}), son bajas para la estación (Figura 230). La riqueza específica (7 *taxa* en 2012) presenta baja variabilidad temporal durante el periodo de seguimiento. La diversidad para las abundancias presenta generalmente valores bajos, con un importante incremento en 2012 (diversidad, 2,48 bit·ind^{-1}; equitabilidad, 0,88), debido a la relativamente buena distribución de la densidad entre las diferentes especies.

En términos de AMBI, la estación presenta alteración moderada (Tabla 198). Durante los años más recientes, y hasta la campaña de 2010, dominaban las especies adscritas a los grupos ecológicos III y V (Figura 231), con densidades relativas variables, lo cual hacía que los valores de AMBI fluctuaran entre 2,6 y 5,6. Además, de forma global, en el periodo 2006-2010 se observaba una ligera mejoría, con respecto a los años anteriores. La pasada campaña de 2011, dicha mejoría se confirmó, con un aumento importante de las especies sensibles a la alteración al medio, que pasaron a representar hasta un 37% de la comunidad, lo que permitió un importante descenso de AMBI. En cambio, en la presente campaña de 2012 no se ha encontrado ningún individuo que pueda asignares al grupo ecológico I y vuelven a destacar las especies tolerantes y los oportunistas de primer orden, lo que provoca un nuevo incremento del valor de AMBI a niveles similares a los de la campaña de 2010. Sería interesante comprobar si en un futuro próximo vuelven a aparecer especies sensibles (lo que indicaría que la zona muestra una evolución positiva), o si, por el contrario, se mantienen una estructura similar a la de 2010 y 2012, lo que indicaría la presencia de una comunidad estable.

En cuanto a la evaluación del estado ecológico del compartimiento de los macroinvertebrados bentónicos a partir de los valores de M-AMBI, la estación E-D5 presenta Buen Estado (Figura 232), con una tendencia temporal positiva, aunque discontinua. De esta manera, los valores de M-AMBI han pasado de 0,40 (Estado Aceptable) al comienzo del seguimiento en 2002 hasta 0,57 en la presente campaña. Aunque, los últimos años se produce una pequeña recesión en la calidad, de un EQR de 0,78 en 2010 (correspondiente a Muy Buen Estado, aunque en el límite con el Buen Estado) a 0,57, como ya se ha comentado, se sigue manteniendo una tendencia positiva global para el seguimiento en su conjunto.

Del mismo modo, también la estación **E-D10** presenta **Buen Estad**o (Figura 232) con una evolución temporal bastante irregular, donde situaciones de mejora se alternan con situaciones de empeoramiento. Así, en las campañas más recientes el estado ecológico ha ido variando entre Aceptable y Muy Bueno. De esta manera, entre 2005 y 2007 se observa un fuerte incremento de los valores de M-AMBI (de 0,38 a 0,71), al que le sigue un ligero retroceso hasta 0,56 en 2009, una aparente mejoría en 2010 y 2011, y un nuevo retroceso en la presente campaña de 2012.

Tal y como se ha comentado en informes anteriores, esta evolución de "dientes de sierra" puede tener relación con la puesta en marcha y finalización de diversas intervenciones en la zona, tales como procesos de saneamiento, obras de regeneración así como las obras del puente de la variante de Deba.

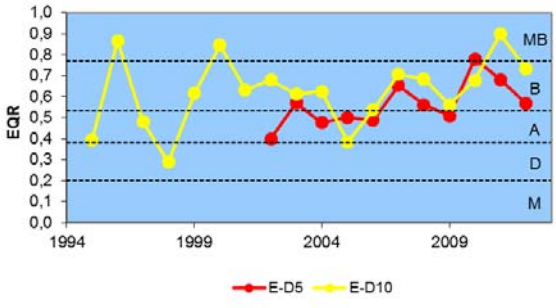


Figura 232 Evolución de M-AMBI para las estaciones de la masa de agua de transición del Deba.

10.3.2 FAUNA ICTIOLÓGICA

Las estaciones o transectos muestreados para la evaluación de fauna demersal en la campaña de campo de 2012 se pueden ver en la Figura 229. En este estuario existen datos del año 2003 y 2006 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.,* 2007), datos pertenecientes a 1996 (Franco *et al.,* 1996) y datos anteriores pertenecientes a los años 1987 y 1988 (San Vicente *et al*., 1988). Sin embargo, los transectos estudiados y la metodología empleada por estos últimos no son equiparables al empleado actualmente.

En la campaña realizada en 2012 fueron recogidos un total de trece taxones (seis peces y siete 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. El total de especies identificadas en 2003, 2006 y 2009 fue de nueve: cuatro peces y cinco crustáceos en 2003; tres peces y seis crustáceos en 2006 y 2009 (Figura 233). A su vez, en el estudio de 1996 fueron identificadas ocho (cuatro crustáceos y cuatro peces).

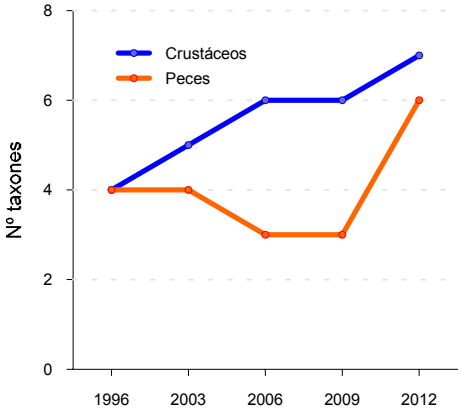


Figura 233 Número de taxones de peces y crustáceos identificados en los muestreos realizados en la masa de agua de transición del Deba.

En la Tabla 199 se muestran los taxones capturados en cada uno de los tramos muestreados (exterior (ADE), medio (ADM), interior (ADI)) en el año 2012. En el muestreo de otoño de 2012 han sido identificadas por primera vez *Upogebia pusilla* (grillo de fango) y *Diplodus annularis* (raspallón y tres especies del género *Palaemon*. No obstante, de cara a estudios de evolución, las quisquillas del género *Palaemon* identificadas seguirán siendo consideradas como *Palaemon* sp..

El número de taxones distribuidos por todo el estuario ha ido decreciendo de forma progresiva: tres en 1996 y 2003, dos en 2006 y uno en 2009 y 2012. *Pomatoschistus* sp. (cabuxino) entre los años 2003 y 2009; *Carcinus maenas* (cangrejo verde) en 1996, 2003 y 2006; *Palaemon* sp. (quisquilla común) solo en 2003 y 2012, y *Crangon crangon* (quisquilla gris) en 1996.

TAXONES	ADE	ADM	ADI
CRUSTÁCEOS			
Cangrejo verde - *Carcinus maenas*	x	x	
Quisquilla gris - *Crangon crangon*	x	x	
Cangrejo araña – Macropodia rostrata	x		
Can. cuadrado - *Pachygrapsus marmoratus*		x	
Quisquilla común - *Palaemon sp.*	x	x	x
Cangrejo araña – *Pisa tetraodon*			x
Grillo de fango – *Upogebia pusilla*		x	
PECES			
Anguila - *Anguilla anguilla*	x		
Raspallón - *Diplodus annularis*	x		
Sargo - *Diplodus sargus*	x	x	
Chaparrudo- *Gobius niger*	x	x	
Cabuxino - *Pomatoschistus sp.*		x	
Lenguado común – *Solea solea*	x		

Tabla 199 Taxones capturados en cada uno de los tramos muestreados de la masa de agua de transición del Deba (exterior (ADE), medio (ADM), interior (ADI)) en 2012.

En la Tabla 200 son presentadas las abundancias y densidades de cada una de las especies capturadas por estación. Las mayores capturas han sido realizadas en la estación exterior (ADE) y las mínimas en la interior (ADI).

Con objeto de definir la estructura de la comunidad, la Tabla 201 recoge el valor de algunos parámetros estructurales (riqueza, riqueza de peces, nº de individuos total y de peces, densidad y diversidad) medidos en las distintas estaciones de la masa de agua de transición del Deba entre 2003 y 2012. En general, en la campaña de 2012 la estación exterior (ADE) presenta los valores más altos en todos los parámetros y, por el contrario, la estación interna (ADI) los valores más bajos; es decir, se aprecia un gradiente decreciente desde el exterior hacia el interior del estuario en todos los parámetros estructurales.

Respecto a la comparación con los valores registrados años anteriores, se aprecia una ligera mejoría respecto a 2009 en la estación exterior y la estación media, obteniendo además los valores de riqueza total y riqueza de peces, densidad y diversidad más altos de toda la serie de datos. La estación interior muestra un progresivo descenso de todos los valores, obteniendo el año 2012 los peores resultados de toda la serie de datos.

TAXONES	Estación ADE		Estación ADM		Estación ADI	
	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*	5	48.99	3	60.00		
Quisquilla gris - *Crangon crangon*	9	180.00	1	20.00		
Cangrejo araña – Macropodia rostrata	1	20.00				
Can. cuadrado - *Pachygrapsus marmoratus*			4	34.64		
Quisquilla común - *Palaemon sp.*	25	213.54	19	380.00	1	20.00
Cangrejo araña – *Pisa tetraodon*					1	20.00
Grillo de fango – *Upogebia pusilla*			1	20.00		
Anguila - *Anguilla anguilla*	1	20.00				
Raspallón - *Diplodus annularis*	15	300.00				
Sargo - *Diplodus sargus*	2	40.00	3	60.00		
Chaparrudo- *Gobius niger*	4	80.00	1	20.00		
Cabuxino - *Pomatoschistus sp.*			1	20.00		

Tabla 200 Abundancia (nº de individuos) y densidad (individuos por hectárea) de los taxones identificados en cada uno de las estaciones de la masa de agua de transición del Deba (ADE tramo exterior, ADM tramo medio, ADI tramo interior).

Estación	ADE				ADM				ADI			
Par. estructurales	2003	2006	2019	2012	2003	2006	2019	2012	2003	2006	2019	2012
Riqueza	7	6	7	9	5	6	3	8	5	3	4	2
Riqueza Peces	3	2	3	5	1	2	2	3	2	1	1	0
Nº de individuos	94	26	14	71	94	70	4	33	83	45	13	2
Nº de individuos peces	71	15	8	31	60	42	2	5	50	39	8	0
Densidad	569.6	266.2	191.7	948.3	607.7	432.1	80.0	614.6	567.1	302.6	240.0	40.0
Diversidad	1.29	1.99	2.55	2.58	1.45	1.68	1.50	2.07	1.73	0.68	1.55	1.00

Tabla 201 Parámetros estructurales, abundancia (nº de individuos) y densidad (individuos por hectárea) medidos en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Deba (ADE tramo exterior, ADM tramo medio, ADI tramo interior).

La variación de los parámetros estructurales de la riqueza de peces y riqueza de crustáceos a lo largo de los últimos 16 años en cada uno de los tramos muestreados se muestra en la Figura 234, el número de individuos en la Figura 235 y la diversidad en la Figura 236. En estas figuras se incluye además la información correspondiente al estudio realizado en 1996 para la Diputación Foral de Gipuzkoa (Franco et al., 1997). Los valores obtenidos dicho año vienen a confirmar las tendencias mostradas en los estudios realizados para la Red de Seguimiento del Estado Ecológico de las aguas de transición de la CAPV entre los años 2003-2012.

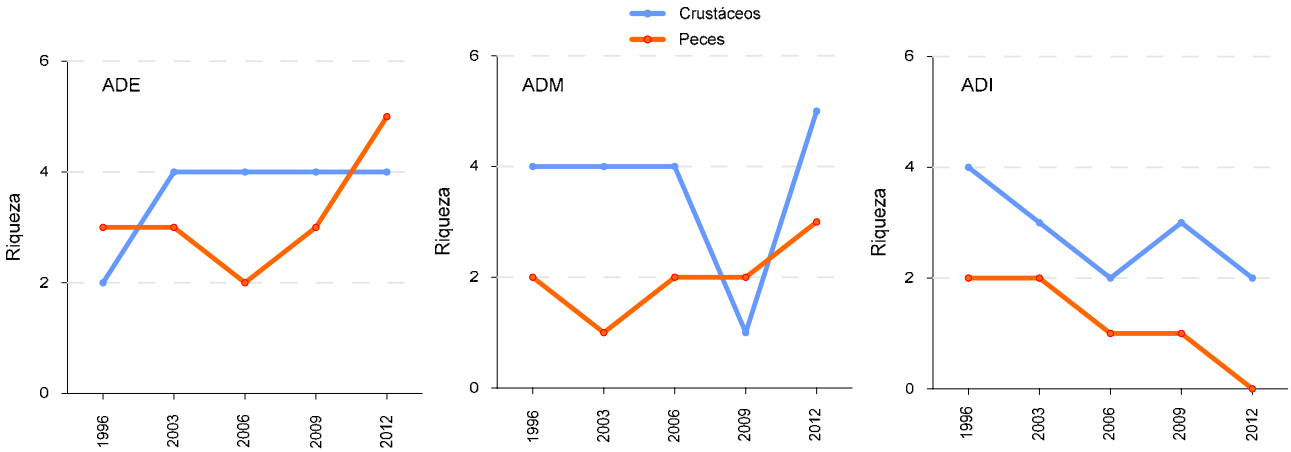


Figura 234 Evolución temporal de la riqueza de peces y crustáceos identificados en las estaciones ADE (exterior), medio (ADM) e interior (ADI) en la masa de agua de transición del Deba. Se muestran los registros correspondientes a los estudios realizados para la Diputación Foral de Gipuzkoa (Franco et. al, 1997) y a la Red de Seguimiento del Estado Ecológico de las aguas de transición de la CAPV (2004, 2007, 2010).

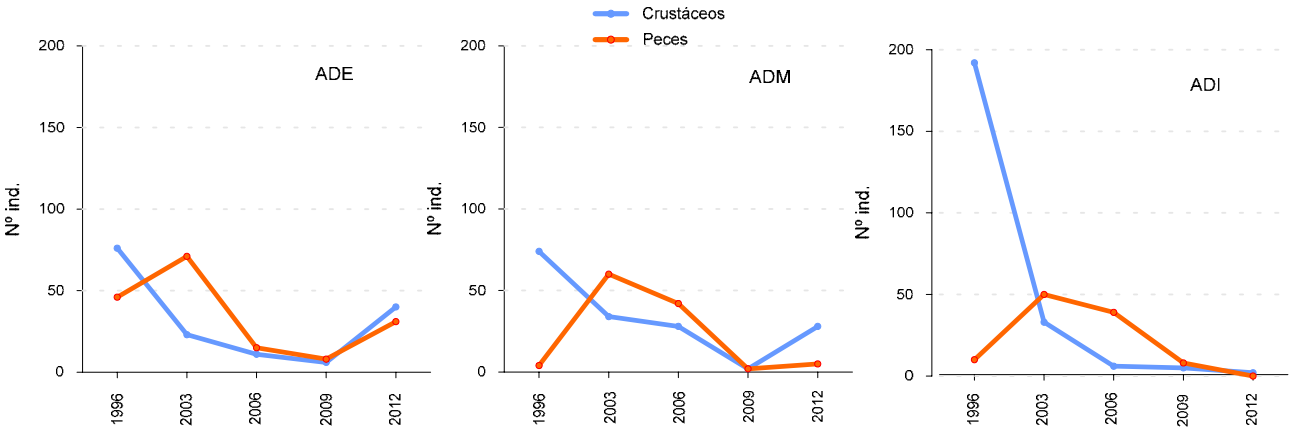


Figura 235 Evolución temporal de la abundancia de peces y crustáceos identificados en las estaciones ADE (exterior), medio (ADM) e interior (ADI) en la masa de agua de transición del Deba. Se muestran los registros correspondientes a los estudios realizados para la Diputación Foral de Gipuzkoa (1996) y a la Red de Seguimiento del Estado Ecológico de las aguas de transición de la CAPV (2004, 2007, 2010).

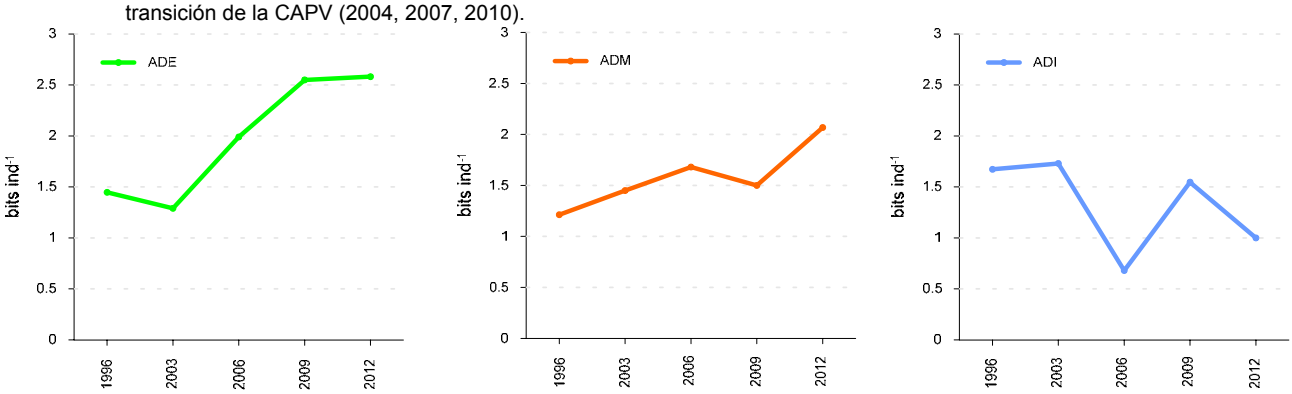


Figura 236 Evolución temporal de la diversidad en las estaciones ADE (exterior), medio (ADM) e interior (ADI) en la masa de agua de transición del Deba. Se muestran los registros correspondientes a los estudios realizados para la Diputación Foral de Gipuzkoa (1996) y a la Red de Seguimiento del Estado Ecológico de las aguas de transición de la CAPV (2004, 2007, 2010).

Respecto a la tendencia temporal y espacial de la calidad biológica asociada a fauna demersal, se han utilizado los datos obtenidos en las campañas realizadas en 2003, 2006 y 2009 para la "*Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la comunidad autónoma del País Vasco*" (Borja *et al.*, 2004; 2007; 2010) y los obtenidos en la campaña de campo efectuada en el estudio similar realizado para la Diputación Foral de Gipuzkoa (Franco *et al.*, 1996), lo que permite establecer una comparación.

En la Tabla 202 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 indicador de la presencia de peces planos en la parte externa y media del estuario. El indicador número de especies residentes alcanza el valor máximo en la estación externa y un valor medio en el resto (Tabla 202).

En cuanto a la composición trófica, esta 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 1:1).

Estación/año	ADE				ADM				ADI			
Parámetros	2003	2006	2009	2012	2003	2006	2009	2012	2003	2006	2009	2012
Riqueza	3	3	3	3	3	3	1	3	3	1	3	1
Especies introducidas	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Esp. Indicadoras contaminación	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Salud piscícola	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Peces planos	1	3	5	5	1	1	5	1	1	1	1	1
Omnívoros	3	3	3	3	3	3	3	1	3	5	3	1
Piscívoros	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Especies residentes (nº)	5	3	5	3	3	5	3	5	3	3	3	3
Especies residentes (%)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PUNTUACIÓN	29	29	33	31	27	29	29	27	27	27	27	23
AFI	0,56	0,56	0,67	0,61	0,50	0,56	0,56	0,50	0,50	0,50	0,50	0,39
CALIDAD BIOLÓGICA	B	B	B	B	A	B	B	A	A	A	A	A

Tabla 202 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): ≥ 0,78; Bueno (B): 0,55-0,78; Aceptable (A): 0,34-0,55; Deficiente (D): 0,17-0,34; Malo (M): ≤ 0,17. Interna (ADI), media (ADM) y externa (ADE). AFI: AZTI's Fish Index.

En la Figura 237 se resume cómo ha variado la calidad biológica del estuario del Deba entre los años 1996, 2003, 2006 y 2009. El estado de la calidad biológica piscícola alcanzado en 2009 fue de **'Aceptable'** en el tramo interior del estuario y de **'Bueno'** en el tramo medio (límite con bueno) e externo. En términos de tendencias, se aprecia cómo la calidad biológica disminuye hacia el interior del estuario. El único tramo que mejora su calificación respecto a años anteriores fue el tramo exterior; en el resto la calidad se mantiene.

La Figura 238 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.

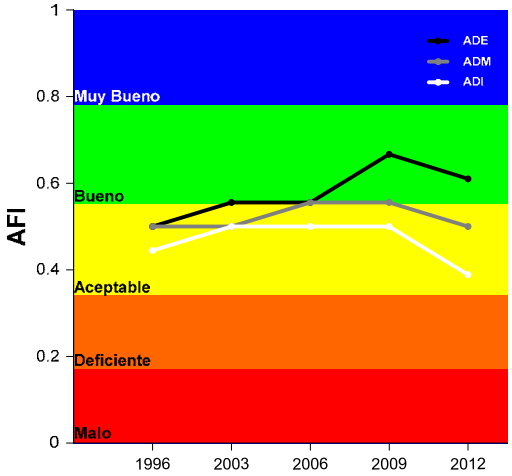


Figura 237 Valores de la calidad biológica obtenidos para cada estación entre los años 1996 y 2009. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): ≥0,78; Bueno (B): 0,55-0,78; Aceptable (A): 0,34-0,55; Deficiente (D): 0,17-0,34; Malo (M): ≤ 0,17. Interior (ADI), medio (ADM) y exterior (ADE). AFI: AZTI's Fish Index.

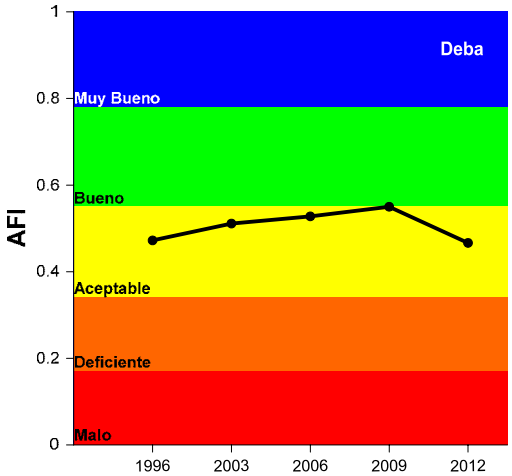


Figura 238 Valores de la calidad biológica obtenidos en la masa de transición del Deba entre los años 1996 y 2009. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): ≥ 0,78; Bueno (B): 0,55-0,78; Aceptable (A): 0,34-0,55; Deficiente (D): 0,17-0,34; Malo (M): ≤ 0,17. AFI: AZTI's Fish Index.

10.3.3 VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO. FITOPLANCTON

Al igual que en anteriores informes, el fitoplancton en la masa de agua de transición del Deba se evalúa con los datos de los últimos seis años, en base a dos métricas: el percentil 90 de la clorofila y el porcentaje de blooms. El estado global del fitoplancton se calcula promediando los EQRs de ambos indicadores (véase tomo de metodología).

En la Figura 239 se muestra el valor de la métrica calculada con los datos de clorofila "a" de los últimos seis años. En la cabecera (E-D5) su valor es 6,16 µg l^{-1} (n=48) y en la desembocadura (E-D10) es 3,25 µg l^{-1} (n=48). Ambos valores no superan el límite de 8 µg l^{-1}, fijado entre las clases de estado superiores, para las aguas de carácter oligo-, meso- o polihalino de los estuarios del Cantábrico. Por lo tanto, las dos estaciones presentan un estado "Muy bueno" en cuanto a la clorofila.

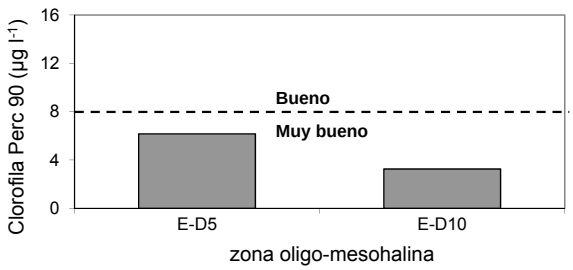


Figura 239 Percentil 90 de la concentración de clorofila en el estuario del Deba. Los datos utilizados han sido los de superficie, pleamar y bajamar, de las cuatro épocas del año, desde 2007 hasta 2012.

Además, no se han detectado floraciones fitoplanctónicas en los últimos seis años. Por ello, el estado en ambas estaciones de muestreo es "Muy bueno" según el indicador basado en la abundancia fitoplanctónica (Figura 240).



Figura 240 Frecuencia de floraciones fitoplanctónicas (%) en el estuario del Deba. Los datos utilizados corresponden a superficie, pleamar, en primavera y verano, desde 2007 hasta 2012.

Tras realizar la integración de los dos indicadores, como se indica en la Tabla 203, el estado global del fitoplancton para el periodo 2007-2012 se clasifica como "Muy bueno" en las dos estaciones de muestreo.

ESTACIÓN	EQR_1 Biomasa	EQR_2 Floraciones	Estado y EQR Global
E-D5	0,865	1,000	Muy bueno (0,933)
E-D10	1,000	1,000	**Muy bueno (1,000)**

Tabla 203 Estuario del Deba. Calificación del estado del fitoplancton para cada estación de muestreo durante el periodo 2007-2012. Se muestran los EQRs parciales de cada indicador y el EQR global.

Finalmente, en la Tabla 204 se muestra la evolución a lo largo de periodos móviles de seis años. El estado del fitoplancton en la masa de agua de transición del Deba se clasifica como "Muy bueno" en toda la serie temporal.

El EQR global manifiesta además una tendencia de aumento, entre aproximadamente 0,86 y 0,96 (Tabla 204). Dicha tendencia se debe a una progresiva reducción en el porcentaje de floraciones en la estación de cabecera (datos no mostrados). No obstante, esta tendencia hay que tomarla con precaución, ya que no hay datos de abundancia fitoplanctónica en esa zona (estación de grado II) para los años 2004, 2005 y 2007, con lo cual la precisión de las evaluaciones es menor para los primeros periodos de estudio.

	03-08	04-09	05-10	06-11	07-12
Deba	MB (0,860)	MB (0,865)	MB (0,910)	MB (0,955)	MB (0,964)
E-D5	B	B	MB	MB	MB
E-D10	MB	MB	MB	MB	MB

Tabla 204 Evolución temporal del estado del fitoplancton en el estuario del Deba, a lo largo de periodos móviles de seis años. Se indica entre paréntesis la evolución del EQR del fitoplancton.

CLOROFILA

Esta variable se midió en la cabecera (E-D5) y en la zona inferior (E-D10), sólo en superficie. Considerando todos los muestreos (pleamar y bajamar; en cuatro ocasiones a lo largo del año) se obtuvieron 16 datos.

Como puede verse en la Figura 241, la salinidad varió de 0,2 a 30,7 USP. Salvo en verano, los valores de salinidad fueron bajos, lo que indica una gran influencia de los aportes de agua dulce en este estuario. La concentración de clorofila varío entre 0,4 y 9,0 µg l^{-1}. En comparación con el resto de los estuarios de la costa vasca, el del Deba se encontró en un nivel medio-bajo. Por ejemplo, en el Urumea (estuario también de tipo 8, esto es, con zonas intermareales y dominado por el río) se registró un pico de aproximadamente 30 µg l^{-1}.

Los valores máximos de clorofila en el Deba se midieron en otoño en las muestras de bajamar (Figura

241). Las dos estaciones mostraron un nivel muy similar de clorofila y la salinidad en dichas muestras fue inferior o cercana a 1 USP. Esto indica que las comunidades de fitoplancton podrían haber sido de origen fluvial en dicha campaña. En verano, sin embargo, la variación de la clorofila estuvo inversamente relacionada con la salinidad del agua y siguió un gradiente de aumento hacia la zona interior del estuario. Así, en verano las concentraciones más altas de clorofila se midieron en la estación E-D5 (6 y 7 µg l^{-1}) con salinidad de 15 y 21 USP.

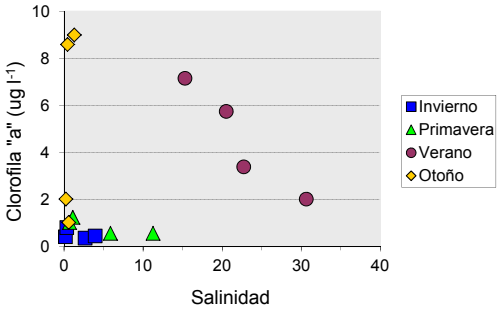


Figura 241 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino del estuario del Deba en las cuatro épocas de estudio durante 2012. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

No es frecuente encontrar altas concentraciones de clorofila en el estuario del Deba ya que, debido a su pequeño tamaño, este estuario presenta un corto tiempo de residencia del agua, del orden de horas (Borja *et al*., 2006). Esta situación puede cambiar en las épocas de baja descarga fluvial (más habituales en verano). Cuando disminuye el caudal fluvial, en la zona superior del estuario se produce una acumulación del fitoplancton. Por ejemplo, en verano se han llegado a registrar en la estación E-D5 concentraciones de 99 y 25 µg l^{-1} en los años 2004 y 2005, respectivamente. Por otra parte, en verano de 2012 los máximos de amonio (19 µM) y fosfato (7 µM) medidos en la zona de cabecera indicaron una desviación moderada respecto a las condiciones de referencia de dichos nutrientes, según los criterios de Bald (2005). Esto pone de manifiesto que, aunque se han hecho mejoras en el saneamiento, el estuario presenta todavía una presión moderada (Revilla et al., 2011).

Para estudiar la tendencia a largo plazo de la clorofila se ha calculado el valor del percentil 90 para periodos móviles de seis años (Figura 242).

Como puede apreciarse en la Figura 242, en la zona superior del estuario del Deba, estación E-D5 (oligohalina), el percentil 90 de la clorofila tiende a aumentar levemente, desde 4 µg l^{-1} en la primera mitad de la década del 2000, hasta 6 µg l^{-1}, a finales de la misma. En la estación E-D10 (mesohalina), situada en la parte exterior del estuario, se aprecian algunas oscilaciones. Al comienzo de la serie (periodo 1995-2000) el percentil estaba en aproximadamente 3 µg l^{-1} y fue en ascenso hasta mediados de la década del 2000, situándose entonces en unos 5 µg l^{-1}. A partir de entonces y hasta el último periodo de estudio, la clorofila observa un ligero descenso, situándose actualmente en aproximadamente 3 µg l^{-1}.

En el resto de los estuarios del País Vasco, en aguas de carácter oligo-, meso- o polihalino el percentil 90 de la clorofila normalmente no supera los 8 µg l^{-1}. Por lo tanto, los valores del Deba están dentro del rango normal.

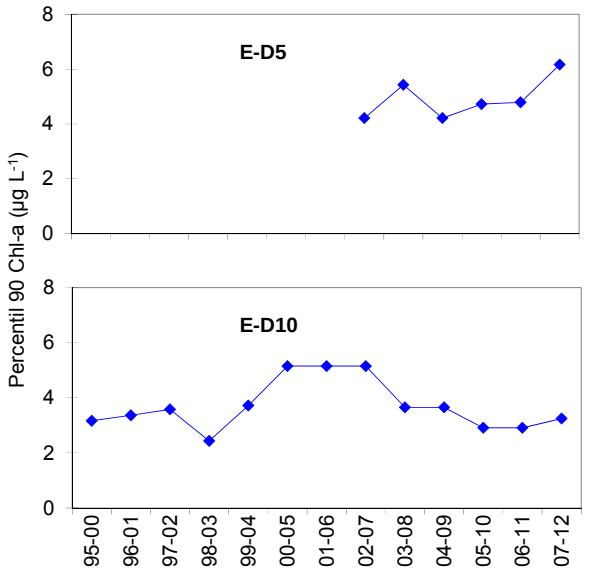


Figura 242 Evolución de la concentración de clorofila en el estuario del Deba. Se muestra el percentil 90 calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, para periodos móviles de seis años.

Las oscilaciones registradas en la clorofila en la zona inferior del estuario del Deba (estación E-D10) también se han observado en otros estuarios del País Vasco, con mayor o menor intensidad (véase capítulo sobre el estuario del Butroe). Estas zonas, por su localización, son generalmente las que tienen menor influencia antrópica dentro de los estuarios, desde el punto de vista de la eutrofización, estando sometidas a una mayor advección mareal y ocupadas en pleamar por comunidades fitoplanctónicas de la costa. Por lo tanto, los cambios observados en la clorofila en la zona inferior del Deba podrían estar ligados a cambios en las condiciones océano-meteorológicas a mayor escala espacial (factores como: insolación, turbiedad, aporte de nutrientes mediado por la pluviosidad y el caudal fluvial, estratificación frente a mezcla vertical, balance afloramiento-hundimiento, etc.). Estos procesos naturales se ha visto que tienen una

influencia importante sobre la clorofila en la plataforma costera del País Vasco (Revilla et al., 2012).

COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DEL FITOPLANCTON

En la Tabla 205 se muestran los resultados de la abundancia, riqueza y diversidad fitoplanctónica en primavera y verano, para la zona superior (E-D5) e inferior (E-D10) del estuario.

Estación	E-D5	E-D10
Fecha	15/05/2012	15/05/2012
Abund. (x10^3 céls. l^{-1})	416	404
Diversidad (bit/cel)	0,7	2,1
Riqueza (Nº especies)	5	9
Estación	E-D5	E-D10
Fecha	10/09/2012	10/09/2012
Abund. (x10^3 céls. l^{-1})	998	880
Diversidad (bit/cel)	3,6	3,1
Riqueza (Nº especies)	16	24

Tabla 205 Índices relacionados con Fitoplancton. Estuario del Deba. Los datos son de superficie, en pleamar.

La abundancia total del fitoplancton varió muy poco, entre aproximadamente 400.000 y 1.000.000 células l^{-1}. No se registraron floraciones fitoplanctónicas en este estuario en las muestras estudiadas. Estos valores de densidad fitoplanctónica se encontraron entre los más bajos de los estuarios vascos, del mismo orden que los del Oria y el Urumea.

La riqueza o número de especies aumentó considerablemente en verano, para ambas zonas del estuario.

En primavera, coincidiendo con una salinidad baja a lo largo de todo el estuario (<15 USP), se observó una elevada proporción de diatomeas pennales (70-90% de la abundancia total). Éstas posiblemente fueran de origen bentónico y habrían alcanzado la columna de agua debido a la resuspensión del sedimento.

En verano, como ya se ha comentado en el apartado anterior, la clorofila mostró sus valores máximos, coincidiendo con una salinidad más alta. En esta situación de calma atmosférica y baja descarga fluvial, la abundancia fitoplanctónica duplicó a la de las muestras de primavera. En ambas zonas del estuario los dinoflagelados aportaron un alto porcentaje a la abundancia total (20-36%). En la cabecera destacó *Kryptoperidinium foliaceum* (potencialmente nocivo para los ecosistemas) y en la zona inferior *Heterocapsa triquetra*. En ambas zonas se contaron también en abundancia relativamente alta criptofitas (*Plagioselmis* spp. y *Hemiselmis* spp.), dinoflagelados gymnonidiales y otras formas de pequeño tamaño que no fue posible identificar. Por otra parte, en la zona superior del estuario las diatomeas de pequeño tamaño (pennales y centrales) constituyeron el 35% de la abundancia celular, mientras que en la zona inferior sólo el 5%.

10.3.4 VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO. MACROALGAS

Para su estudio la masa de agua se dividió en 8 zonas tanto en 2003, como en 2006, 2009 y 2012, numeradas del 1 al 7 desde la desembocadura al interior (Figura 229). La zona 5b corresponde a una nueva zona intermareal recuperada, que no estaba en el estudio realizado en 2003. Las zonas se han nombrado siguiendo una nomenclatura parecida al resto de estaciones: M de "macroalgas", E de "estuario" y D de "Deba", seguido del número (ej. M-ED2). Estas 8 zonas representan dos tramos del estuario, que se pueden adscribir a las estaciones E-D10 (zonas 1 a 4) y E-D5 (zonas 5 a 7), desde la desembocadura al interior.

En la presente campaña de 2012, la calificación es de 'Estado Aceptable' tanto para el tramo exterior de la masa de agua (de M-ED1 a M-ED4), como para el tramo más interior (de M-ED5 a M-ED7), Tabla 206. Por tanto, se aprecia una recuperación en la calidad de las comunidades de macrófitos en el tramo interior del estuario, que pasa de 'Estado Deficiente' en 2009 a 'Estado Aceptable' en 2012.

La mejora detectada se debe, sobre todo, a una cobertura menor de algas indicadoras de contaminación y a un menor ratio de algas verdes respecto a la cobertura vegetal total en la zona más interior (M-ED7).

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 a la de las campañas previas (salvo la de 2006, en que se encontraba en Estado Deficiente, por encontrarse ambos tramos salinos en este mismo estado).

En la Tabla 207 se muestran los índices de cobertura de cada especie de macroalgas para cada una de las zonas estudiadas.

INDICADORES	M-ED1	M-ED2	M-ED3	M-ED4	M-ED5	M-ED5b	M-ED6	M-ED7
1- Riqueza	3	3	3	3	3	3	1	3
3- Cobertura indicadores contaminación	5	3	3	5	3	3	5	5
4- Cobertura media algas sin indic contamin.	1	3	3	1	1	1	1	3
5- Ratio verdes/resto	1	1	1	3	1	1	1	3
SUMA=	10	10	10	12	8	8	8	14
CALIFICACIÓN AREA=	A	A	A	A	D	D	D	B
EQUIVALENCIA=	6,00	6,00	6,00	6,00	4,00	4,00	4,00	8,00
SUPERFICIE DE LA ZONA=	8.000	2.910	5.850	600	5.520	11.800	21.280	17.670
PORCENTAJE SOBRE EL TRAMO=	0,46	0,17	0,34	0,03	0,10	0,21	0,38	0,31
VALOR GLOBAL=	2,76	1,01	2,02	0,21	0,39	0,84	1,51	2,51
EQUIVALENCIA TRAMO=	6,0				5,3			
CALIFICACIÓN TRAMO=	A				A			
ESTACIÓN RED ASIGNADA=	E-D10				E-D5			

Tabla 206 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 2012.

ZONAS	M-ED1		M-ED2		M-ED3		M-ED4		M-ED5		M-ED5b		M-ED6		M-ED7	
Superficie (m^2)	8.000		2.910		5.850		600		5.520		11.800		21.280		17.670	
Área ocupada por macroalgas (m^2)	1.600		1.500		4.100		60		1.400		2.800		3.700		3.800	
Índice	IC	ID	IC	ID	IC	ID	IC	ID	IC	ID	IC	ID	IC	ID	IC	ID
XANTHOPHYCEAE																
Vaucheria sp.	4	2									5	3				
CLOROPHYCEAE																
Filamentosas	6	4	7	5	6	5	4	2	6	4	6	4	6	4	6	4
Laminares									6	4	6	4				
RHODOPHYCEAE																
Chondracanthus acicularis			4	4	4	3	4	2								
Catenella caespitosa	2	2			2	2										
PHAEOPHYCEAE																
Fucus ceranoides	2	2	2	2	2	2										
ANGIOSPERMAE																
Bolboschoenus maritimus															6	2
Total Cobertura Algal (%)	20		52		70		10		25		24		17		22	

Tabla 207 Especies de macrófitas identificadas en cada una de las zonas estudiadas en la Masa de Agua de Transición del Deba el 7 de junio de 2012. Se representan: Índice de Cobertura (IC), Índice de Distribución (ID) (ver escalas en el Tomo 1), la cobertura total de la estación y la superficie ocupada.

ZONA M-ED1

En la margen izquierda se desarrolla una plataforma intermareal que se extiende más allá de la pared derruida. En su zona central, *Vaucheria* sp, poco a poco, está colonizando los fangos intermareales, con una cobertura del 1% (inferior a 2009). La parte rocosa de la zona, que supone el 20% de la superficie total de la plataforma, presenta una cobertura de clorofíceas filamentosas del género *Ulva* del 90%. En general, las características de esta zona son similares a las de campañas anteriores (Fotos 1-2009 y 2-2012). Al igual que en 2009, en dos zonas concretas, se observaron algunas matas muy pequeñas de *Fucus ceranoides* (Foto 3-2012). En zonas sombrías de algunas de las grandes rocas se aprecia la presencia dispersa de *Catenella caespitosa*.



ZONA M-ED2

En la margen izquierda, desde el puente hasta el pequeño promontorio que está frente a la rampa, el intermareal rocoso está formado por la pared de la carretera y algo de intermareal rocoso en algunas zonas. La longitud total es de 190 m, con una anchura media de 4 m, siendo la cobertura algal del 80%, de la que 90% corresponde a *Ulva* sp. (formas filamentosas). Por debajo, se desarrolla un cinturón de *Crassostrea gigas*, con *Chondracanthus acicularis* tapizando algunas conchas. En el promontorio se aprecian unas pequeñas matas de *F. ceranoides*, prácticamente reducidas a algunas grietas que forman las rocas. Desde aquí, hasta el comienzo de la zona M-ED1, a lo largo de 150 m de longitud, se desarrolla un cinturón de *Ulva* sp. de 3 m de anchura, con una cobertura del 90%. A la pared vertical le sigue un intermareal pedregoso de unos 5 m de anchura con apenas cobertura algal. En el promontorio situado frente a la rampa de la margen derecha se observan también matas muy pequeñas de *F. ceranoides* en algunas grietas. En general las características son similares a las de 2006 y 2009.

En la margen derecha, desde el puente hasta la entrada del puerto (Fotos 4-2009 y 5-2012), se extiende una pared vertical de unos 100 m, con cobertura vegetal hasta unos 4 m de altura, que presenta una zonación característica: parte superior de *Ulva* sp., con un cinturón de *C. gigas* y *Mytilus galloprovincialis*; y, por debajo, el poliqueto *Ficopomatus enigmaticus*. El alga *C. acicularis* tapiza esta franja, siendo la cobertura algal del 30%. Desde la entrada hasta la rampa (incluida), a lo largo de unos 90 m de longitud, se observa un cinturón de 3 m de anchura de características semejantes.

Desde el final de la rampa hasta el tubo colector, en una longitud de 100 m, se extiende una pared vertical como la del puerto que continúa en una pequeña escollera de unos 2,5 m de anchura, con una cobertura algal del 100%, de la que 85% corresponde a *Ulva* sp. y el 15% restante a una banda de rodofíceas compuesta principalmente por *C. acicularis*. Debajo, se desarrolla un cinturón de *C. gigas, M. galloprovincialis* y, debajo, *F. enigmaticus*, de características similares a las descritas en 2009. Al igual que en 2006 y 2009, no se ha encontrado mata alguna de *F. ceranoides,* que sí se encontraba presente en esta zona en 2003.



ZONA M-ED3

Desde la abertura del nuevo intermareal (barrio de Laranga) hasta el puente, en la margen izquierda abundan los pequeños embarcaderos, en un intermareal de 150 m de longitud, anchura media de 8 m y cobertura algal/pedregosa del 80% (algo mayor que en 2006), de la que el 100% son clorofíceas filamentosas. Estas características son similares a las descritas para 2009. Al igual que entonces y que en la campaña de 2006, no se ha encontrado ninguna mata de *F. ceranoides*, ni la banda de clorofíceas, que estaban presentes en 2003. La parte superior del intermareal está siendo colonizada por *Limonium vulgare* (matas sueltas) y *Juncus* sp. En general las características son similares a las de 2006 y 2009.

En la margen derecha, se distingue una gran plataforma intermareal pedregosa que está delimitada por el muro de la carretera. La pared vertical del muro tiene unos 190 m de longitud y anchura media de 3 m, con 80% de cobertura de algas filamentosas del género *Ulva*. Al igual que en 2009, se observan algunas matas, muy pequeñas, de *F. ceranoides* (Fotos 6-2009 y 7-2012). En la parte más baja del muro se observa una franja de *C. gigas* y, debajo, *F. enigmaticus* y el alga *C. acicularis* tapizando este cinturón. A este muro le sigue la plataforma intermareal pedregosa con una anchura media de 35 m y cobertura algal del 70%, de la que el 90% corresponde a *Ulva* sp. (formas filamentosas). En general, las características son similares a las de 2006 y 2009.



ZONA M-ED4

Desde la casa hasta la desembocadura del riachuelo en la margen derecha, justo antes del comienzo del casco urbano, la margen izquierda corresponde a la abertura del muro que inunda la nueva zona intermareal. La zona rocosa del intermareal ha desaparecido, y la zona fangosa está desprovista de macroalgas.

La margen derecha presenta muy poca cobertura algal. En su parte baja las rocas están cubiertas por *C. gigas*, cubiertas irregularmente por *C. acicularis*. Un poco antes de llegar al riachuelo, se observa una zona con cantos rodados cubiertos de clorofíceas filamentosas. En general las características son similares a las de 2006 y 2009.

ZONA M-ED5

Discurre desde la desembocadura del arroyo de Antzondo (fabrica DANOBAT) hasta la casa Maxpe, situada a la entrada de Deba. En la margen izquierda, desde el final de la plataforma que sigue a la granja de anátidas, se abre otra plataforma intermareal fangosa que llega frente a la casa con acceso a la ría (Maxpe). Tiene 100 m de longitud y anchura media de 30 m y cobertura pedregosa/algal del 55% (mayor que en 2009) de la que el 100% corresponde a *Ulva* sp. (formas filamentosas). En su parte superior se extiende una pequeña zona de unos 15 m de longitud y 2 m de anchura media (restos de un antiguo lezón caído) con presencia de *L. vulgare* con cobertura del 70%.

La cobertura sedimentaria de esta zona es menor que en 2009. En la mitad del lezón se encuentra una abertura de acceso a la nueva zona intermareal (M-ED5b). Presenta características similares a las de 2006 y 2009.

En la margen derecha, la zona intermareal está formada por la pared de la carretera y una pequeña franja intermareal de poca inclinación, con una anchura media de 4 m. La cobertura algal es del 60%, de la que el 90% corresponde a clorofíceas laminares del género *Ulva*. Presenta características similares a las de 2006 y 2009. En algunas zonas donde hay más fango, en la parte superior del intermareal se observan algunas matas de *L. vulgare* (en conjunto ocupan una longitud de unos 20 m).

ZONA M-ED5b

La nueva zona de influencia estuárica se extiende sobre 21.700 m^2, de los que 11.800 m^2 son intermareales. Presenta tres islotes: uno se sitúa en el centro de la zona y tiene una superficie de 2.600 m^2 y un perímetro de 250 m; otro, situado en el recodo del río, presenta una superficie de 3.700 m^2 y un perímetro de 320 m; el tercero se sitúa aguas abajo y tiene una superficie de 2.300 m^2 y un perímetro de 220 m.

El islote central presenta una banda intermareal pedregosa de 3 m de anchura media, con cobertura algal del 80%, de la que *Ulva* sp. (formas laminares) ocupa el 100%. A esta banda le sigue una plataforma intermareal fangosa sin cobertura algal.

La superficie del intermareal fangoso de esta zona es el 70% del total, al igual que en 2006 está totalmente desprovisto de algas (Fotos 8-2009 y 9-2012); el 30% restante corresponde al borde intermareal de unos 3 m de anchura, con cobertura algal del 70%, en el que se puede distinguir una banda continua de *L. vulgare* de unos 2 m de anchura. Por debajo de esta banda, en las zonas donde aflora la base pedregosa, ésta aparece tapizada por *Ulva* sp. (formas filamentosas) y, en menor medida, en zonas fangosas, por *Vaucheria* sp. Por detrás de *L. vulgare* se pueden observar ejemplares de *Juncus maritimus*, aunque sin formar una banda continua como ocurre con *L. vulgare*. También se observan matas sueltas de *Halimione portulacoides* y, en algunas zonas, matas sueltas de *Spergularia maritima* entre las de *L. vulgare*.

En la parte norte de la margen izquierda el sustrato está formado por bloques de piedra más grandes. En esta zona desaparece *L. vulgare* y, entre los bloques, se desarrollan plantas de *J. maritimus*. Sin embargo, en su parte final, cuando va a encontrarse con el canal principal, *L. vulgare* vuelve a aparecer formando un cinturón. En general las características son similares a las descritas en 2009, aunque se observa un mayor desarrollo de *L. vulgare* (en 2009 *L. vulgare* estaba más desarrollado que en 2006).



ZONA M-ED6

Esta zona se extiende entre el puente nuevo (final del gran islote de la zona M-ED7) hasta el recodo donde está la fábrica DANOBAT, en el barrio Artzabal.

En la margen izquierda, nada más pasar el puente nuevo, en el borde del intermareal se observa un cinturón de *L. vulgare* de unos 35 m de longitud. Frente a la casa-txabola con anátidas, el intermareal es rocoso, fangoso y de 3 m de anchura, con cobertura algal del 50%, de la que el 90% corresponde a *Ulva* sp. Estas características son similares a las descrita en 2009. Frente a la granja, la zona rocosa que en 2003 no existía y quedó al descubierto en 2006, se mantiene con las mismas características que en 2009 (longitud de 50 m, anchura de 20 m, y conectada con la plataforma intermareal pedregosa del recodo; cobertura algal del 95% correspondiente a *Ulva* sp.).

A esta zona le sigue una plataforma intermareal pedregosa que ocupa todo el recodo. Tiene una longitud de 100 m, anchura media de 35 m y cobertura algal del 80%, del que 90% corresponde a *Ulva* sp. Por encima de esta plataforma, y en una superficie de 200 m^2, hay una zona más terrestre con presencia, sobre todo, de *J. maritimus* y *L. vulgare*, con cobertura vegetal del 50%, del que *L. vulgare* representa el 50% y *J. maritimus* el 50%. La parte final de esta zona, en contacto con la zona M-ED5, es más fangosa. Presenta características similares a las de 2006 y 2009, aunque en 2012 la zona colonizada por *L. vulgare* (80 m de longitud, 15 m de anchura, cobertura del 10%) es mayor.

En la margen derecha, se desarrolla un intermareal blando, fangoso, que en su primera parte tiene unos 15 m de anchura. Presenta características similares a las de 2006, ya que la zona pedregosa que se observó en 2009 está cubierta por sedimento. En su segunda mitad, hasta Danobat, como en 2009, la anchura es menor (5 m), ya que se mantienen las características adquiridas como consecuencia del proceso erosivo que se observó en 2009.

De los dos pequeños islotes que se observaron en 2006 y 2009, el primero no se distingue de la plataforma fangosa. El segundo islote mantiene las características de 2009 (15 m de longitud y 5 m de anchura media, con cobertura algal del 90%, correspondiente a *Ulva* sp.).

ZONA M-ED7

Se extiende desde aguas arriba del campo de fútbol del Hamaikak Bat hasta el final del gran islote.

En la margen izquierda, el intermareal es estrecho, inclinado, de unos 250 m de longitud (hasta unas escaleras que se encuentran poco antes de llegar al recodo ocupado por un par de caseríos) y unos 2 m de anchura media. Las zonas fangosas tienen cobertura algal nula, y las rocosas, que ocupan aproximadamente el 30% de la superficie total, están tapizadas por *Ulva* sp. filamentosas (cobertura tenue, aunque ocupan el 95% de la superficie). Las características son similares a las descritas en 2006 y 2009.

Desde la escalera hasta el centro del meandro de los caseríos, el intermareal es inclinado, de unos 80 m de longitud y 2 m de anchura, fangoso, aunque con algunas

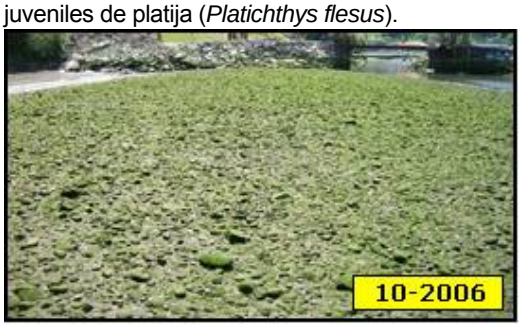
piedras (10% de la superficie total) cubiertas por *Ulva* sp. filamentosas (90% de cobertura). En el borde de este intermareal crece *B. maritimus*, formando una banda de unos 0,5 m de anchura media y 80% de cobertura media. Las características son similares a las de 2006 y 2009.

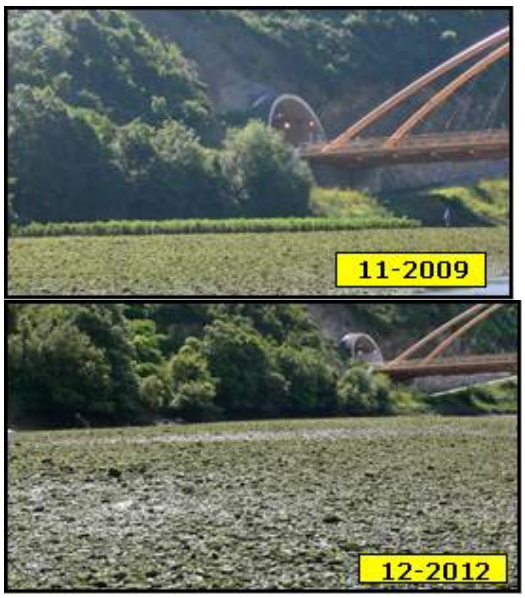
Desde los caseríos, en una longitud de unos 100 m, hasta el comienzo de un islote pedregoso, se extiende una zona intermareal de 2 m de anchura, inclinada, pero más pedregosa que hasta ahora. La cobertura pedregosa/algal es del 70% (mayor que en 2006), de la que el 90% corresponde a *Ulva* sp. El resto, es fango sin cobertura algal. Estas características son también similares a las descritas para 2009.

Desde el comienzo del islote hasta el nuevo puente, el intermareal tiene unos 300 m de longitud, anchura media de 2 m y cobertura rocosa/algal del 25%, de la que el 90% corresponde a *Ulva* sp. En su borde se observan manchas de *B. maritimus*, con un total de 10 m de longitud, anchura de 1 m y cobertura del 80%. Estas características son también similares a las de 2006 y 2009.

El primer islote pedregoso tiene una longitud de 40 m, anchura media de 20 m y cobertura algal del 95%, correspondiente a *Ulva* sp. Una vez más, las características son similares a las de 2006 y 2009.

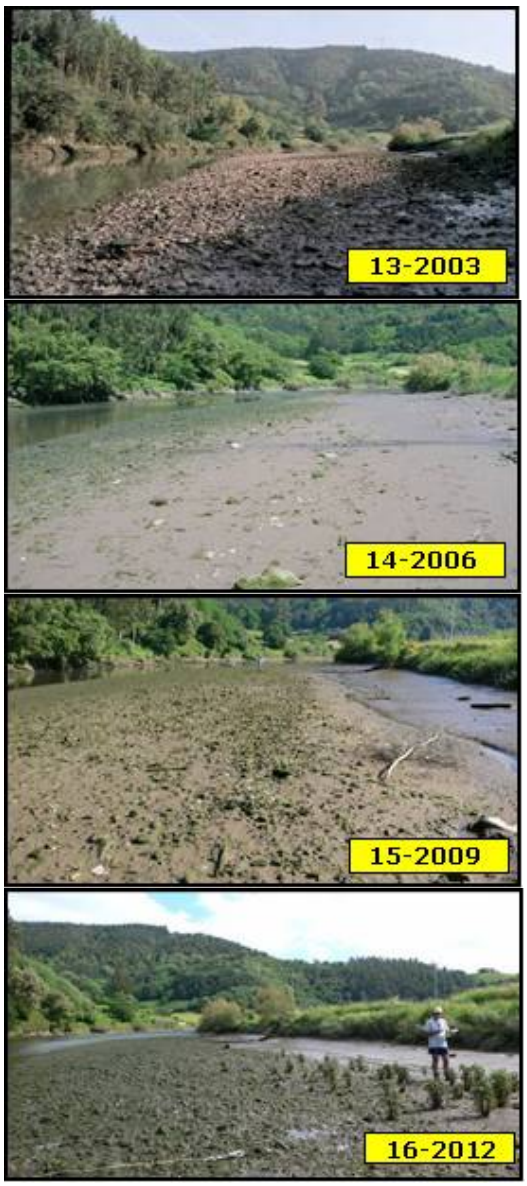
El segundo islote pedregoso, de mayor tamaño que el anterior, se extiende hasta el puente nuevo (Fotos 10-2006, 11-2009 y 12-2012). Tiene una longitud de 80 m y una anchura de 25 m. La cobertura algal, semejante a 2006 y 2009, es del 90%, de la que el 90% corresponde a *Ulva* sp. (matas más desarrolladas que en 2009). La gran diferencia respecto a campañas pasadas es que han desaparecido los ejemplares de *L. vulgare* que, desde 2006, se habían desarrollado en su parte central y más alta, y que en 2009 formaban una gran mancha (25m de longitud, anchura media de 7m y cobertura del 80%). Al igual que en 2009, en el agua se observan muchos juveniles de platija (*Platichthys flesus*).





En la margen derecha hay una plataforma intermareal pedregosa que a lo largo de los años presenta diferentes niveles de sedimentación. En 2006 estaba en vías de enfangamiento, mientras que en 2003 y 2009 la cantidad de fango y la superficie que ocupaba eran mucho menores. En 2012, su estado se asemeja más a la situación de 2003 y 2009, y la zona ocupada por el fango es netamente menor que en 2006 (Fotos 13-2003, 14-2006, 15-2009 y 16-2012). Tiene unos 50 m de longitud y 15 m de anchura media, siendo la cobertura algal del 85% (mayor que en 2006 y algo mayor que en 2009) de la que *Ulva* sp. (más desarrollada que en 2009) ocupa el 95%. Al igual que en 2006 y 2009, en su parte superior está totalmente cubierta de sedimento (arenoso-fangoso) donde se observan numerosos orificios del poliqueto *H. diversicolor*. En su borde superior hay una banda de *B. maritimus* (de características similares a las descritas en 2006 y 2009), de unos 25 m de longitud y anchura media de 1 m, con cobertura del 100%. Como en 2006 y 2009, no se observa ninguna mata de *F. ceranoides*.

En 2009 se detectó que la parte superior de la zona más aguas arriba de esta plataforma estaba siendo colonizada por especies de características más terrestres (*Atriplex* sp., *L. vulgare*). En 2012, *Atriplex* sp. ha desaparecido y únicamente queda *L. vulgare*, que ocupa una superficie notable. En la zona submareal se observan muchos ejemplares juveniles de platija (*P. flesus*).



Una vez terminada esta plataforma, y hasta la escalera de la margen izquierda, el intermareal se estrecha e inclina (30º), y pasa a presentar las siguientes características: unos 5 m de anchura, fangoso, desprovisto de cobertura algal y completamente cubierto por orificios de *H. diversicolor*. Está bordeado de *Tamarix gallica*. Presenta características similares a las descritas en 2006, aunque, en una zona, al intermareal fangoso le sigue una zona pedregosa que sería continuación de la plataforma anterior, de 20 m de longitud, 4 m de anchura y 70% de cobertura algal (mayor que en 2009; además las matas están más desarrolladas), correspondiente a *Ulva* sp.

Desde la escalera, en el recodo del campo de Errotazahar, y en una longitud de 100 m, el intermareal tiene una anchura media de 15 m, con sedimento fangoso-pedregoso y cobertura algal del 90% (superior a la de 2009), correspondiente a *Ulva* sp. (matas más desarrolladas que en 2009). Como en 2009, no hay presencia de *F. ceranoides*. El borde está cubierto por *T gallica*, como continuación de la zona anterior.

También, en una longitud de unos 30 m y con una anchura de 1,5 m, se desarrolla un cinturón de *B. maritimus* con una cobertura del 90% (esta franja es mayor que la de 2006 y semejante a la de 2009). Esta plataforma que había sufrido un gran cambio respecto a 2006 y otra vez había adquirido características semejantes a las de 2003, mantiene las características de 2009. En 2003 era una plataforma pedregosa en su mayor parte; en 2006 estaba casi totalmente cubierta de sedimento (arena principalmente); en 2009 otra vez volvía a ser una plataforma pedregosa y, por tanto, la cobertura algal fue mayor; en 2012, la superficie ocupada por el fango es menor que en 2009, por lo que la cobertura algal es mayor. Este cambio probablemente se debe a la finalización de las obras de construcción del nuevo puente (Fotos 17-2003, 18-2006, 19-2009 y 20-2012). En 2009, en la ribera se observó un pequeño talud formado por erosión que ahora, en 2012, se ha difuminado al quedar relleno de sedimento.





A este intermareal le sigue una nueva plataforma de 150 m de longitud y anchura media de 20 m, con cobertura algal/pedregosa del 70% (muy superior a la de 2006 y algo mayor que en 2009), de la que el 100% corresponde a *Ulva* sp. En el borde más terrestre de esta plataforma hay dos franjas de *B. maritimus* que en conjunto tienen unos 35 m de longitud, anchura de 1 m, y cobertura del 60%, acompañadas de *L. vulgare* y *Atriplex* sp. En 2009 se observó que esta plataforma había sufrido un gran cambio respecto a 2006 y presentaba unas características semejantes a las de 2003. En 2012, las características son semejantes a las de 2009, con cobertura algal algo mayor. También, en 2009 se detectó un gran proceso de erosión (de arena principalmente) como consecuencia de finalización de las obras del nuevo puente, que en 2012 aún se percibe, aunque el espacio erosionado está siendo rellenado por sedimento otra vez.

Desde aquí hasta el puente nuevo, se desarrolla un intermareal fangoso de unos 80 m de longitud y anchura media de 3 m, con cobertura algal nula. En su borde se distinguen *T. gallica* y *B. maritimus* (30 m de longitud, anchura de 1 m y cobertura del 70%). Estas características son similares a las descritas en 2006 y 2009.

10.4 INDICADORES FISICOQUÍMICOS

10.4.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA EN AGUAS

CONSIDERACIONES GENERALES

En la Tabla 208 se muestran los datos medios anuales, correspondientes a las campañas de 2012, 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).

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.

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. Las concentraciones de la mayoría de los 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.

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 (aproximadamente el 65-66% en el caso del nitrógeno y 58-60% en el caso del fósforo). Además, 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 Deba no se evidencia dicha situación en el año 2012.

Por otra parte, las situaciones con notable déficit de oxígeno observadas en años anteriores han desaparecido. Los valores de saturación de oxígeno varían entre 86 y 91%.

Variable	Unidad	E-D5-S	E-D5-F	E-D10-S	E-D10-F
Temperatura	°C	13,91	14,18	14,18	15,46
Salinidad	USP	4,87	11,56	9,89	26,43
Agua fluvial	%	86,32	67,54	72,23	25,76
Saturación O_2	%	91,21	86,21	89,36	85,91
pH		8,12	7,98	8,07	7,93
Silicato	µmol.dm^{-3}	82,14		73,45	
Amonio	µmol.dm^{-3}	14,43		13,67	
Nitrito	µmol.dm^{-3}	3,57		3,40	
Nitrato	µmol.dm^{-3}	121,48		108,21	
Nitrógeno Total	µmol.dm^{-3}	211,38		191,69	
Fosfato	µmol.dm^{-3}	3,73		2,98	
Fósforo Total	µmol.dm^{-3}	6,26		5,09	
Carbono O. Total	µmol.dm^{-3}	341,52		349,66	

Tabla 208 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-D5 se observa un aumento paulatino mientras que en la estación E-D10 se muestra una disminución de los casos en los que se dan valores muy altos (Figura 243).

El fosfato, muestra moderada covarianza con el NID, también con una elevada variabilidad intra- e inter-anual (Figura 243).

En la Figura 244 se muestra la evolución temporal del oxígeno disuelto en el estuario del Deba. 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 E-D10 situada en la desembocadura. La estación E-D5, muestra un aumento de la saturación de oxígeno desde el año 2001 al 2009. En los últimos años, se observa una elevada variabilidad intra-anual (Figura 244).

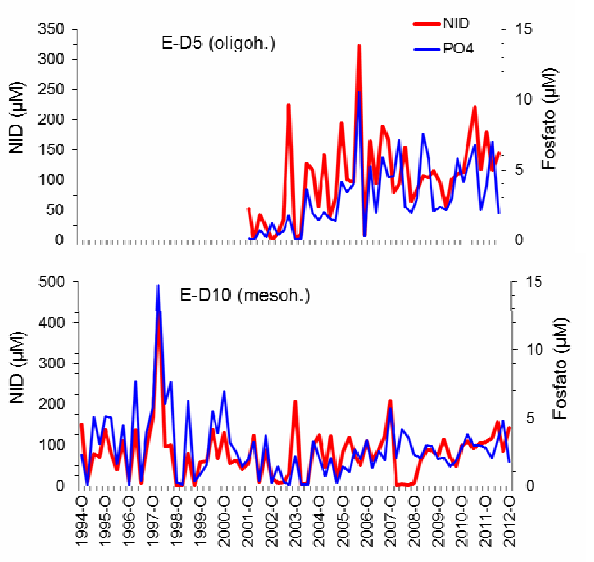


Figura 243 Evolución trimestral, entre otoño de 1994 y otoño de 2012, de la concentración de Nitrógeno Inorgánico Disuelto (NID) y fosfato, ambos en micromoles por litro, en aguas de superficie (media de pleamar y bajamar), en las estaciones E-D5 y E-D10.

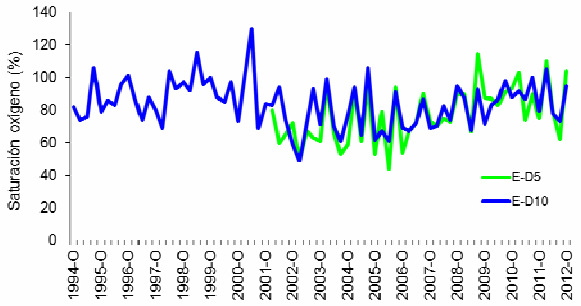


Figura 244 Evolución temporal del porcentaje de saturación de oxígeno disuelto en el estuario del Deba (estaciones E-D5 y E-D10), media de pleamar y bajamar, superficie y fondo.

METALES DISUELTOS

Las concentraciones de cromo (trivalente) y de mercurio en las aguas de superficie de las estaciones de la masa de transición del estuario de Deba se mantienen por debajo de sus respectivos límites de cuantificación (1-2 µg·l^{-1} y 0,01 µg·l^{-1}).

En la Figura 245 se muestra la evolución de la concentración media del resto de los metales para el periodo comprendido entre otoño de 1994 y verano de 2012. 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 promedio anuales de los distintos metales en las aguas del estuario y predominan las oscilaciones en la mayoría de los metales. En el caso del Cu, Ni y Cd, en la últimas campañas, las concentraciones promedio anuales son superiores en la estación interna E-D5 (campo de fútbol de Deba), mientras que las concentraciones promedio anuales del Fe y Pb son superiores en la parte más externa del estuario E-D10 (puente de Deba).

En 2012, excepto el Cd en la estación E-D5, ningún metal supera su objetivo de calidad correspondiente (NMA-MA) en ninguna de las estaciones de estudio.

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'. A falta de datos más actualizados en ríos en el 2008, se comprobó que la evolución de la concentración de metales en las aguas del río y del estuario del Deba son paralelas, así, se pudo evidenciar el destino de estos metales a lo largo de la cuenca hidrográfica y su disminución en concentración.

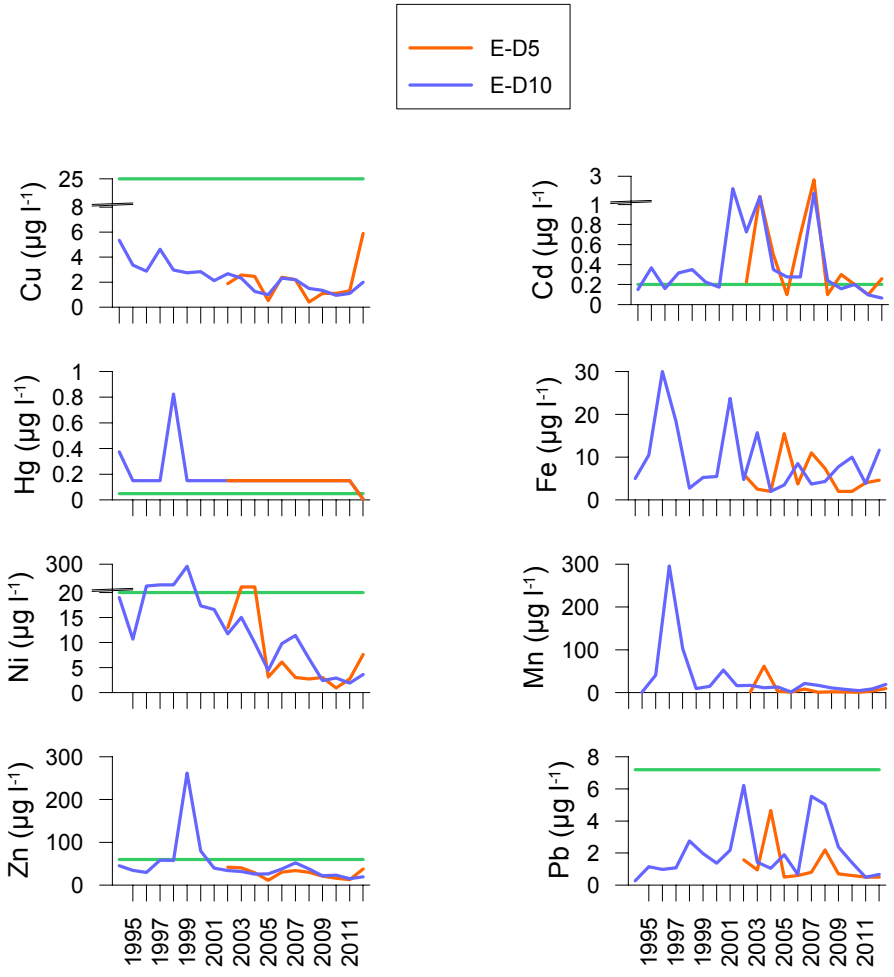


Figura 245 Evolución temporal temporal de la concentración media anual para cada metal en las estaciones del Artibai en el periodo que abarca desde 1994 a 2012. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

Se ha estudiado la evolución de la concentración de mercurio, cadmio, níquel y plomo durante todos los meses del año 2012 en la estación E-D10 correspondiente a la masa de agua de la transición del Deba. En el caso del mercurio, las concentraciones mensuales están por debajo del límite de detección (0,01 $\mu g \cdot l^{-1}$).

En la Figura 246 se puede observar la evolución mensual del año 2012 en la estación descrita anteriormente.

En el caso del cadmio, la concentración máxima se registró en octubre (0,24 $\mu g \cdot l^{-1}$), siendo dicho valor inferior al objetivo de calidad NCA-CMA (0,45 $\mu g \cdot l^{-1}$). No se observa una tendencia definida durante el año, pero los valores significativamente más altos se encuentran en las campañas de verano y otoño.

En el caso del plomo y níquel no se observan tendencias definida en el estudio mensual. Las medias anuales, se encuentran por debajo del objetivo de calidad NCA-MA (7,2 $\mu g \cdot l^{-1}$ y 20 $\mu g \cdot l^{-1}$, respectivamente), sin superar el objetivo en ninguno de los meses de muestreo.

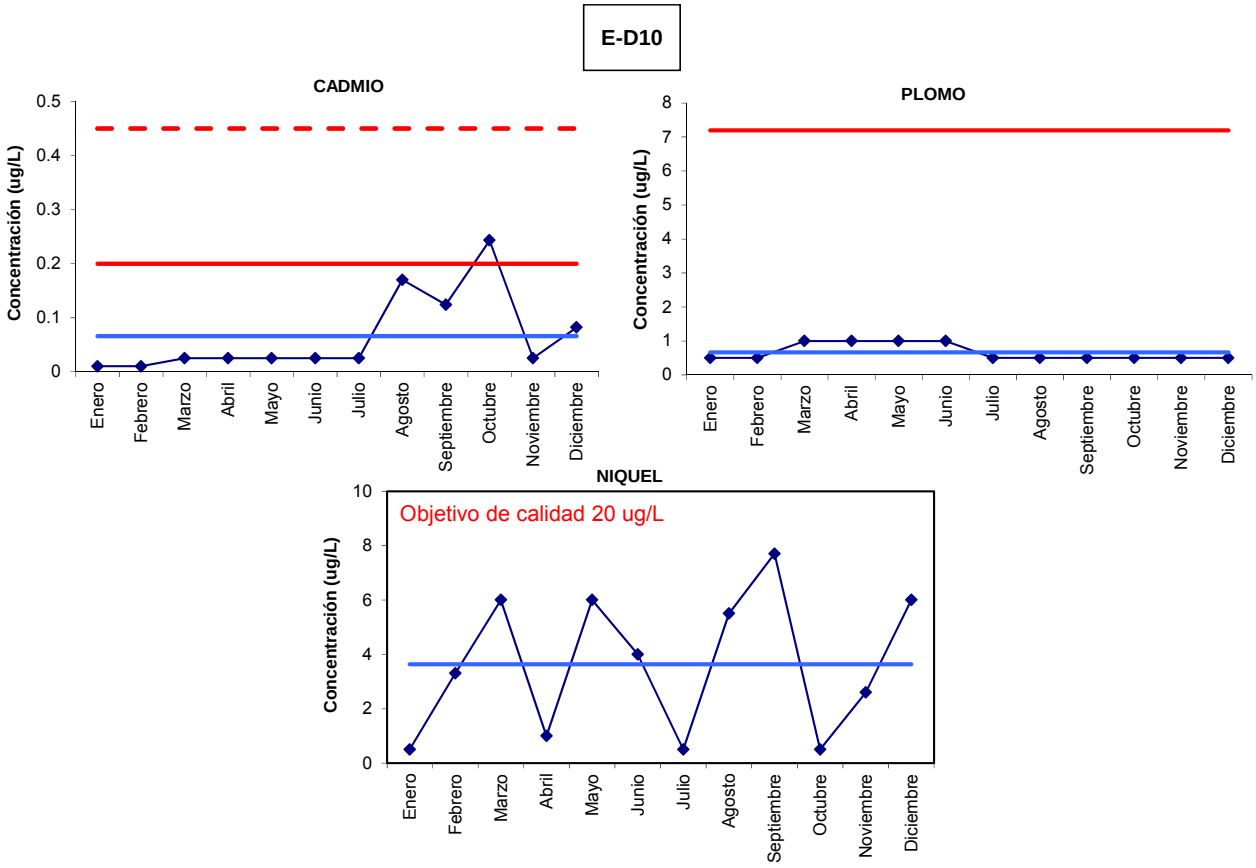


Figura 246 Evolución mensual del 2012 de la estación E-D10 para el cadmio, plomo y níquel. Donde la línea roja indica el objetivo de calidad para cada metal (NCA-MA), la línea roja discontinua indica el objetivo de calidad para el cadmio (NCA-CMA) y la azul la media anual de los datos obtenidos.

CONTAMINANTES ORGÁNICOS Y OTROS CONTAMINANTES ESPECÍFICOS

En la campaña de 2012, las concentraciones promedio anuales de los compuestos orgánicos analizados se encuentran por debajo de sus respectivos límites de cuantificación.

10.4.2 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS

PARÁMETROS SEDIMENTOLÓGICOS DE CARÁCTER GENERAL

Desde el año 1995, en la estación E-D10, y desde 2002, en la estación E-D5, se dispone de la información relativa a la composición granulométrica, contenido en materia orgánica, potencial redox y contenido en carbono y nitrógeno orgánico particulado. A partir de esta información, en la Figura 247 y Figura 248 se ha establecido una evolución temporal para ambas estaciones. Además, en la Tabla 209 se recogen los resultados de los análisis realizados en la campaña de invierno de 2012.

En relación a la variabilidad espacial, durante la presente campaña, la estación más externa (E-D10) muestra un sedimento predominantemente arenoso. Por el contrario, la estación más interna (E-D5) presenta un sedimento de carácter limoarenoso y valores de potencial redox reducidos (negativos).

En cuanto a la evolución temporal, durrante las campañas más recientes, la estación más externa (E-D10) muestra una tendencia descendente del contenido en materia orgánica y del ratio C/N. Por el contrario, la estación más interna (E-A5) presenta una elevada variabilidad temporal, sin mostrar patrones temporales bien definidos para dichos parámetros sedimentológicos.

Estación	Grava (%)	Arena (%)	Limo (%)	M.O. (%)	Eh (mV)	C.O.P. (mol kg^{-1})	N.O.P. (mol kg^{-1})	C/N (mol/mol)
E-D5	0,00	46,03	53,97	4,30	-240	2,66	0,15	17,79
E-D10	0,26	96,31	3,43	3,50	-331	2,49	0,15	17,19

Tabla 209 Parámetros sedimentológicos correspondientes a los muestreos de invierno de 2012. Grava > 2 mm > Arena > 63 µm > Limo; M.O.: materia orgánica; Eh: potencial redox; C.O.P. carbono orgánico particulado; N.O.P.: nitrógeno orgánico particulado; C / N: relación carbono / nitrógeno).

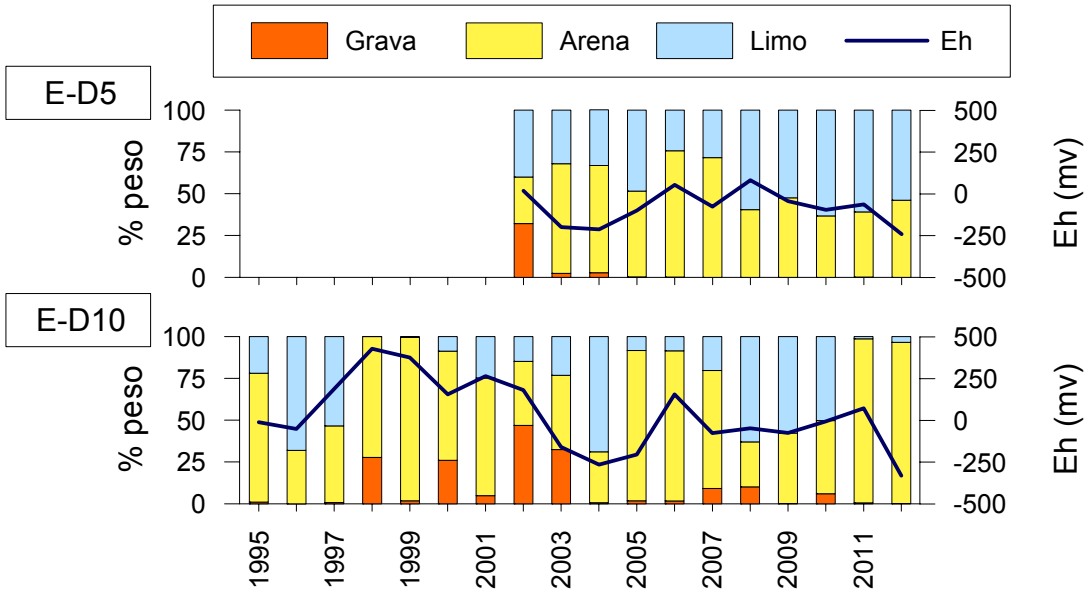


Figura 247 Evolución temporal del potencial redox (Eh) y las fracciones granulométricas (grava, arena y limo) en los sedimentos de la masa de agua de transición Deba (muestreos de invierno).

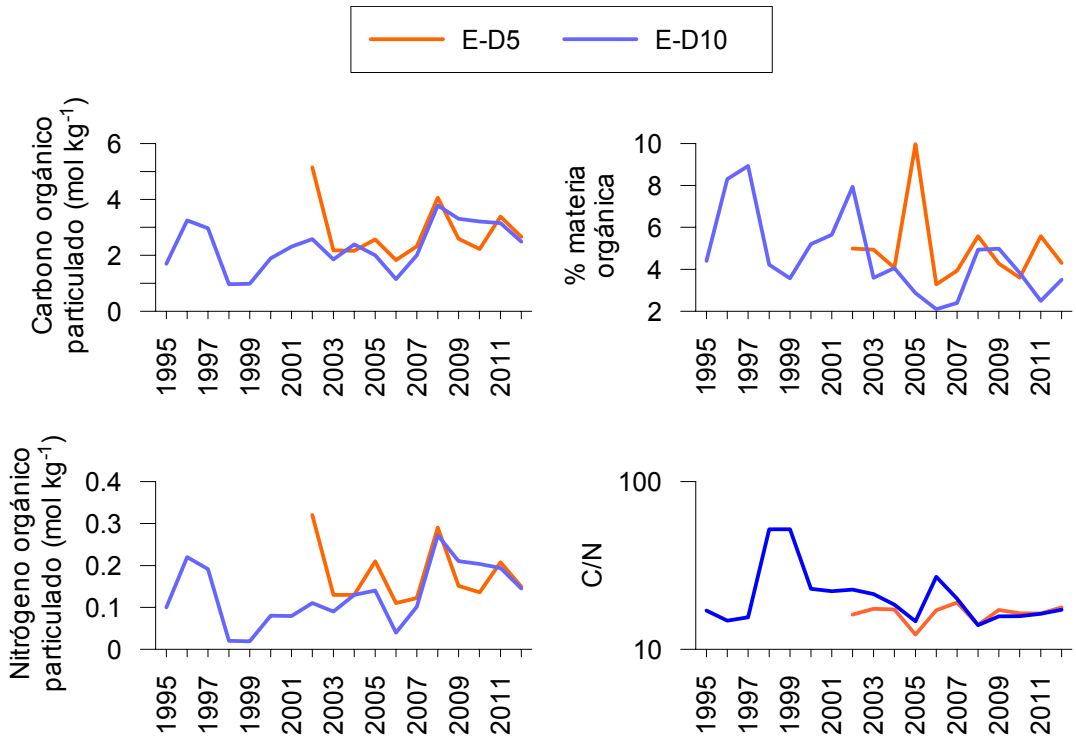


Figura 248 Evolución temporal del contenido en materia orgánica, carbono orgánico particulado y relación carbono/nitrógeno en los sedimentos superficiales (muestreos de invierno).

METALES PESADOS

La Tabla 210 recoge las concentraciones de metales pesados analizados en la campaña de invierno de 2012, donde se observa que la estación E-D5 presenta concentraciones mayores para todos los metales excepto para el Cd.

La Figura 249 muestra la evolución temporal para cada uno de los metales en la estación E-D10, desde 1995 y en la estación E-D5, desde 2002.

La concentración de Cd en ambas estaciones presenta, en las dos últimas campañas, valores cercanos al nivel de fondo.

La concentración de Cu presenta, en general, valores superiores al nivel de fondo en ambas estaciones, aunque se observa una tendencia discontinua decreciente en ambas estaciones.

La concentración de Hg, durante las últimas campañas, presenta valores dentro del nivel de fondo, a excepción de la campaña de 2010 en la estación E-D5.

Cr, Ni y Zn, únicamente en el caso de la estación E-D5, muestran una tendencia decreciente, hasta alcanzar valores cercanos al nivel de fondo.

Fe, Mn y Pb muestran una tendecia descendente en ambas estaciones, hasta alcanzar valores promedio dentro del nivel de fondo en los muestreos más recientes.

Por otro lado, en la Figura 250 se representa la concentración de metales (corregidos por el contenido en finos de los sedimentos), durante los últimos tres años (2010, 2011 y 2012) con el objetivo de conocer el posible efecto adverso sobre la biota asociado a la presencia de dichos metales. De esta manera, durante la última campaña, en la estación interna (E-D5), el Cd, Pb y Hg superan el valor TEL y el resto de metales superan el valor PEL, pudiendo implicar efectos biológicos negativos.

Estación	Cd ($\mu g\ g^{-1}$)	Cr ($\mu g\ g^{-1}$)	Cu ($\mu g\ g^{-1}$)	Fe ($\mu g\ g^{-1}$)	Hg ($\mu g\ g^{-1}$)	Mn ($\mu g\ g^{-1}$)	Ni ($\mu g\ g^{-1}$)	Pb ($\mu g\ g^{-1}$)	Zn ($\mu g\ g^{-1}$)
E-D5	0,32	93,95	105	45119	0,12	283	74,31	55,50	588
E-D10	0,37	70,09	71,0	41018	0,12	219	56,43	35,66	326
Media	0,34	82,02	87,9	43068	0,12	251	65,37	45,58	457,0
Desv. est.	0,04	16,87	23,8	2900	0,00	46	12,65	14,03	185,7

Tabla 210 Concentración de metales pesados en la fracción fina de los sedimentos en la campaña de invierno de 2012.

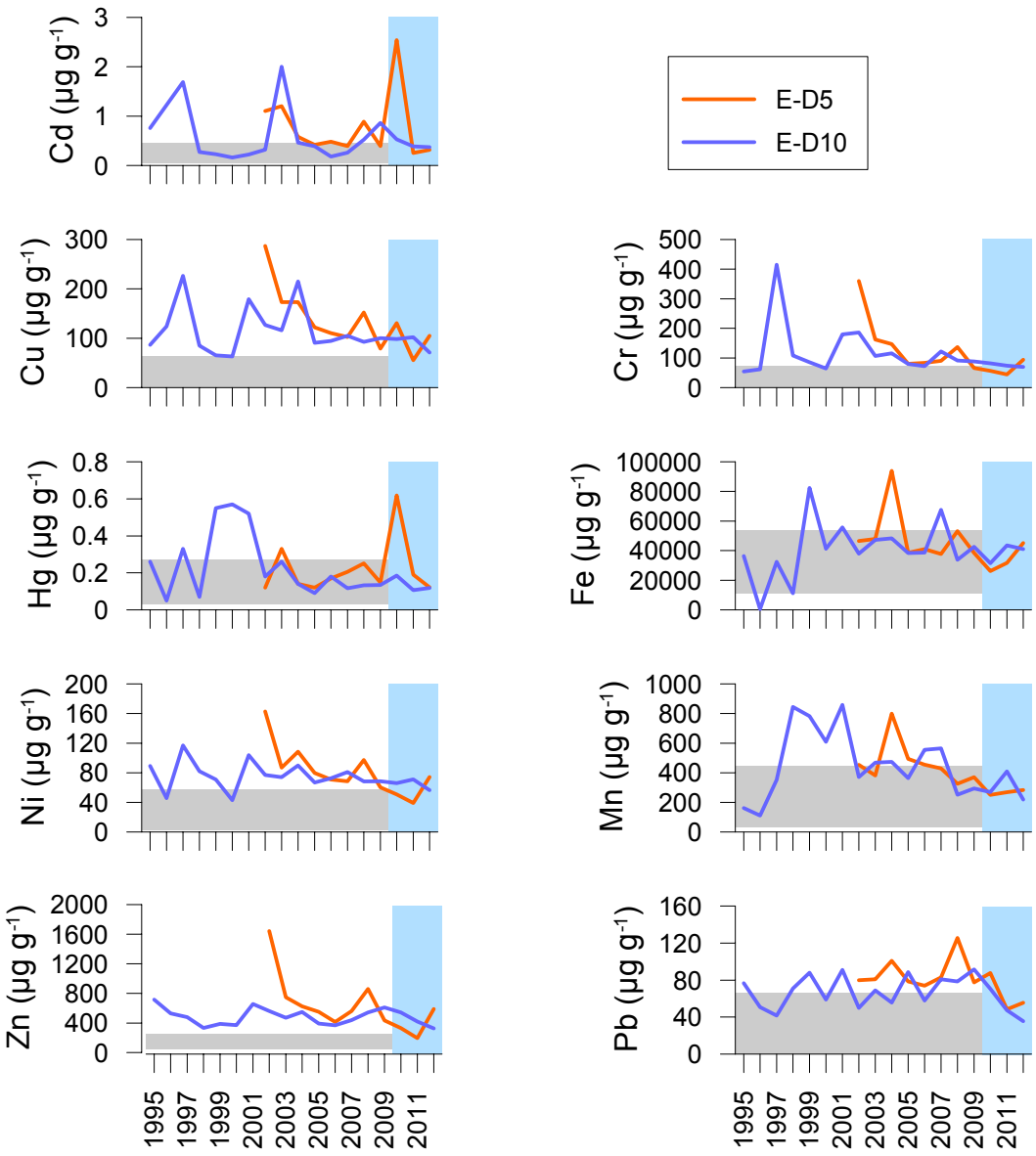


Figura 249 Evolución temporal de la concentración de metales en la fracción fina del sedimento superficial. La franja gris representa el nivel de fondo para cada uno de los metales.

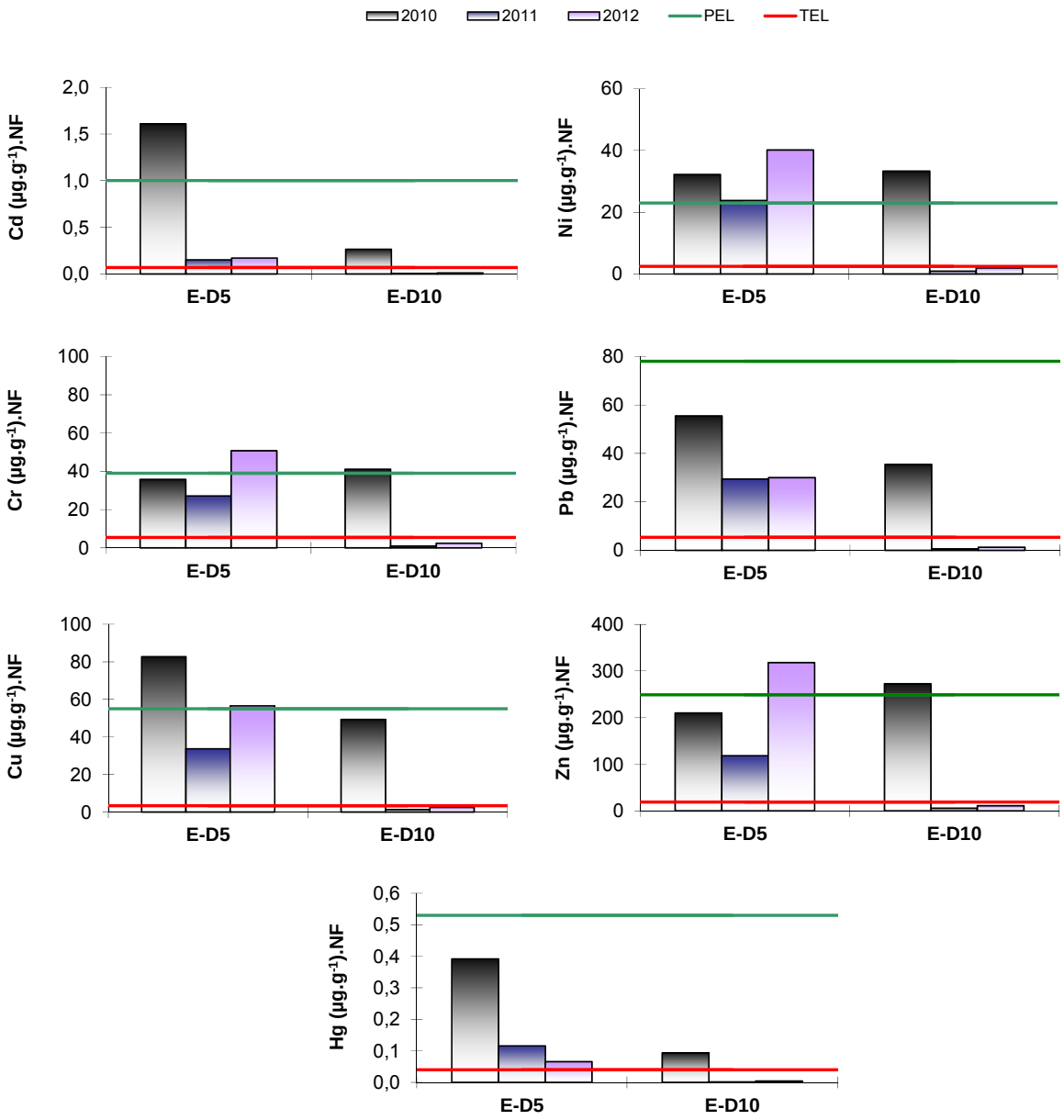


Figura 250 Evolución temporal de la concentración de metales del sedimento de las estaciones E-D5 y E-D10, durante los últimos tres años (muestreos de invierno). PEL (Probable Effect Level): concentración con efecto negativo probable en la biota; TEL (Threshold Effect Level): concentración por debajo de la cual no se esperan efectos sobre la biota. Nótese que las concentraciones están corregidas por la fracción fina (NF).

COMPUESTOS ORGÁNICOS

En la Tabla 211 se recogen las concentraciones de compuestos orgánicos analizados en la campaña de invierno de 2012, en las dos estaciones de estudio. La Figura 251 ilustra la evolución en la concentración de contaminantes orgánicos analizados desde 1995 en la estación E-D10 y desde 2002 en la estación E-D5.

En la presente campaña, los compuestos orgánicos analizados presentan concentraciones generalmente inferiores o cercanas al límite de determinación analítico, excepto en el caso de los PCBs y PAHs. Estos últimos, que no muestran un patrón temporal definido, en las campañas más recientes, no superan en ningún caso el objetivo de calidad (189 ng. g^{-1} y 44792 ng. g^{-1}, respectivamente). Por lo tanto, las concentraciones de contaminantes orgánicos en ambas estaciones no implican efectos negativos sobre la biota.

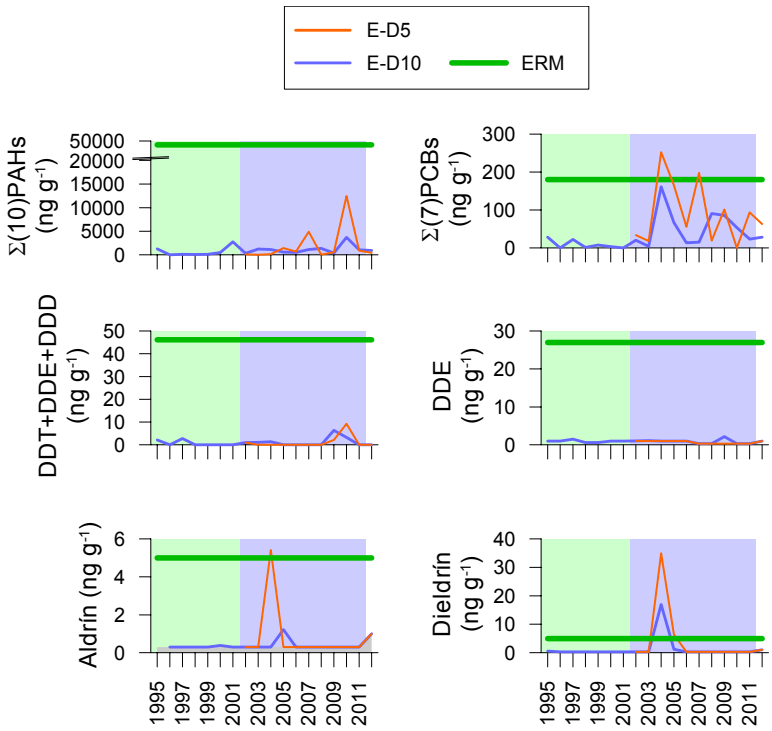


Figura 251 Evolución temporal de la concentración de compuestos orgánicos. La variación en el nivel de cuantificación analítico se muestra sobre fondo gris. ERM: concentración con efecto adversos probables en la biota (del inglés, Effects Range Median, Long *et al.*, 1995). Cabe señalar que las concentraciones inferiores a los límites de detección no se han considerado en el sumatorio. Cambio de color de fondo indica cambio de metodología.

Estación	Aldrín (ng g^{-1})	Dieldrín (ng g^{-1})	Isodrín (ng g^{-1})	DDE (ng g^{-1})	DDD (ng g^{-1})	DDT (ng g^{-1})	*a*HCH (ng g^{-1})	*g*HCH (ng g^{-1})	HCB (ng g^{-1})	S.PCB (ng g^{-1})	S.PAH (ng g^{-1})
E-D5	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	62,8	439
E-D10	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	28,2	910

Tabla 211 Concentración de compuestos orgánicos en los sedimentos en la campaña de invierno de 2012. *a*HCH: alfa-hexaclorociclohexano; *g*HCH:gamma-hexaclorociclohexano; HCB: hexaclorobenceno; HCB: hexaclorobenceno; S.PCB: suma de las concentraciones de los policlorobifenilos congéneres CB28, CB52, CB101, CB118, CB138,CB153 y CB180; S.PAH: suma de las concentraciones de 10 hidrocarburos poliaromáticos: fenantreno, indeno[1,2,3-cd]pireno, pireno, criseno, benzo[e]pireno, benzo[g,h,i]perileno, fluoranteno, benzo[a]antraceno, benzo[b]fluoranteno y benzo[a]pireno. Cabe señalar que las concentraciones inferiores a los límites de detección no se han considerado en el sumatorio.

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

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.

Con el objeto de establecer el grado de contaminación de las estaciones muestreadas, se ha utilizado un enfoque puramente químico que consiste en la comparación de los valores centrales del nivel de fondo de metales, calculados por Rodríguez *et al.* (2006), con los encontrados en las zonas estudiadas (Factor de Contaminación, FC). 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 212 se recoge el índice de carga contaminante (ICC) por cada metal en los sedimentos del estuario del Deba, así como los valores globales de ICC para la campaña de invierno de 2012. Ambas estaciones mantienen un ICC global de contaminación ligera.

En la Figura 252 se presenta la evolución del ICC global, donde se observa que en últimas campañas ambas estaciones mantienen valores de contaminación ligera (*i.e.*, ICC < 3).

Estación	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn	ICC global
E-D5	CL	C	C	CL	NC	CL	CL	CL	C	CL
E-D10	CL	CL	CL	CL	NC	NC	CL	CL	CL	CL
Total	CL	C	CL	CL	NC	CL	CL	CL	CL	CL

Tabla 212 Clasificación de la contaminación en los sedimentos superficiales en función de los metales pesados en 2012, 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.

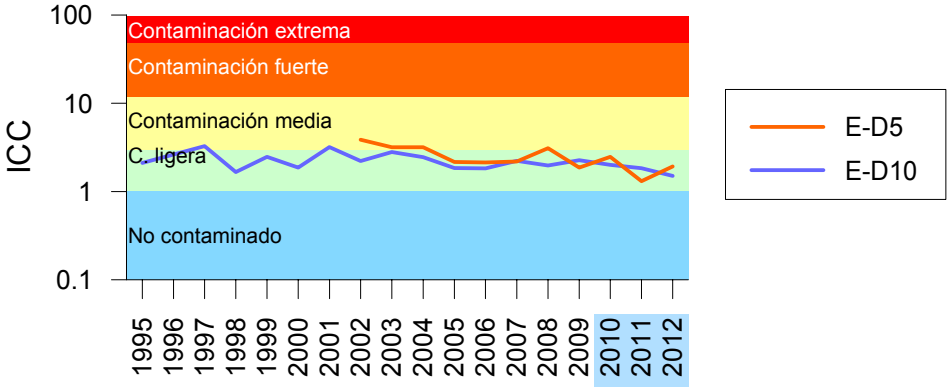


Figura 252 Evolución del Índice de Carga Contaminante (ICC) global de metales en sedimento.

10.4.3 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA EN BIOTA (MOLUSCOS)

En el estuario del Deba el 12 de noviembre de 2012 se recolectaron mejillones junto a la playa (I-D10).

Los datos correspondientes a bacteriología, metales pesados y compuestos orgánicos de la campaña de otoño de 2012 se pueden consultar en la Base de Datos.

Cabe señalar que en 2008 se muestreó ostra en vez de mejillón, 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 253 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 2012).

En 2012 se ha observado una concentración de ***E. coli*** elevada (9200 NMP/100g). Suponiendo que se tratase de una zona de producción de moluscos, la concentración observada en la campaña de otoño de 2012 se encuentra dentro del rango 4600-46000 NMP/100g, valor establecido en el Reglamento (CE) nº 854/2004 para la clasificación de las Zonas tipo C, es decir, aquellas zonas en las que pueden recolectarse moluscos bivalvos vivos que únicamente pueden comercializarse tras su reinstalación durante un periodo prolongado.

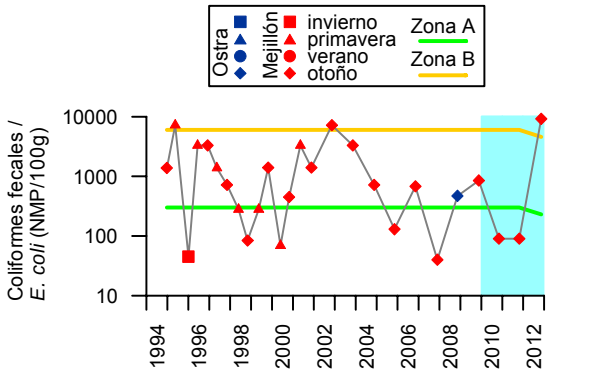


Figura 253 Evolución de la concentración de bacterias (Coliformes fecales hasta 2011 y *E. coli* en 2012) en la estación I-D10 a lo largo del periodo de estudio (otoño de 1994-otoño de 2012).

METALES PESADOS

En la Figura 254 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 2012).

La concentración de **cadmio** de otoño de 2012 (0,05 mg kg^{-1}) es de las más bajas de las registradas en esta estación en los muestreos más recientes. Los valores de cadmio medidos en esta estación siempre han sido inferiores al límite legal establecido (1,0 mg kg^{-1}).

En otoño de 2012, el **cromo** presenta una concentración de 0,9 mg kg^{-1}, superior a la observada en 2011 (0,6 mg kg^{-1}), mientras que el máximo se observó en otoño de 2007 (3,46 mg kg^{-1}).

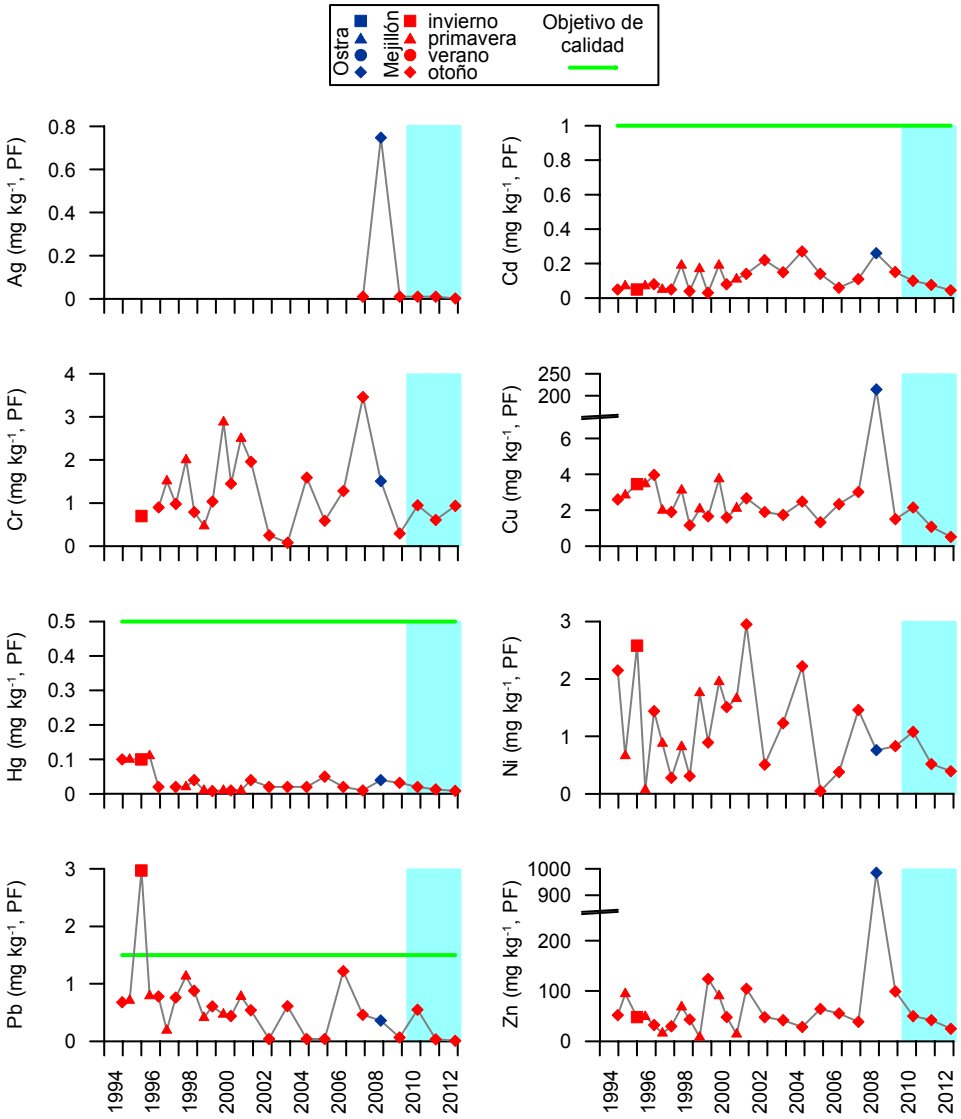


Figura 254 Evolución de la concentración de metales en moluscos (mg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-D10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2012).

El **cobre** presenta en 2012 una concentración de 0,5 mg kg^{-1}, uno de los valores más bajos de los observados para este metal en las muestras recogidas a lo largo del periodo de estudio. El máximo que se dio en 2008 (214 mg kg^{-1}) es atribuible a que se muestreó ostra, especie que presenta generalmente mayores concentraciones de cobre que el mejillón debido a diferencias metabólicas.

En cuanto al **mercurio**, la concentración observada en otoño de 2012 (0,009 mg kg^{-1}) 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, y en ningún caso se ha superado el límite legal, 0,5 mg kg^{-1}. Sin embargo, en el 36% de los casos se ha superado la norma de calidad ambiental (20 µg kg^{-1}, valor que, tal y como se ha explicado en el tomo 1 de introducción y métodos, se ha considerado muy bajo para su aplicación en la costa vasca).

En otoño de 2012 el **níquel** presenta una concentración de 0,39 mg kg^{-1}, uno de los valores más bajos de los observados en las campañas más recientes, mientras que el máximo (2,94 mg kg^{-1}) se observó en otoño de 2001.

Para el **plomo**, en otoño de 2012 se observa una concentración de 0,009 mg kg^{-1}, una de las más bajas de este metal en esta estación, considerando todo el periodo de estudio. El límite legal para consumo (1,5 mg kg^{-1}) sólo se ha superado en la campaña correspondiente a otoño de 1995 (2,97 mg kg^{-1}).

En cuanto al **zinc**, la concentración en otoño de 2012 (25 mg kg^{-1}) es inferior al valor medio en esta estación en mejillón (53 mg kg^{-1}). El máximo se registró en la campaña de 2008 (985 mg kg^{-1}), correspondiente a ostra, especie que presenta generalmente mayores concentraciones de Zn que el mejillón debido a diferencias metabólicas.

La concentración de **plata**, se comenzó a medir en los moluscos en la campaña de 2007 con un valor inferior a 0,01 mg kg^{-1}. En 2012 se ha observado una concentración de 0,002 mg kg^{-1}, mientras que el máximo que se dio en 2008 (0,75 mg kg^{-1}) es atribuible a que se muestreó ostra, especie que presenta generalmente mayores concentraciones de plata que el mejillón debido a diferencias metabólicas.

COMPUESTOS ORGÁNICOS

En la Figura 255 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 2012).

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.

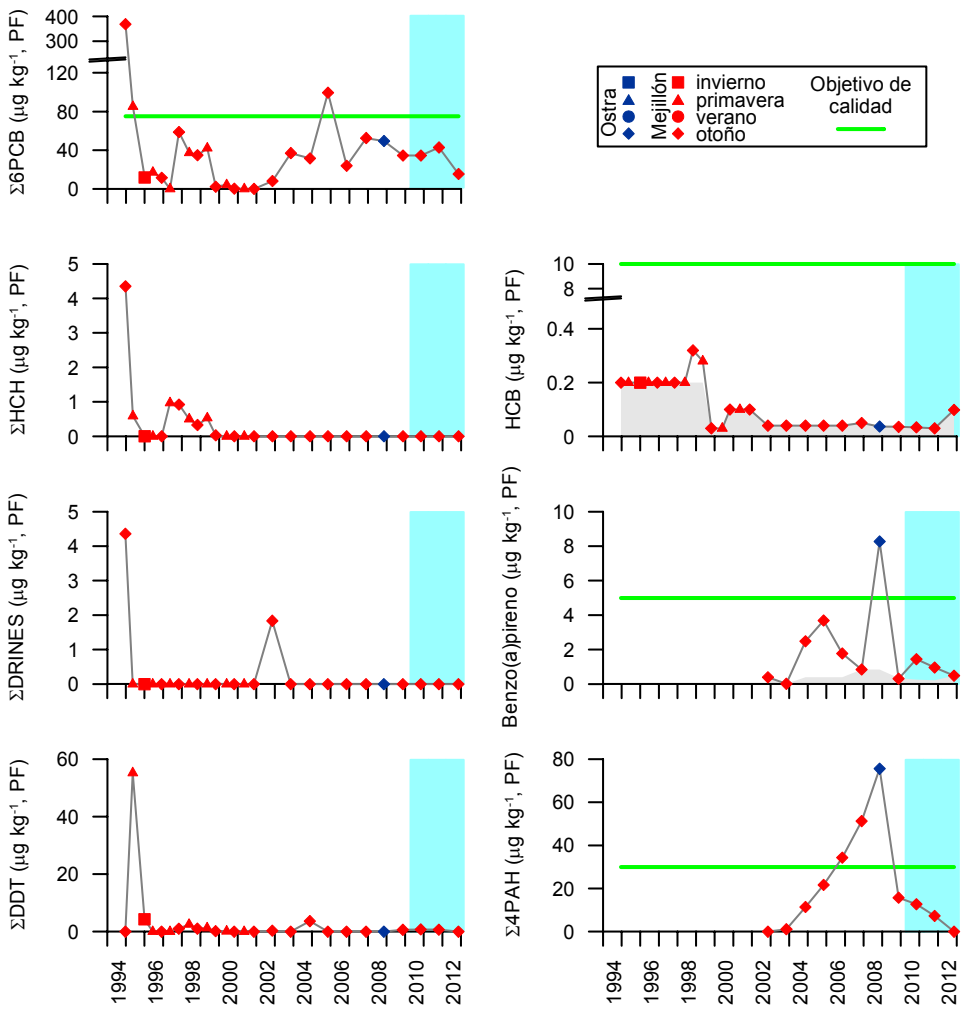


Figura 255 Evolución de la concentración de compuestos orgánicos en moluscos (µg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-D10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2012).

En el caso de los policlorobifenilos **(PCBs)** se han sumado las concentraciones de 6 de los 7 congéneres analizados (congéneres 28, 53, 101, 138, 153 y 180), con objeto de poder compararlas con el límite establecido para consumo. En otoño de 2012 la concentración de PCBs en la estación I-D10 ha sido de 15 µg kg^{-1}, uno de los valores más bajos del rango de concentraciones más recientes para esta estación. Las concentraciones de PCBs encontradas a lo largo del periodo de estudio son inferiores al límite máximo permitido para consumo de moluscos bivalvos (75 µg kg^{-1}), a excepción de los casos observadas en otoño de 1994, primavera de 1995 y otoño de 2005 (368 µg kg^{-1}, 99 µg kg^{-1} y 85 µg kg^{-1}, respectivamente).

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 2012 las concentraciones de estos tres compuestos son inferiores a los límites de detección correspondientes, mientras que la concentración más elevada a lo largo del período de estudio se dio en la primavera de 1995.

La concentración de **HCH** corresponde a la suma de α-HCH y γ-HCH (lindano). En otoño de 2012, al igual que en las campañas más recientes, las concentraciones de

estos isómeros no llegan a alcanzar los niveles de detección correspondientes. La concentración más elevada de HCH en esta estación del estuario del Deba se dio en otoño de 1994 (4,35 µg kg^{-1}).

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 objetivo de calidad considerado para este compuesto, 10 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 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 en el sumatorio de 10 PAH hasta los 142 µg kg^{-1} medidos en el muestreo de otoño de 2007; posteriormente la concentración ha disminuido hasta el valor de 4 µg kg^{-1} en la campaña de 2012. Una tendencia similar se observa para Σ4PAH y para el benzo(a)pireno, para los que hay establecidos valores límite máximo para consumo, que han sido superados en otoño de 2006, 2007 y 2008 para Σ4PAH, y en otoño de 2008 para benzo(a)pireno.

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

En base a la concentración *E. coli* en la muestra tomada en otoño de 2012, la calificación sería de Zona tipo C, (recolección permitida, pero es necesaria la reinstalación durante un periodo prolongado), según el Reglamento (CE) nº 854/2004.

Para la clasificación de la contaminación de los metales pesados se han tenido en cuenta los niveles de fondo para el País Vasco (Solaun *et al*., 2013) 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 2012 en los moluscos recolectados en la estación del estuario del Deba la clasificación general sería de no contaminadocon contaminación ligera por cromo.

En cuanto a los compuestos orgánicos, en 2012 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; incluso las concentraciones de Σ4PAHs, benzo(a)pireno y Σ6PCBs son inferiores a los valores recomendados para el consumo (30 µg kg^{-1}, 5 µg kg^{-1} y 75 µg kg^{-1}, respectivamente), valores que se han superado en algunas campañas previas.

10.5 INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

En los últimos años no se han realizado nuevas actuaciones que afecten a estos indicadores, por lo que la calificación es de **'Buena',** debido a la canalización previa.

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

TOMO 11 MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL UROLA

Pasaia, junio de 2013

ÍNDICE

TOMO 11 MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL UROLA 311

11.1 Resumen estado. Urola 313

11.2 Estaciones de muestreo 316

11.3 Indicadores biológicos 317

11.3.1 Macroinvertebrados bentónicos 317

11.3.2 Fauna ictiológica 320

11.3.3 Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton 321

11.3.4 Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas 324

11.4 Indicadores fisicoquímicos 325

11.4.1 Caracterización físico-química en aguas 325

11.4.2 Caracterización físico-química en sedimentos 327

11.4.3 Caracterización físico-química en biota (moluscos) 333

11.5 Indicadores hidromorfológicos 336

11.1 RESUMEN ESTADO. UROLA

La masa de agua de transición del Urola en la campaña 2012 no alcanza el buen estado puesto que aunque alcanza el buen estado químico, el estado ecológico se diagnostica como moderado (Tabla 214 y Figura 256).

Esta situación de incumplimiento de objetivos medioambientales es estable en los últimos cinco años analizados (Tabla 213), marcada por un incumplimiento de objetivos en cuanto a estado ecológico.

Año	2008	2009	2010	2011	2012
ESTADO ECOLÓGICO	3	3	3	3	3
ESTADO QUÍMICO	2	2	2	2	2
ESTADO	3	3	3	3	3

Tabla 213 Evolución del periodo 2008-2012. Masa de agua del Urola. (Claves: *estado ecológico*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde), moderado (3- amarillo), deficiente (4- naranja) y malo (5- rojo). *Estado químico:* bueno (2- azul) y no alcanza el buen estado (3- rojo). *Estado*: bueno (2- azul) y peor que bueno (3-rojo)

COD_ESTACION	ESTACION	MACROINVERTEBRADOS	FAUNA ICTIOLOGICA	FITOPLANCTON	MACROALGAS	BIOLOGICO	CONDICIONES GENERALES	SUSTANCIAS PREFERENTES	ECOLOGICO	QUIMICO	ESTADO
E-U5	Zumaia (Bedua) (Urola)	1	3	3	2	3	1	3	3	2	3
E-U8	ZUMAIA (PUENTE DEL FERROCARRIL)(UROLA)	2	2	1	1	2	1	1	2	2	2
E-U10	ZUMAIA (PUENTE NARRONDO) (UROLA)	3	3	1	2	3	2	1	3	2	3
	Urola Transicion	2	3	1	2	3	1	1	3	2	3

Tabla 214 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado en la masa de agua del Urola en 2012. (Claves: *Macroinvertebrados, fauna ictiológica fitoplancton macroalgas, estado biológico, condiciones generales y estado ecológico*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde), moderado (3- amarillo), deficiente (4- naranja) y malo (5- rojo). *Sustancias preferentes*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde)), y no alcanza el buen estado (3- rojo). *Estado químico:* bueno (2- azul), y no alcanza el buen estado (3- rojo).*Estado*: bueno (2- azul) y peor que bueno (3-rojo).

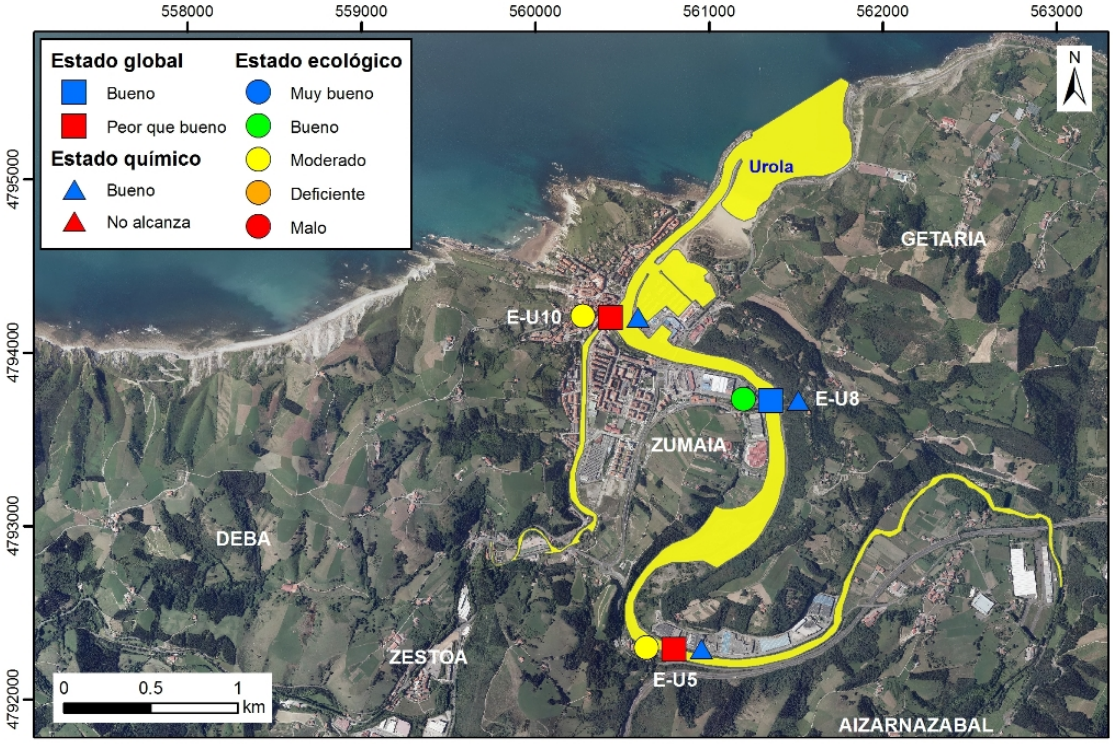


Figura 256 Calificación del Estado Ecológico, estado químico y global de las estaciones en la masa de agua del Urola (y estado ecológico para la masa de agua), en 2012.

Desde que se realizó en 2004 el estudio de presiones e impactos en esta Masa de agua lo más destacable, en cuanto a presiones, ha sido la presencia de algunos vertidos y dragados en la zona externa (por ejemplo, del 29 de mayo al 17 junio de 2012 se extrajeron 7.500 m^3 de arena del exterior de la bocana del puerto para alimentación de la playa de Mutriku), pero también la realización de obras de saneamiento de la cuenca y el estuario, lo que se ha traducido en una mejora en la calidad.

En 2002 se incorporaron dos estaciones (E-U5 y E-U8) a la muestreada desde el comienzo del seguimiento (E-U10). Esta última estación en la evaluación de macroinvertebrados bentónicos 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 2012 hay varios elementos biológicos en estaciones diferentes que presentan un estado moderado, por lo que el estado biológico es moderado, excepto en la estación E-U8, que es bueno (Tabla 214).

En relación con las condiciones fisicoquímicas generales, en 2012, la masa de agua Urola se puede calificar como: **'Buena'** en E-U10 y **'Muy Buena'** en E-U5 y E-U8. No presentan ninguna tendencia estadísticamente significativa, aunque en el caso de la estación E-U5, dicha tendencia casi lo es (p=0,06) (Figura 257), a pesar de lo cual en 2012 se mantiene todavía en niveles medios de muy buen estado.

En cuanto a los objetivos de calidad físico-química generales los valores medios de todas las variables medidas en 2012, indican que se cumplen objetivos para todas las variables controladas en las tres estaciones, excepto para el nitrato.

La evaluación de las sustancias preferentes implica que la masa alcanza el buen estado, siendo de forma global muy bueno (Tabla 215; y aceptable para la estación E-U5 y muy bueno para las estaciones E-U8 y E-U10.

La evaluación del estado químico a partir de las sustancias prioritarias determinadas en 2012 (acorde a Directiva 2008/105/CE) indica que en esta masa de agua, de forma global, se alcanza el buen estado químico (Tabla 216). De esta forma se mantiene la tendencia observada en esta masa en los años más recientes, así, desde 2004 de forma global, se ha alcanzado el buen estado químico, excepto en 2006 que no cumplió por presencia de plomo y hexaclorociclohexano en agua (Tabla 217).

Los niveles de contaminación química en las aguas han mejorado, debido a que el saneamiento del estuario ha avanzado, aunque sigue habiendo vertidos y a través del río también llegan contaminantes. Esta mejora se observa por ejemplo en los niveles de bacterias en moluscos, que han bajado en los últimos años.

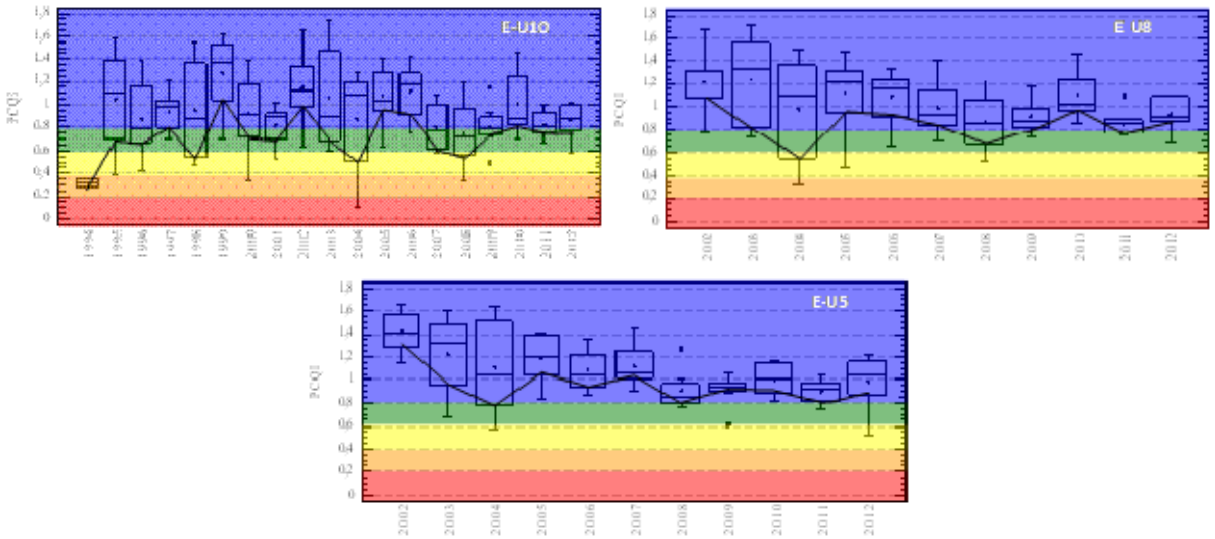


Figura 257 Box and Whisker Plot de la evolución del índice de calidad del estado físico-químico (PCQI) entre 1994 y 2012 de las estaciones de muestreo E-U10, E-U8 y E-U5 de la masa de agua de transición del Urola. La línea negra representa la evolución anual del percentil 25 del PCQI. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Aceptable; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC (µg l^{-1})	E-U5	E-U8	E-U10	Global
Zinc	Concentración promedio	60 µg l^{-1}	1-2 µg l^{-1}	73,6 µg l^{-1}	23,3 µg l^{-1}	10,2 µg l^{-1}	Muy bueno
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		100%	0%	0%	
Cobre	Concentración promedio	25 µg l^{-1}	1-2 µg l^{-1}	7 µg l-1	<LC	<LC	Muy bueno
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		100%	0%	25%	
Estado Físico-Químico (Contaminantes específicos)				Aceptable	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno

Tabla 215 Evaluación del Estado Físico- Químico (contaminantes específicos).

Sustancia	Criterio	Objetivo (µg l^{-1})	LC (µg l^{-1})	E-U5	E-U8	E-U10	Global
Benzo(b)fluoranteno+Benzo(k)fluoranteno	NCA-MA	0,03	0,0005-0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Benzo(g,h,i)perileno+Indeno(1,2,3-cd)pireno	NCA-MA	0,002	0,0005-0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-MA	0,1	0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-CMA	0,4	0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-MA	0,1	0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA	1	0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Naftaleno	NCA-MA	1,2	0,05	<LC	<LC	<LC	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-MA	0,05	0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-CMA	0,1	0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Cadmio	NCA-MA	0,2	0,02-0,05	0,114	0,134	0,06	Cumple
Cadmio	NCA-CMA	0,45	0,02-0,05	0,114	0,134	0,14	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-MA	7,2	1-2	<LC	<LC	<LC	Cumple
Mercurio y sus compuestos	NCA-MA	0,05	0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Mercurio y sus compuestos	NCA-CMA	0,07	0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-MA	20	1-2	4,6	2,6	<LC	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno	Bueno	Bueno

Tabla 216 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua del Urola en 2012. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible.

Año	Estado químico	Sustancias que superan NCA
2004	Bueno	-
2005	Bueno	-
2006	No alcanza buen estado	Pb y HCH
2007	Bueno	-
2008	Bueno	-
2009	Bueno	-
2010	Bueno	-
2011	Bueno	-
2012	Bueno	-

Tabla 217 Estado químico de la masa de agua de transición Urola en los años 2004-2012.

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, 2007 y 2010, se analizaron tres estaciones para vida piscícola y 6 estaciones para macroalgas en estuarios. Las posiciones se pueden observar en la Figura 258.

Estación	Estación	UTMX	UTMY	Tipo de Estación
E-U10	Zumaia (puente Narrondo) (Urola)	560434	4794200	Estuarios
E-U5	Zumaia (Bedua) (Urola)	560798	4792287	
E-U8	Zumaia (puente del ferrocarril)(Urola)	561355	4793723	
I-U10	Zumaia (desembocadura) (Urola)	560932	4794805	Estuarios (Moluscos)
M-EU1	Urola Zona 01. Estuario Macroalgas	560657	4794528	Estuarios (Macroalgas)
M-EU2	Urola Zona 02. Estuario Macroalgas	560873	4794435	
M-EU3	Urola Zona 03. Estuario Macroalgas	560292	4794029	
M-EU4	Urola Zona 04. Estuario Macroalgas	561363	4793704	
M-EU5	Urola Zona 05. Estuario Macroalgas	561060	4792935	
M-EU6	Urola Zona 06. Estuario Macroalgas	560547	4792464	
UROE	Urola (Arrastre zona exterior estuario)	560978	4794820	Estuarios (Vida piscícola)
UROM	Urola (Arrastre zona media estuario)	560851	4793989	
UROI	Urola (Arrastre zona interior estuario)	561362	4792903	

Tabla 218 Estaciones de muestreo en el estuario del Urola.

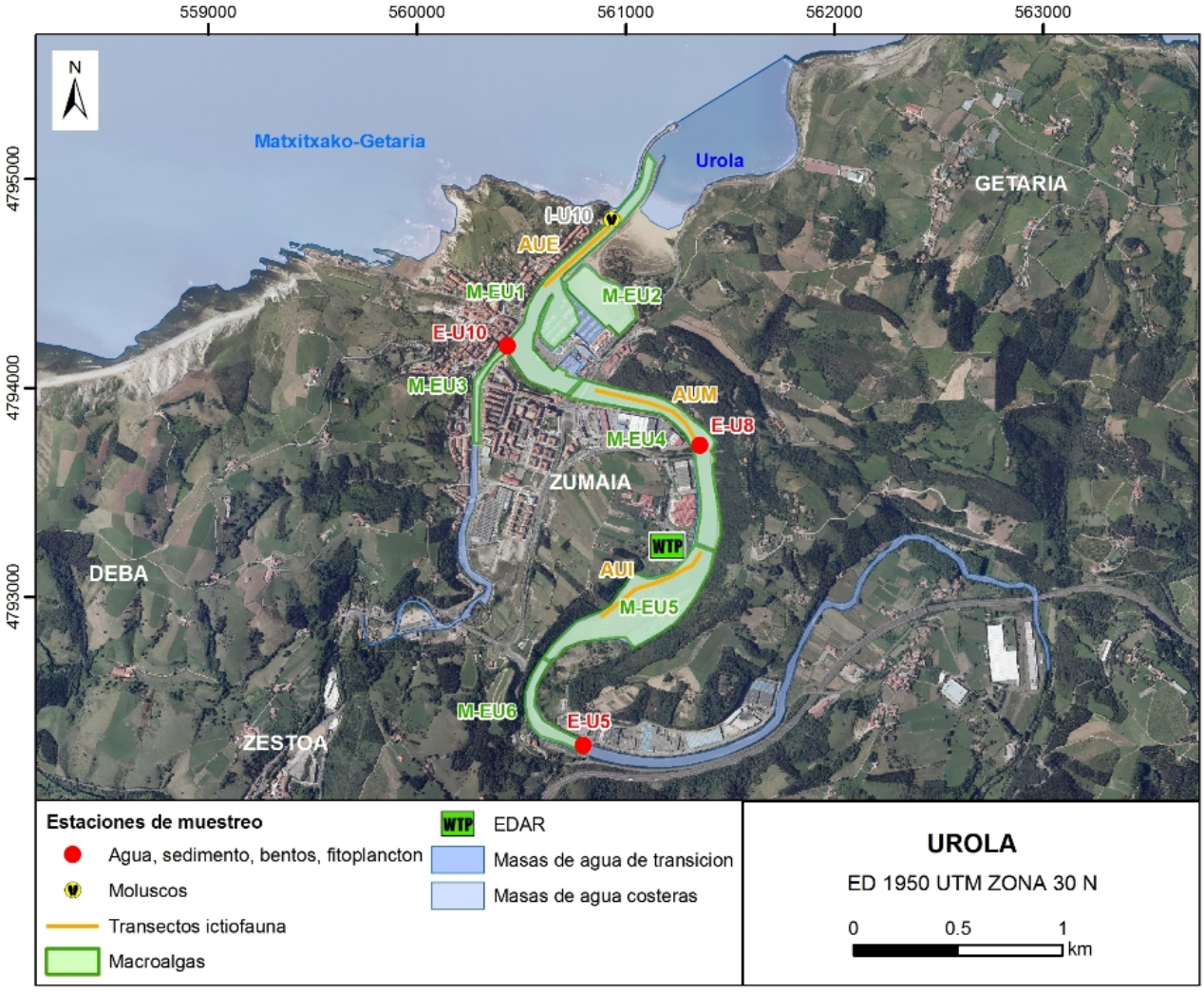


Figura 258 Ubicación de estaciones en la Masa de agua Urola.

11.3 INDICADORES BIOLÓGICOS

11.3.1 MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

Los parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Urola, en invierno de 2012 pueden verse en la Tabla 219.

PARÁMETRO	UNIDAD	ESTACIÓN		
		E-U5	E-U8	E-U10
Densidad	nº·m^{-2}	3.237	3.493	2.761
Biomasa	g·m^{-2}	2,52	0,82	2,33
Riqueza	nº	14	10	14
Diversidad número	bit·ind^{-1}	2,18	1,46	1,86
Diversidad biomasa	bit·g^{-1}	1,90	2,28	1,25
Equitabilidad número		0,57	0,44	0,49
Equitabilidad biomasa		0,50	0,69	0,33
Diversidad máxima	bits	3,81	3,32	3,81
AMBI		4,49	5,32	4,95
Clasificación AMBI		Alteración Moderada	Alteración Fuerte	Alteración Moderada

Tabla 219 Parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Urola.

En 2011 los sedimentos de la estación E-U5 están dominados por limos (48%) y arenas (41%), con alto contenido en materia orgánica (5,7%). Estos sedimentos soportan el desarrollo de una comunidad de invertebrados, Comunidad Reducida de *Macoma*, constituida por una serie de especies habituales en la mayoría de las estaciones muestreadas en los estuarios de la CAV. En 2012, resaltan por su dominancia el grupo de los oligoquetos (1.616 ind·m^{-2}), el anélido poliqueto *Hediste diversicolor* (559 ind·m^{-2}), el isópodo *Cyathura carinata* (332 ind·m^{-2}), los poliquetos *Streblospio shrubsolii* (324 ind·m^{-2}) y *Alkmaria romijni* (280 ind·m^{-2}), el bivalvo *Scrobicularia plana* (55 ind·m^{-2}), las larvas de dípteros (28 ind·m^{-2}) y el gasterópodo *Peringia ulvae* (23 ind·m^{-2}). Tanto en 2005, como en las últimas cuatro campañas, los oligoquetos han sido el grupo dominante. Este grupo es frecuente en medios de baja salinidad y con contenidos en materia orgánica importantes. El resto de especies señaladas, también han aparecido habitualmente en las muestras de esta estación.

En 2012 la densidad de la comunidad (3.237 ind·m^{-2}) es la máxima del periodo de seguimiento 2002-2010 (mínima de 111 ind·m^{-2}, en 2003) (Figura 259, Tabla 219). Del mismo modo, también la diversidad alcanza el valor máximo del seguimiento (2,18 bit·ind^{-1}).

Por otro lado, los valores registrados para la biomasa de la comunidad nunca han sido especialmente altos. Sin embargo, en algunas ocasiones, como en 2003 y 2006, la biomasa superó los 3 g·m^{-2}. En ambas ocasiones, y en otras menos destacables, las biomasas vinieron aportadas principalmente por las especies *S. plana* y *H. diversicolor*. Esto mismo ocurre en la presente campaña de 2012, en que se ha medido un valor de biomasa medio/alto (2,5 g·m^{-2}), y en que *S. plana* aporta el 52% de la biomasa total y *H. diversicolor* aporta el 27%.

La clasificación de la estación en términos de AMBI es de alteración moderada (Tabla 219), con dominancia de los grupos ecológicos V y III. No se observa una tendencia clara en los valores de AMBI (Figura 260), que a lo largo del seguimiento varían entre 3,4 y 4,9 (en el rango correspondiente a alteración moderada), con dominancia variable de los grupos ecológicos III, IV y V, si bien las cuatro últimas campañas se han estimado valores ligeramente superiores a los de campañas previas, con dominancia del grupo ecológico V (hasta 2008, el grupo ecológico III dominó la mayoría de las campañas).

La estación E-U8 presenta, en 2012, un sedimento de características granulométricas muy parecidas a las de la estación anterior, aunque el contenido en materia orgánica es muy superior (15,3%). De todas formas la comunidad existente es la misma en ambas estaciones.

En 2012, como en 2006-2008 y en 2010, domina en densidad el grupo de los oligoquetos (2.461 ind·m^{-2}). Le siguen, en orden decreciente de abundancias, *S. shrubsolii* (555 ind·m^{-2}), *Capitella capitata* (227 ind·m^{-2}), *H. diversicolor* (107 ind·m^{-2}), *Heteromastus filiformis* (67 ind·m^{-2}) y el molusco bivalvo *S. plana* (40 ind·m^{-2}), entre otros *taxa*.

La densidad total de la biocenosis de E-U8 sigue siendo alta (3.493 ind·m^{-2}), la tercera mayor del seguimiento (máxima en 2009: 5.443 ind·m^{-2}) (Figura 259). La riqueza específica es relativamente baja (10 *taxa*; máxima del seguimiento para esta estación en 2011, con 20 *taxa*). También la diversidad para las abundancias es baja (1,46 bit·ind^{-1}), tanto para esta estación como en comparación con otras estaciones estuáricas (máxima en 2011: 2,89 bit·ind^{-1}).

La biomasa estimada (0,8 g·m^{-2}) es baja en comparación con la biomasa media del periodo 2002-2012 (37,5 g·m^{-2}).

La estructura de la comunidad por grupos ecológicos es muy estable a lo largo del tiempo, al menos hasta la

pasada campaña de 2011 (Figura 260). Sin embargo, en 2012 se detecta un empeoramiento. Así, se pasa de una comunidad en la que dominaban especies tolerantes (grupo ecológico III), seguida de especies oportunistas de primer orden, a una comunidad dominada por especies oportunistas de primer orden, seguidas por especies tolerantes a la alteración. Esto provoca un cambio en la calificación, de forma que se pasa de alteración moderada en 2002-2011 (salvo en 2005, en que la comunidad de macroinvertebrados se consideraba ligeramente alterada), a alteración fuerte (AMBI=5,3) (Tabla 219). Por tanto, sería conveniente prestar atención a los resultados de próximas campañas para comprobar si se trata de un mal resultado puntual o si, por el contrario, se está produciendo algún cambio como consecuencia de alguna presión no detectada.

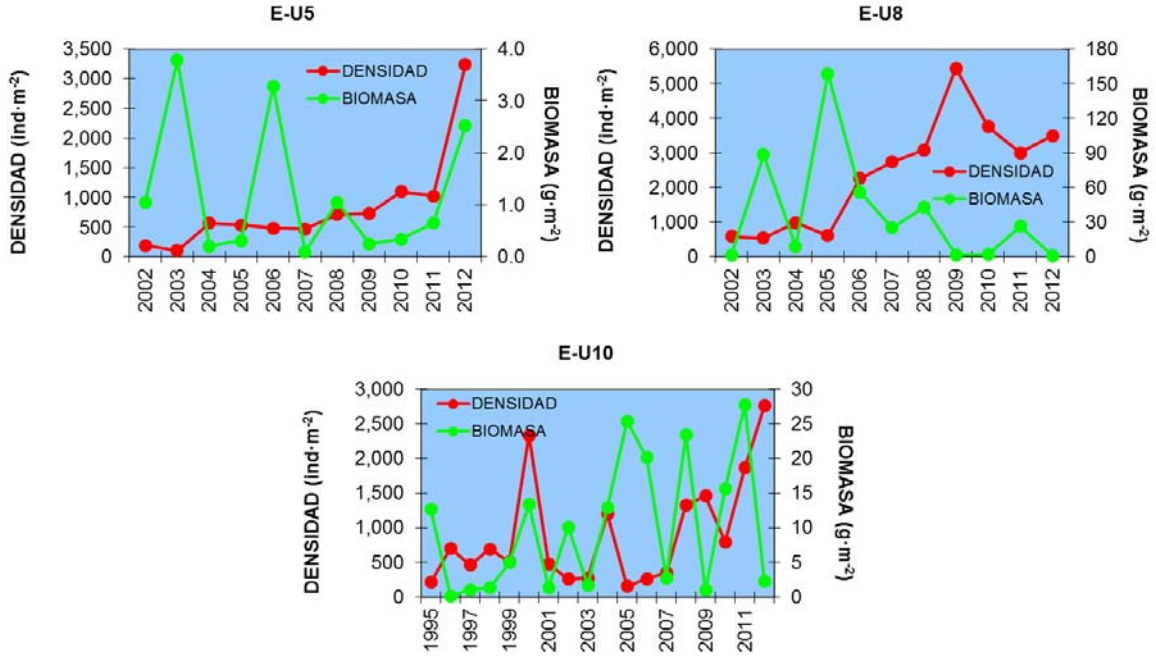


Figura 259 Evolución de la densidad y biomasa en las estaciones E-U5, E-U8 y E-U10 (Urola).

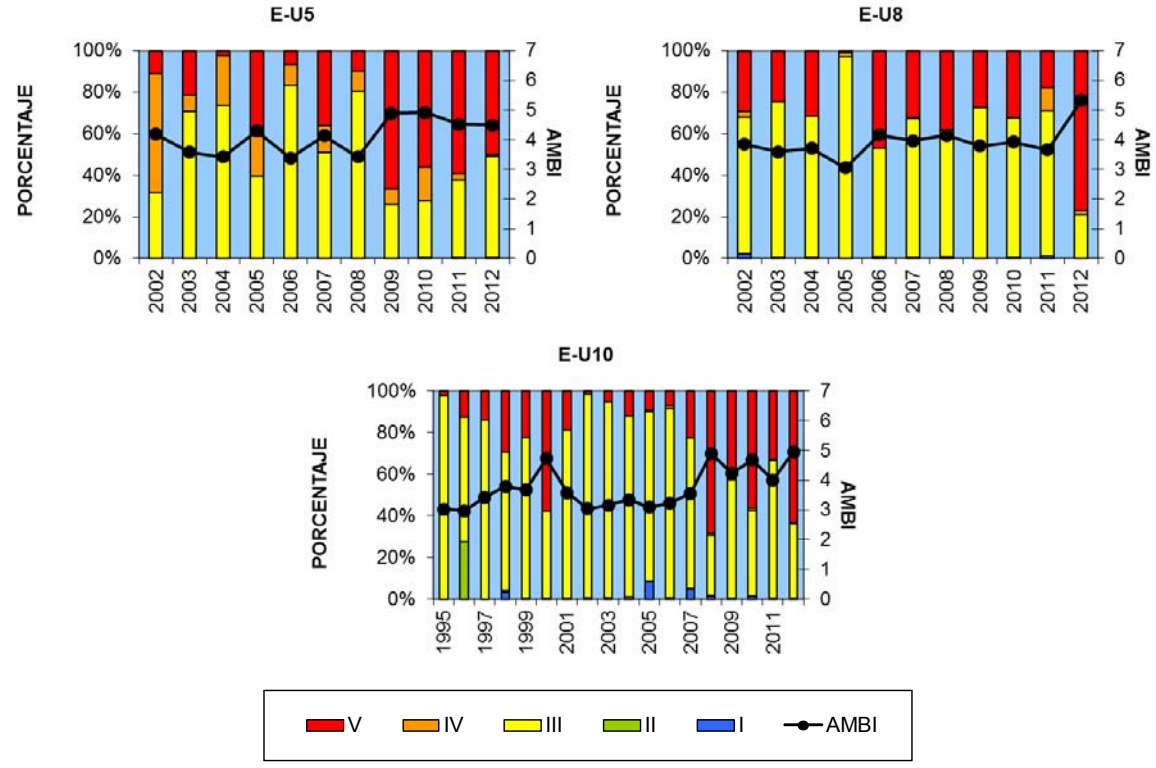


Figura 260 Evolución del porcentaje de cada grupo ecológico y de AMBI en las estaciones E-U5, E-U8 y E-U10 del Urola.

La estación E-U10 presenta un contenido en fracciones finas del orden del de las estaciones anteriores (50% de limos). Tan sólo cabe destacar el alto porcentaje de gravas determinado para la presente estación (22%).

La comunidad presente en esta estación sigue siendo semejante a la de las otras estaciones muestreadas en esta masa de agua. El *taxon* dominante en 2012, como en 2000 y en 2008-2011, es el grupo de los oligoquetos (573 ind·m^{-2}), también dominante en las otras dos estaciones de la masa de agua. Otras especies abundantes han sido *S. shrubsolii* (687 ind·m^{-2}), *C. capitata* (251 ind·m^{-2}), *A. romijni* (195 ind·m^{-2}), *H. diversicolor* (52 ind·m^{-2}), *C. carinata* (39 ind·m^{-2}) y *S. plana* (12 ind·m^{-2}), todas ellas características de la comunidad reducida de *Macoma*.

La densidad de la comunidad (2.761 ind·m^{-2}) es la mayor del seguimiento (Figura 259), mientras que la biomasa registrada (2,3 g·m^{-2}) es de las más bajas para la estación (máxima de 142,6 g·m^{-2} en 1998; 142,6 g·m^{-2} en promedio).

La diversidad para las abundancias en 2012 es relativamente baja para esta estación (1,86 bit·ind^{-1}). Por otro lado, la riqueza específica (14 *taxa*) se mantiene en el rango de variación de la estación (12 *taxa* en promedio).

A diferencia de la estación E-U8, el reparto de la abundancia entre grupos ecológicos es menos estable a lo largo del seguimiento y más similar a la de la estación E-U10 (Figura 260). Así, a partir de 2008 se detecta un aumento de las especies oportunistas de primero orden (grupo ecológico V). Sin embargo, a pesar de este cambio de dominancias, se mantiene la calificación Alteración Moderada (AMBI: 4,9, en 2012), aunque el valor estimado en la presente campaña de 2012 es el máximo del seguimiento (3,0-4,9). Por tanto, es importante mantener la vigilancia sobre esta estación para comprobar si el empeoramiento se mantiene en próximas campañas.

La evaluación del estado ecológico del compartimiento de los macroinvertebrados bentónicos a partir de los valores de M-AMBI en la estación **E-U5** presenta **Muy Buen Estado** (Figura 261), con una tendencia temporal positiva desde el comienzo del seguimiento en 2002, aunque se detectó un ligero retroceso en 2009-2010. Por lo tanto, conviene mantener la vigilancia sobre la estación para comprobar que la recuperación observada se mantiene.

La estación **E-U8**, en cambio, presenta **Buen Estado** (Figura 261), truncándose la tendencia temporal positiva de los valores M-AMBI que venía detectándose entre 2002 (0,58) i 2011 (1,00), aunque con un ligero retroceso en 2009-2010 (0,79 y0,93, respectivamente). Tal y como se ha comentado para la estación E-U5, conviene mantener el seguimiento de esta estación para garantizar determinar si el valor estimado para la presente campaña corresponde a otro retroceso puntual y después se da una nueva recuperación, o si, por el contrario, responde a una nueva presión no identificada que mantiene el impacto en un futuro próximo.

Por último, la estación **E-U10,** presenta **Estado Aceptable** (Figura 261). Desde el comienzo del seguimiento en 1995, los valores de M-AMBI han sufrido diversos altibajos. Durante el período 2003-2007 tuvo lugar un episodio de mejora, al que le sigue un importante retroceso entre las campañas de 2007 y 2008 hasta la calificación de Estado Aceptable, seguido de una ligera mejora a 0,55 y 0,54 en 2009 y 2010. A continuación, se observó una aparente mejoría en la pasada campaña de 2011, pero en la presente campaña de 2012 se detecta un nuevo retroceso que provoca que la comunidad alcance el menor valor de M-AMBI del seguimiento. Posiblemente la caída de 2008 tenga que ver con el dragado de diciembre de ese mismo año para sacar un barco del astillero y el nuevo retroceso detectado en la presente campaña se deba a que el proceso de recuperación posterior se está dando por colonización de comunidades en desequilibrio. Por lo tanto, conviene continuar con la vigilancia de esta estación, con el fin de confirmar que en próximas campañas no se producen nuevos procesos de retroceso y que se confirma una tendencia positiva al menos a medio plazo.

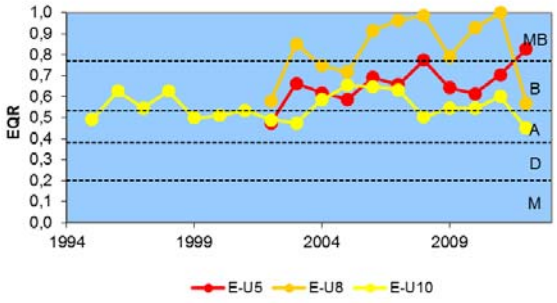


Figura 261 Evolución de M-AMBI para las estaciones de la masa de agua de transición del Urola.

11.3.2 FAUNA ICTIOLÓGICA

Las últimas muestras de fauna demersal fueron recogidas durante la campaña del año 2010, por tanto, en el presente informe se re-analizan los datos obtenidos entonces. En dicho año se encontraron un total de diez taxones (cuatro crustáceos y seis 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.

En esta masa de agua existen datos anteriores pertenecientes a los años 2004 y 2007 (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", y datos obtenidos en 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". A su vez, también existen datos anteriores pertenecientes a los años 1987 y 1988 (San Vicente *et al*., 1988); sin embargo, los transectos estudiados y la metodología empleada en el estudio del 1987 y 1988 no son equiparables al empleado actualmente.

El número de taxones registrados en el año 2010 fue de 10 (cuatro peces y seis crustáceos), el mismo que en 2007 (cuatro crustáceos y seis peces), uno menos que en 2004 (un taxón más de peces) y uno más que en 1996 (un taxón de crustáceo menos).

En 2010, la estación interior (AUM) fue la que presentó los valores más altos en todos los parámetros, excepto la riqueza de crustáceos y nº total de individuos. La estación exterior (AUE) y la estación interior (AUI) presentan los mismos valores en casi todos los parámetros (se diferencian en el número de individuos).

Al comparar estos datos con los registrados en 2004 y 2007 se aprecia que en la estación exterior la tendencia es decreciente, alcanzando además los valores mínimos de toda la serie de datos en todos los parámetros. En la estación media la tendencia decreciente es continua en todos los parámetros excepto en la diversidad (que obteiene el valor más alto de toda la serie) y la riqueza total, que obtiene un valor similar a los anteriores.

El descenso en taxones y ejemplares detectado en 2010 puede deberse a las actividades de dragado llevados a cabo en la zona del transecto exterior durante el año 2010, entre septiembre y octubre, en Astilleros Balenciaga y el canal desde el puerto deportivo a la desembocadura.Aunque 2004 fue el primer año muestreado en la Red de Calidad, en 1996 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, 2004, 2007 y 2010.

En la Tabla 220 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	2004	2007	2010	2004	2007	2010	2004	2007	2010
Riqueza	3	3	1	3	3	3	3	1	1
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	1	5	5	5	1	1	1
Omnívoros	3	3	1	5	5	3	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	3	1	1	1	1	1	1	1
PUNTUACIÓN	27	29	23	33	33	31	27	25	23
AFI	0,50	0,56	0,39	0,67	0,67	0,611	0,50	0,44	0,39
CALIDAD BIOLÓGICA	A	B	A	B	B	B	A	A	A

Tabla 220 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): ≥ 0,78; Bueno (B): 0,55-0,78; Aceptable (A): 0,34-0,55; Deficiente (D): 0,17-0,34; 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. La riqueza y la presencia de peces planos presentan un valor medio 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, existiendo en las tres estaciones una relación no equilibrada en la relación entre omnívoros y piscívoros (valor porcentual de 1:1 en la exterior y la interior, de 3:1 en la media).

Según los rangos establecidos para la clasificación de la calidad, el único tramo del estuario que está en un nivel **'Bueno'** es el tramo medio. El tramo exterior y el tramo interior están en un nivel **'Aceptable'**. En la Figura 262 se resume cómo ha variado la calidad biológica del estuario del Urola entre los años 1996, 2004, 2007 y 2010.

La calidad biológica piscícola alcanzada el año 2010 en todas las estaciones presenta el valor más bajo de toda la serie de datos. El tramo medio (AUM) se mantiene en una calidad 'Buena', aunque con un valor inferior al alcanzado en 1996, 2004 y 2007. El tramo exterior (AUE) e interior (AUI) son calificados como 'Aceptable', perdiendo calidad, pues su puntuación es menor a la alcanzada en 1996, 2004 y 2007.

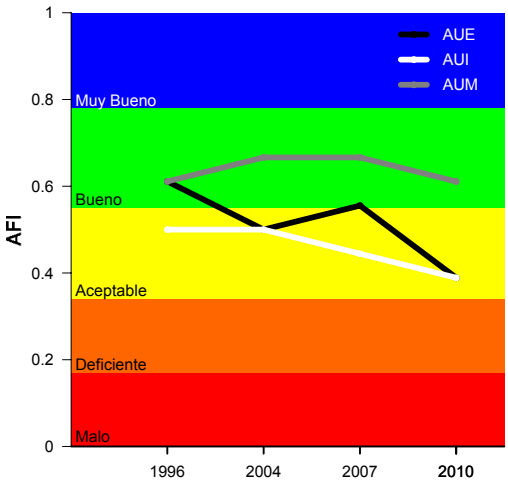


Figura 262 Valores de la calidad biológica obtenidos para cada estación en los años 1996, 2004, 2007 y 2010. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): ≥ 0,78; Bueno (B): 0,55-0,76; Aceptable (A): 0,34-0,55; Deficiente (D): 0,17-0,34; Malo (M): ≤ 0,17; Interior (AUI), medio (AUM) y exterior (AUE). AFI: AZTI's Fish Index.

La Figura 263 muestra la evolución de la calidad biológica en la masa de transición del Urola entre los años 1996 y 2010. La gráfica muestra que la calidad del estuario disminuye en 2010, alcanzando el nivel de **'Aceptable'**, con la puntuación más baja de toda la serie de datos. La calidad de 'Bueno' solo ha sido alcanzada en 1996 y 2007.

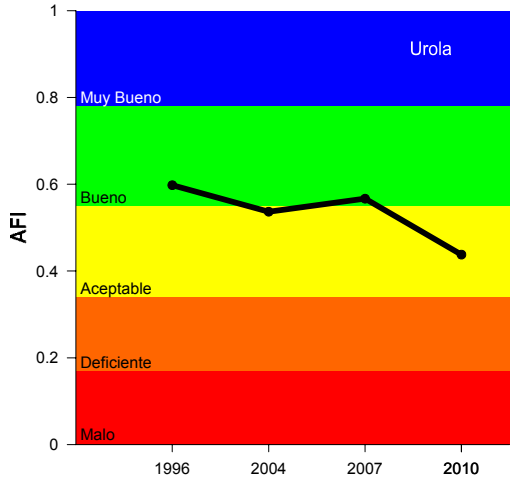


Figura 263 Evolución de la calidad biológica en la masa de transición del Urola entre los años 1996 y 2007. Muy bueno (MB): ≥ 0,78; Bueno (B): 0,55-0,76; Aceptable (A): 0,34-0,55; Deficiente (D): 0,17-0,34; Malo (M): ≤ 0,17. AFI: AZTI's Fish Index.

El del 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 numerosos asentamientos portuarios, algunas infraestructuras y los astilleros, rampas y varaderos.

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 y 2010 (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. 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.

11.3.3 VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO. FITOPLANCTON

Al igual que en anteriores informes, el fitoplancton en la masa de agua de transición del Urola se evalúa con los datos de los últimos seis años, en base a dos métricas: el percentil 90 de la clorofila y el porcentaje de blooms. El estado global del fitoplancton se calcula promediando los EQRs de ambos indicadores (véase tomo de metodología).

En la Figura 264 se muestra el valor del indicador calculado con los datos de clorofila "a" (percentil 90). En la estación de cabecera (E-U5) el valor del indicador es 11,74 µg l^{-1} (n=48), lo cual corresponde a un estado

"Bueno". En la estación E-U8 el valor es 5,87 µg l^{-1} y en la estación E-U10 es 5,83 µg l^{-1}, indicando ambos un estado "Muy bueno" en las zonas media y exterior del estuario, en base a la concentración de clorofila (Figura 264).

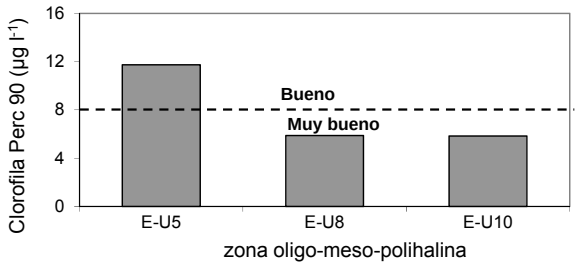


Figura 264 Percentil 90 de la concentración de clorofila en el estuario del Urola. Los datos utilizados han sido los de superficie, pleamar y bajamar, de las cuatro épocas del año, desde 2007 hasta 2012.

En la Figura 265 se muestra la frecuencia de floraciones fitoplanctónicas. En la cabecera (estación E-U5) supone un 50,0%, lo cual indica un estado "Aceptable". En las estaciones E-U8 y E-U10 la frecuencia es 8,3%, indicando un estado "Muy bueno".

Tras realizar la integración de los dos indicadores, como se indica en la Tabla 221, el estado global del fitoplancton para el periodo 2007-2012 se clasifica como "Aceptable" en la cabecera y "Muy bueno" en las zonas media y exterior.

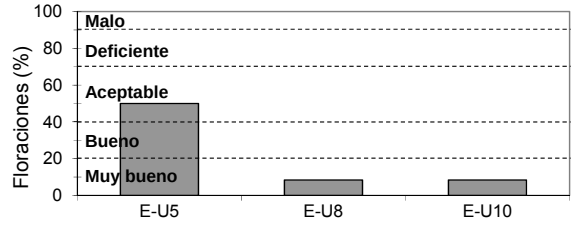


Figura 265 Frecuencia de floraciones fitoplanctónicas (%) en el estuario del Urola. Los datos utilizados corresponden a superficie, pleamar, en primavera y verano, desde 2007 hasta 2012.

ESTACIÓN	EQR_1 Biomasa	EQR_2 Floraciones	Estado y EQR Global
E-U5	0,454	0,334	Aceptable (0,394)
E-U8	0,908	1,000	Muy bueno (0,954)
E-U10	0,914	1,000	Muy bueno (0,957)

Tabla 221 Estuario del Urola. Calificación del estado del fitoplancton para cada estación de muestreo durante el periodo 2007-2012. Se muestran los EQRs parciales de cada indicador y el EQR global.

En la Tabla 222 se muestra la evolución temporal del estado del fitoplancton a lo largo de periodos móviles de seis años. El estado del fitoplancton en la masa de agua de transición del Urola ha sido "Muy bueno" en toda la serie, aunque el EQR manifiesta una leve tendencia de descenso (entre 0,96 y 0,89, aproximadamente). Se observan diferencias entre la zona de cabecera (E-U5), donde el estado es "Bueno" en la mayoría de las evaluaciones y la parte media-exterior del estuario (estaciones E-U10 y E-U8) que presenta siembre un estado "Muy bueno".

Por otra parte, es en la cabecera donde se ha observado un descenso en el valor de EQR de ambos indicadores (clorofila y floraciones) a lo largo de los últimos años (datos no mostrados). Esta estación representa únicamente el 12% de la superficie total del estuario, con lo cual influye muy levemente en el estado del fitoplancton cuando es integrado en la masa de agua.

	03-08	04-09	05-10	06-11	07-12
Urola	MB (0,956)	MB (0,964)	MB (0,942)	MB (0,941)	MB (0,889)
E-U5	B	B	B	B	A
E-U8	MB	MB	MB	MB	MB
E-U10	MB	MB	MB	MB	MB

Tabla 222 Evolución temporal del estado del fitoplancton en el estuario del Urola, a lo largo de periodos móviles de seis años. Se indica entre paréntesis la evolución del EQR del fitoplancton.

CLOROFILA

En el estuario del Urola se midió la concentración de clorofila en tres estaciones: E-U5 (cabecera), E-U8 (zona media) y E-U10 (zona inferior). Las muestras se tomaron sólo en superficie.

Considerando todo el conjunto de situaciones de muestreo (pleamar y bajamar; y cuatro meses a lo largo del año), se tomaron en total 24 muestras. Con éstas se cubrió un rango de salinidad de 0,2 a 28,3 USP. La concentración de clorofila presentó también bastante variabilidad, entre 0,4 y 33,5 µg l^{-1} (Figura 266).

Como puede observarse en la Figura 266, en invierno la clorofila se encontró en niveles mínimos a lo largo de todo el estuario (<1 µg l^{-1}). En primavera y en otoño las concentraciones oscilaron poco, entre 1 y 4 µg l^{-1}, aproximadamente. La clorofila fue significativamente mayor en verano. El pico estival se encontró en cabecera (E-U5), en condiciones de bajamar, y estuvo asociado a una baja salinidad (1 UPS).

El máximo de clorofila del año 2012 en el Urola supera a los valores medidos en cualquiera de los estuarios del País Vasco en el mismo año. Otros años también se han encontrado concentraciones de clorofila relativamente altas en la cabecera del Urola. Por ejemplo, en la primavera de 2010 se registraron 60-80 µg l^{-1}; tanto en pleamar como en bajamar. Dichos picos se debieron a una floración de criptofitas.

Las concentraciones de nutrientes en verano de 2012 en la estación E-U5 fueron superiores a las

encontradas durante el resto del año. En esta zona del estuario, los nutrientes más relacionados con presión antrópica alcanzaron valores máximos de 19 µM (amonio) y 5,8 µM (fosfato), en verano. En las campañas de invierno, primavera y otoño estos nutrientes no superaron 6 µM (amonio) y 1,9 µM (fosfato).

Los máximos estivales de nutrientes corresponden a un nivel intermedio entre las concentraciones que Bald (2005) considera indicadoras de un estado físico-químico "Muy bueno" y un estado "Malo" para aguas oligohalinas. Esto es, entre 6 y 63 µM (amonio), y entre 1,3 y 14 µM (fosfato). Por lo tanto, el pico de clorofila en verano de 2012 parece deberse a una respuesta del fitoplancton a cierta presión de nutrientes.

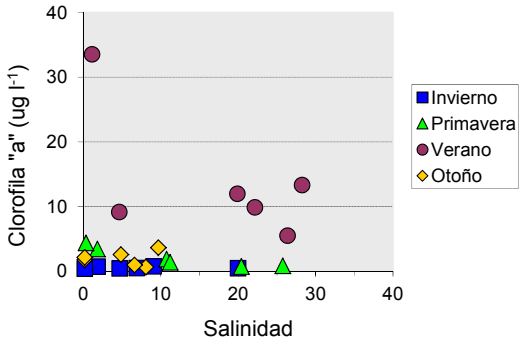


Figura 266 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino del estuario del Urola en las cuatro épocas de estudio durante 2012. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

Para estudiar la evolución a lo largo de los años de la concentración de clorofila en el estuario del Urola se ha calculado el valor del percentil 90 en periodos móviles de seis años (Figura 267).

En la estación E-U5 (oligohalina), el percentil 90 ha ido en aumento (desde 6 hasta 12 µg l^{-1}, aproximadamente). En la parte media del estuario (estación E-U8, mesohalina), se aprecian oscilaciones durante la misma serie de años, variando el percentil 90 en un rango de unos 3 a 6 µg l^{-1}. En la zona exterior (estación E-U10, polihalina) ha habido oscilaciones en un rango de 1 a 6 µg l^{-1} (Figura 267).

En el resto de los estuarios del País Vasco, en aguas de carácter oligo-, meso- o polihalino el percentil 90 de la clorofila normalmente no supera los 8 µg l^{-1}. En la Figura 267 se percibe una tendencia temporal de aumento en la clorofila en el estuario del Urola. También puede verse que actualmente el percentil comienza a alejarse del rango normal en la cabecera, donde manifiesta valores algo elevados y característicos de presión.

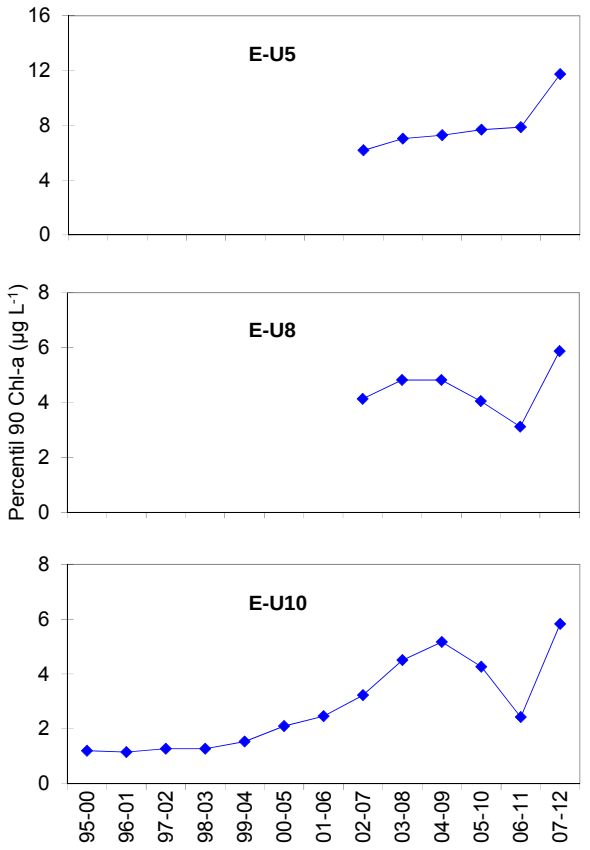


Figura 267 Evolución de la concentración de clorofila en el estuario del Urola. Se muestra el percentil 90 calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, para periodos móviles de seis años.

Respecto a las oscilaciones que se observan en las estaciones más exteriores, E-U8 y E-U10, ya se ha comentado en otros capítulos que son una característica común en los estuarios del País Vasco (véase, por ejemplo, capítulo del Butroe). No obstante, hay que señalar que en el Urola son relativamente más amplias (Figura 267).

En los estuarios de tipo 9 (intermareales, dominados por el mar), las estaciones meso- y polihalinas, por su localización, son generalmente las que tienen menor influencia antrópica desde el punto de vista de la eutrofización. Estas zonas están sometidas a una fuerte advección mareal (que intensifica la renovación del agua) y en pleamar las comunidades fitoplanctónicas son en buena medida las que viven en las masas de agua costeras.

Por lo tanto, los cambios observados en la clorofila en la zona inferior y media del Urola podrían estar ligados a cambios en las condiciones océano-meteorológicas a mayor escala espacial (factores como: insolación, turbiedad, aporte de nutrientes mediado por la pluviosidad y el caudal fluvial, estratificación frente a mezcla vertical, balance afloramiento-hundimiento, etc.).

Estos procesos naturales se ha visto que tienen una influencia importante sobre la clorofila en la plataforma costera del País Vasco (Revilla et al., 2012).

COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DEL FITOPLANCTON

En la Tabla 223 se presentan las variables que describen, de forma general, la estructura de las comunidades fitoplanctónicas, para las épocas de primavera y verano.

Estación	E-U5	E-U8	E-U10
Fecha	15/05/2012	15/05/2012	15/05/2012
Abund. ($x10^3$ céls. l^{-1})	665	339	644
Diversidad (bit/cel)	2,0	3,0	3,5
Riqueza (Nº especies)	9	16	18
Estación	E-U5	E-U8	E-U10
Fecha	10/09/2012	10/09/2012	10/09/2012
Abund. ($x10^3$ céls. l^{-1})	2.029	4.999	3.469
Diversidad (bit/cel)	2,2	1,7	2,5
Riqueza (Nº especies)	12	12	20

Tabla 223 Índices relacionados con Fitoplancton. Estuario del Urola. Los datos son de superficie, en pleamar.

En 2012 se observaron abundancias elevadas en verano, en las tres zonas del estuario. Esto se correspondió con el patrón de variación de la clorofila, como se muestra en el anterior apartado.

En primavera, las comunidades mostraron una abundancia celular baja. En cabecera estuvieron principalmente constituidas por pequeñas diatomeas pennales (posiblemente de origen bentónico), criptofitas (*Teleaulax* spp.) y el dinoflagelado potencialmente nocivo *Kryptoperidinium foliaceum*. Hacia la zona inferior aumentó la abundancia de diatomeas centrales (como *Chaetoceros* spp.) y disminuyó la de las criptofitas y dinoflagelados.

En verano se observaron floraciones fitoplanctónicas de criptofitas (*Teleaulax* spp.) en las tres estaciones de muestreo. En menor abundancia se encontraron pequeñas diatomeas centrales y pennales, así como clorofitas y formas <10 µm que no fue posible identificar.

Además, hay que destacar en verano una alta densidad de euglenofitas (*Eutreptiella* sp.) en la zona media del estuario, con $2{,}9 \cdot 10^6$ células l^{-1}. En la zona exterior del estuario se observó una composición taxonómica algo más variada, aunque el taxón dominante continuó siendo el grupo de las criptofitas.

El dinoflagelado *Kryptoperidinium foliaceum,* que puede formar mareas rojas y es citado en la bibliografía como causa de estrés metabólico en ostras, parece recurrente en el estuario del Urola. En 2012 mostró su valor máximo en la cabecera del estuario durante el verano (400.000 células l^{-1}).

Generalmente, la abundancia de *Kryptoperidinium foliaceum* en el estuario del Urola ha sido del orden de 10^4-10^5 células l^{-1}. Aunque, este dinoflagelado puede dar lugar a floraciones. Por ejemplo, en mayo de 2007 se observó una densidad de este organismo de 2,3 10^6 células l^{-1} en la estación E-U5.

11.3.4 VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO. MACROALGAS

Para su estudio la masa de agua se dividió en 6 zonas tanto en 2004, como en 2007 y 2010, numeradas del 1 al 6 desde la desembocadura al interior. Estas 6 zonas representan tres tramos del estuario, que se pueden adscribir a las estaciones E-U10 (zonas 1 a 3), EU8 (zonas 4 y 5) y E-U5 (zona 6), desde la desembocadura al interior.

En la Tabla 224 se observan los resultados obtenidos de aplicar el método explicado en el Tomo 1 del informe correspondiente a la campaña de 2003 (Borja *et al.*, 2004d) para la masa de agua en las tres campañas arriba indicadas. 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, pasa de 'Estado Aceptable' en las campañas de 2004 y de 2007 a 'Muy Buen Estado' en 2010, indicando una recuperación del estuario.

La mejora detectada en los tres tamos (de 'Estado Aceptable' en 2004 y 2007 a 'Buen Estado' en 2010 en los tramos exterior e interior; y de 'Buen Estado' en 2004 y 'Estado Aceptable' en 2007, a 'Muy Buen Estado' en 2010, en el tramo medio) se debió, básicamente, a una mayor cobertura de algas no indicadoras de contaminación y a un menor ratio de algas verdes respecto a la cobertura vegetal total.

Por tanto, se aprecia una recuperación general en la calidad de las comunidades de macrófitos del estuario, especialmente destacable en el tramo medio.

	E-U10	E-U8	E-U5	GLOBAL
2004	A	B	D	A
2007	A	A	D	A
2010	B	MB	B	MB

Tabla 224 Calificación obtenida para cada uno de los tramos en que se divide la masa de agua (M-EU1 a M-EU3 se adscriben a E-U10; M-EU4 y M-EU5 se adscriben a E-U8; M-EU6, se adscribe a E-U5) y para el global de la misma, en cada una de las campañas muestreadas (D=Estado Deficiente; A=Estado Aceptable; B=Buen Estado; MB=Muy Buen Estado).

11.4 INDICADORES FISICOQUÍMICOS

11.4.1 CARACTERIZACIÓN 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 la salinidad. También se aprecia la influencia del estado de la marea a lo largo de todo el estuario.

En la Tabla 225 se muestran los datos medios anuales, correspondientes a las campañas de 2012, 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	14,15	15,06	15,15	16,35	14,83	16,18
Salinidad	USP	1,30	9,23	15,43	29,45	13,93	25,10
Agua fluvial	%	96,35	74,07	56,65	17,26	60,87	29,50
Saturación O_2	%	88,50	83,23	91,43	86,01	97,03	90,83
pH		8,17	8,02	8,05	7,97	8,15	8,06
Silicato	$\mu mol.dm^{-3}$	81,35		60,69		57,14	
Amonio	$\mu mol.dm^{-3}$	5,43		7,85		6,43	
Nitrito	$\mu mol.dm^{-3}$	1,78		1,33		1,24	
Nitrato	$\mu mol.dm^{-3}$	136,38		101,91		94,96	
Nitrógeno Total	$\mu mol.dm^{-3}$	212,63		166,86		156,41	
Fosfato	$\mu mol.dm^{-3}$	2,55		1,69		1,51	
Fósforo Total	$\mu mol.dm^{-3}$	4,71		3,16		2,94	
Carbono O. Total	$\mu mol.dm^{-3}$	345,26		290,39		318,16	

Tabla 225 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 ~17 y el ~96% aproximadamente. Se aprecia un gradiente de mezcla entre el agua continental de cabecera y el agua marina de desembocadura.

El oxígeno disuelto, en promedio, varía entre 83% y 97% de saturación. El incremento de la proporción de agua de mar no se traduce en un incremento del porcentaje de saturación de oxígeno. Por 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.

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. 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 ~50-85 % en el caso del nitrógeno y ~37-64% en el caso del fósforo). En las dos estaciones más internas del estuario el nitrato se encuentra, en promedio, en niveles más bajos que el amonio. Proporciones muy altas de formas reducidas (amonio, así como, N y P orgánicos) suelen indicar aportes elevados de aguas residuales domésticas. 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 las estaciones de muestreo del estuario del Urola, no se observa una tendencia a la disminución en los últimos años. Es más, algunos de los picos más importantes se han registrado en los últimos años (Figura 268).

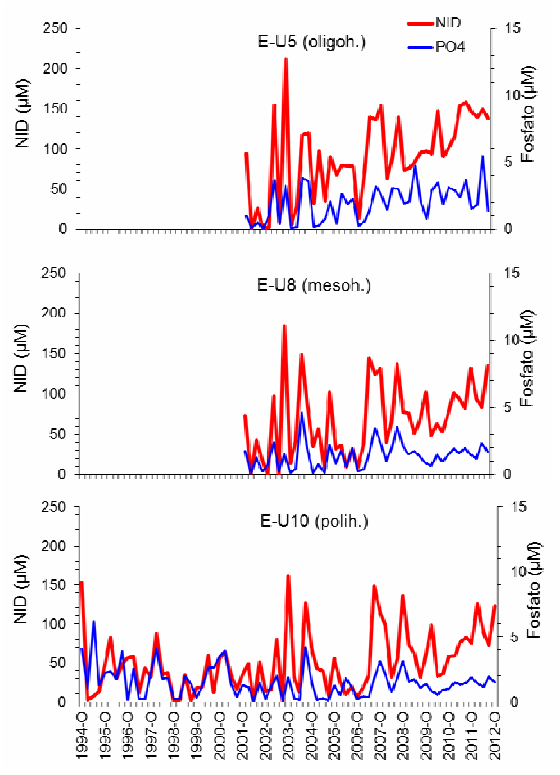


Figura 268 Evolución trimestral, entre otoño de 1994 y otoño de 2012, de la concentración de Nitrógeno Inorgánico Disuelto (NID) y fosfato, ambos en micromoles por litro, en aguas de superficie (media de pleamar y bajamar), en las estaciones E-U5, E-U8 y E-U10.

En la Figura 269 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%.

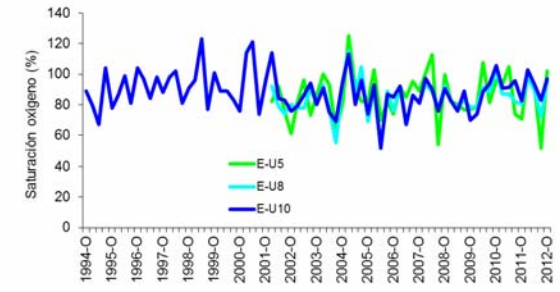


Figura 269 Evolución temporal del porcentaje de saturación de oxígeno disuelto en el estuario del Urola (estaciones E-U5, E-U8 y E-U10), media de pleamar y bajamar, superficie y fondo.

METALES DISUELTOS

Las concentraciones de cromo (trivalente) y mercurio en las aguas de superficie de las estaciones del estuario del Urola se mantienen por debajo de su límite de cuantificación (1-2 $\mu g \cdot l^{-1}$ y 0,01 $\mu g \cdot l^{-1}$, respectivamente).

En la Figura 270 se muestra la evolución de la concentración media del resto de los metales para el periodo comprendido entre otoño de 1994 y verano de 2012. 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.

Con respecto a campañas anteriores, en 2012 se aprecia un ligero descenso del valor promedio anual del Cd hasta alcanzar concentraciones por debajo del objetivo de calidad (0,2 $\mu g\ l^{-1}$) en todas las estaciones de estudio.

Por el contrario, en el caso del Fe, del Mn y del Cu (únicamente en la estación E-U5), se observa un ligero aumento de las concentraciones promedio anuales en todas las estaciones de estudio.

Además, las concentraciones promedio anuales del Zn en la estación E-U5 han aumentado con respecto a la campaña anterior hasta alcanzar valores por encima del objetivo de calidad (60 $\mu g\ l^{-1}$).

Para el resto de los metales, 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.

Además, excepto el Zn en la estación E-U5, ningún metal supera su objetivo de calidad correspondiente (NCA-MA) en ninguna de las estaciones de estudio.

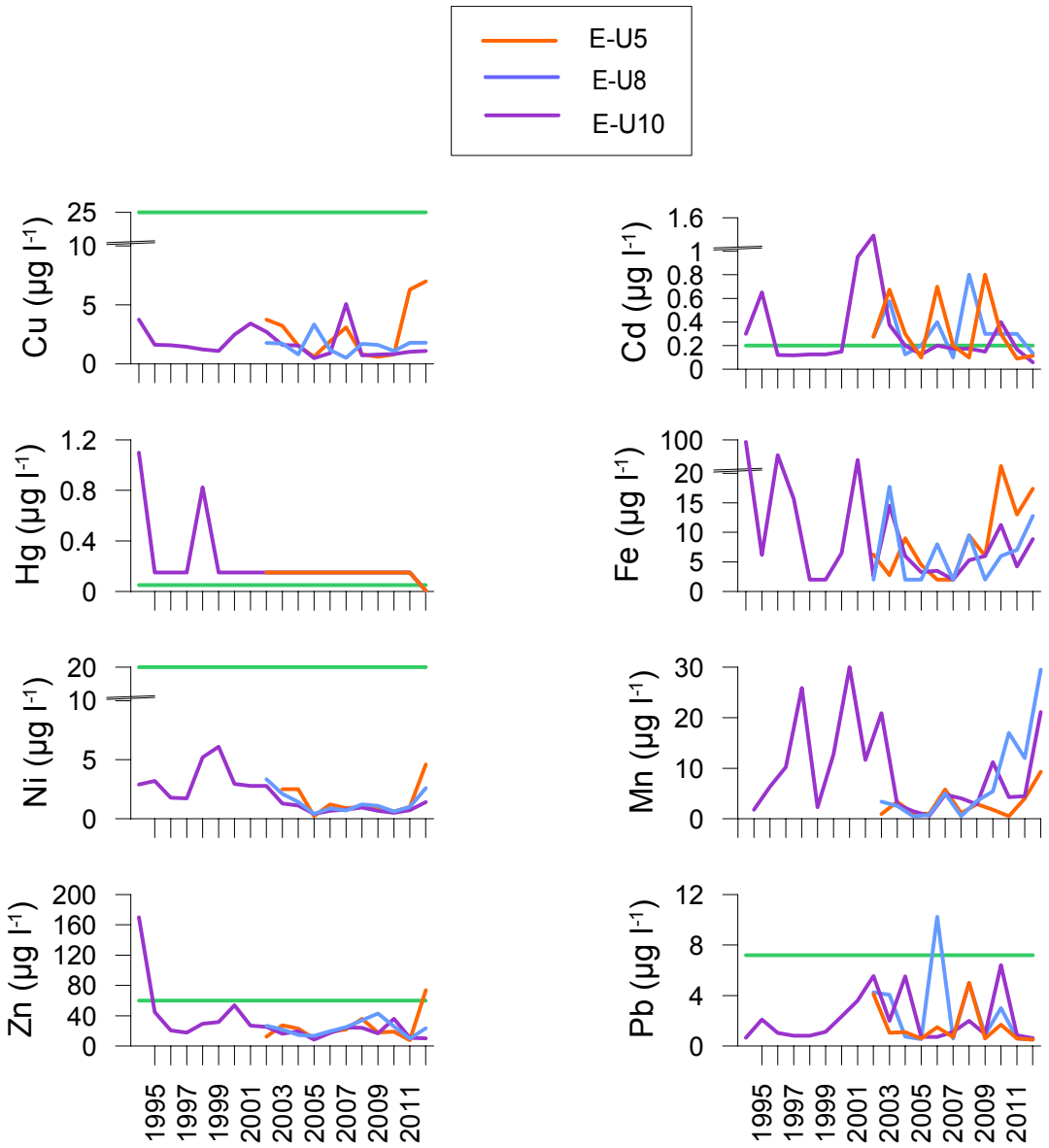


Figura 270 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en las estaciones del Urola en el periodo que abarca desde 1994 a 2012. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

CONTAMINANTES ORGÁNICOS Y OTROS CONTAMINANTES ESPECÍFICOS

En la campaña de 2012, las concentraciones de los compuestos orgánicos analizados se encuentran por debajo de sus respectivos límites de cuantificación.

11.4.2 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS

PARÁMETROS SEDIMENTOLÓGICOS DE CARÁCTER GENERAL

Desde el año 1995, en la estación E-U10, y desde 2002 en las estaciones E-U5 y E-U8, se dispone de la información relativa a la composición granulométrica, contenido en materia orgánica, potencial redox y contenido en carbono y nitrógeno orgánico particulado.

A partir de esta información, en la Figura 271 y Figura 272 se ha establecido una evolución temporal para cada estación. Además en la Tabla 226 se recogen los resultados de los análisis realizados en la campaña de invierno de 2012.

En cuanto a la variabilidad espacial, en la presente campaña no se aprecia ningún gradiente en la composición granulométrica entre el interior (estación E-U5) y el exterior del estuario, ya que todas las estaciones de estudio muestran un sedimento predominantemente limo-arenoso. En la presente campaña, en las estaciones E-U5 y E-U10 se aprecia un aumento del contenido en gravas con respecto a la campaña anterior.

En relación a la evolución temporal, se observa una tendencia descendente discontinua del contenido en materia orgánica en las estaciones E-U5 y E-U8. En la presente campaña, en la estación E-U8, se aprecia un aumento importante del contenido en materia orgánica con respecto a la campaña anterior. Para el resto de parámetros sedimentológicos no se aprecia ningún patrón temporal definido en ninguna de las tres estaciones de estudio.

Estación	Grava (%)	Arena (%)	Limo (%)	M.O. (%)	Eh (mV)	C.O.P. (mol kg^{-1})	N.O.P. (mol kg^{-1})	C/N (mol/mol)
E-U5	10,73	40,98	48,29	5,68	-208	2,64	0,14	18,8
E-U8	9,74	34,95	55,31	15,32	-311	3,21	0,19	17,4
E-U10	22,38	27,90	49,72	5,54	-310	2,66	0,14	18,6

Tabla 226 Parámetros sedimentológicos correspondientes a los muestreos de invierno de 2012. Grava > 2 mm > Arena > 63 µm > Limo; M.O.: materia orgánica; Eh: potencial redox; C.O.P. carbono orgánico particulado; N.O.P.: nitrógeno orgánico particulado; C / N: relación carbono / nitrógeno).

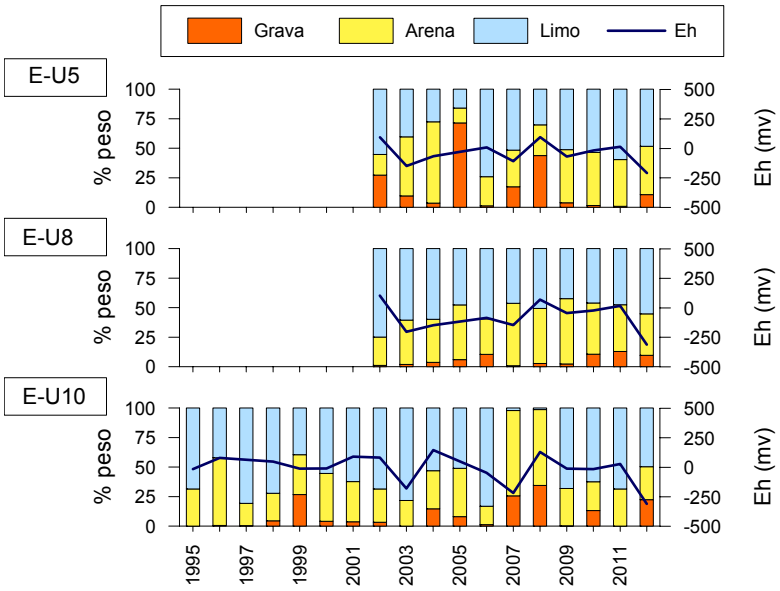


Figura 271 Evolución temporal del potencial redox (Eh) y las fracciones granulométricas (grava, arena y limo) en los sedimentos superficiales (muestreos de invierno).

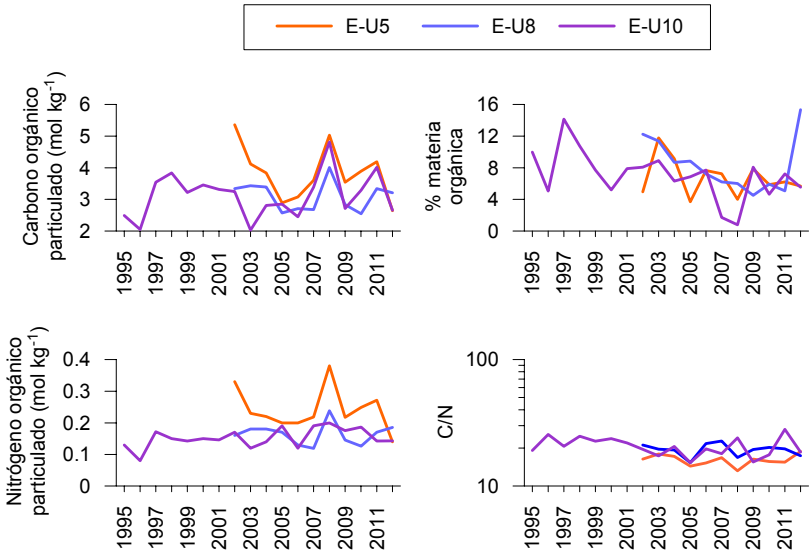


Figura 272 Evolución temporal del contenido en materia orgánica, carbono orgánico particulado y relación carbono/nitrógeno en los sedimentos superficiales (muestreos de invierno).

METALES PESADOS

En la Tabla 227 se recogen las concentraciones de metales pesados analizados en la campaña de invierno de 2012. La estación más interna (E-U5) presenta los valores máximos para todos los metales, excepto para el Cd, Hg y Zn.

La Figura 273 muestra la evolución temporal para cada uno de los metales en la estación E-U10 desde 1995 y para las estaciones E-U5 y E-U8 desde 2002.

Cd y Cu, excepto en la estación más interna (E-U5), muestran una tendencia descendente de las concentraciones, que en los muestreos más recientes alcanzan valores por debajo del umbral del nivel de fondo.

Ni, Cr y Fe presentan una elevada varibilidad temporal y durante los muestreos más recientes, excepto en la estación más interna (E-U5), los valores se encuentran dentro del rango del nivel de fondo.

El Hg, excepto en la estación E-U5, en las campañas más recientes, muestra concentraciones en el rango del del nivel de fondo.

Zn y Pb, muestran una tendencia descendente de las concentraciones, aunque los valores se mantienen por encima del nivel de fondo (excepto el Pb en la estación E-U10 en la presente campaña).

El Mn, a pesar de haber mantenido una tendencia ascendente durante los últimos años, en la presente campaña muestra un descenso notable en todas las estaciones hasta alcanzar valores dentro del rango del nivel de fondo.

Por otro lado, en la Figura 274 se representa la concentración de metales (corregidos por el contenido en finos de los sedimentos), durante los últimos tres años (2010, 2011 y 2012) con el objetivo de conocer el posible efecto adverso sobre la biota asociado a la presencia de dichos metales. De esta manera, durante la última campaña, en las tres estaciones todos los metales superan el valor TEL. Además, en la estación E-U8 el Ni supera el valor PEL. Esta situación supone un riesgo de efectos negativos sobre la biota.

Estación	Cd ($\mu g\ g^{-1}$)	Cr ($\mu g\ g^{-1}$)	Cu ($\mu g\ g^{-1}$)	Fe ($\mu g\ g^{-1}$)	Hg ($\mu g\ g^{-1}$)	Mn ($\mu g\ g^{-1}$)	Ni ($\mu g\ g^{-1}$)	Pb ($\mu g\ g^{-1}$)	Zn ($\mu g\ g^{-1}$)
E-U5	0,27	62,7	42,6	45461	0,10	500	48,2	53,1	219
E-U8	0,28	54,0	41,2	39509	0,13	282	44,4	41,2	197
E-U10	0,23	41,0	39,4	29990	0,12	166	31,9	28,3	225
Media	0,26	52,56	41,10	38320	0,12	316	41,51	40,87	213,9
Desv. est.	0,03	10,89	1,62	7804	0,01	170	8,52	12,39	14,6

Tabla 227 Concentración de metales pesados en la fracción fina de los sedimentos en la campaña de invierno de 2012.

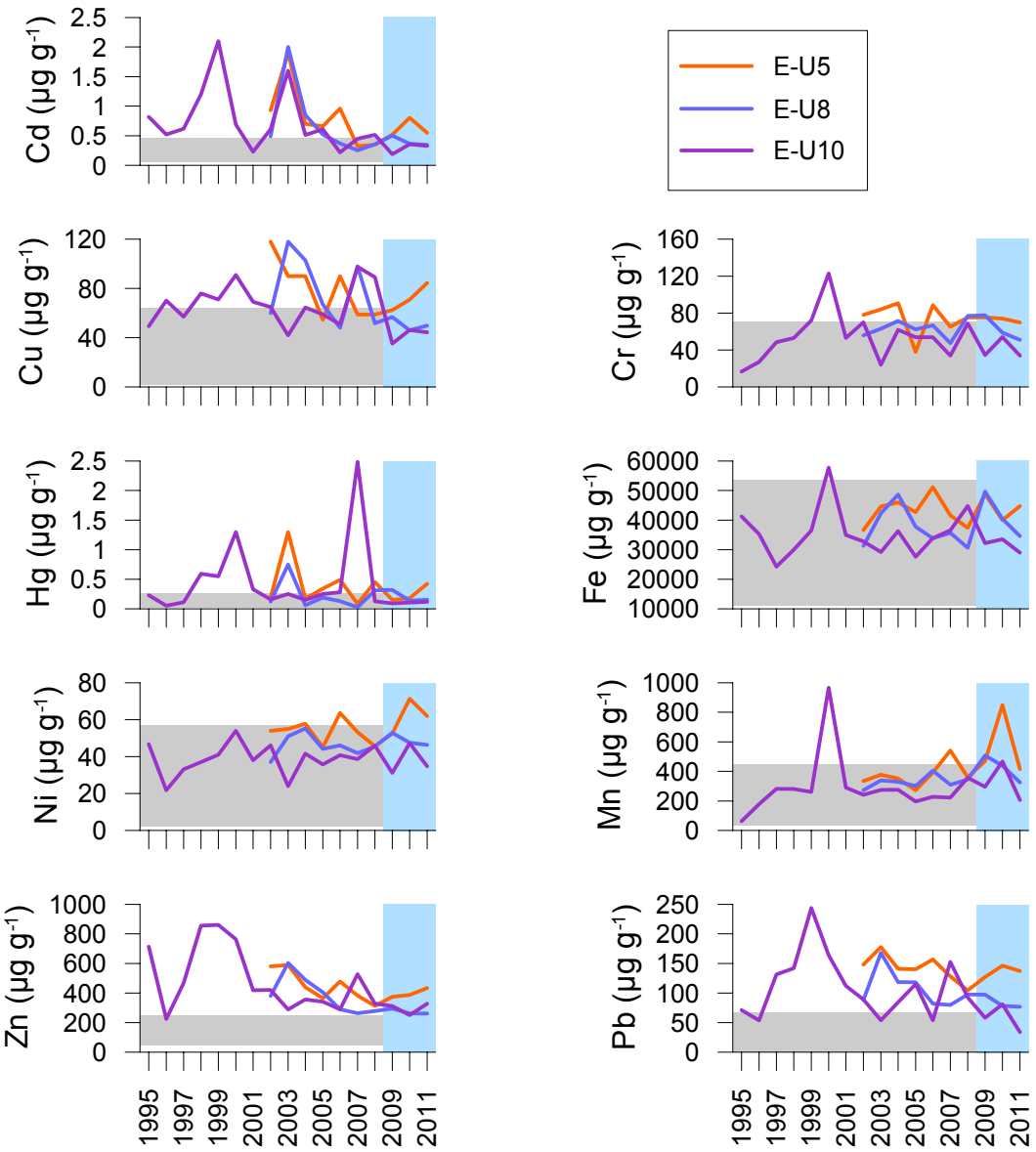


Figura 273 Evolución temporal de la concentración de metales en la fracción fina del sedimento superficial. La franja gris representa el nivel de fondo para cada uno de los metales.

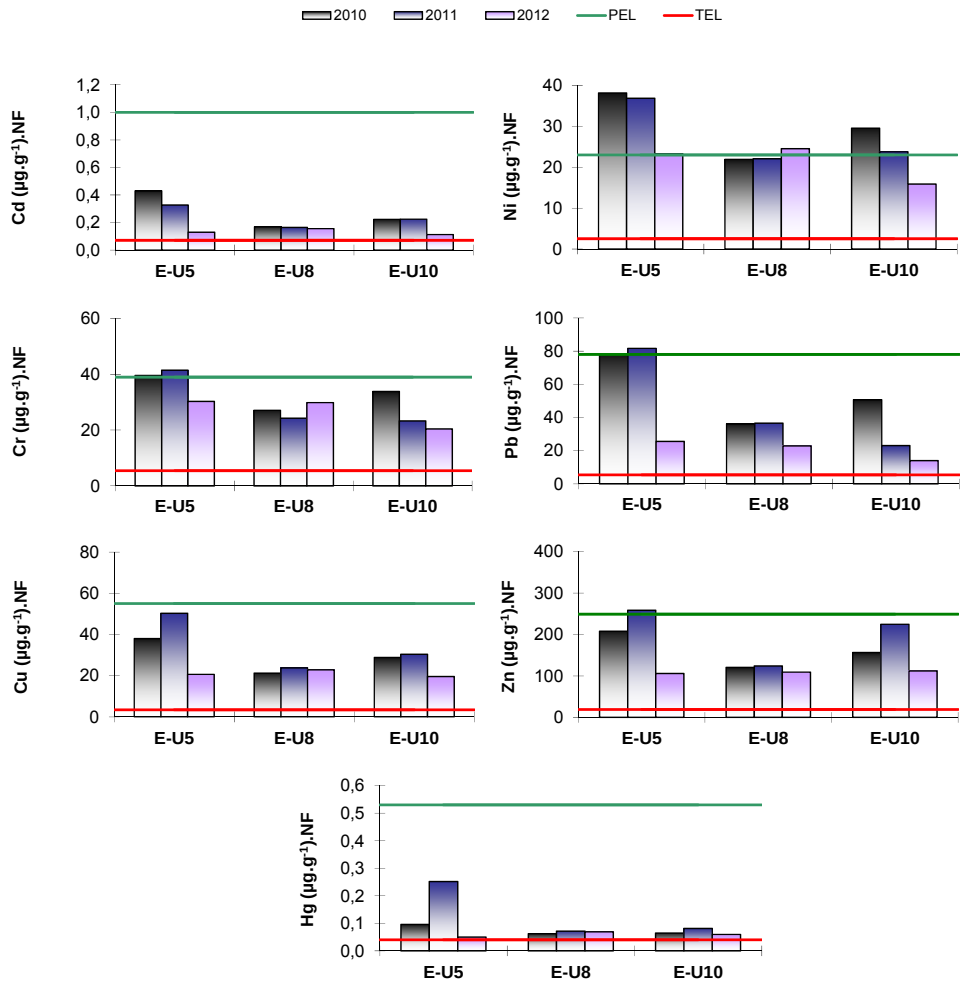


Figura 274 Evolución temporal de la concentración de metales del sedimento de las estaciones del Urola, durante los últimos tres años (muestreos de invierno). PEL (Probable Effect Level): concentración con efecto negativo probable en la biota; TEL (Threshold Effect Level): concentración por debajo de la cual no se esperan efectos sobre la biota. Nótese que las concentraciones están corregidas por la fracción fina (NF).

COMPUESTOS ORGÁNICOS

En la Tabla 228 se recogen las concentraciones de compuestos orgánicos analizados en la campaña de invierno de 2012, en las tres estaciones de estudio. La Figura 275 ilustra la evolución en la concentración de contaminantes orgánicos analizados desde 1995 en la estación E-U10 y desde 2002 en las estaciones E-U5 y E-U8.

En general, el Aldrín, Dieldrín, Isodrín, hexaclorociclohexano y hexaclorobenceno presentan concentraciones inferiores al límite de determinación analítico. El DDT y sus derivados lo superan puntualmente, aunque se mantienen inferiores al objetivo de calidad (<46 µg.kg^{-1}). En el caso de los PCBs y PAHs, durante las últimas campañas, mantienen valores por encima del límite de determinación analítico, aunque sin superarse el objetivo de calidad (180 y 45000 µg.kg^{-1}, respectivamente).

Estación	Aldrín (ng g^{-1})	Dieldrín (ng g^{-1})	Isodrín (ng g^{-1})	DDE (ng g^{-1})	DDD (ng g^{-1})	DDT (ng g^{-1})	*a*HCH (ng g^{-1})	*g*HCH (ng g^{-1})	HCB (ng g^{-1})	S.PCB (ng g^{-1})	S.PAH (ng g^{-1})
E-U5	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	35	631
E-U8	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	44	1001
E-U10	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	32	634

Tabla 228 Concentración de compuestos orgánicos en los sedimentos en la campaña de invierno de 2012. aHCH: alfa-hexaclorociclohexano; gHCH:gamma-hexaclorociclohexano; HCB: hexaclorobenceno; HCB: hexaclorobenceno; S.PCB: suma de las concentraciones de los policlorobifenilos congéneres CB28, CB52, CB101, CB118, CB138,CB153 y CB180; S.PAH: suma de las concentraciones de 10 hidrocarburos poliaromáticos: fenantreno, indeno[1,2,3-cd]pireno, pireno, criseno, benzo[e]pireno, benzo[g,h,i]perileno, fluoranteno, benzo[a]antraceno, benzo[b]fluoranteno y benzo[a]pireno. Cabe señalar que las concentraciones inferiores a los límites de detección no se han considerado en el sumatorio.

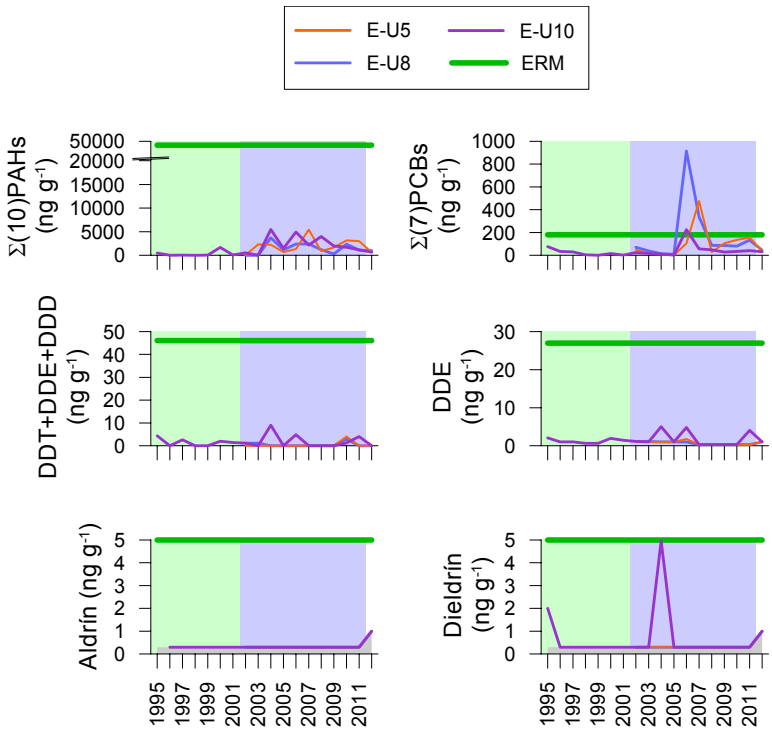


Figura 275 Evolución temporal de la concentración de compuestos orgánicos. La variación en el nivel de cuantificación analítico se muestra sobre fondo gris. ERM: concentración con efecto adversos probables en la biota (del inglés, Effects Range Median, Long *et al.*, 1995). Cabe señalar que las concentraciones inferiores a los límites de detección no se han considerado en el sumatorio. Cambio de color de fondo indica cambio de metodología.

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

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.

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 centrales del nivel de fondo de metales, calculados por Rodríguez *et al.* (2006), con los encontrados en las zonas estudiadas (Factor de Contaminación, FC). 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 229 se recoge el índice de carga contaminante (ICC) por cada metal en los sedimentos del estuario del Urola, así como los valores globales de ICC para la campaña de invierno de 2012. Las tres estaciones presentan contaminación ligera.

En la Figura 276 se presenta la evolución del ICC global. En las campañas más recientes, se observa que los valores se encuentran en el rango de contaminación ligera (*i.e.*, ICC < 3).

Estación	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn	ICC global
E-U5	CL	CL	CL	CL	NC	CL	CL	CL	CL	CL
E-U8	CL	CL	CL	CL	NC	CL	CL	CL	CL	CL
E-U10	NC	CL	CL	NC	NC	NC	CL	NC	CL	CL
Total	CL	CL	CL	CL	NC	CL	CL	CL	CL	CL

Tabla 229 Clasificación de la contaminación en los sedimentos superficiales en función de los metales pesados en 2012, 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.

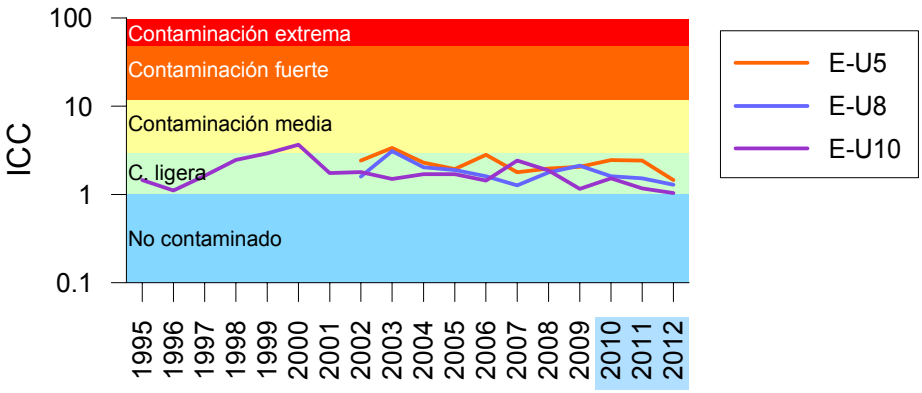


Figura 276 Evolución del Índice de Carga Contaminante (ICC) global de metales en sedimento.

11.4.3 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA EN BIOTA (MOLUSCOS)

En el estuario del Urola el pasado 22 de octubre de 2012 se recolectó mejillón en la desembocadura (I-U10).

En la Base de Datos se recogen los resultados correspondientes a bacteriología, metales pesados y compuestos orgánicos de la campaña de otoño de 2012.

BACTERIOLOGÍA

La evolución de la concentración de bacterias en la estación I-U10 a lo largo del periodo de estudio (otoño de 1994-otoño de 2012) se representa en la Figura 277.

En 2012 se ha observado una concentración de ***E. coli*** elevada (>18000 NMP/100g), probablemente ligado a la elevada precipitación en los días previos al muestreo. Suponiendo que se tratase de una zona de producción de moluscos, la concentración observada en la campaña de otoño de 2012 se encuentra dentro del rango 4600-46000 NMP/100g, valor establecido en el Reglamento (CE) nº 854/2004 para la clasificación de las Zonas tipo C, es decir, aquellas zonas en las que pueden recolectarse moluscos bivalvos vivos que únicamente pueden comercializarse tras su reinstalación durante un periodo prolongado.

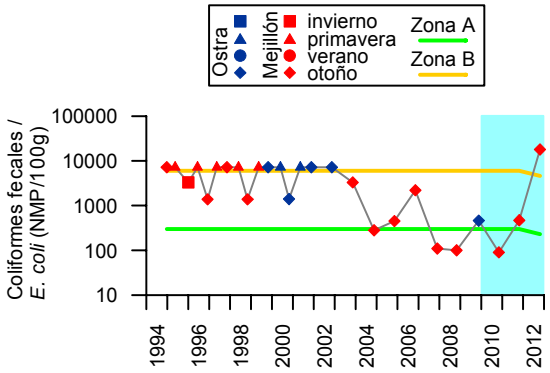


Figura 277 Evolución de la concentración de bacterias (Coliformes fecales hasta 2011 y *E. coli* en 2012) en la estación I-U10 a lo largo del periodo de estudio (otoño de 1994-otoño de 2012).

METALES PESADOS

En la Figura 278 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 2012).

La concentración de **cadmio** en otoño 2012 es de 0,07 mg kg^{-1}, una de las más bajas del periodo de estudio en esta estación. La concentración máxima (0,27 mg kg^{-1}) se registró en otoño de 2004, sin embargo no supera el límite legal (1 mg kg^{-1}).

El **cromo** presenta, en 2012, una concentración de 0,29 mg kg^{-1}, una de las más bajas de todo el periodo de estudio en esta estación, siendo la concentración máxima la observada en otoño de 1997 (0,81 mg kg^{-1}).

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 2012, en el que la concentración se ha medido en mejillón, el cobre presenta una concentración de 0,32 mg kg^{-1}, valor inferior a la concentración media en mejillón (1,68 mg kg^{-1}) para el periodo de estudio considerado. Entre las campañas en las que se han recogido ostra, la máxima concentración se observó en otoño de 2009 (88,63 mg kg^{-1}).

En cuanto al **mercurio**, la concentración observada en otoño de 2012 (0,006 mg kg^{-1}) es una de las más bajas observadas en esta estación. 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. En ningún caso se ha

superado el límite legal establecido para consumo, 0,5 mg kg^{-1}. Sin embargo, en el 27% de los casos se ha superado la norma de calidad ambiental (20 µg kg^{-1}, valor que, tal y como se ha explicado en el tomo 1 de introducción y métodos, se ha considerado muy bajo para su aplicación en la costa vasca).

El **níquel** presenta en 2012 una concentración de 0,21 mg kg^{-1}, valor inferior a la concentración media (0,47 mg kg^{-1}) en esta estación para el periodo de estudio considerado, mientras que la concentración máxima se observó en otoño de 1995, 1,51 mg kg^{-1}.

Para el **plomo**, en otoño de 2012 la concentración (0,007 mg kg^{-1}) es una de las más bajas de las observadas a lo largo del periodo de estudio en esta estación. El límite legal para su consumo (1,5 mg kg^{-1}) se ha superado en otoño de 1995 y en primavera de 1998 (2,31 y 2,21 mg kg^{-1}, respectivamente).

En cuanto al **zinc**, la concentración medida en mejillón en otoño de 2012 (24 mg kg^{-1}) es una de las más bajas en esta estación a lo largo del periodo de estudio. En general, para esta especie no se llegan a alcanzar unas concentraciones tan elevadas como las observadas para ostra, que alcanza el máximo en otoño de 1999 (881 mg kg^{-1},).

La concentración de **plata**, se comenzó a medir en los moluscos en la campaña de 2007 con un valor inferior al límite de detección, 0,01 mg kg^{-1}. Tras el máximo observado en 2009 (0,16 mg kg^{-1}), año en el que se muestreó ostra, entre 2010 y 2012 se observan concentraciones inferiores a los límites de detección correspondientes.

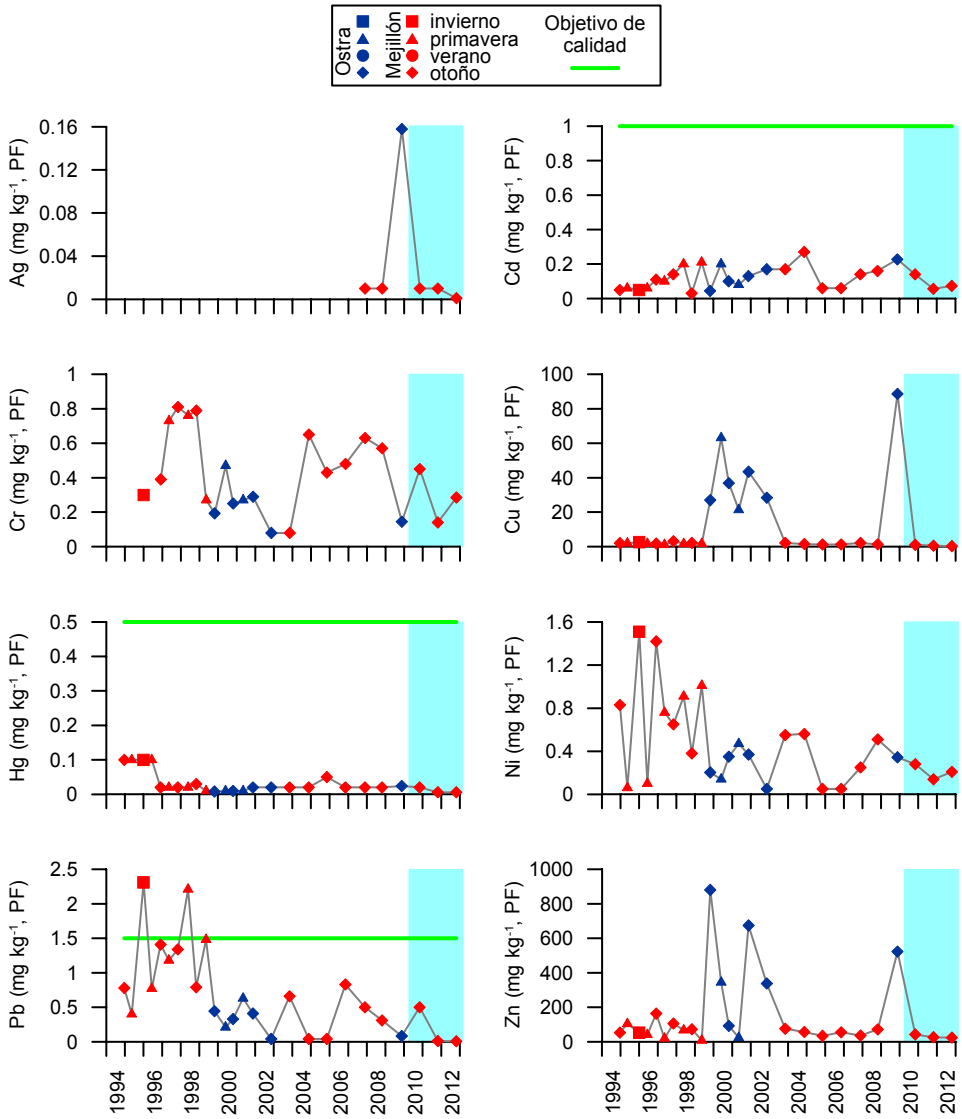


Figura 278 Evolución de la concentración de metales en moluscos (mg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-U10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2012).

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.

En la Figura 279 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 2012).

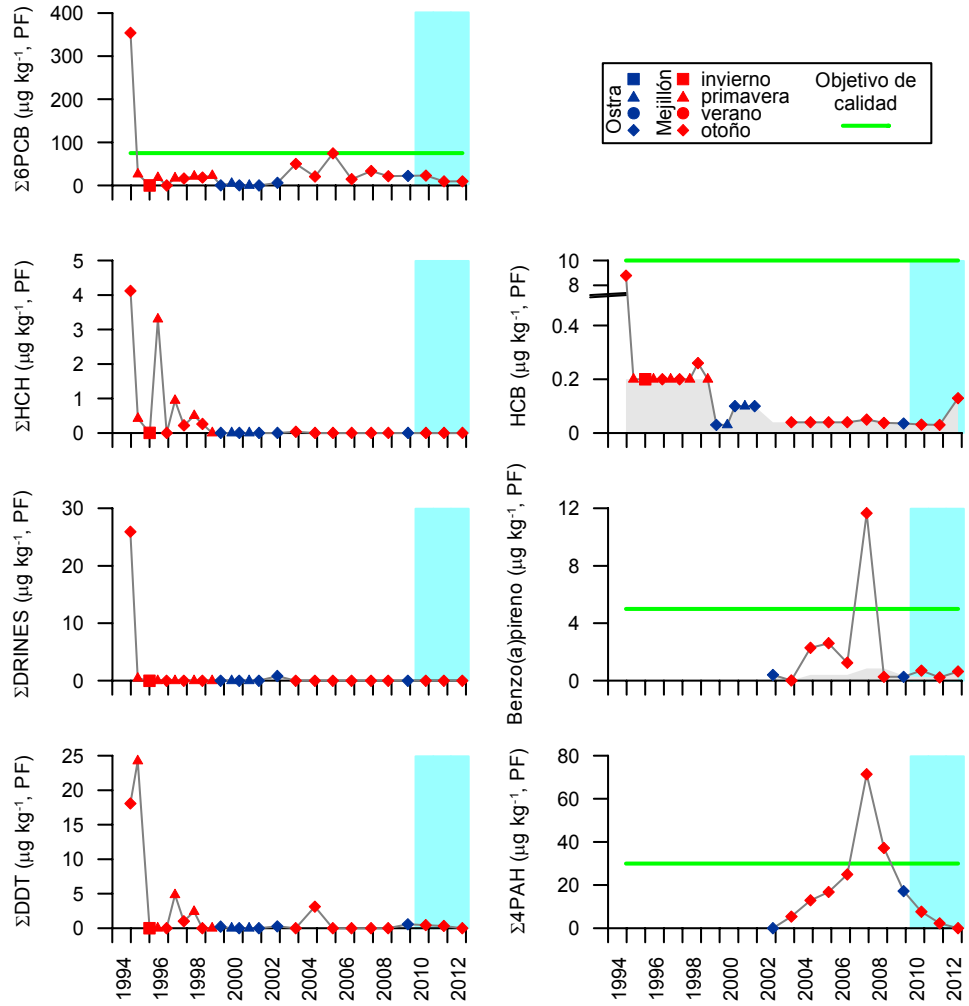


Figura 279 Evolución de la concentración de compuestos orgánicos en moluscos (µg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-U10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2012).

En el caso de los policlorobifenilos (**PCBs**) se han sumado las concentraciones de 6 de los 7 congéneres analizados (congéneres 28, 53, 101, 138, 153 y 180), con objeto de poder compararlas con el límite establecido para consumo. En otoño de 2012 la concentración de PCBs en la estación I-U10 fue de 10 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 (354 µg kg^{-1}), único caso que supera el objetivo de calidad considerado, el límite máximo permitido para consumo (75 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). La concentración de estos tres compuestos en la campaña de otoño de 2012 es inferior a los límites de detección correspondientes, al igual que en la mayoría de los casos observados a lo largo del periodo de estudio en esta estación.

La concentración de **HCH** corresponde a la suma de α-HCH y γ-HCH (lindano). En otoño de 2012, al igual que en las campañas más recientes, la concentración de estos isómeros no ha alcanzado los límites de detección correspondientes, siendo la concentración más elevada de HCH en esta estación la observada en otoño de 1994 (4,12 µg kg^{-1}).

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 2012. 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 es inferior al objetivo considerado para este compuesto, 10 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 del sumatorio de 10 PAH ha aumentado progresivamente hasta los 191 µg kg^{-1} medidos en otoño de 2007, descendiendo hasta 5 µg kg^{-1} en 2012. Una tendencia similar se observa para Σ4PAH y para el benzo(a)pireno, para los que hay establecidos valores límite máximo para consumo (30 µg kg^{-1} y 5 µg kg^{-1}, respectivamente), que han sido superados en otoño de 2007 y 2008 para Σ4PAH, y en otoño de 2007 para benzo(a)pireno.

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

En base a la concentración *E. coli* en la muestra tomada en otoño de 2012, la calificación sería de Zona tipo C, (recolección permitida, pero es necesaria la reinstalación durante un periodo prolongado), según el Reglamento (CE) nº 854/2004.

Para la clasificación de la contaminación de los metales pesados se han tenido en cuenta los niveles de fondo para el País Vasco (Solaun *et al*., 2013) 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 2012 en los moluscos recolectados en esta estación del estuario del Urola, 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. Sin embargo, puntualmente (en otoño de 2007 y 2008) se ha superado los límites legales de PAHs para consumo.

11.5 INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

En años recientes se ha dragado en la zona exterior (entre Astilleros Balenciaga y la desembocadura) que ha alterado ligeramente las condiciones hidromorfológicas. Por 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

TOMO 12 MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL ORIA

Pasaia, junio de 2013

ÍNDICE

TOMO 12 MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL ORIA 337

12.1 Resumen estado. Oria 339

12.2 Estaciones de muestreo 342

12.3 Indicadores biológicos 343

12.3.1 Macroinvertebrados bentónicos 343

12.3.2 Fauna ictiológica 345

12.3.3 Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton 348

12.3.4 Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas 351

12.4 Indicadores fisicoquímicos 360

12.4.1 Caracterización físico-química en aguas 360

12.4.2 Caracterización físico-química en sedimentos 363

12.4.3 Caracterización físico-química en biota (moluscos) 368

12.5 Indicadores hidromorfológicos 371

12.1 RESUMEN ESTADO. ORIA

La masa de agua de transición del Oria en la campaña 2012 no alcanza el buen estado puesto que aunque alcanza el buen estado químico, el estado ecológico se diagnostica como moderado (Tabla 231 y Figura 280).

Esta situación de incumplimiento de objetivos medioambientales es estable en los últimos cinco años analizados (Tabla 230), marcada por un incumplimiento de objetivos en cuanto a estado ecológico.

Año	2008	2009	2010	2011	2012
ESTADO ECOLÓGICO	3	3	3	3	3
ESTADO QUÍMICO	2	2	2	3	2
ESTADO	3	3	3	3	3

Tabla 230 Evolución del periodo 2008-2012. Masa de agua del Oria. (Claves: *estado ecológico*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde), moderado (3- amarillo), deficiente (4- naranja) y malo (5- rojo). *Estado químico:* bueno (2- azul) y no alcanza el buen estado (3- rojo). *Estado*: bueno (2- azul) y peor que bueno (3-rojo)

COD_ESTACION	ESTACION	MACROINVERTEBRADOS	FAUNA ICTIOLOGICA	FITOPLANCTON	MACROALGAS	BIOLOGICO	CONDICIONES GENERALES	SUSTANCIAS PREFERENTES	ECOLOGICO	QUIMICO	ESTADO
E-O5	Orio (rampa)(Oria)	1	3	1	2	3	2	1	3	2	3
E-O10	ORIO (PUENTE DE LA AUTOPISTA) (ORIA)	3	2	1	3	3	2	1	3	2	3
	Oria Transicion	1	3	1	2	3	2	1	3	2	3

Tabla 231 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado en la masa de agua del Oria en 2012. (Claves: *Macroinvertebrados, fauna ictiológica fitoplancton macroalgas, estado biológico, condiciones generales y estado ecológico*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde), moderado (3- amarillo), deficiente (4- naranja) y malo (5- rojo). *Sustancias preferentes*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde)), y no alcanza el buen estado (3- rojo). *Estado químico:* bueno (2- azul), y no alcanza el buen estado (3- rojo).*Estado*: bueno (2- azul) y peor que bueno (3-rojo).

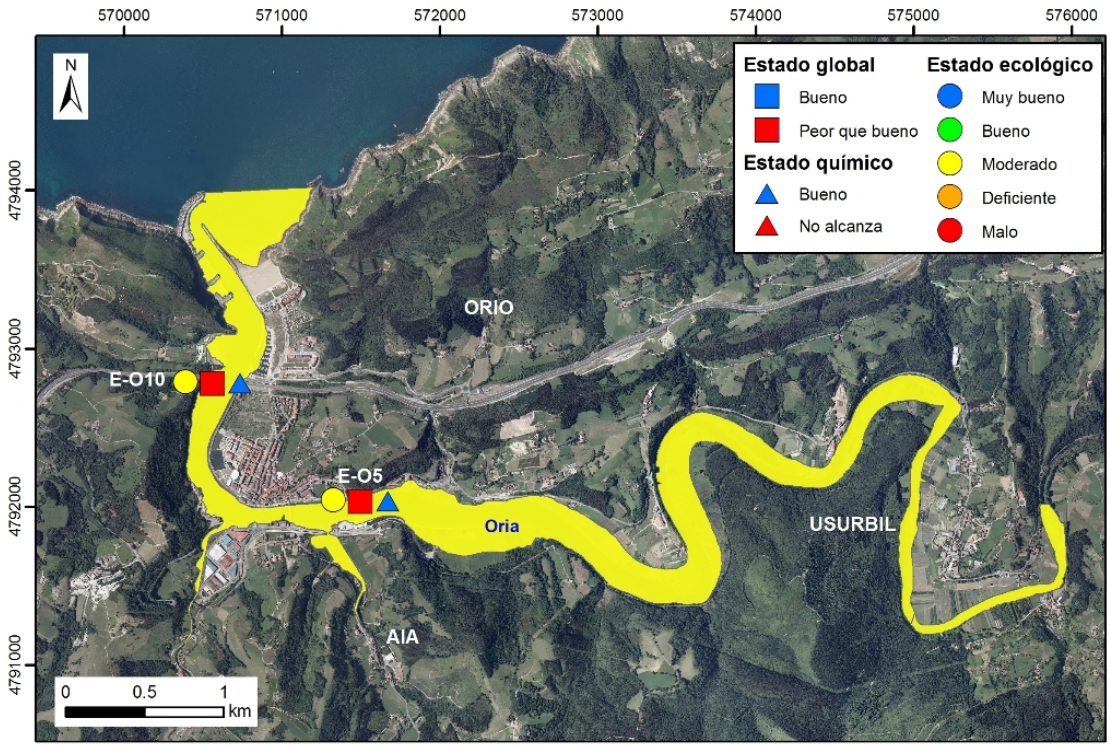


Figura 280 Calificación del Estado Ecológico, estado químico y global de las estaciones en la masa de agua del Oria (y estado ecológico para la masa de agua), en 2012.

Desde que se realizó en 2004 el estudio de presiones e impactos en esta Masa de agua lo más destacable, en cuanto a presiones, ha sido la canalización del tramo final (con terrenos ganados al mar en la misma desembocadura), la presencia de un nuevo puerto deportivo y algunos dragados (como el realizado

en 2010 entre la población y la desembocadura; o los 75.000m^3 de arena del exterior de la bocana del puerto, extraídos para comercialización en 2012). Sin embargo, en la cuenca se ha ido completando el saneamiento, lo que ha hecho que la calidad mejore.

El estuario del Oria ha sufrido durante décadas vertidos urbanos e industriales (papeleras, químicas, etc.), encauzamientos del canal principal, asentamientos portuarios y dragados. De hecho, en 2011 se realizaron nuevos dragados entre el puerto y la bocana del estuario. La eliminación progresiva y acondicionamiento de algunas presiones originará una mejora en la calidad biológica del estuario, que puede verse comprometida puntualmente por actuaciones como los dragados.

La estación E-O10, muestreada desde el comienzo del seguimiento, en cuanto a estado ecológico empeoró a partir de 1997. Esta evolución tuvo 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 de ese año en 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 y 2009 y un empeoramiento en 2010-2012, aunque la calificación final sigue siendo de moderada (Figura 280), debido al estado de peces en el interior y bentos y macroalgas en el exterior.

En la parte interna la situación ha mejorado progresivamente, posiblemente debido al saneamiento de la cuenca, mejorando algunos elementos, como fitoplancton y bentos, así como macroalgas.

En relación con las condiciones fisicoquímicas generales, en 2012, la masa de agua Oria se puede calificar como **'Buena** en la estación E-O10 y en E-O5. Esta última presenta una tendencia estadísticamente significativa al empeoramiento entre 2002 y 2012 ($p<0,05$) (Figura 281). La estación E-O10, a su vez, presenta una tendencia significativa al empeoramiento ($p<0,01$) entre 1999 y 2012 (Figura 281). A pesar de esto, ambas estaciones se mantienen en buen estado en 2012 (Figura 281).

En cuanto a los objetivos de calidad físico-química generales los valores medios de todas las variables medidas en 2012, indican que se cumplen objetivos para todas las variables controladas en las dos estaciones, excepto para el nitrato en la estación E-O10.

La evaluación de las sustancias preferentes implica que la masa alcanza el muy buen estado tanto de forma global como en ambas estaciones de estudio Tabla 232)

La evaluación del estado químico a partir de las sustancias prioritarias determinadas en 2012 (acorde a Directiva 2008/105/CE) indica que en esta masa de agua, de forma global, se alcanza el buen estado químico (Tabla 233). De esta forma se mantiene la tendencia observada en esta masa en los años más recientes, así desde 2006 de forma global se ha alcanzado el buen estado químico. En 2004 y 2005 no se alcanzó el buen estado químico por presencia de mercurio en sedimento y plomo en agua, respectivamente (Tabla 234).

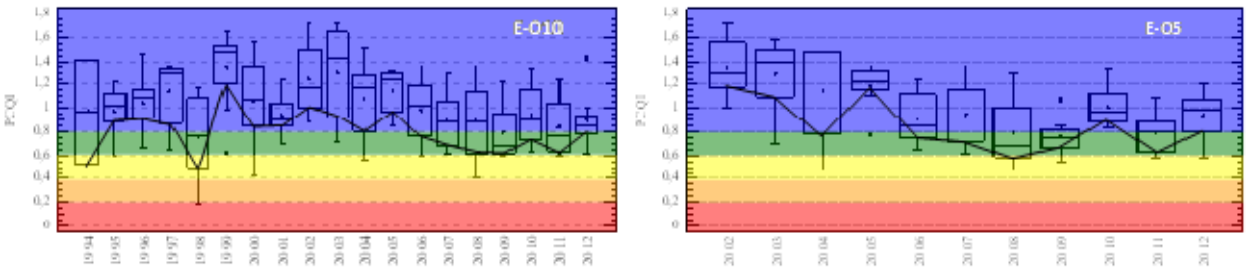


Figura 281 Box and Whisker Plot de la evolución del índice de calidad del estado físico-químico (PCQI) entre 1994 y 2012 de las estaciones de muestreo E-O10 y E-O5 de la masa de agua de transición del Oria. La línea color negro señala la evaluación anual del percentil 25 del PCQI. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Aceptable; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC (µg l^{-1})	E-O5	E-O10	Global
Zinc	Concentración promedio	60 µg l^{-1}	1-2 µg l^{-1}	8,2 µg l^{-1}	8,4 µg l^{-1}	Muy bueno
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	
Cobre	Concentración promedio	25 µg l^{-1}	1-2 µg l^{-1}	3,7 µg l^{-1}	1,2 µg l^{-1}	Muy bueno
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	
Estado Físico-Químico (Contaminantes específicos)				Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno

Tabla 232 Evaluación del Estado Físico- Químico (contaminantes específicos).

Sustancia	Criterio	Objetivo (µg l^{-1})	LC (µg l^{-1})	E-O5	E-O10	Global
Benzo(b)fluoranteno+Benzo(k)fluoranteno	NCA-MA	0,03	0,0005-0,01	<LC	<LC	Cumple
Benzo(g,h,i)perileno+Indeno(1,2,3-cd)pireno	NCA-MA	0,002	0,0005-0,01	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-MA	0,1	0,01	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-CMA	0,4	0,01	<LC	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-MA	0,1	0,01	<LC	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA	1	0,01	<LC	<LC	Cumple
Naftaleno	NCA-MA	1,2	0,05	<LC	<LC	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-MA	0,05	0,01	<LC	<LC	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-CMA	0,1	0,01	<LC	<LC	Cumple
Cadmio	NCA-MA	0,2	0,02-0,05	0,13	0,06	Cumple
Cadmio	NCA-CMA	0,45	0,02-0,05	0,13	0,17	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-MA	7,2	1-2	<LC	<LC	Cumple
Mercurio y sus compuestos	NCA-MA	0,05	0,01	<LC	<LC	Cumple
Mercurio y sus compuestos	NCA-CMA	0,07	0,01	<LC	<LC	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-MA	20	1-2	5,2	1,17	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno	Bueno

Tabla 233 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua del Oria en 2012. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible.

Año	Estado Químico	Sustancias que superan NCA
2004	No alcanza buen estado	Hg (sedimento)
2005	No alcanza buen estado	Pb
2006	Bueno	-
2007	Bueno	-
2008	Bueno	-
2009	Bueno	-
2010	Bueno	-
2011	Bueno	-
2012	Bueno	-

Tabla 234 Estado químico de la masa de agua de transición Oria en los años 2004-2012.

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, 2006, 2009 y 2012 se muestrearon 11 estaciones para el estudio de macroalgas y tres estaciones para el estudio de vida piscícola en el estuario. Las posiciones de todas ellas se pueden ver en la Tabla 235.

Estación	Estación	UTMX	UTMY	Tipo estación
E-O10	Orio (puente de la autopista) (Oria)	570561	4792778	Estuarios
E-O5	Orio (rampa)(Oria)	571497	4792033	
M-EO1	Orio Zona 01. Estuario Macroalgas	570581	4793417	Estuarios (Macroalgas)
M-EO10	Orio Zona 10. Estuario Macroalgas	573673	4791366	
M-EO11	Orio Zona 11. Estuario Macroalgas	573469	4792058	
M-EO2	Orio Zona 02. Estuario Macroalgas	570515	4792096	
M-EO3	Orio Zona 03. Estuario Macroalgas	570502	4791720	
M-EO4	Orio Zona 04. Estuario Macroalgas	571520	4791933	
M-EO5	Orio Zona 05. Estuario Macroalgas	571287	4791774	
M-EO6	Orio Zona 06. Estuario Macroalgas	572054	4792204	
M-EO7	Orio Zona 07. Estuario Macroalgas	572914	4791704	
M-EO8	Orio Zona 08. Estuario Macroalgas	573060	4791441	
M-EO9	Orio Zona 09. Estuario Macroalgas	573331	4791428	
I-O10	Orio (puente de la autopista) (Oria)	570621	4792857	Estuarios (Moluscos)
AOE	Oria (Arrastre zona exterior estuario)	570761	4793037	Estuarios (Vida piscícola)
AOI	Oria (Arrastre zona interior estuario)	573418	4792028	
AOM	Oria (Arrastre zona media estuario)	571303	4791971	

Tabla 235 Estaciones de muestreo en el estuario del Oria.

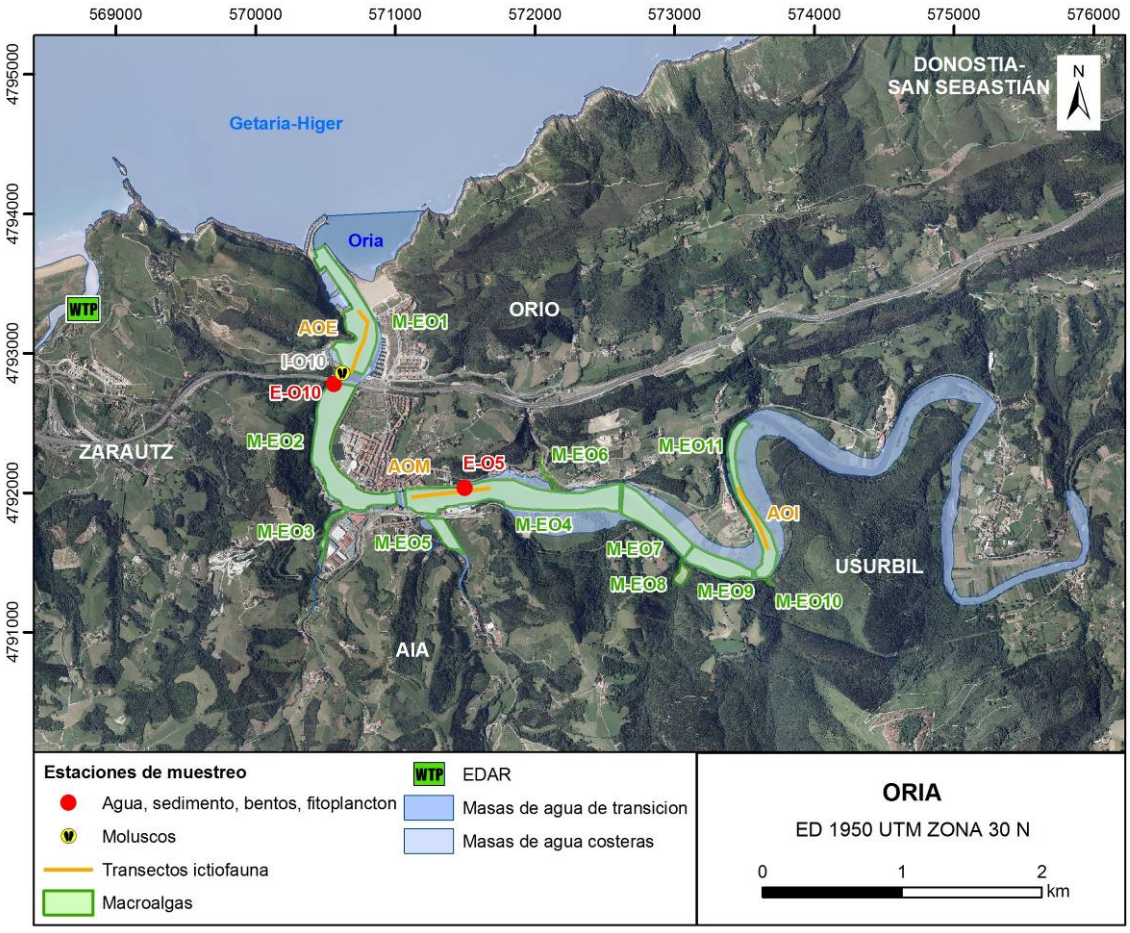


Figura 282 Ubicación de estaciones en la Masa de agua del Oria.

12.3 INDICADORES BIOLÓGICOS

12.3.1 MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

Los parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Oria, en invierno de 2012 pueden verse en la Tabla 236.

PARÁMETRO	UNIDAD	ESTACIÓN	
		E-O5	E-O10
Densidad	nº·m^{-2}	819	200
Biomasa	g·m^{-2}	7,07	0,09
Riqueza	nº	13	10
Diversidad número	bit·ind^{-1}	2,40	2,04
Diversidad biomasa	bit·g^{-1}	0,71	2,38
Equitabilidad número		0,65	0,61
Equitabilidad biomasa		0,19	0,72
Diversidad máxima	bits	3,70	3,32
AMBI		3,98	3,98
Clasificación AMBI		Alteración Moderada	Alteración Moderada

Tabla 236 Parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Oria.

Como viene siendo habitual en la estación E-O5, en 2012 los sedimentos siguen mostrando mayores proporciones en fracciones finas (70% de limos) que en arenas (30%), y contenidos importantes en materia orgánica (8,1%).

Los estudios del macrobentos realizados en las diferentes campañas de esta estación evidencian la presencia de un conjunto de especies características de la denominada Comunidad Reducida de *Macoma*. Prácticamente en todas las ocasiones las especies dominantes han sido las mismas, aunque el orden de dominancia puede mostrar diferencias interanuales.

En 2012, como en las campañas 2003-2008 y 2011, ha dominado el grupo de los oligoquetos. En la presente campaña han alcanzado una densidad de 280 ind·m^{-2}. También se han detectado importantes densidades del isópodo *Cyathura carinata* (256 ind·m^{-2}), los poliquetos *Hediste diversicolor* (121 ind·m^{-2}) y *Streblospio shrubsolii* (60 ind·m^{-2}) y el bivalvo *Scrobicularia plana* (25 ind·m^{-2}).

Las densidades de la comunidad registradas en la estación durante el periodo de seguimiento 2002-2012 han oscilado entre el mínimo de 45 ind·m^{-2} en 2004 y el máximo de 10.791 ind·m^{-2} en la pasada campaña de 2011, con un valor promedio para el periodo de seguimiento de 2.570 ind·m^{-2} (Figura 283). En la presente campaña de 2012, se han registrado 819 ind·m^{-2}.

La biomasa, habitualmente alta, presenta en 2012 valores medios (7,1 g·m^{-2}; mínima, 0,04 g·m^{-2} en 2004; máxima, 21,9 g·m^{-2} en 2002). Los *taxa* que mayor biomasa han aportado a la biocenosis de esta estación son *S. plana* (6,1 g·m^{-2}) y *H. diversicolor* (0,7 g·m^{-2}).

La diversidad (2,40 bit·ind^{-1}) y la equitabilidad para las abundancias (0,65) se encuentran en el rango de las estimadas a lo largo del seguimiento de la estación. Del mismo modo, también la riqueza presenta un valor en el rango de los registrados en campañas previas (13 *taxa*; mínima, 6 *taxa* en 2004; máxima, 14 *taxa* en 2009; promedio para el seguimiento, 11 *taxa*).

AMBI muestra una disminución discontinua desde que comenzó el seguimiento de la estación en 2002 hasta 2010, con un incremento relativamente importante en la pasada campaña de 2011 y un nuevo descenso en la presente campaña de 2012 (Figura 284). Sin embargo, la estación mantiene la calificación de alteración moderada (Tabla 236) con valor de AMBI (4,0).

La segunda estación muestreada en el estuario del Oria, E-O10, más próxima a la desembocadura que la estación anterior, presenta sedimentos con fracciones ricas en arenas (prácticamente un 100%) y bajo porcentaje en materia orgánica (0,9%).

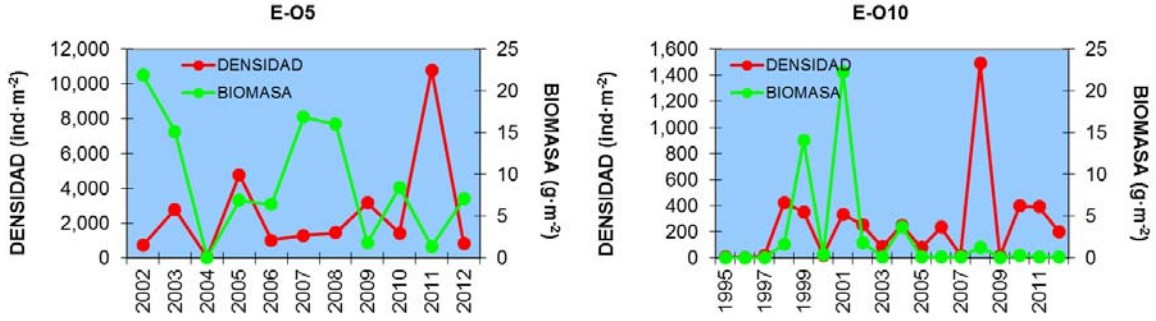


Figura 283 Evolución de la densidad y biomasa en las estaciones E-O5 y E-O10 (Oria).

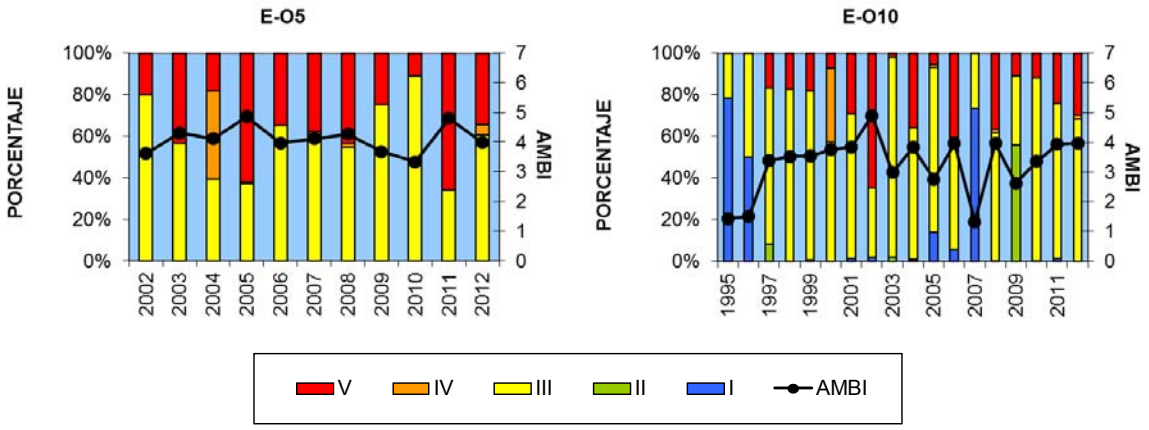


Figura 284 Evolución del porcentaje de cada grupo ecológico y de AMBI en las estaciones E-O5 y E-O10 del Oria.

Normalmente, la comunidad de esta estación ha estado bien representada por especies características de la comunidad reducida de *Macoma*, aunque ocasionalmente, como en 2009, faltaron muchas de ellas que, sin embargo, sí habían aparecido en campañas anteriores (por ejemplo, no se encontraron ejemplares de *A. romijni*, *H. diversicolor*, *C.capitata* y *S. shrubsolii*, entre otras especies). En la presente campaña de 2012, destaca la ausencia de *Peringia ulvae*.

La densidad de la comunidad asentada en esta estación muestra a lo largo del periodo de estudio una variabilidad temporal importante, con valores que han oscilado entre menos de 20 ind·m^{-2} en 1995-1997, 2000 y 2009, y los 1.492 ind·m^{-2} de 2008 (Figura 283). En 2012 se estima un densidad 200 ind·m^{-2}, algo menor a las de las campañas de 2010 (397 ind·m^{-2}) y de 2011 (392 ind·m^{-2}).

La riqueza específica (10 *taxa*; mínima, 3 *taxa* en 1996; máxima, 14 *taxa* en 2008; promedio de 8 *taxa* para el periodo 1995-2012) y la diversidad para las abundancias (0,04 ind·bit^{-1}) se encuentran en el rango de las estimadas en campañas previas.

En cuanto al AMBI y el reparto entre grupos ecológicos la estación E-O10 presenta variabilidad temporal importante. Tas el descenso en el valor de AMBI detectado la 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, en 2008 se volvió a una situación similar a la previa (Figura 284). En 2009, dominaron las especies indiferentes, seguidas por especies tolerantes. En 2010 y 2011 se observó un ligero incremento de AMBI, con un reparto de grupos ecológicos similar a 2003, situación que se mantiene la presente campaña de 2012.

Como ya se ha comentado en informes anteriores, el salto entre 1996 y 1997 se pudo 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. En cuanto al valor detectado en 2007, campaña tras campaña parece confirmarse la hipótesis de que dicho valor de AMBI puede considerarse un 'outlier'.

La evaluación del estado ecológico del compartimiento de los macroinvertebrados bentónicos a partir de los valores de M-AMBI en la estación E-O5 presenta Muy Buen Estado (Figura 285). Desde el inicio del seguimiento en 2002, esta estación presentaba una tendencia temporal positiva, con valores crecientes de M-AMBI de 0,54 a 0,95 en 2010. Como se ha comentado en informes anteriores, esta situación favorable podía estar relacionada con las mejoras en la calidad de las aguas de la cuenca del Oria, a raíz de la puesta en marcha varias depuradoras en los últimos años. Sin embargo, en la pasada campaña de 2011 se observó una regresión importante, con un descenso del valor de EQR (0,64) que condujo a pérdida de calidad. En el informe correspondiente (BORJA et al., 2012) se indicaba, que era importante mantener la vigilancia sobre esta estación para comprobar si se trataba de un descenso puntual fruto de algún problema en el muestreo o si, por el contrario, respondía a una pérdida de calidad real. El resultado de la presente campaña de 2012 parece indicar que, probablemente, se trataba de un valor puntual. Sin embargo, aún habría que esperar algunos años más antes de confirmar este hecho.

Por otro lado, la estación E-O10, presenta Estado Aceptable (Figura 285), con una evolución temporal irregular desde el comienzo del seguimiento en 1995, donde situaciones de mejora se alternan con situaciones de empeoramiento. El último episodio notable de mejora tuvo lugar entre 2002 y 2005 (máximo valor de la serie),

al que le siguió un ligero descenso de los valores de EQR, aunque manteniendo la calificación de Buen Estado. Como ya se ha indicado anteriormente, 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).

A partir de 2009, se aprecia un nuevo episodio de empeoramiento, que se mantiene en la presente campaña de 2012, posiblemente debido a dragados en la parte externa. Por tanto, conviene continuar con la evaluación de esta estación, con el fin de vigilar este aparente retroceso de la calidad en próximas campañas.

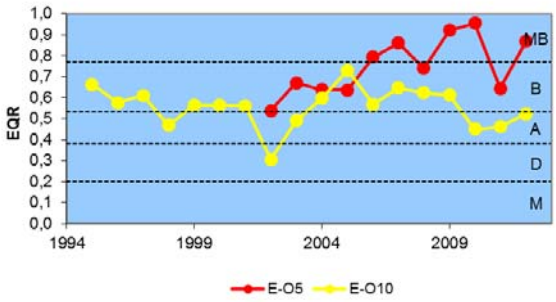


Figura 285 Evolución de M-AMBI para las estaciones de la masa de agua de transición del Oria.

12.3.2 FAUNA ICTIOLÓGICA

Las muestras de fauna demersal que fueron recogidas durante la campaña campo de 2012 han sido identificadas a nivel de especie, al igual que en los muestreos de años previos. En la Figura 282 se pueden ver las estaciones o transectos muestreados.

En dicha campaña fueron recogidas ocho taxones, (tres peces y cinco crustáceos) en las distintas estaciones del estuario (Figura 286), siendo todas ellas especies habituales de estos ecosistemas que soportan amplios rangos de salinidad, principal condicionante de la vida en estas zonas de transición y debiendo constatar la presencia del cangrejo japonés *Hemigrapsus takanoi* que se trata de una especie exótica e invasora de origen asiático (Asakura y Watanabe, 2005; Martínez y Adarraga, 2005, 2006; Dauvin, et al., 2009)

En esta masa de agua existen datos anteriores pertenecientes a los años 2003, 2006 y 2009 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" (Borja *et al.*, 2010) y datos obtenidos en 1996 incluidos en el informe inédito "Estudio de la calidad biológica de los sedimentos de los estuarios interiores de los ríos Oria y Urola" (Borja *et al.*, 1997).

El número de taxones registrados en 1996 fue de 12 (ocho peces y cuatro crustáceos), 15 en 2003 (ocho peces y siete crustáceos), 12 (seis peces y seis crustáceos) en 2006 y 7 taxones (tres crustáceos y cuatro peces) en 2009. En todas las campañas realizadas hasta 2009 se recogió un mayor número de peces que de crustáceos; en 2012, por primera vez, la presencia de crustáceos es mayor que la de peces (Figura 286).

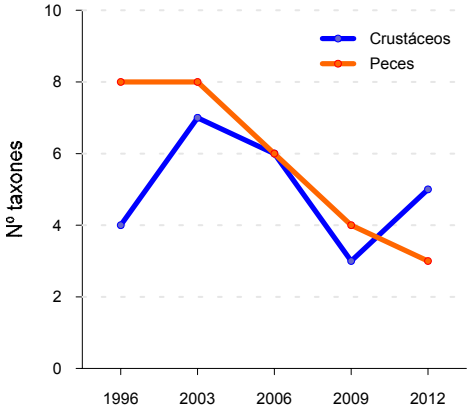


Figura 286 Evolución del número de taxones de peces y crustáceos identificados en los muestreos entre 1996 y 2012 en la masa de agua de transición del Oria.

La Tabla 237 muestra los taxones capturados en cada uno de los tramos muestreados en el año 2012 (exterior-AOE, medio-AOM, interior-AOI). Este año han sido capturados por primera en este estuario el crangrejo *Hemigrapsus takanoi* y el pez *Scorpaena corpus.*

En la Tabla 238 se muestran las abundancias y densidades de cada una de las especies capturadas por estación. Las mayores capturas han sido registradas en la estación media.

Al contrario que otros años, en 2012 ninguna especie capturada presenta una distribución global por todo el estuario, rompiendo así la tendencia mostrada por algunas especies como *Carcinus maenas*, presente a lo largo de todo el estuario hasta 2009. La presencia de taxones de peces con una distribución por todo el estuario se reduce a dos años (2003 y 2006), y a dos taxones, *Solea solea* y *Pomatoschistus* sp.

Con objeto de definir la estructura de la comunidad, la Tabla 239 muestra algunos parámetros estructurales (riqueza, abundancia, densidad y diversidad) medidos en las distintas estaciones de la masa de agua de transición del Oria entre 2003 y 2012. En general, los valores más elevados han sido encontrados en el tramo medio (AOM), donde la mayoría de los parámetros alcanzan el valor más alto de toda la serie datos. Por contra, destaca el progresivo descenso de todos los valores observados en los tramos exterior e interior, hasta llegar a unos valores realmente bajos en 2011.

Con respecto a 2009, en los tramos exterior e interior todos los parámetros descienden sus valores, a excepción de la riqueza de peces y abundancia de peces que se mantienen igual. Por el contrario, en el tramo medio, todos los parámetros alcanzan un valor superior.

TAXONES	AOE	AOM	AOI
CRUSTÁCEOS			
Cangrejo verde - *Carcinus maenas*		X	X
Hemigrapsus takanoi		X	
Cangrejo araña – Macropodia rostrata		X	
Can. cuadrado - *Pachygrapsus marmoratus*		X	X
Quisquilla común - *Palaemon sp.*		X	
PECES			
Chaparrudo- *Gobius niger*	X		X
Rascacio – *Scorpaena porcus*	X		
Lenguado común – *Solea solea*	X	X	

Tabla 237 Taxones capturados en cada uno de los tramos muestreados de la masa de agua de transición del Oria (exterior (AOE), medio (AOM), interior (AOI)) en 2012.

TAXONES	Estación AOE		Estación AOM		Estación AOI	
	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*			5	40.00	1	20.00
Hemigrapsus takanoi			1	20.00		
Cangrejo araña – Macropodia rostrata			1	20.00		
Can. cuadrado - *Pachygrapsus marmoratus*			11	41.60	2	20.00
Quisquilla común - *Palaemon sp.*			1	20.00		
Chaparrudo- *Gobius niger*	1	20.00			1	20.00
Rascacio – *Scorpaena porcus*	2	20.00				
Lenguado común – *Solea solea*	1	20.00	1	20.00		

Tabla 238 Abundancia (nº de individuos) y densidad (individuos por hectárea) de los taxones identificados en cada uno de las estaciones de la masa de agua de transición del Oria (ADE tramo exterior, ADM tramo medio, ADI tramo interior).

Estación	AOE				AOM				AOI			
Par. estructurales	2003	2006	2009	2012	2003	2006	2009	2012	2003	2006	2009	2012
Riqueza	11	8	4	3	6	7	2	6	6	7	5	3
Riqueza Peces	7	4	3	3	3	3	0	1	3	4	2	1
Nº de individuos	66	15	8	4	58	77	5	228	654	136	46	4
Nº de individuos peces	52	10	4	4	29	30	0	1	431	69	10	4
Densidad	535.69	179.84	160.00	60.00	368.18	478.83	60.00	161.60	2981.50	882.37	268.69	60.00
Diversidad	1.62	2.71	1.75	1.50	2.00	2.21	0.72	1.84	1.13	1.94	1.76	1.50

Tabla 239 Parámetros estructurales: riqueza (nº de taxones), abundancia (nº de individuos), densidad (individuos por hectárea) y diversidad de Shannon medidos en cada uno de los tramos muestreados de la masa de agua de transición del Oria (exterior (AOE), medio (AOM), interior (AOI)).

En la Figura 287 se representa la variación de los parámetros estructurales de la riqueza de peces y riqueza de crustáceos, en la Figura 288 el número de individuos de peces y número de individuos de crustáceos, y en la Figura 289 la diversidad en cada uno de los tramos muestreados. En estas figuras se incluye además la información correspondiente al estudio realizado en 1996 para la Diputación Foral de Gipuzkoa (Franco et al., 1997). Los valores obtenidos dicho año vienen a confirmar las tendencias mostradas en los estudios realizados para la Red de Seguimiento del Estado Ecológico de las aguas de transición de la CAPV entre los años 2003-2012.

En la estación exterior la tendencia decreciente es continua en casi todos los parámetros, alcanzando además los valores más bajos de toda la serie de datos. A su vez, se aprecia que en las estaciones media e interna la tendencia a la mejora detectada entre 2003 y 2006 se rompe en 2009, alcanzando además los valores mínimos de toda la serie de datos.

La gran abundancia de individuos detectada en 2003 se debió a la presencia masiva de *Pomatoschistus* sp. en todo el estuario y *Crangon crangon* (especie de tendencia colonial) en el tramo interno. Por el contrario, el descenso en taxones y ejemplares detectado en 2009 puede deberse a las obras de ampliación y mejora de las dársenas de la margen derecha e izquierda del estuario

así como a las obras de construcción del puerto deportivo.

Por último, la diversidad desciende en los tramos exterior e interior debido a la disminución general (en peces y crustáceos) de especies y ejemplares. Sin embargo, el tramo medio muestra un aumento en su diversidad como consecuencia de una mayor aparición de peces y crustáceos, alcanzando un valor más elevado que en 2009. No obstante, en cierta medida es engañoso y debe tenerse en cuenta que dicho valor no es resultado de un significativo aumento de la riqueza faunística, sino de un equilibrado reparto de los ejemplares entre las especies presentes.

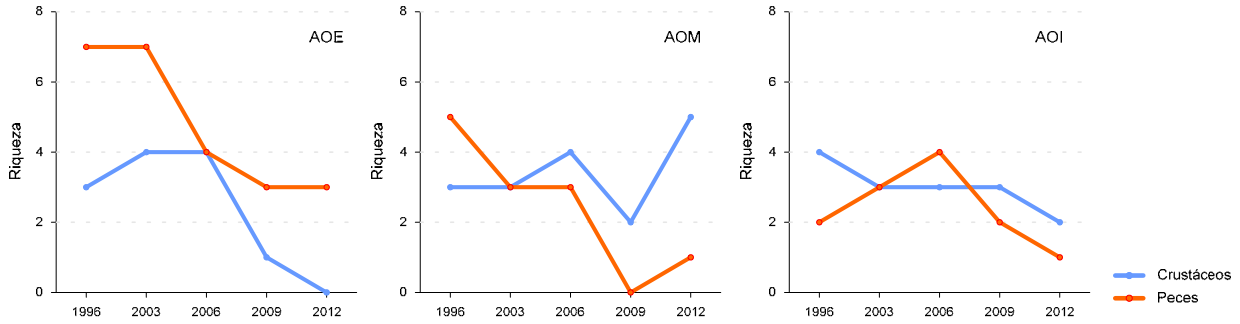


Figura 287 Evolución temporal de la riqueza de peces y crustáceos identificados en las estaciones ADE (exterior), medio (ADM) e interior (ADI) en la masa de agua de transición del Deba. Se muestran los registros correspondientes a los estudios realizados para la Diputación Foral de Gipuzkoa (Franco et. al, 1997) y a la Red de Seguimiento del Estado Ecológico de las aguas de transición de la CAPV (2004, 2007, 2010).

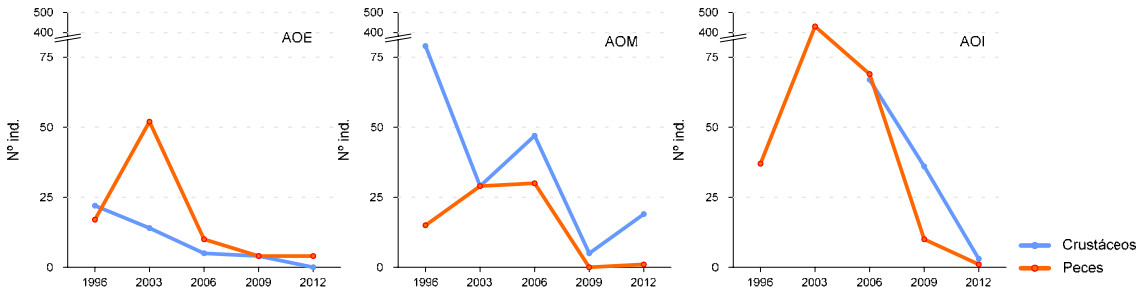


Figura 288 Evolución temporal de la abundancia de peces y crustáceos identificados en las estaciones ADE (exterior), medio (ADM) e interior (ADI) en la masa de agua de transición del Deba. Se muestran los registros correspondientes a los estudios realizados para la Diputación Foral de Gipuzkoa (1996) y a la Red de Seguimiento del Estado Ecológico de las aguas de transición de la CAPV (2004, 2007, 2010).

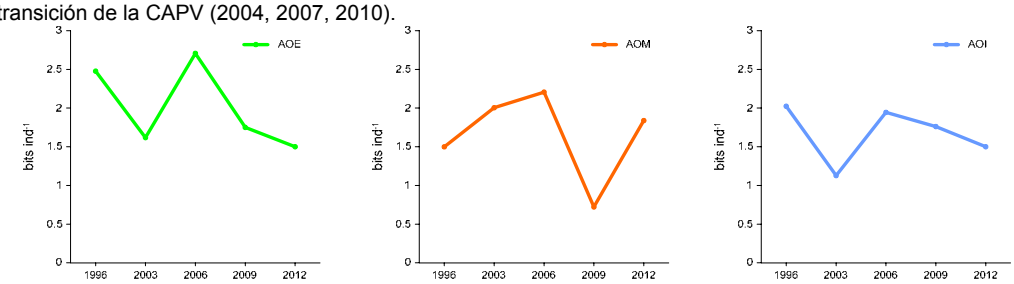


Figura 289 Evolución temporal de la diversidad en las estaciones ADE (exterior), medio (ADM) e interior (ADI) en la masa de agua de transición del Deba. Se muestran los registros correspondientes a los estudios realizados para la Diputación Foral de Gipuzkoa (1996) y a la Red de Seguimiento del Estado Ecológico de las aguas de transición de la CAPV (2004, 2007, 2010).

En relación a la tendencia temporal y espacial de la calidad biológica, debe indicarse que 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, para este análisis temporal y espacial se han utilizado los datos obtenidos en los muestreos realizados los años 1996, 2003, 2006, 2009 y 2012.

En la Tabla 240 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. La riqueza alcanza el valor medio en la estación media y el mínimo en el resto. La presencia de peces planos disminuye hacia el interior,

alcanzando el valor máximo en el exterior y el mínimo en el tramo interior.

En cuanto a la composición trófica en la estación media existe una relación equilibrada pero de valor mínimo en la relación entre omnívoros y piscívoros (valor porcentual de 1:1); por el contrario, en el tramo exterior e interior la relación entre omnívoros y piscívoros es no equilibrada (valor porcentual de 3:1 en el exterior y 1:3 en el interior). Por otro lado, la presencia de especies residentes alcanza un valor medio en los tramos medio e interior y el mínimo en el tramo exterior.

Por lo tanto, finalmente se obtiene que la estación exterior presenta una calidad biológica '**Buena**', mientras que la estación media e interna son calificadas como '**Aceptable**'.

Estación/año	AOE				AOM				AOI			
Parámetros	2003	2006	2009	2012	2003	2006	2009	2012	2003	2006	2009	2012
Riqueza	5	3	3	1	3	3	1	3	3	3	3	1
Esp. Indicadoras contaminación	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Especies introducidas	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Salud piscícola	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Peces planos	1	5	5	5	1	1	1	3	1	1	1	1
Omnívoros	3	3	3	1	3	3	1	1	3	3	3	3
Piscívoros	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1
Especies residentes (nº)	5	3	3	1	3	3	3	3	3	5	3	3
Especies residentes (%)	1	1	1	5	1	1	1	1	1	1	1	1
PUNTUACIÓN	31	31	31	31	27	27	23	27	27	29	27	25
AFI	0,61	0,61	0,61	0,61	0,50	0,50	0,39	0,50	0,50	0,56	0,50	0,44
CALIDAD BIOLÓGICA	B	B	B	B	A	A	A	A	A	B	A	A

Tabla 240 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): ≥ 0,76; Bueno (B): 0,55-0,76; Aceptable (A): 0,34-0,55; Deficiente (D): 0,17-0,34; Malo (M): ≤ 0,17. AFI: AZTI's Fish Index.

En la Figura 290 se resume cómo ha evolucionado la calidad biológica del estuario del Oria entre los años 1996 y 2012. En el tramo exterior (AOE) se obtiene la misma puntuación (31) y la misma calificación que en años anteriores, 'Buena'. En la estación media (AOM) gana calidad respecto a 2009, alcanzando de nuevo los valores de 1996 y 2003 ('Aceptable'). Por último, el tramo interior (AOI) la calidad biológica alcanza los valores más bajos de toda la serie de datos **('Aceptable**').

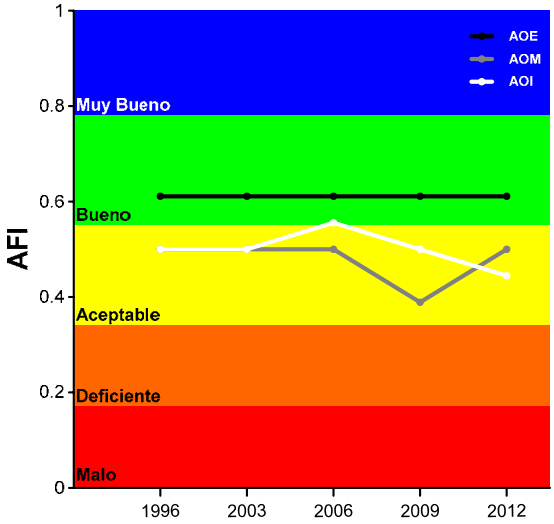


Figura 290 Valores de la calidad biológica obtenidos para cada estación entre los años 1996 y 2012. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): ≥ 0,78; Bueno (B): 0,55-0,78; Aceptable (A): 0,34-0,55; Deficiente (D): 0,17-0,34; Malo (M): ≤ 0,17. Interior (AOI), medio (AOM) y exterior (AOE).

La Figura 291 muestra la evolución de la calidad biológica de los peces en la masa de agua de transición del Oria entre los años 1996 y 2012. La gráfica muestra cómo el valor de la calidad biológica aumenta ligeramente respecto a 2009, pero manteniendo aún la calificación de 'Aceptable'. En 2003 y 1996 la calidad también alcanzó el valor de "Aceptable"; no obstante, el valor logrado fue superior al obtenido en 2009. El 2006 fue el único año en el que la masa de agua alcanzó la calidad 'Bueno'.

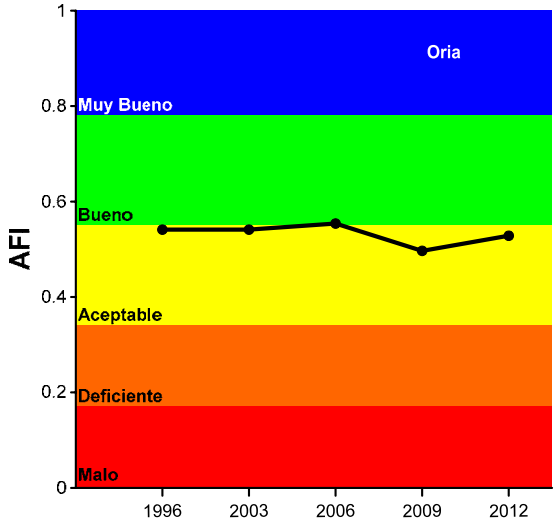


Figura 291 Valores de la calidad biológica obtenidos en la masa de agua de transición del Oria entre los años 1996 y 2012. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): ≥ 0,78; Bueno (B): 0,55-0,78; Aceptable (A): 0,34-0,55; Deficiente (D): 0,17-0,34; Malo (M): ≤ 0,17.

12.3.3 VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO. FITOPLANCTON

Al igual que en anteriores informes, el fitoplancton en la masa de agua de transición del Oria se evalúa con los datos de los últimos seis años, en base a dos métricas: el percentil 90 de la clorofila y el porcentaje de blooms. El estado global del fitoplancton se calcula promediando los EQRs de ambos indicadores (véase tomo de metodología).

En la Figura 292 se muestra el percentil 90 de la clorofila. El límite fijado entre las clases de estado "Muy bueno" y "Bueno" para las aguas meso- o polihalinas de los estuarios del Cantábrico es 8 µg l^{-1}. En la cabecera (E-O5) el valor de la métrica es 2,38 µg l^{-1} (n=48) y en la zona más exterior (E-O10) es 2,75 µg l^{-1} (n=48). Esto corresponde en ambos casos a un estado "Muy bueno".

En la Figura 293 se muestra la frecuencia de blooms. Esta métrica tiene un valor de 10,0% en la estación de cabecera y 0% en la más exterior, lo cual también indica un estado "Muy bueno" en ambas estaciones.

Tras realizar la integración de los dos indicadores (Biomasa y Floraciones), como se indica en la Tabla 241, el estado global del fitoplancton para el periodo 2007-2012 se clasifica como "Muy bueno" en ambas estaciones del estuario del Oria.

Finalmente, en la Tabla 242 se muestra la evolución temporal del estado del fitoplancton (por estaciones de muestreo e integrado para toda la masa de agua) a lo largo de periodos móviles de seis años. El **estado del fitoplancton** en la masa de agua de transición del **Oria** se clasifica como **"Muy bueno"** en todos los periodos de evaluación. Además, el valor del EQR es el máximo posible. Sólo se encuentran valores similares para el fitoplancton en la masa de agua de transición del Lea, aunque en aquélla no ocurre en todos los periodos estudiados.

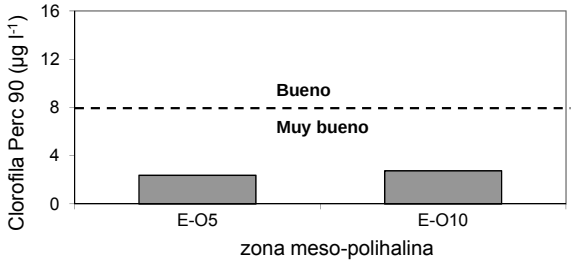


Figura 292 Percentil 90 de la concentración de clorofila en el estuario del Oria. Los datos utilizados han sido los de superficie, pleamar y bajamar, de las cuatro épocas del año, desde 2007 hasta 2012.

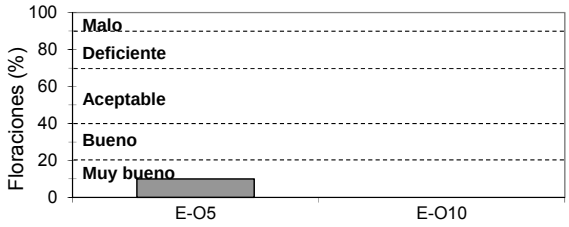


Figura 293 Frecuencia de floraciones fitoplanctónicas (%) en el estuario del Oria. Los datos utilizados corresponden a superficie, pleamar, en primavera y verano, desde 2007 hasta 2012.

ESTACIÓN	EQR_1 Biomasa	EQR_2 Floraciones	Estado y EQR Global
E-O5	1,000	1,000	Muy bueno (1,000)
E-O10	1,000	1,000	Muy bueno (1,000)

Tabla 241 Estuario del Oria. Calificación del estado del fitoplancton para cada estación de muestreo durante el periodo 2007-2012. Se muestran los EQRs parciales de cada indicador y el EQR global.

	03-08	04-09	05-10	06-11	07-12
Oria	MB (1,000)	MB (1,000)	MB (1,000)	MB (1,000)	MB (1,000)
E-O5	MB	MB	MB	MB	MB
E-O10	MB	MB	MB	MB	MB

Tabla 242 Evolución temporal del estado del fitoplancton en el estuario del Oria, a lo largo de periodos móviles de seis años. Se indica entre paréntesis la evolución del EQR del fitoplancton.

CLOROFILA

En el estuario del Oria se tomaron muestras de agua en superficie para medir la concentración de clorofila, junto con las condiciones físico-químicas generales, en dos estaciones, una de ellas situada en la zona superior (E-O5), y otra en la zona inferior (E-O10). Se realizaron cuatro muestreos a lo largo del año (invierno, primavera, verano y otoño) y en cada uno de ellos se midieron las variables tanto en pleamar, como en bajamar. En la Figura 294 se muestra el conjunto de datos de clorofila y salinidad para el año 2012 (n=16).

La salinidad varió desde 1,0 hasta 35,2 USP (Figura 294). La baja salinidad en invierno y primavera de 2012 reflejó condiciones de elevada descarga fluvial. En menor medida, esto también se observó en otoño. Por el contrario, la salinidad fue bastante mayor en verano, lo que indica el estuario presentó mucha menor influencia fluvial en esa época. La situación hidrográfica estival fue propicia para el desarrollo y acumulación de la biomasa fitoplanctónica en la cabecera. Así, el máximo de clorofila (3,7 µg l^{-1}) se registró en la estación E-O5, con una salinidad de 17 UPS (Figura 294). En todo caso, el pico estival en el Oria fue bajo, y en el contexto de los estuarios de tipo 9 (intermareales, dominados por el mar), comparable al Barbadun y al Butroe.

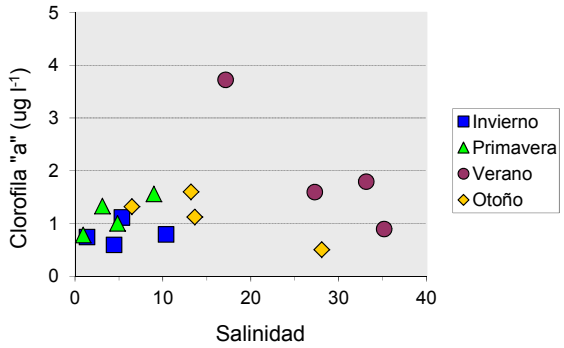


Figura 294 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino del estuario del Oria en las cuatro épocas de estudio durante 2012. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

Para estudiar la evolución a lo largo de los años de la concentración de clorofila en el estuario del Oria se ha calculado el valor del percentil 90 en periodos móviles de seis años (Figura 295). Este estadístico, en comparación con la media aritmética tiene la ventaja de estar menos influido por los valores extremos y, por lo tanto, resulta más adecuado para aplicarlo al fitoplancton.

Como se observa en la Figura 295, en la estación de cabecera (E-O5, mesohalina) el percentil 90 de la clorofila en los últimos años ha mostrado una leve disminución, desde unos 4 a unos 2 µg l^{-1}. En la parte inferior del estuario (E-O10, polihalina) se aprecia cierta tendencia de aumento desde el comienzo de la serie (periodo 1995-2000), con aproximadamente 1 µg l^{-1}, hasta la actualidad, con valores cercanos a 3 µg l^{-1}.

En el resto de los estuarios del País Vasco, en aguas de carácter meso- o polihalino el percentil 90 de la clorofila normalmente no supera los 8 µg l^{-1}. Por lo tanto, los valores de clorofila en el estuario del Oria pueden considerarse entre los más bajos, aunque se haya producido cierto aumento en la zona exterior. Estos bajos valores en la clorofila son coherentes con el corto tiempo de residencia que presenta generalmente el estuario del Oria. Así, los sistemas donde la relación del volumen total del estuario frente al caudal fluvial es muy baja, funcionan más como exportadores de nutrientes a las áreas costeras adyacentes, que como zonas de producción "in situ" (Valencia *et al*., 2004).

En cuanto a la tendencia en la zona exterior, en otros estuarios vascos se han observado oscilaciones que parecen relacionadas con cambios en las condiciones océano-meteorológicas a mayor escala espacial.

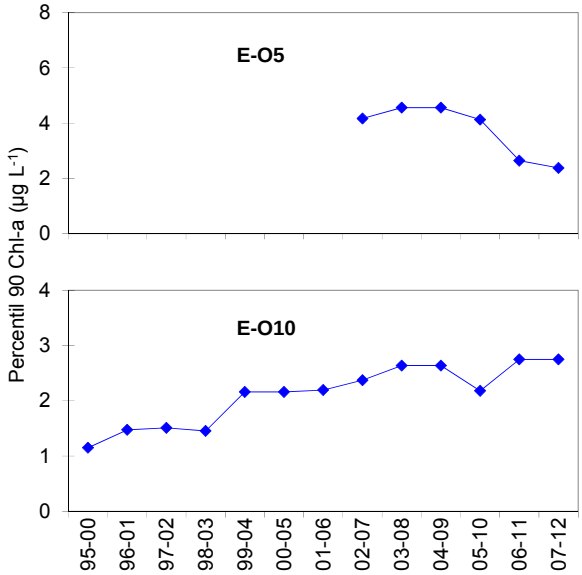


Figura 295 Evolución de la concentración de clorofila en el estuario del Oria. Se muestra el percentil 90 calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, para periodos móviles de seis años.

COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DEL FITOPLANCTON

En la Tabla 243 se presentan las variables que describen de manera general las comunidades fitoplanctónicas. Se dispone de datos de las dos estaciones de muestreo (zona superior y zona inferior) en primavera y en verano.

Estación	E-O5	E-O10
Fecha	24/05/2012	24/05/2012
Abund. (x10^3 céls. l^{-1})	124	117
Diversidad (bit/cel)	1,4	1,3
Riqueza (Nº especies)	6	5
Estación	E-O5	E-O10
Fecha	30/08/2012	30/08/2012
Abund. (x10^3 céls. l^{-1})	365	307
Diversidad (bit/cel)	3,0	3,2
Riqueza (Nº especies)	24	24

Tabla 243 Índices relacionados con Fitoplancton. Estuario del Oria. Los datos son de superficie, en pleamar.

Como en años anteriores, la abundancia total del fitoplancton presentó muy poca variabilidad espacio-temporal. Los valores fueron del orden de 10^5 células l^{-1}, los más bajos junto con los del Urumea.

En las muestras de primavera la abundancia y el número de especies fueron extremadamente bajos. Las diatomeas pennales constituyeron aproximadamente el 80% de la abundancia total. Esto probablemente fue debido a la situación de alto caudal fluvial como queda reflejado en la salinidad (véase anterior apartado). En primavera la concentración de clorofila también fue baja.

En verano, las comunidades fitoplanctónicas no mostraron apenas diferencias entre las dos zonas del estuario. Las diatomeas pennales de pequeño tamaño

celular contribuyeron con un porcentaje relativamente alto (45 y 47%) a la abundancia total. El resto de los organismos fueron mayoritariamente dinoflagelados gymnonidiales, criptofitas y pequeñas formas no identificables.

12.3.4 VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO. MACROALGAS

Para su estudio la masa de agua se dividió en 11 zonas tanto en 2003, como en 2006, 2009 y 2012, numeradas del 1 al 11 desde la desembocadura al interior (Figura 282). Las zonas se han nombrado siguiendo una nomenclatura parecida al resto de estaciones: M de "macroalgas", E de "estuario" y O de "Oria", seguido del número (ej. M-EO2). Estas 11 zonas representan tres tramos del estuario, que se pueden adscribir a las estaciones E-O10 (zonas 1 a 3) y E-O5 (zonas 4 a 7), desde la desembocadura al interior, correspondiendo las zonas 8 a 11 a tramos superiores.

Para su estudio la masa de agua se dividió en 11 zonas tanto en 2003, como en 2006 y 2009, numeradas del 1 al 11 desde la desembocadura al interior. Estas 11 zonas representan tres tramos del estuario, dos de los cuales se pueden adscribir a las estaciones E-O10 (zonas 1 a 3) y E-O5 (zonas 4 a 7). El tercero, quedaría río arriba de la última estación estudiada para el resto de elementos e incluiría las zonas 8 a 11.

En la Tabla 244 se muestran los índices de cobertura de cada especie de macroalga para cada una de las zonas.

ZONAS	M-EO1		M-EO2		M-EO3		M-EO4		M-EO5		M-EO6		M-EO7		M-EO8		M-EO9		M-EO10		M-EO11	
Superficie (m^2)	3.800		25.240		8.600		22.470		30.000		1.000		43.700		20.000		17.700		2.000		13.600	
Área ocupada por macroalgas (m^2)	2.000		6.400		3.000		10.000		16.000		320		6.500		3.000		12.000		400		4.100	
Índice	IC	ID	IC	ID	IC	ID	IC	ID	IC	ID	IC	ID	IC	ID	IC	ID	IC	ID	IC	ID	IC	ID
XANTHOPHYCEAE																						
Vaucheria sp.											7	4			6	3					5	3
CLOROPHYCEAE																						
Filamentosas	6	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	4	6	4	6	4	6	5
Laminares	6	4	6	4			5	3							6	4						
RHODOPHYCEAE																						
Chondracanthus acicularis	5	3	5	3																		
Catenella caespitosa	5	2	4	2																		
Bostrychia scorpioides							5	2			4	2	3	2	4	2						
Gracilaria sp.															5	3						
PHAEOPHYCEAE																						
Fucus ceranoides					3	2	2	1	5	2	5	2	4	2	4	2	4	2	4	2		
ANGIOSPERMAE																						
Spartina alterniflora							5	1	6	4			6	3			6	3				
Bolboschoenus maritimus					6	3	1	1	6	4			6	3	6	2	6	3	5	2	6	3
Total Cobertura Algal (%)	53		25		35		45		52		32		15		15		68		20		30	

Tabla 244 Especies de macrófitas identificadas en cada una de las zonas estudiadas en la Masa de Agua de Transición del Oria los días 6 y 20 de junio de 2012. Se representan: Índice de Cobertura (IC), Índice de Distribución (ID) (ver escalas en el Tomo 1), la cobertura total de la estación y la superficie ocupada.

En la Tabla 245 se observan los datos obtenidos para la masa de agua de transición del Oria en 2012 con objeto de calificar cada tramo. La metodología utilizada se explica en el Tomo 1 del informe correspondiente a la campaña de 2003 (Borja *et al.*, 2004d).

En la presente campaña de 2012, la calificación obtenida es de 'Estado Aceptable' para el tramo exterior de la masa de agua (de M-EO1 a M-EO3), y de 'Buen Estado' para los tramos medio (de M-EO4 a M-EO7) e interior (de M-EO8 a M-EO11). Por tanto, se aprecia una recuperación en la calidad de las comunidades de macrófitos en el tramo interior del estuario, que pasa de 'Estado Aceptable' en 2009 a 'Buen Estado' en 2012.

La mejora detectada no se debe a algún indicador en concreto, sino que se debe a una mejora general en varios de los aspectos en cada una de las zonas estudiadas.

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 Buen Estado igual a la de las campañas previas (salvo la de 2006, en que se encontraba en Estado Aceptable, por encontrarse los dos tramos salinos más exteriores en este mismo estado).

INDICADORES	M-EO1	M-EO2	M-EO3	M-EO4	M-EO5	M-EO6	M-EO7	M-EO8	M-EO9	M-EO10	M-EO11
1- Riqueza	3	3	3	5	3	3	3	5	3	3	3
3- Cobertura indicadores contaminación	1	3	3	1	3	1	5	3	3	5	3
4- Cobertura media algas sin indic contamin.	3	3	3	3	5	1	3	3	5	3	3
5- Ratio verdes/resto	3	3	5	3	5	5	5	5	5	3	5
SUMA=	10	12	14	12	16	10	16	16	16	14	14
CALIFICACIÓN AREA=	A	A	B	A	B	A	B	B	B	B	B
EQUIVALENCIA=	6	6	8	6	8	6	8	8	8	8	8
SUPERFICIE DE LA ZONA=	3.800	25.240	8.600	22.470	30.000	1.000	43.700	20.000	17.700	2.000	13.600
PORCENTAJE SOBRE EL TRAMO=	0,10	0,67	0,23	0,23	0,31	0,01	0,45	0,38	0,33	0,04	0,26
VALOR GLOBAL=	0,6	4,0	1,8	1,4	2,5	0,1	3,6	3,0	2,7	0,3	2,0
EQUIVALENCIA TRAMO=	6,5			7,5				8,0			
CALIFICACIÓN TRAMO=	A			B				B			
ESTACIÓN RED ASIGNADA=	E-O10			E-O5				-			

Tabla 245 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 2012.

ZONA M-EO1

Al comienzo de la zona, en la margen izquierda, se encuentra la plataforma del nuevo puerto. La pared vertical metálica de la plataforma, de unos 300 m de longitud, presenta un horizonte de clorofíceas de 3 m de anchura: en su parte superior (1m de anchura) la cobertura es del 90%, en su parte media se desarrolla un horizonte *Ulva* sp. (forma laminar) de 1m de anchura (matas no muy desarrolladas, >1 cm de altura) y cobertura del 90%; en su parte baja le sigue una banda de clorofíceas de 1 m de anchura y cobertura del 70%. Por debajo se desarrolla un cinturón de *Crassostrea* sp. En el comienzo de esta pared se observan algunas matas muy aisladas del alga rodofícea *Catenella caespitosa*. Estas características son semejantes a las descritas en la campaña de 2009.

Desde el final del nuevo muelle hasta la playa de Oribarzar el intermareal presenta las mismas características que las de las campañas anteriores. Las rocas están tapizadas por un horizonte de clorofíceas de unos 270 m de longitud, 3 m de anchura media y 95% de cobertura. En la parte baja del intermareal, en el cinturón de *Crassostrea* sp. se observa un cinturón cespitoso de algas rodofíceas compuesto principalmente por *Chondracanthus acicularis*.

En la margen derecha, frente al nuevo puerto, el espigón rocoso presenta un horizonte de clorofíceas de unos 3 m de anchura, como el de la margen izquierda (en su parte media, como en la margen izquierda, se desarrolla un cinturón de matas laminares de *Ulva* sp. de 1 m de anchura,). En su parte baja *Crassostrea* sp., junto con un cinturón de rodofíceas, forma una banda de 1 m de anchura y 60% de cobertura. Este cinturón de tipo cespitoso está compuesto principalmente por *C.acicularis*. Este tramo presenta también características similares a las de 2009.

Estas características continúan hasta llegar al puente de la autopista y son muy semejantes a las de 2003, 2006 y 2009. Al final de esta zona, en Antilla, se encuentra el nuevo puerto deportivo que en 2006 estaba en fase de construcción.

ZONA M-EO2

Desde el puente de la autopista hasta Arenas y Gravas, el intermareal está delimitado por la pared rocosa de la carretera. Tiene unos 8 m de anchura, con un horizonte, en su parte superior, de clorofíceas de 2 m de anchura y 80% de cobertura a la que sigue una zona de piedras de unos 3 m de anchura media y cubierta por clorofíceas en un 20% y, finalmente, un intermareal fangoso de unos 3 m de anchura sin cobertura algal.

Desde comienzo del muelle de Arenas y Gravas hasta entrada de la regata de Altxerri, la pared vertical del muelle presenta un horizonte de verdín de 3 m de anchura y 80% de cobertura. En esta pared, en algunas zonas se ve que el tamaño de las matas de clorofíceas filamentosas es mucho mayor que en el resto. No obstante, las características generales son similares a las de 2006 y 2009. En la parte de abajo del horizonte de verdín se ve un cinturón de *Crassostrea* sp. y *Ficopomatus enigmaticus*, con algunos ejemplares de *Mytilus galloprovincialis*, en el que las conchas de *Crassostrea* sp. estan tapizadas por algas rodofíceas cespitosas (principalmente *C. acicularis*).

Desde la entrada de la regata de Altxerri hasta el comienzo de la fábrica de Conservas Azkue, la zona intermareal tiene unos 30 m de anchura media. Sobre la pared vertical que lo delimita se aprecia un horizonte de *Ulva* sp. (forma laminar) de unos 3 m de anchura y 90% de cobertura. En puntos concretos se desarrolla el alga *C.caespitosa* de forma irregular. Bajo esta pared se extiende una zona de piedras de unos 4 m de anchura

media y 60% de cobertura. El resto de la plataforma es fangosa y está desprovista de algas. En la parte más baja del intermareal, en las conchas de *Crassostrea* sp. se observa la presencia del alga rodofícea *C. acicularis* tapizándolas. Al igual que en 2006 y 2009, y a diferencia de 2003, no se ha encontrado mata alguna de *Fucus ceranoides*. Las características generales son similares a las de 2006 y 2009.

Desde Conservas Azkue hasta el puente de Orio, la pared vertical presenta un horizonte de *Ulva* sp. (forma filamentosa) de unos 3 m de anchura y 85% de cobertura media. En la parte más baja del intermareal, en las conchas de *Crassostrea* sp. se observan pequeñas manchas del alga rodofícea *C. acicularis*.

En la margen derecha, desde el puente de la autopista hasta la Cofradía de Orio, en una longitud aproximada de 880 m, se extiende una zona de meandro con un intermareal ancho. En la pared rocosa, se desarrolla un horizonte de clorofíceas de unos 3 m de anchura y 70% de cobertura media. A la pared le sigue un intermareal arenoso-fangoso (de unos 30 m de anchura media) totalmente desprovisto de cobertura algal. En esta zona se acumula una gran cantidad de restos de ramas y troncos.

Desde la Cofradía de Orio hasta el puente (270 m), la pared vertical que delimita el muelle de Orio presenta un horizonte de clorofíceas filamentosas de unos 3 m de anchura y 80% de cobertura media. En su parte final, desde la plaza de Orio, la pared ya no es discontinua, sustentada en pilotes, como en 2006 debido a las obras que se realizaron en esta zona. Las características generales son similares a las de 2006, aunque quizás en esta última zona la parte superior del horizonte de clorofíceas esté algo menos desarrollado. En la parte más baja de este intermareal se observa el cinturón de *Crassostrea* sp. y *F. enigmaticus*, con algunos ejemplares de *M. galloprovincialis*.

ZONA M-EO3

Corresponde a la Regata de Altxerri. En una longitud de 200 m, desde el puente/túnel hasta el paso estrecho y rocoso, en la margen izquierda, el intermareal es pedregoso y enfangado, con una inclinación de unos 25-30º, 6 m de anchura media y 70% del cobertura algal, correspondiendo prácticamente el 100% a formas filamentosas de *Ulva* sp. La margen derecha está delimitada por el dique de la carretera de la zona industrial, dique formado por bloques de tamaño grande, sobre el que se extiende un intermareal inclinado, con 50-60º, de unos 3 m de anchura media con cobertura algal del 100%, prácticamente todo ello es *Ulva* sp. En su parte más baja, y sobre rocas del cauce, se observan matas muy pequeñas de *F. ceranoides*. En la primera parte de este intermareal, hasta la curva, al dique le sigue una plataforma fangosa de unos 7 m de anchura, desprovista de vegetación; a partir de la curva, al dique le siguen rocas y piedras sin vegetación y con *Crassostrea* sp.

En la zona central, más estrecha que la anterior, el intermareal rocoso tiene una longitud de 30 m. El cauce de la regata es muy escaso, con una anchura media total de 15 m, y la cobertura algal es del 90% (*Ulva* sp.). Las matas de *Ulva* sp. filamentosas, al igual que en 2006 y 2009, están muy desarrolladas, sobre todo en el cauce. En las rocas de la margen izquierda, sobre todo, se observan matas muy poco desarrolladas de *F. ceranoides*, con cobertura inferior al 1% (Foto 1-2012).



Más al interior se extiende una zona donde, en su margen izquierda, se distingue una zona con vegetación típica de marisma formando islotes: *Limonium vulgare*, *Juncus maritimus* y *Bolboschoenus maritimus* (Fotos 2-2009 y 3-2012). Esta zona tiene una longitud de 100 m y 12 m de anchura media. La cobertura vegetal es del 90%, de la que *Ulva* sp. supone el 20% (se encuentra en los canales), 5% *L. vulgare*, 35% *J. maritimus* y 40% *B. maritimus*.



En su margen derecha continúa el dique, con una anchura de 2 m y 100% de cobertura algal. El cauce tiene una anchura media de unos 10 m, lleva muy poca agua y en las zonas pedregosas hay matas filamentosas de *Ulva* sp. muy desarrolladas.

Más al interior hay una zona intermareal de 80 m. En la margen izquierda, con una anchura de 1 m y 90% de cobertura algal, se desarrollan matas filamentosas de *Ulva* sp. En la margen derecha, en el dique de la carretera de la zona industrial, el intermareal es de 2 m de anchura y 90% de cobertura de *Ulva* sp. En la zona del cauce queda al descubierto un gran islote intermareal pedregoso de unos 50 m de longitud y 8 m de anchura media, con una cobertura vegetal del 85%, de la que 50% corresponde a *Ulva* sp. y el resto a *L. vulgare* (en la parte más interna y alta), aunque entre las matas de *L. vulgare* se observan algunos ejemplares de *B. maritimus*. En general la regata tiene unas características similares a las observadas en 2006 y 2009.

ZONA M-EO4

Esta zona discurre a lo largo del tramo que va entre el puente de Orio y Ortzaika. En la margen izquierda, desde el puente de Orio hasta el comienzo del Club de Remo Olímpico de Orio, el intermareal está formado por una pared, más o menos inclinada según el lugar, a la que sigue una plataforma fangosa de unos 40 m de anchura media, completamente desprovista de vegetación. En la pared se desarrolla un horizonte de verdín de unos 3 m de anchura y 80% de cobertura. Los primeros 50m mantienen características semejantes a las de 2009.

En adelante, la parte superior del intermareal está alterada debido a las obras de construcción de la nueva carretera. Estas obras están finalizadas y, en la parte inferior del muro de contención de la carretera y en los primeros 5 m del intermareal, se desarrolla un cinturón de *Ulva* sp. con 70% de cobertura. En el intermareal fangoso que sigue, totalmente desprovisto de vegetación, se han observado tres plantas sueltas de *B. maritimus*. A partir de la casa que se encuentra antes de Thalassa, otra vez las características son semejantes a las observadas en 2006, con un horizonte de clorofíceas de unos 3 m de anchura y 80% de cobertura en la pared. Frente a la empresa “Thalassa", dentro de la plataforma fangosa, hay cuatro pilotes de piedra donde, al igual que en 2009, ya no se aprecia el cinturón de *B. scorpioides* que se observó en 2006.

Desde el final del CRO Orio, al comienzo de Motondo, en el cauce principal hay tres pilotes, uno de los cuales mantiene un poste de electricidad. El intermareal en esta zona es muy heterogéneo. En la parte superior, sobre el dique, se desarrolla un horizonte de clorofíceas de 2,5 m de anchura y 70% de cobertura media. El intermareal que le sigue, de 20 m de anchura y completamente desprovisto de algas, es fangoso con piedras y rocas, mucho más numerosas hacia Motondo, y que están cubiertas por *Crassostrea* sp. Poco antes de llegar a Motondo hay una zona rocosa donde, por encima del horizonte de clorofíceas, se desarrolla un cinturón de *Bostrychia scorpioides* de unos 20 m de longitud, 1 m de anchura media y 60% de cobertura.

En el dique de Motondo, a la pared del dique le sigue un intermareal fangoso con piedras sueltas, que tiene una anchura media de 30 m. Sobre la pared se desarrolla un horizonte compuesto por matas filamentosas y laminares (en menor medida) de *Ulva* sp., que tiene una anchura media de 3 m y 80% de cobertura. En la plataforma fangosa que le sigue se observan matas de *Ulva* sp. con 1% de cobertura. En la parte final de Motondo, en la parte baja del intermareal, hay una zona de unos 100 m de longitud y 20 m de anchura media, con 1% de cobertura (muy inferior a 2009) de *Ulva* sp. (matas laminares muy grandes). Las características son similares a las de 2009, aunque la cobertura del cinturón de *Ulva* es muy inferior. En la parte final de la zona de Motondo se mantiene la mancha de *Spartina alterniflora*, que ocupa un mayor espacio que en 2009, 8 m de longitud y 4,5 m de anchura. En esta zona se han observado unas pocas matas de *F. ceranoides*. A continuación del dique moderno de Motondo, sigue una pared de piedra más antigua sobre la que, al igual que en 2006, se desarrolla un cinturón de *B. scorpioides* de 0,6 m de anchura y 40 m de longitud, con 60% de cobertura media.

En la margen derecha, el intermareal está formado por la pared del dique al que sigue un intermareal fangoso, más estrecho que el de la margen izquierda. Sobre el dique se desarrolla un horizonte muy tenue de clorofíceas de 2,5 m de anchura media y 70% de cobertura. La plataforma fangosa tiene una anchura media de 10 m y, a continuación del dique, se extiende un horizonte de clorofíceas de 1 m de anchura y 35% de cobertura que no se observó en 2006. Sobre las piedras y rocas se distinguen ejemplares de *Crassostrea* sp. En general, las características son semejantes a las de 2006 y 2009.

ZONA M-EO5

Esta zona corresponde a la Regata Santiago. Se trata de una zona marismeña característica formada por grandes islotes cubiertos principalmente por *S.*

alterniflora, *B. maritimus* y *J. maritimus* (Fotos 4-2009 y 5-2012). En las plataformas fangosas crecen, sobre todo, matas filamentosas de *Ulva* sp. La zona ocupada por los islotes supone el 60% del total, con cobertura vegetal del 100%: 25% de *J. maritimus*, 40% de *B. maritimus* y 35% de *S. alterniflora*. La cobertura vegetal de los canales es del 50%, del que prácticamente el 100% corresponde a *Ulva* sp., que presenta un gran desarrollo en algunas zonas, especialmente en el cauce de la regata. El alga *F. ceranoides* se aprecia únicamente en alguna zona muy concreta (<1%), con coberturas de hasta el 50%.

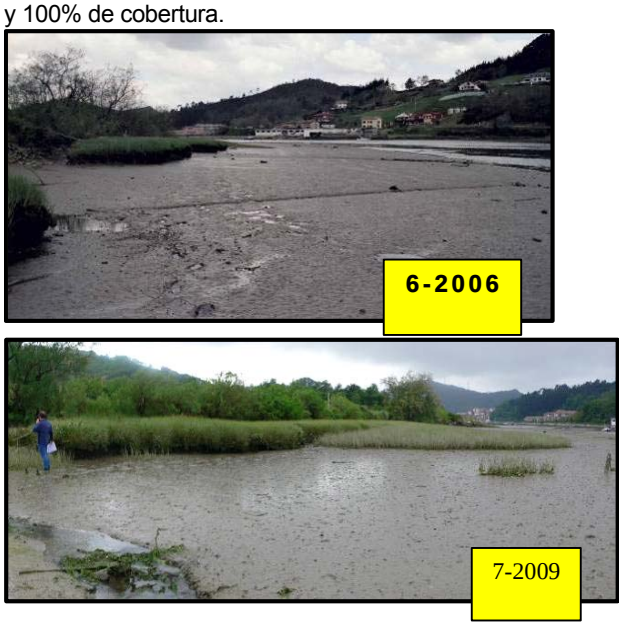


ZONA M-EO6

Corresponde a la Regata Txanka. La zona estudiada tiene una longitud aproximada de 100 m, hasta la carretera general. El cauce está delimitado por lezones. La presencia y distribución de las macroalgas es similar a la de 2006. En el cauce, se aprecian matas filamentosas en un cinturón bien desarrollado de *Ulva* sp., con una anchura media de 3 m y 90% de cobertura. En la margen derecha de esta regata se distingue una pequeña zona de *B. scorpioides* de 0,5 m de anchura y 30% de cobertura. En la zona media de la regata se desarrolla una mancha de 10 m^2 de *F. ceranoides* con 60% de cobertura. *Vaucheria* sp ocupa las zonas más altas de la regata, principalmente en los primeros 30 m, con una anchura media de 0,8 m y 100% de cobertura.

ZONA M-EO7

En la margen izquierda, al final del dique de Motondo, frente al caserío Marrota, hay una zona de praderas-islotes de *S. alterniflora y B. maritimus*, que ocupan una superficie claramente mayor que en 2009 (que, a su vez, era mayor que en 2006) (Fotos 6-2006, 7-2009 y 8-2012). El primer islote de *S. alterniflora* presenta 30 m de longitud y 8 m de anchura media, con 100% de cobertura (igual que en 2009). Debajo de éste, se distingue un nuevo islote, observado en 2009, que ha aumentado su desarrollo, alcanzando 25 m de longitud, 12 m de anchura media y 90% de cobertura. Un poco más arriba, hay otro de unos 8 m de diámetro y con 100% de cobertura (mayor que en 2009). Aguas arriba empieza a formarse un nuevo islote, de 8 m de diámetro y 100% de cobertura.





A continuación del primer islote, se desarrolla otra mancha de S. alterniflora, de forma redondeada, de 7 m de diámetro, con 40% de cobertura. Le sigue otro islote de *B. maritimus* de 10 m de longitud y 3 m de anchura, y 100% de cobertura (características semejantes a las de 2009); en sus alrededores se observan manchas de *S. alterniflora* que, en conjunto, tienen unos 8 m^2. El siguiente islote, de 15 m de longitud y 10 m de anchura, presenta un 100% de cobertura de *S. alterniflora* y *B. maritimus*, siendo *S. alterniflora* mucho más abundante (40%), aunque en su zona central destaca *B. maritimus* (60%) (características semejantes a las de 2009, aunque varía la cobertura de cada especie). A continuación se distingue otro islote de 8 m de longitud y 12 m de anchura, con 100% de cobertura (*S. alterniflora*: 30%; *B. maritimus*: 70%) (características semejantes a las de 2009, aunque la cobertura de *S. alterniflora* es algo menor).

Entre estos dos islotes, en la parte baja, se desarrolla un nuevo islote de *S. alterniflora* de 10 m de longitud y 5 m de anchura, con 90% de cobertura. Después de este islote, aguas arriba, se observa una mancha de *S. alterniflora* de unos 10 m de longitud, 4 m de anchura y 60% de cobertura. En su interior se observan pequeñas piedras tapizadas por matas de *F. ceranoides*, con <5% de cobertura. En toda esta zona se observan algunas matas de *F. ceranoides* sobre las piedras, mientras que en la zona fangosa se observan matas de *S. alterniflora* que indican un proceso de colonización.

Una vez terminada esta zona con *S. alterniflora*, la parte superior del intermareal está formada por cantos rodados relativamente grandes, cubiertos por *Ulva* sp. y, en su parte inferior, un horizonte de *F. ceranoides* de unos 15 m de longitud, 3 m de anchura media y 40% de cobertura (el resto corresponde a *Ulva* sp.). Estas características son similares a las de 2009, aunque las matas de *F. ceranoides* están muy poco desarrolladas.

En 2006, frente a estos islotes, se observó una plataforma llana de 100 m de longitud y 10 m de anchura, y 80% de cobertura algal, de la que el 100% correspondía a *Ulva* sp., con matas filamentosas muy desarrolladas. Esta zona continuaba hacia el cauce del río, donde *Ulva* sp. alcanzaba un gran desarrollo. Al igual que en 2009, estas zonas no han sido observadas. Estas zonas de gran desarrollo de *Ulva* sp. son mucho menos fangosas que las zonas inmediatamente superiores, y están formadas por cantos rodados, lo que hace pensar que son zonas de mayor hidrodinamismo.

Más adelante se encuentra otro pequeño islote de gramíneas de 20 m de longitud y 8 m de anchura, y 40% de cobertura (cobertura inferior a la de 2009). En su parte anterior hay una zona con *S. alterniflora* y, más atrás, *S. alterniflora* y *B. maritimus*. Detrás de este islote se desarrolla una franja de 20 m de longitud y 3 m de anchura, cubierta por *Phragmites australis* (características similares a las de 2006 y 2009). En la parte inferior de esta zona hay un intermareal fangoso de 15 m de anchura, sin cobertura algal. Desde aquí hasta otros islotes que están frente a la isla Legargaina, se extiende un intermareal de 200 m de longitud, 10 m de anchura y 45% de cobertura algal, de la que 95% corresponde a *Ulva* sp., 2% a *F. ceranoides* y 3% a *B. scorpioides*.

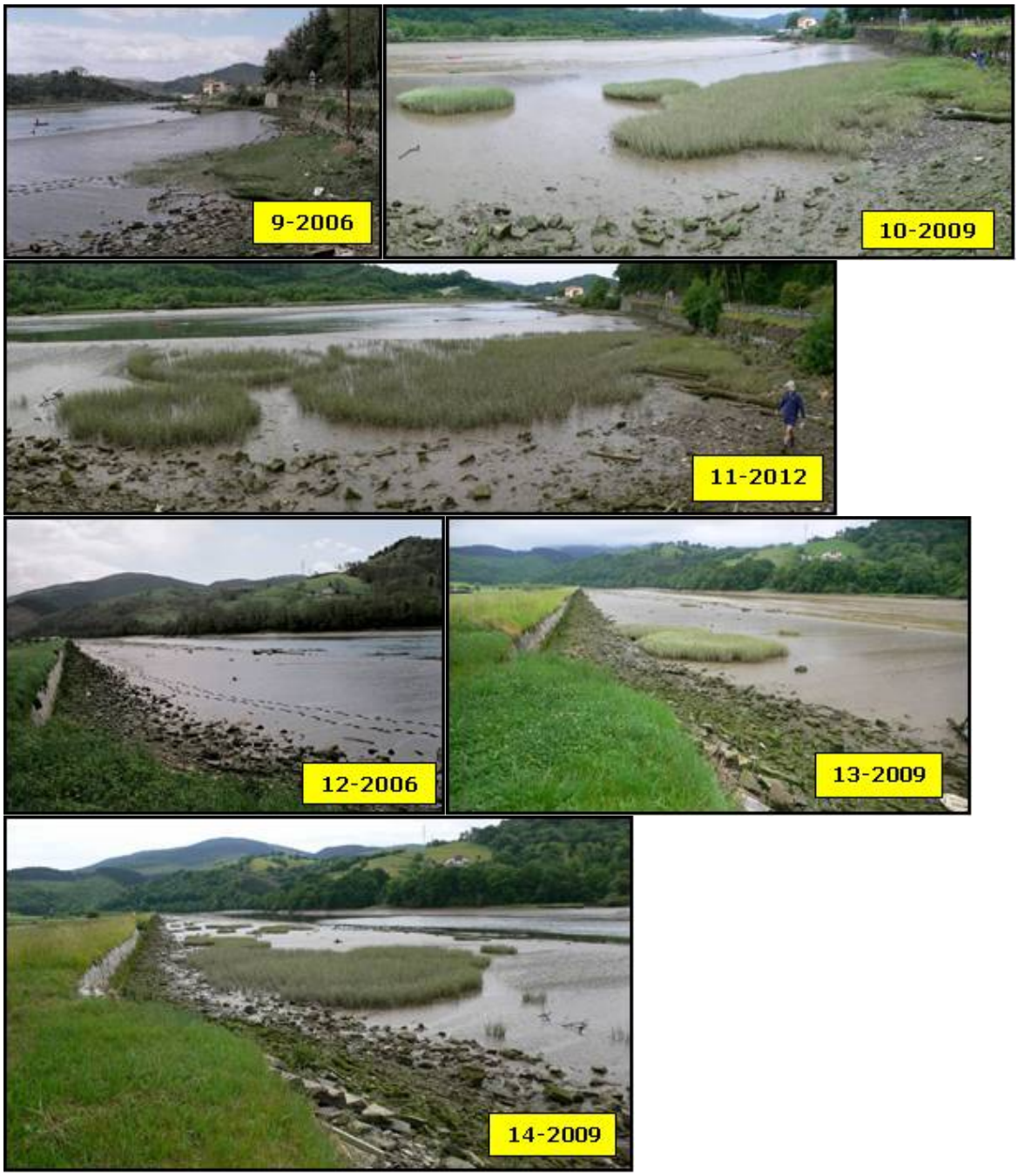
En la margen derecha de esta zona, frente a las casas de Ortzaika, el intermareal es estrecho, pedregoso, en algunos casos rocoso, de 4 m de anchura media y con 90% de cobertura algal, de la que casi el 100% corresponde a matas filamentosas de *Ulva* sp., junto con matas sueltas y poco desarrolladas de *F. ceranoides* en una zona de unos 4 m de longitud y 1,5 m de anchura (anchura mayor que en 2009). En la parte más baja de este intermareal se desarrolla un cinturón de *Crassostrea* sp. En su parte final, donde se hace más ancho, en la parte superior hay un horizonte de *L. vulgare* que continúa en la siguiente zona.

Desde el final de las casas de Ortzaika hasta el final del lezón que se inicia a partir del caserío Mariaerrota Zahar, el intermareal está delimitado al principio por la pared de piedra de la carretera y luego por la pared/lezón de piedra. El intermareal está formado por parte de la pared vertical de piedra, por piedras que han caído de la pared/lezón y que se acumulan en su base y, hasta llegar al cauce, por un intermareal fangoso de unos 20 m de anchura, totalmente desprovisto de algas. En conjunto la cobertura total (similar a la de 2009) es del 70%, de la que el 100% corresponde a *Ulva* sp. Al contrario que en 2006, no se observa *F. ceranoides*.

En su primera parte, antes de llegar al caserío, en la parte superior del intermareal se desarrolla una banda de *L. vulgare* (igual que en 2006) de 20 m de longitud, 3 m de anchura y 15% de cobertura (en esta banda se observan ejemplares aislados de *Triglochim maritima*,

Atriplex prostrata, *Spergularia* sp., *Halimione portulacoides*); las dos manchas de *S. alterniflora* observadas en 2009 se han unido formando un único islote de 30 m de longitud, 10 m de anchura media y 60% de cobertura. *S. alterniflora* continúa colonizando esta zona.

Frente al caserío, se observa que las praderas de *S. alterniflora* siguen desarrollándose (Fotos 9-2006, 10-2009 y 11-2012). La gran pradera se ha unido a los dos islotes más cercanos formándose una gran pradera de unos 45 m de longitud, 20 m de anchura media y 70% de cobertura. Más adelante, en una longitud de 100 m, en la plataforma, que tiene unos 25 m de anchura, se observan numerosos islotes (16) de *S. alterniflora*, la mayoría de pequeño tamaño (5-10 m de diámetro y 90% de cobertura); los dos primeros, sin embargo, forman un gran islote, continuación de la pradera descrita, de unos 30 m de longitud, 12 m de anchura y 90% de cobertura (Fotos 12-2006, 13-2009 y 14-2012) Se puede pensar que con el tiempo todas estas manchas de *S. alterniflora* formarán una gran pradera.



A partir del caserío, sigue una pared vertical de piedra tipo lezón, al que sigue una zona formada por las piedras que han caído del lezón. El intermareal está formado por una zona vertical de 1 m de anchura y una horizontal formada por las piedras de unos 3 m de anchura, con 80% de cobertura algal (prácticamente toda corresponde a *Ulva* sp.), junto con algunas matas sueltas de *F. ceranoides*. A continuación le sigue una plataforma fangosa totalmente desprovista de vegetación que llega hasta el canal y de una anchura media de unos 30 m. Estas características son similares a las descritas en 2009, aunque no ha sido observado el cinturón de *Ulva* sp. Frente al cementerio de barcos se observa una gran mancha de *S. alterniflora* formada por la unión de las pequeñas manchas observadas en 2009 (Fotos 15-2009 y 16-2012). Tiene unos 30 m de longitud, unos 7 m de anchura y 70% de cobertura. Más adelante, a partir de la entrada del cementerio de barcos comienza otra mancha de unos 15 m de largo, 2 m de ancho y 70% de cobertura; aguas arriba se observa otra de 3 m de longitud, 1 m de anchura y 70% de cobertura. Es probable que en el futuro todas estas manchas se unan formando un gran islote de *S. alterniflora*.



ZONA M-EO8

Corresponde al arroyo Don Pernasa, en la zona del cementerio de barcos (Fotos 17-2009 y 18-2012). Mirando hacia el cauce principal del Oria, a la derecha se observa una zona triangular donde se encuentran varados varios barcos, cuyo lado más largo tiene 150 m; los otros dos, de igual longitud, 80 m. La cobertura vegetal es del 90% (igual que en 2006), de la que el 55% corresponde a *P. australis*, 30% a *Gracilaria* sp, 5% a *Ulva* sp., 5% a *B. maritimus* y 5% a *Vaucheria* so., junto con algunas matas de *L. vulgare*. A la izquierda, se encuentra otra zona triangular cuyos lados tienen 40 m, 30 m y 20 m, con características similares a las de 2006. La cobertura es del 80%, de la que 70% corresponde a *Gracilaria* sp., 20% a *Ulva* sp. (formas laminares) y 10% a *Ulva* sp (formas filamentosas).

El cauce del arroyo Don Pernasa que atraviesa esta zona intermareal tiene una longitud de 100 m y 10 m de anchura media, con 60% de cobertura (inferior a 2009), de la que el 95% corresponde a *Ulva* sp. y a matas de *F. ceranoides*, y 5% a *L. vulgare*. En la pared se aprecian manchas dispersas de *B. scorpioides*. Estas características son similares a las de 2009, aunque la cobertura algal es menor. A diferencia de 2003, 2006 y 2009, en el tubo que atraviesa toda esta zona no se han encontrado matas de *F. ceranoides*.





ZONA M-EO9

En la margen izquierda, una vez pasado el cementerio de barcos, hay una pradera/islote de gramíneas de 50 m de longitud y 8 m de anchura, con 95% de cobertura, de la que el 55% corresponde a *S. alterniflora* (adelante) y el 45% a *B. maritimus* (atrás).

Hasta llegar a una zona de pequeños islotes de gramíneas, se extiende un intermareal inclinado de 150 m de longitud, 8 m de anchura media y 50% de cobertura algal (*Ulva* sp.). Estas características son similares a las de 2009, aunque no se han observado ejemplares de *F. ceranoides*.

La isla de Legargaina es un islote pedregoso formado por pequeños cantos rodados que queda al descubierto durante la marea baja. Tiene una superficie de 11.700 m^2, con 85% de cobertura algal (*Ulva* sp.).

Desde el final de los islotes de Legargaina, se extiende una zona intermareal cubierta de gramíneas de unos 40 m de longitud, 4 m de anchura media y 100% de cobertura, compuesta por un 40% de *B. maritimus* y un 60% de *P. australis*. A diferencia de en 2009, no se observan matas de *F. ceranoides*, entre las de *B. maritimus*.

Desde aquí hasta el túnel/puente del ferrocarril, el intermareal es semejante al descrito hasta ahora. Discurre a lo largo de unos 200 m de longitud, con 10 m de anchura media y 50% del cobertura algal (notablemente inferior a 2006), correspondiente a *Ulva* sp. (matas filamentosas muy poco desarrolladas). Sin embargo, a diferencia de en 2009, se han observado unas pocas y pequeñas matas de *F. ceranoides* (como en 2006 y 2003). Además, poco antes del túnel, en la parte superior del intermareal hay bastantes matas de *L. vulgare*, que no existían en años anteriores.

Frente al túnel/puente hay un pequeño espacio intermareal en forma de islote de 50 m de longitud y 10 m de anchura, con 100% de cobertura algal, de la que el 95% corresponde a *Ulva* sp., muy desarrollada. En la zona alta/central del islote crece una pequeña mancha de *B. maritimus* con 5% de cobertura (características similares a las de 2009, incluida la ausencia de *L. vulgare*).

Desde el final de la pared/lezón de piedra, frente al cementerio de barcos, hasta el embarcadero de la casa prefabricada, se extiende una zona intermareal inclinada de 3 m de anchura media y 5% de cobertura algal, de la que 100% corresponde a *Ulva* sp., junto con algunas manchas pequeñas de *B. maritimus*. En su primera parte, y a continuación de los islotes de *S. alterniflora* que se encuentran en el tramo final de la zona 7, se desarrolla una franja de *S. alterniflora* de unos 60 m de largo, 3 m de anchura media y 70% de cobertura, que al igual que en 2009 forma un único islote. En esta zona se distinguen algunas matas de *F. ceranoides*, de tamaño muy pequeño. Por encima de *S. alterniflora*, en el borde superior del talud, se desarrolla *B. maritimus*.

Desde el embarcadero de la casa prefabricada con forma triangular hasta el principio del recodo, el intermareal tiene forma de media luna, con 100 m de longitud y 15 m de anchura media (igual que en 2009).

ZONA M-EO10

Se trata de una pequeña zona intermareal que se extiende al otro lado del puente del ferrocarril. El cauce inspeccionado del arroyo Olabarrieta tiene de 60 m de longitud, 8 m de anchura media y 70% de cobertura algal (algo inferior a la de 2009), de la que el 90% corresponde a *Ulva* sp. (matas filamentosas muy desarrolladas). La cobertura de *F. ceranoides* (1%) también es menor que en 2009. Al igual que en 2009, a ambos lados del cauce *P. australis* coloniza prácticamente todo el espacio, excepto una pequeña mancha de *B. maritimus*. En la parte más interna del arroyo empieza a proliferar *Baccharis halimifolia*. En la parte más cercana al puente hay una zona con *L. vulgare*.

ZONA M-EO11

Desde túnel/puente del ferrocarril hacia Aginaga se extiende un intermareal estrecho formado por el acantilado del *schorre* al que sigue una estrecha plataforma fangosa con cobertura algal muy pobre. Únicamente donde el intermareal se ensancha un poco se encuentra alguna mancha dispersa de *B. maritimus* y, más atrás, *P. australis*. En su primera parte, en una longitud de 100 m, el intermareal tiene 5 m de anchura media con 10% de cobertura vegetal, de la que el 95% corresponde a *B. maritimus*, que forma dos manchas importantes, y el 5% a *Ulva* sp. (características similares a las de 2006 y 2009).

A continuación se aprecia un pequeño entrante de la margen izquierda. Esta zona ha sufrido un gran cambio y todo el islote central está colonizado por *L. vulgare* y *B. maritimus*, y su fondo por *Vaucheria* sp. (25%). El islote, triangular, tiene una longitud de unos 25 m y unos 4 m de anchura media, con 100% de cobertura, de la que el 25% corresponde a *L. vulgare* y el 75% a *B. maritimus*, cuya cobertura ha aumentado respecto a 2009 en detrimento de *L. vulgare*. Hay otro pequeño islote que se está formando, que ha aumentado de tamaño (8 m de longitud, 3 m de anchura), y está colonizado en su primera parte por *B. maritimus* (100%) y algo de *Vaucheria* sp.. En su parte posterior hay una zona de 5 m de longitud y 2 m de anchura, colonizado por *Vaucheria* sp. (80%) y *L. vulgare* (20% de cobertura).

En la parte final de esta zona, el intermareal es estrecho y está formado por el acantilado del *schorre,* al que sigue una estrecha plataforma fangosa con cobertura algal muy pobre. Tiene 3 m de anchura y 1% de cobertura algal (*Ulva* sp.). El margen superior del acantilado está colonizado por *B. maritimus*.

En la margen derecha, desde frente al túnel del ferrocarril hasta el final del recodo, el intermareal presenta forma de media luna. Es pedregoso, de 200 m de longitud, 10 m de anchura media y 70% de cobertura, de la que 90% corresponde a *B. maritimus*, 5% a *P. australis* y 5% a *Ulva* sp. (características similares a las de 2006 y 2009).

Desde el final del recodo hasta las casas ocurre algo semejante. El intermareal, de 100 m de longitud y 2 m de anchura, es fangoso, sin apenas cobertura vegetal. En la ribera crece *B. maritimus* y, detrás, *P. australis*. Como en 2009, y a diferencia de en 2006, no se observa ninguna mata de *F. ceranoides*.

Desde los caseríos posteriores al recodo hasta el embarcadero de Saikola, el intermareal es estrecho, inclinado, en general rocoso, de 4m de anchura y 15% de cobertura algal (clorofíceas). En su parte final, empiezan a aparecer matas de *L. vulgare*. Como en 2009, y a diferencia de en 2006, no se observa ninguna mata de *F. ceranoides*.

12.4 INDICADORES FISICOQUÍMICOS

12.4.1 CARACTERIZACIÓN 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 246 se muestran los datos medios anuales, correspondientes a las campañas de 2012, 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).

Variable	Unidad	E-O5-S	E-O5-F	E-O10-S	E-O10-F
Temperatura	°C	15,49	16,14	16,10	16,41
Salinidad	USP	10,05	15,92	16,67	23,36
Agua fluvial	%	71,77	55,28	53,18	34,38
Saturación O_2	%	89,19	83,99	92,48	90,69
pH		8,12	8,08	8,13	8,03
Silicato	$\mu mol.dm^{-3}$	51,18		37,91	
Amonio	$\mu mol.dm^{-3}$	10,68		7,98	
Nitrito	$\mu mol.dm^{-3}$	2,07		1,25	
Nitrato	$\mu mol.dm^{-3}$	73,76		55,27	
Nitrógeno Total	$\mu mol.dm^{-3}$	118,99		91,48	
Fosfato	$\mu mol.dm^{-3}$	1,41		1,05	
Fósforo Total	$\mu mol.dm^{-3}$	2,60		1,98	
Carbono O. Total	$\mu mol.dm^{-3}$	206,66		179,64	

Tabla 246 Estuario del Oria. Valores medios de variables relacionadas con el estado trófico. F: fondo, S: superficie.

En 2012, la temperatura media oscila entre 15,5ºC y 16,4ºC. A partir de los datos de salinidad obtenidos en la serie de muestreos del año 2012 se ha calculado el porcentaje de agua dulce. Las aguas de la cabecera (E-O5) presentan más agua dulce en superficie (~72 %) que las aguas del exterior del estuario ~34 %, donde predomina el agua salada.

El oxígeno disuelto, en promedio anual, no supera el 93%, indicando un cierto déficit de oxígeno donde predominan procesos heterótrofos sobre los autótrofos.

Las concentraciones de nutrientes disueltos siguen un patrón de disminución a lo largo del eje longitudinal del estuario. 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 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 ambas zonas del estuario (~72% en el caso del nitrógeno y ~53% 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 2012 dicha situación.

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 296). Mientras que no se observa ninguna tendencia temporal en las concentraciones de fosfato en ambas estaciones, tanto en la estación E-O5 como en la estación E-O10, el NID muestra una tendencia al alza en los últimos años (Figura 296).

En la Figura 297 se presenta la evolución temporal del oxígeno disuelto en el estuario del Oria (estaciones E-O5 y E-O10). Las dos estaciones del Oria siguen un patrón muy similar. 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 un descenso en la saturación hasta el 2008 donde se registran los valores más bajos de la serie (valores entre el 60 y 80%). A partir de 2009 los valores de oxígeno disuelto empiezan a remontar mostrando valores cercanos al 80% de saturación (Figura 297). Pese a no alcanzar la situación de sobresaturación no se dan situaciones de déficit de oxígeno en este estuario.

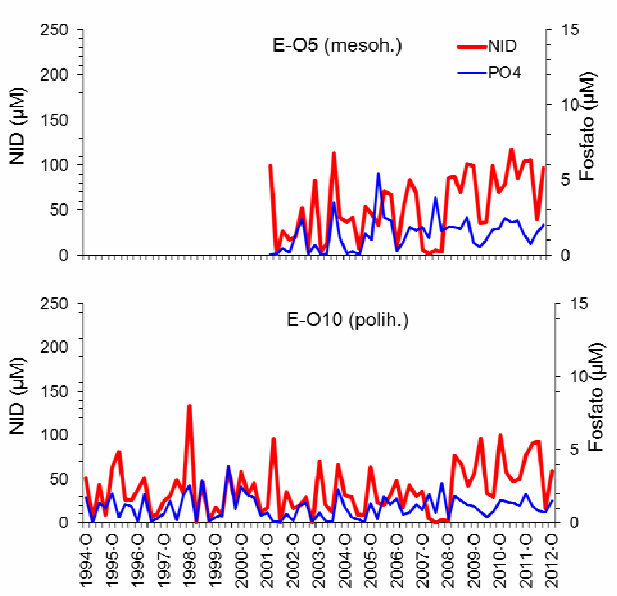


Figura 296 Evolución trimestral, entre otoño de 1994 y otoño de 2012, de la concentración de Nitrógeno Inorgánico Disuelto (NID) y fosfato, ambos en micromoles por litro, en aguas de superficie (media de pleamar y bajamar), en las estaciones E-O5 y E-O10.

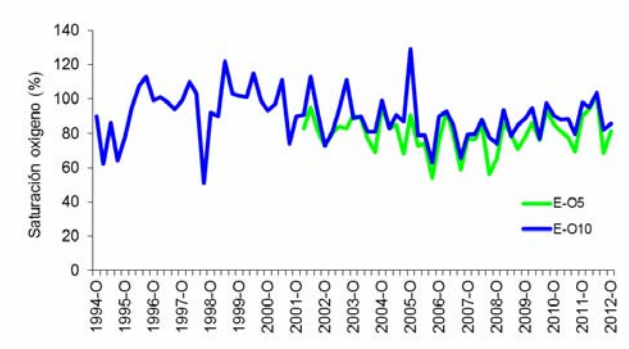


Figura 297 Evolución temporal del porcentaje de saturación de oxígeno disuelto en el estuario del Oria (estaciones EO-5 y E-O10), media de pleamar y bajamar, superficie y fondo.

METALES DISUELTOS

Las concentraciones de cromo (trivalente) y mercurio en las aguas de superficie de las estaciones del estuario del Oria se mantienen por debajo de su límite de cuantificación (1-2 $\mu g \cdot l^{-1}$ y 0,01 $\mu g \cdot l^{-1}$, respectivamente).

En la Figura 298 se muestra la evolución de la concentración media del resto de los metales para el periodo comprendido entre otoño de 1994 y verano de 2012. 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.

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.

En 2012 las concentraciones promedio anuales de cobre, manganeso y níquel, en la estación E-O5, han aumentado respecto al año anterior.

En el caso del plomo y del cadmio, se aprecia una ligera disminución de los valores promedio anuales, que en el caso del cadmio alcanza concentraciones inferiores al objetivo de calidad en ambas estaciones (0,2 $\mu g \cdot l^{-1}$).

Cabe destacar que ningún metal supera su objetivo de calidad correspondiente (NMA-MA) en ninguna de las estaciones de estudio.

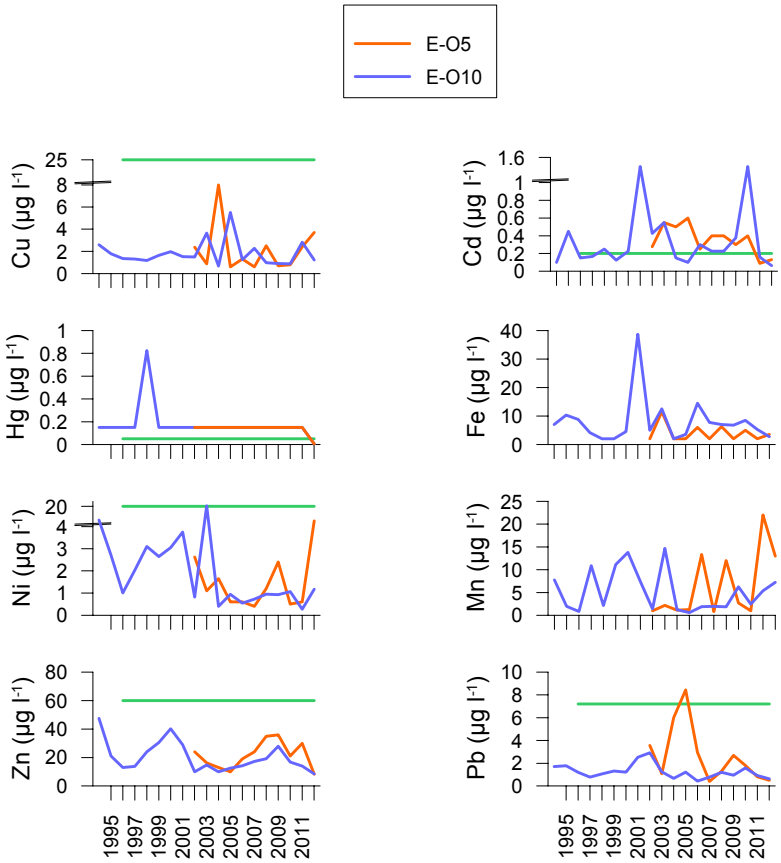


Figura 298 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en las estaciones del Oria en el periodo que abarca desde 1994 a 2012. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

CONTAMINANTES ORGÁNICOS Y OTROS CONTAMINANTES ESPECÍFICOS

En la campaña de 2012, las concentraciones de los compuestos orgánicos analizados se encuentran por debajo de sus respectivos límites de cuantificación.

12.4.2 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS

PARÁMETROS SEDIMENTOLÓGICOS DE CARÁCTER GENERAL

Desde el año 1995, en la estación E-O10, y desde 2002 en la estación E-O5, se dispone de la información relativa a la composición granulométrica, contenido en materia orgánica, potencial redox y contenido en carbono y nitrógeno orgánico particulado.

A partir de esta información, en la Figura 299 y la Figura 300 se representan la evolución temporal para cada estación. Además en la Tabla 247 se recogen los resultados de los análisis realizados en la campaña de invierno de 2012.

En relación a la variabilidad espacial, la estación más interna (E-O5) presenta un sedimento con un alto contenido en finos, con menores valores de potencial redox y ratio C/N, y mayor contenido en materia orgánica que la estación externa (E-O10).

En cuanto a la evolución temporal, en general, en la estación más interna (E-O5) el contenido en materia orgánica disminuye de forma discontinua. En la estación más externa (E-O10), en las campañas más recientes, se observa un aumento del contenido en arenas, aunque el resto de parámetros sedimentológicos no muestran ningún patrón temporal dominante.

Estación	Grava (%)	Arena (%)	Limo (%)	M.O. (%)	Eh (mV)	C.O.P. (mol kg^{-1})	N.O.P. (mol kg^{-1})	C/N (mol/mol)
E-O5	0,00	30,27	69,73	8,09	-121	3,57	0,20	17,67
E-O10	0,06	99,57	0,38	0,89	161	1,74	0,03	60,67

Tabla 247 Parámetros sedimentológicos correspondientes a los muestreos de invierno de 2012. Grava > 2 mm > Arena > 63 µm > Limo; M.O.: materia orgánica; Eh: potencial redox; C.O.P. carbono orgánico particulado; N.O.P.: nitrógeno orgánico particulado; C / N: relación carbono / nitrógeno).

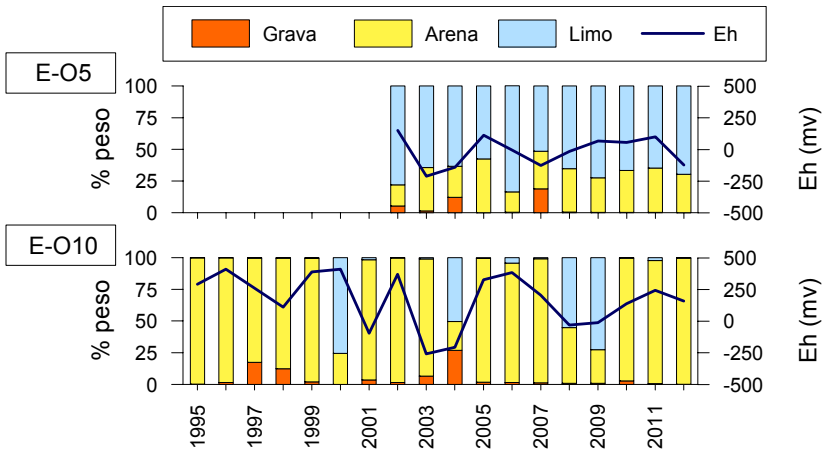


Figura 299 Evolución temporal del potencial redox (Eh) y las fracciones granulométricas (grava, arena y limo) en los sedimentos de la masa de agua de transición Oria (muestreos de invierno.

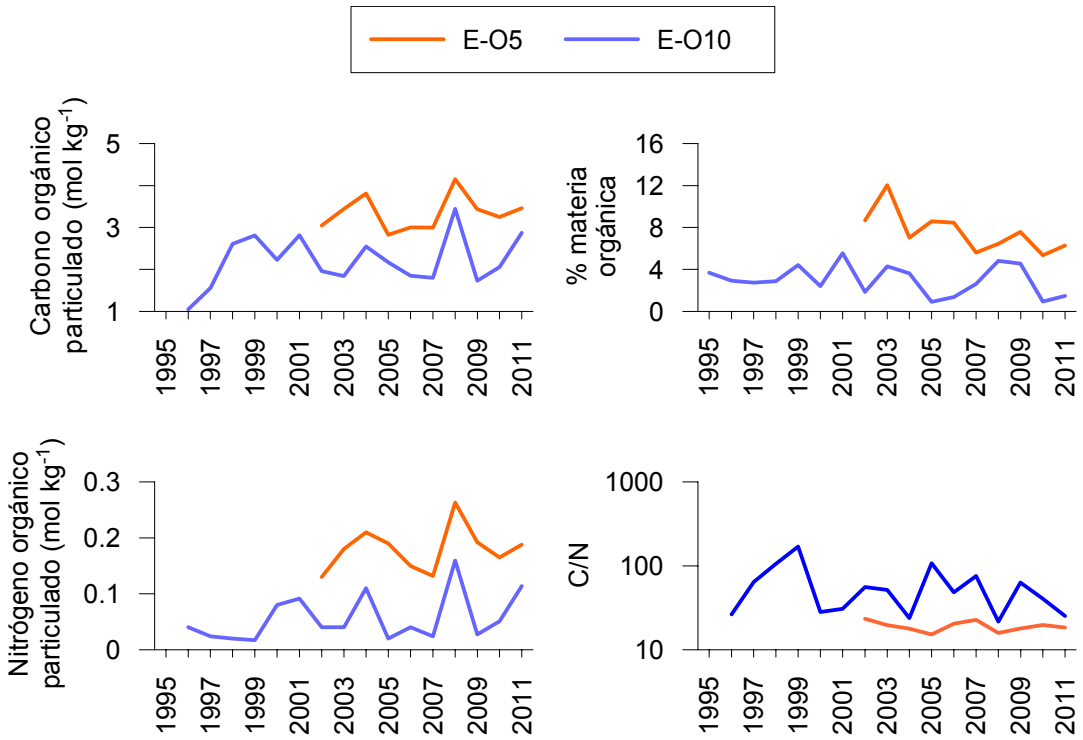


Figura 300 Evolución temporal del contenido en materia orgánica, carbono orgánico particulado y relación carbono/nitrógeno en los sedimentos superficiales (muestreos de invierno).

METALES PESADOS

En la Tabla 248 se recogen las concentraciones de metales pesados analizados en la campaña de invierno de 2012. La estación más interna (E-O5) presenta los valores máximos para todos los metales, excepto para el Fe y el Mn.

La Figura 301 muestra la evolución temporal para cada uno de los metales en la estación E-O10 desde 1995 y para la estación E-O5 desde 2002. En ambas estaciones, todos los metales, excepto el Cu, Ni y Zn en la estación E-O5, presentan concentraciones dentro del nivel de fondo en los muestreos más recientes.

Por otro lado, en la Figura 302 se representa la concentración de metales (corregidos por el contenido en finos de los sedimentos), durante los últimos tres años (2010, 2011 y 2012) con el objetivo de conocer el posible efecto adverso sobre la biota asociado a la presencia de dichos metales. En la estación más externa (E-O10), durante la última campaña, ningún metal supera el valor TEL. Por el contrario, en la estación más interna (E-O5), durante la última campaña el Ni se encuentran por encima del valor PEL y el resto de metales superan el valor TEL, lo que supone un riesgo probable de efectos negativos sobre la biota.

Sin embargo, aunque dichas concentraciones pudieran implicar efectos biológicos adversos, como ya se ha comentado anteriormente, la mayoría de las concentraciones se encuentran por debajo del umbral del nivel de fondo.

Estación	Cd ($\mu g\ g^{-1}$)	Cr ($\mu g\ g^{-1}$)	Cu ($\mu g\ g^{-1}$)	Fe ($\mu g\ g^{-1}$)	Hg ($\mu g\ g^{-1}$)	Mn ($\mu g\ g^{-1}$)	Ni ($\mu g\ g^{-1}$)	Pb ($\mu g\ g^{-1}$)	Zn ($\mu g\ g^{-1}$)
E-O5	0,37	56	76	39374	0,23	206	41,6	41	261
E-O10	0,10	44	30	41138	0,08	394	37,8	9	133
Media	0,23	50,0	53,2	40256	0,15	300	39,7	24,8	196,9
Desv. est.	0,19	8,7	33,0	1247	0,11	133	2,7	22,3	90,5

Tabla 248 Concentración de metales pesados en la fracción fina de los sedimentos en la campaña de invierno de 2012.

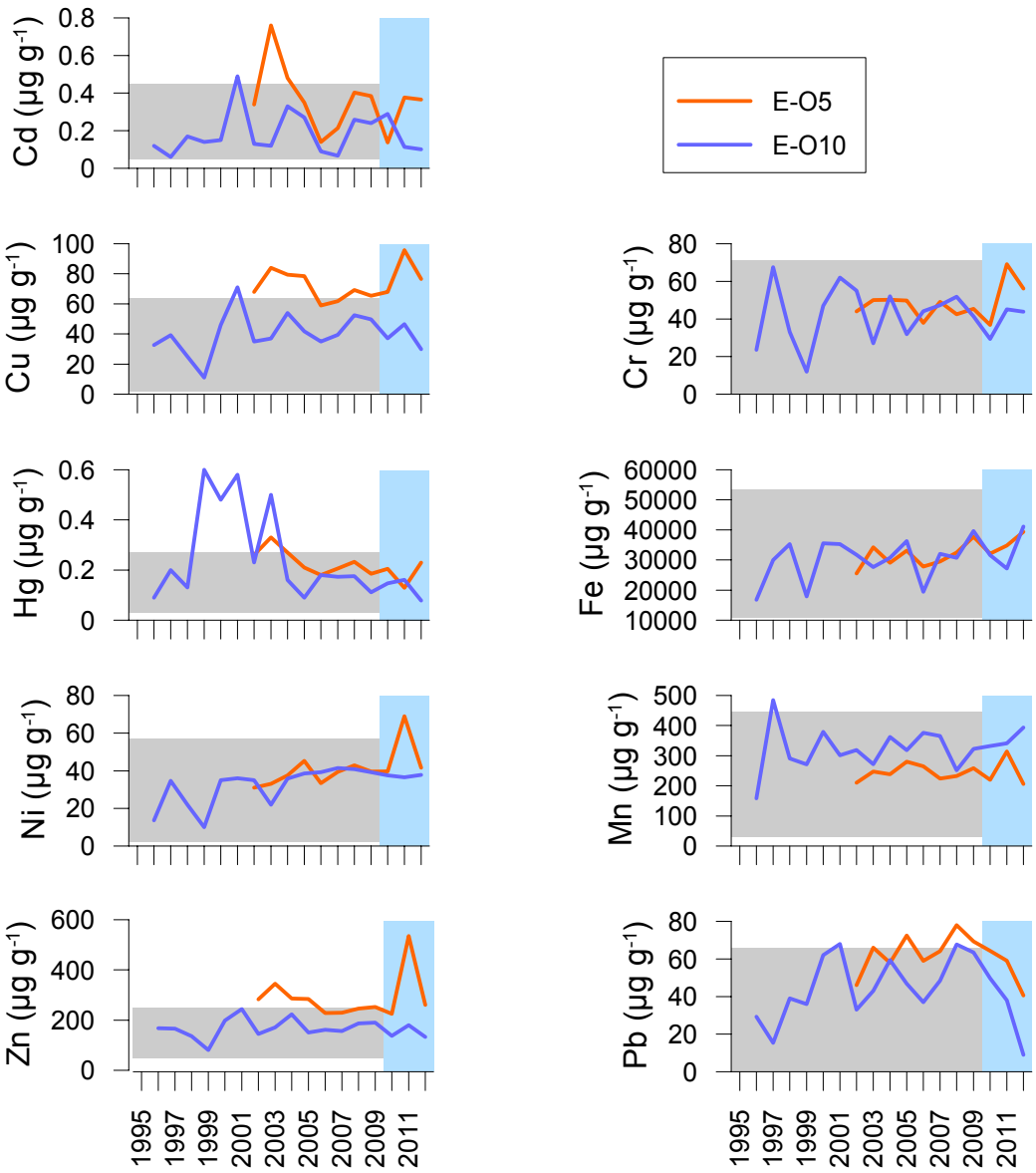


Figura 301 Evolución temporal de la concentración de metales en la fracción fina del sedimento superficial. La franja gris representa el nivel de fondo para cada uno de los metales.

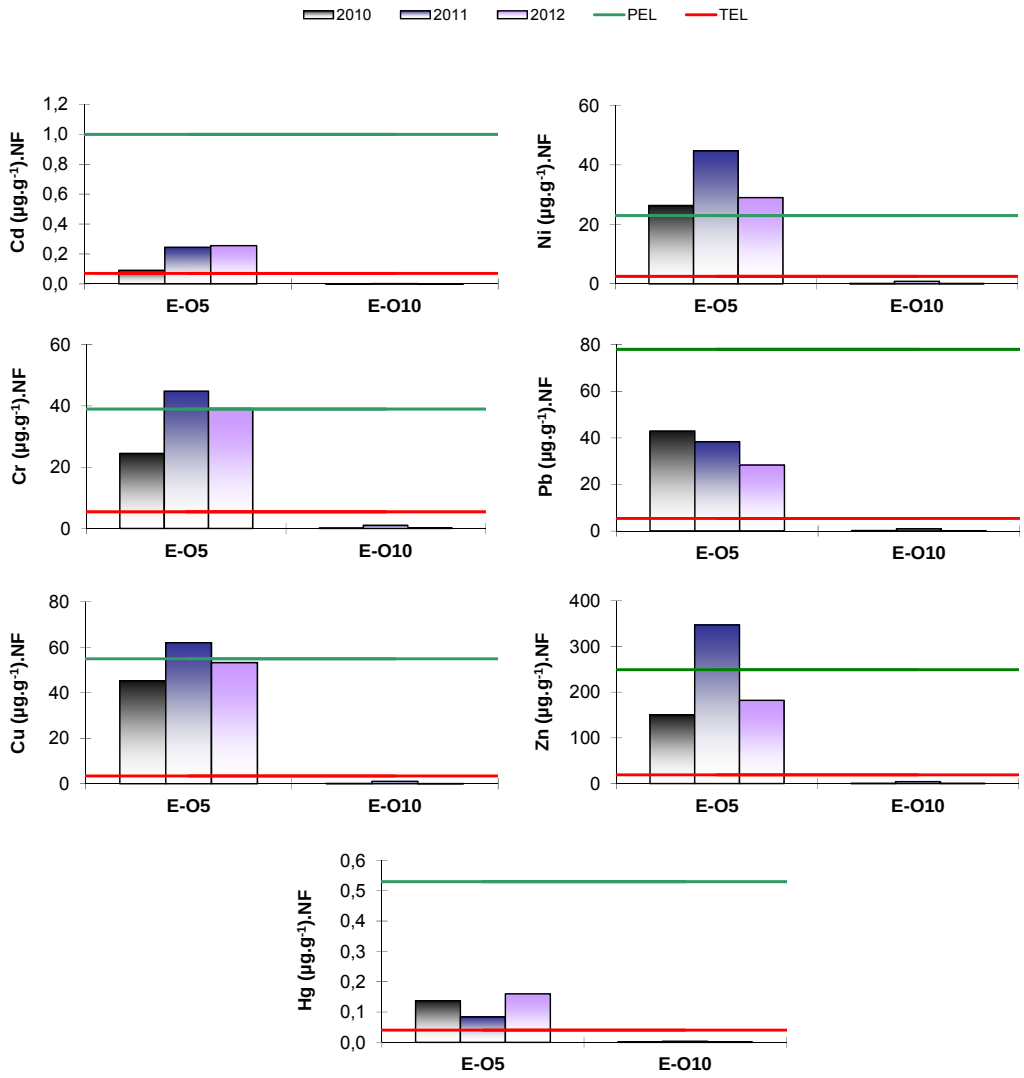


Figura 302 Evolución temporal de la concentración de metales del sedimento de las estaciones del Oria, durante los últimos tres años (muestreos de invierno). PEL (Probable Effect Level): concentración con efecto negativo probable en la biota; TEL (Threshold Effect Level): concentración por debajo de la cual no se esperan efectos sobre la biota. Nótese que las concentraciones están corregidas por la fracción fina (NF).

COMPUESTOS ORGÁNICOS

En la Tabla 249 se recogen las concentraciones de compuestos orgánicos analizados en la campaña de invierno de 2012, en las dos estaciones de estudio. La Figura 303 ilustra la evolución en la concentración de contaminantes orgánicos analizados desde 1995 en la estación E-O10 y desde 2002 en las estaciones E-O5.

Durante las últimas campañas, en general, todos los compuestos orgánicos analizados muestran concentraciones cercanas o inferiores al límite de determinación analítico, a excepción de los PAHs y los PCBs en la estación E-O5. Estos se mantienen de forma continúa por encima del límite analítico, aunque sin superar los objetivos de calidad. Por lo tanto, las concentraciones de contaminantes orgánicos en ambas estaciones no implican efectos negativos sobre la biota.

Estación	Aldrín (ng g^{-1})	Dieldrín (ng g^{-1})	Isodrín (ng g^{-1})	DDE (ng g^{-1})	DDD (ng g^{-1})	DDT (ng g^{-1})	*a*HCH (ng g^{-1})	*g*HCH (ng g^{-1})	HCB (ng g^{-1})	S.PCB (ng g^{-1})	S.PAH (ng g^{-1})
E-O5	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	98	940
E-O10	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<LC	124

Tabla 249 Concentración de compuestos orgánicos en los sedimentos en la campaña de invierno de 2012. *a*HCH: alfa-hexaclorociclohexano; *g*HCH:gamma-hexaclorociclohexano; HCB: hexaclorobenceno; HCB: hexaclorobenceno; S.PCB: suma de las concentraciones de los policlorobifenilos congéneres CB28, CB52, CB101, CB118, CB138,CB153 y CB180; S.PAH: suma de las concentraciones de 10 hidrocarburos poliaromáticos: fenantreno, indeno[1,2,3-cd]pireno, pireno, criseno, benzo[e]pireno, benzo[g,h,i]perileno, fluoranteno, benzo[a]antraceno, benzo[b]fluoranteno y benzo[a]pireno. Cabe señalar que las concentraciones inferiores a los límites de detección no se han considerado en el sumatorio; <LC: inferior al límite de cuantificación.

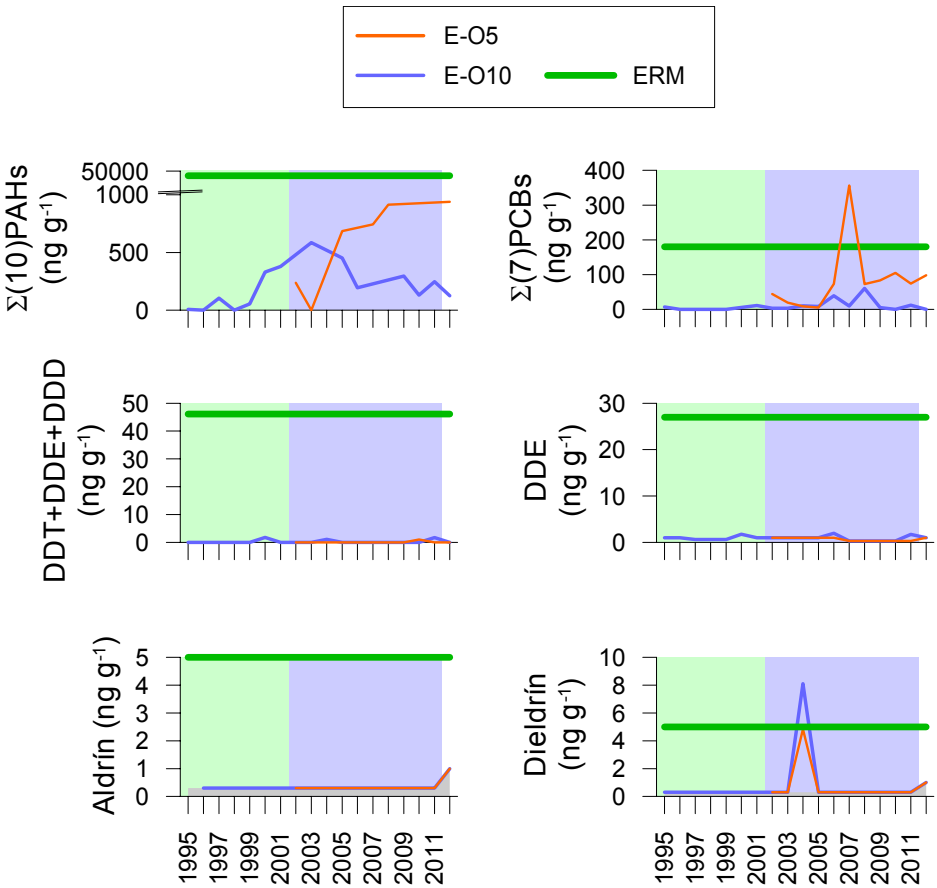


Figura 303 Evolución temporal de la concentración de compuestos orgánicos. La variación en el nivel de cuantificación analítico se muestra sobre fondo gris. ERM: concentración con efecto adversos probables en la biota (del inglés, Effects Range Median, Long *et al.*, 1995). Cabe señalar que las concentraciones inferiores a los límites de detección no se han considerado en el sumatorio. Cambio de color de fondo indica cambio de metodología.

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

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.

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 centrales del nivel de fondo de metales, calculados por Rodríguez *et al.* (2006), con los determinados en las zonas estudiadas (Factor de Contaminación, FC). 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 250 se recoge el índice de carga contaminante (ICC) por cada metal en los sedimentos del estuario del Oria, así como los valores globales de ICC para la campaña de invierno de 2012. Según estos valores de ICC globales, la estación E-O5 presenta contaminación ligera mientras que la estación más externa (E-O10) no presenta contaminación.

En la Figura 304 se presenta la evolución del ICC global para la estación E-O10 desde invierno de 1995, y en la estación E-O5 desde 2002. Se observa que en ambas estaciones mantienen valores ICC globales próximos (E-O10) o superiores al límite de contaminación ligera (E-O5) (*i.e.*, ICC > 1).

Estación	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn	ICC global
E-O5	CL	CL	CL	CL	CL	NC	CL	CL	CL	CL
E-O10	NC	CL	NC	CL	NC	CL	CL	NC	NC	NC
Total	NC	CL	CL	CL	CL	CL	CL	NC	CL	CL

Tabla 250 Clasificación de la contaminación en los sedimentos superficiales en función de los metales pesados en 2012, 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.

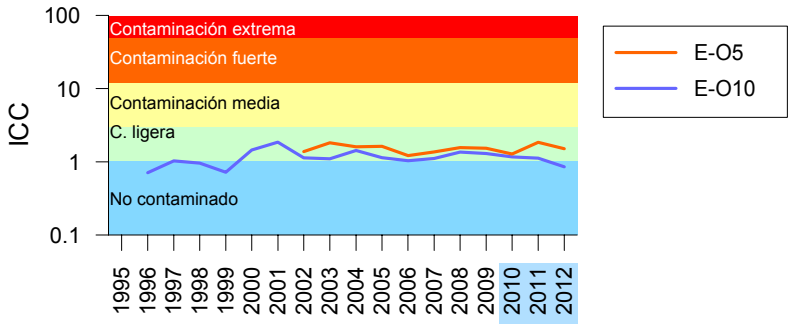


Figura 304 Evolución del Índice de Carga Contaminante (ICC) global de metales en sedimento.

12.4.3 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA EN BIOTA (MOLUSCOS)

En el estuario del Oria el 12 de noviembre de 2012 se recolectaron mejillones debajo del puente de la autopista (I-O10).

Los datos correspondientes a bacteriología, metales pesados y compuestos orgánicos de la campaña de otoño de 2012 se pueden consultar en la Base de Datos.

BACTERIOLOGÍA

La evolución de las concentraciones de bacterias en el estuario del Oria se representa en la Figura 305.

En 2012 se ha observado una concentración de ***E. coli*** elevada (>18000 NMP/100g), probablemente ligado a la elevada precipitación en los días previos al muestreo. Suponiendo que se tratase de una zona de producción de moluscos, la concentración observada en la campaña de otoño de 2012 se encuentra dentro del rango 4600-46000 NMP/100g, valor establecido en el Reglamento (CE) nº 854/2004 para la clasificación de las Zonas tipo C, es decir, aquellas zonas en las que pueden recolectarse moluscos bivalvos vivos que únicamente pueden comercializarse tras su reinstalación durante un periodo prolongado.

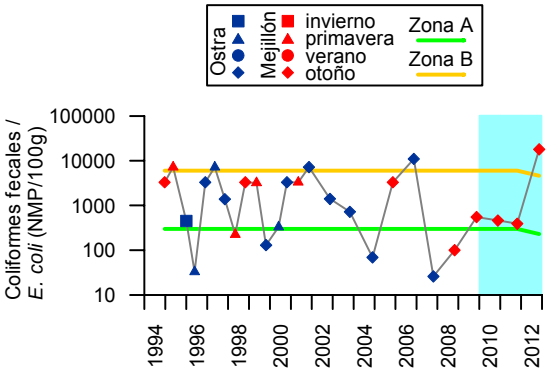


Figura 305 Evolución de la concentración de bacterias (Coliformes fecales hasta 2011 y *E. coli* en 2012) en la estación I-O10 a lo largo del periodo de estudio (otoño de 1994-otoño de 2012).

METALES PESADOS

En la Figura 306 se muestra la evolución de la concentración de los distintos metales estudiados desde 1994.

En la campaña de otoño de 2012 la concentración de **cadmio** (0,10 mg kg^{-1}) se encuentra dentro del rango de valores observados en el periodo de estudio en esta estación. El máximo se dio en 2008 (0,97 mg kg^{-1}) con una concentración próxima al límite legal (1 mg kg^{-1}).

El **cromo** presenta en otoño de 2012 una concentración de 0,41 mg kg^{-1}, la más alta de los últimos cinco años, pero inferior a la concentración máxima, que se dio en primavera de 1999 (0,74 mg kg^{-1}).

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 2012, en el que la concentración se ha medido en mejillón, el cobre presenta una concentración de 0,29 mg kg^{-1}. Este valor es uno de los valores más bajos medidos durante el periodo de estudio en esta estación. La concentración máxima de cobre se ha observado en ostra en otoño de 1996 (92 mg kg^{-1}).

En cuanto al **mercurio**, en otoño de 2012 la concentración es de 0,01 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 ha superado el límite legal, 0,5 mg kg^{-1}. Sin embargo, la norma de calidad ambiental (20 µg kg^{-1}, valor que, tal y como se ha explicado en el tomo 1 de introducción y métodos, se ha considerado muy bajo para su aplicación en la costa vasca) se ha superado en el 35% de los casos.

El **níquel** presenta, en 2012, una concentración de 0,28 mg kg^{-1}, un valor intermedio de los observados a lo largo del periodo de estudio en esta estación, mientras que en primavera de 1997 se alcanzó la máxima concentración de las observadas a lo largo del periodo de estudio en esta estación, 1,68 mg kg^{-1}.

Para el **plomo**, la concentración en otoño de 2012 (0,007 mg kg^{-1}) es próxima al límite de detección (0,004 mg kg^{-1}) y una de las concentraciones más bajas de las observadas en esta estación a lo largo del periodo de estudio. El límite legal para su consumo (1,5 mg kg^{-1}) sólo se ha superado en primavera de 1998 (1,6 mg kg^{-1}).

La concentración de **zinc** en la muestra de otoño de 2012 (42 mg kg^{-1}) es una de las más bajas observadas en esta estación desde 1994. De forma generalizada, se observan concentraciones de zinc más elevadas aquellos años en los que se recolectaron ostras, como es el caso de otoño de 1999, cuando se dio la máxima concentración observada a lo largo del seguimiento (1.062 mg kg^{-1}).

La concentración de **plata**, se comenzó a medir en los moluscos en la campaña de 2007 con un valor inferior a 0,01 mg kg^{-1}. En 2012 la concentración de este metal (0,002 mg kg^{-1}) se encuentra próximo al límite de detección (0,001 mg kg^{-1}).

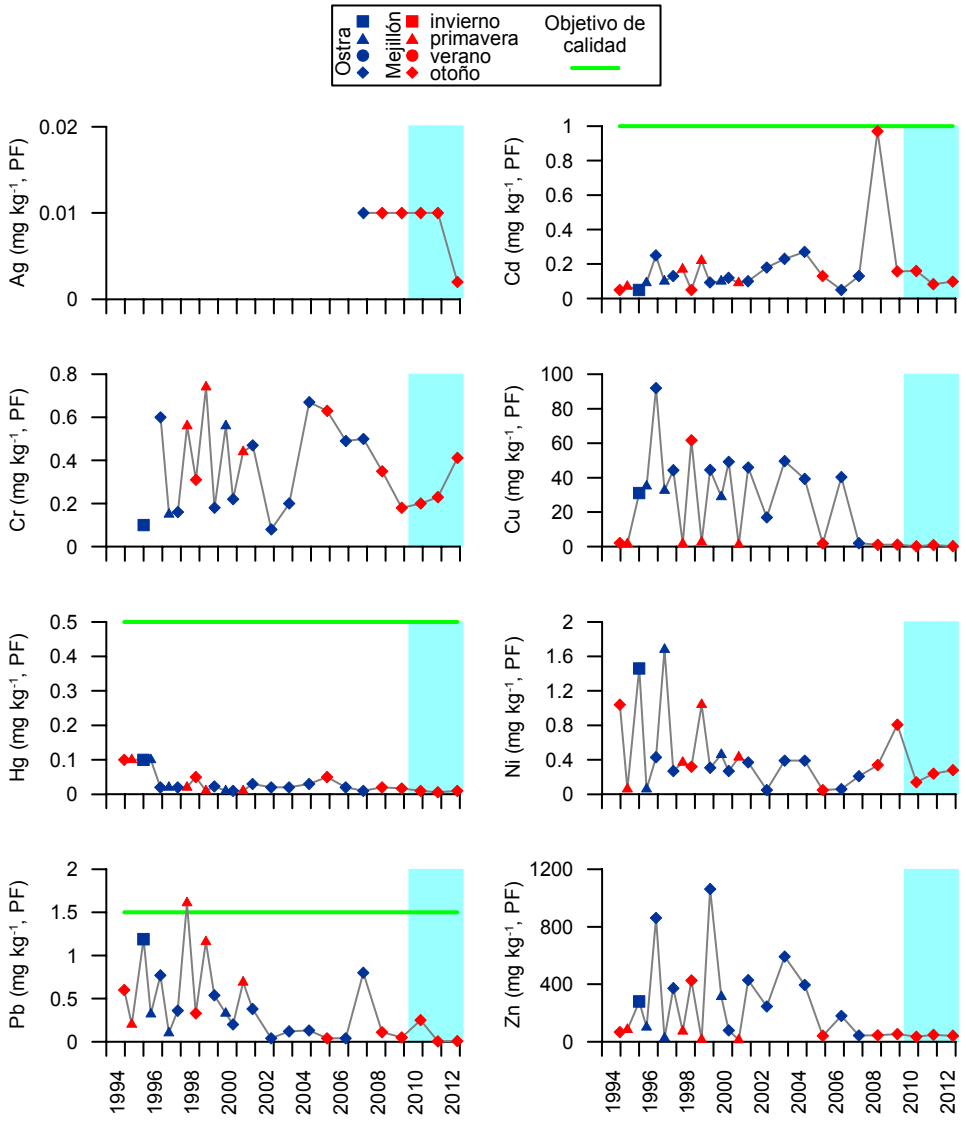


Figura 306 Evolución de la concentración de metales en moluscos (mg kg-1 de Peso Fresco), en la estación I-O10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2012).

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.

En la Figura 307 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 2012).

En el caso de los policlorobifenilos **(PCBs)** se han sumado las concentraciones de 6 de los 7 congéneres analizados (congéneres 28, 53, 101, 138, 153 y 180), con objeto de poder compararlas con el límite establecido para consumo. En otoño de 2012 la concentración de PCBs alcanza el valor de 17 µg kg^{-1}, el valor más bajo de los últimos cuatro años en esta estación. Las concentraciones de PCBs encontradas a lo largo del periodo de estudio son inferiores al objetivo de calidad considerado, el límite máximo permitido para consumo de moluscos bivalvos (75 µg kg^{-1}), excepto en otoño de 1994 y 1998.

La concentración de **HCH** corresponde a la suma de α-HCH y γ-HCH (lindano). En otoño de 2012 las concentraciones de estos dos isómeros son inferiores a los límites de detección correspondientes, mientras que la concentración más elevada de HCH se dio en primavera de 1996, 1,40 µg kg^{-1}.

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, 10 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 otoño de 2002 los 10 PAH considerados presentaron concentraciones inferior a los límites de detección correspondientes, mientras que en las campañas siguientes mostraron una tendencia ascendente discontinua hasta alcanzar el máximo en otoño de 2007 (185 µg kg^{-1}). Desde entonces la concentración disminuye hasta 2012. Una tendencia similar se observa para Σ4PAH y para el benzo(a)pireno (en este caso el máximo se dio en 2009, 7 µg kg^{-1}), para los que hay establecidos límites máximos para consumo, que han sido superados entre 2005 y 2008 para Σ4PAH, y en otoño de 2009 para benzo(a)pireno.

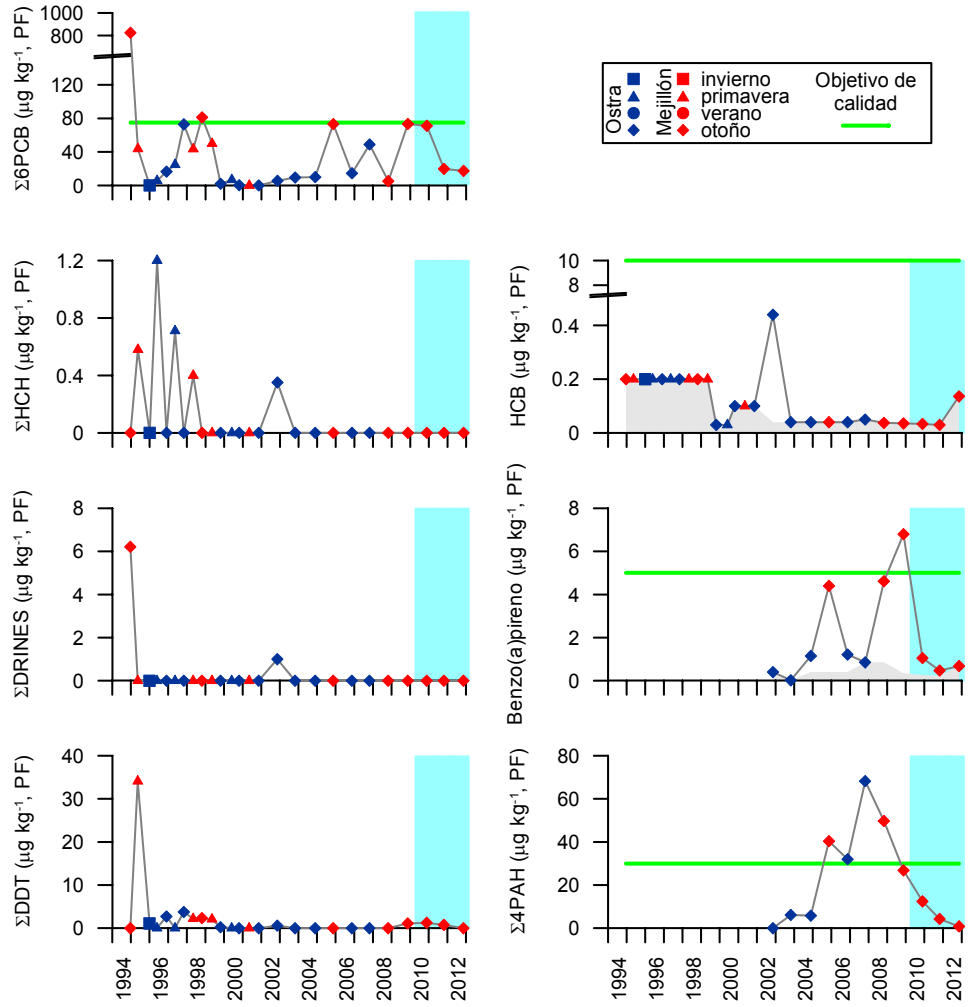


Figura 307 Evolución de la concentración de compuestos orgánicos en moluscos (µg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-O10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2012).

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

En base a la concentración *E. coli* en la muestra tomada en otoño de 2012, la calificación sería de Zona tipo C, (recolección permitida, pero es necesaria la reinstalación durante un periodo prolongado), según el Reglamento (CE) nº 854/2004.

Para la clasificación de la contaminación de los metales pesados se han tenido en cuenta los niveles de fondo para el País Vasco (Solaun *et al*., 2013) 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 2012 en los moluscos recolectados en la estación del estuario del Oria 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. Para PCBs y PAHs, en 2012, no se superan los límites recomendados para el consumo, pero si en alguno de los muestreos anteriores.

12.5 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 (entre noviembre de 2010 y febrero de 2011). Por ello se considera la situación como 'Buena' en la parte interna y "Aceptable" en la externa.

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

TOMO 13 MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL URUMEA

Pasaia, junio de 2013

ÍNDICE

TOMO 13 MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL URUMEA 373

13.1 Resumen estado. Urumea 375

13.2 Estaciones de muestreo 378

13.3 Indicadores biológicos 379

13.3.1 Macroinvertebrados bentónicos 379

13.3.2 Fauna ictiológica 381

13.3.3 Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton 383

13.3.4 Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas 385

13.4 Indicadores fisicoquímicos 386

13.4.1 Caracterización físico-química en aguas 386

13.4.2 Caracterización físico-química en sedimentos 388

13.4.3 Caracterización físico-química en biota (moluscos) 393

13.5 Indicadores hidromorfológicos 396

13.1 RESUMEN ESTADO. URUMEA

La masa de agua de transición del Urumea en la campaña 2012 alcanza el buen estado puesto que aunque alcanza el buen estado químico y se diagnostica como con potencial ecológico bueno (Tabla 252 y Figura 308).

Esta situación ratifica la mejora de estado diagnosticada en 2011, y revierte la situación de incumplimiento de objetivos medioambientales del inicio del quinquenio 2008-2012 (Tabla 251).

Año	2008	2009	2010	2011	2012
ESTADO ECOLÓGICO	4	4	2	2	2
ESTADO QUÍMICO	2	3	2	2	2
ESTADO	3	3	3	2	2

Tabla 251 Evolución del periodo 2008-2012. Masa de agua del Urumea. (Claves: *estado ecológico*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde), moderado (3- amarillo), deficiente (4- naranja) y malo (5- rojo). *Estado químico:* bueno (2- azul) y no alcanza el buen estado (3- rojo). *Estado*: bueno (2- azul) y peor que bueno (3-rojo)

COD_ESTACION	ESTACION	MACROINVERTEBRADOS	FAUNA ICTIOLOGICA	FITOPLANCTON	MACROALGAS	BIOLOGICO	CONDICIONES GENERALES	SUSTANCIAS PREFERENTES	ECOLOGICO	QUIMICO	ESTADO
E-UR5	Donostia (Loiola)(Urumea)	4	3	1	3	4	1	1	4	2	3
E-UR10	DONOSTIA (PUENTE DE SANTA CATALINA)	1	2	1	3	2	1	1	2	2	2
	Urumea Transicion	2	2	1	3	2	1	1	2	2	2

Tabla 252 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado en la masa de agua del Urumea en 2012. (Claves: *Macroinvertebrados, fauna ictiológica fitoplancton macroalgas, estado biológico, condiciones generales y estado ecológico*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde), moderado (3- amarillo), deficiente (4- naranja) y malo (5- rojo). *Sustancias preferentes*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde)), y no alcanza el buen estado (3- rojo). *Estado químico:* bueno (2- azul), y no alcanza el buen estado (3- rojo).*Estado*: bueno (2- azul) y peor que bueno (3-rojo).

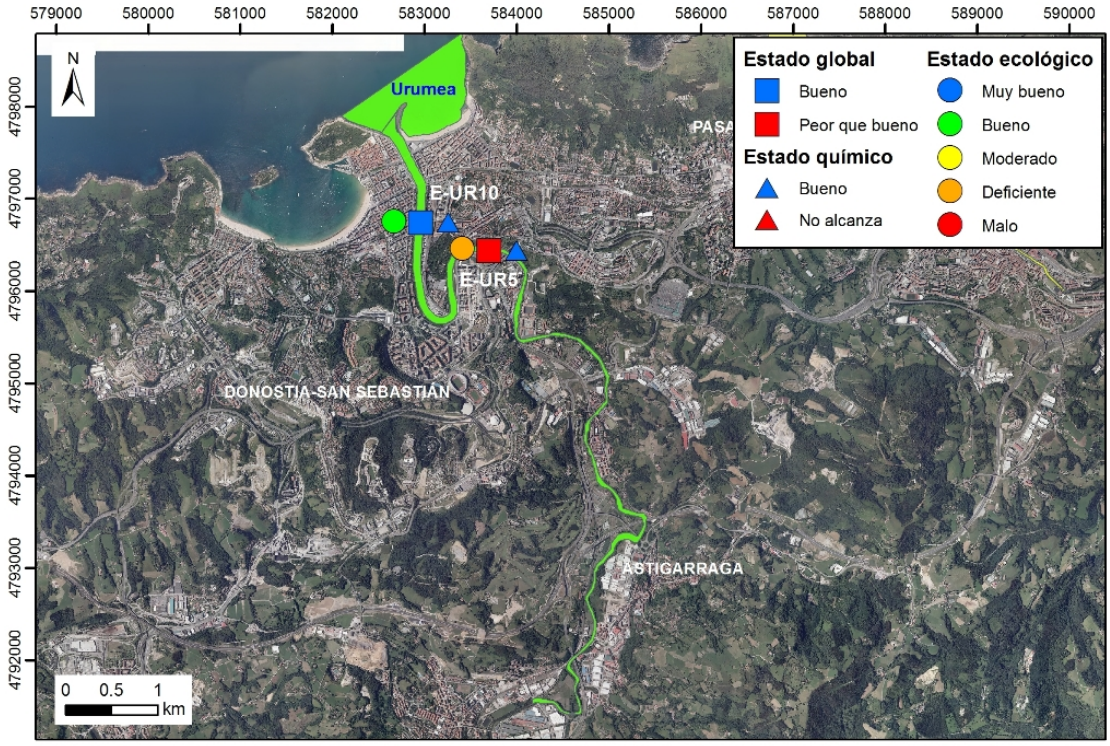


Figura 308 Calificación del Estado Ecológico, estado químico y global de las estaciones en la masa de agua del Urumea (y estado ecológico para la masa de agua), en 2012.

Desde que se realizó en 2004 el estudio de presiones e impactos en esta Masa de agua lo más destacable, en cuanto a presiones, han sido las obras de la pasarela de Cristina Enea (a finales de 2008), las obras del puente de Hierro (desde finales de 2008) y el nuevo puente de la estación de autobuses (desde 2009), habiendo finalizado ambos en 2010-2011.

En este estuario, en 2002, se incorporó al seguimiento la estación E-UR5. Esta estación presenta un deficiente potencial ecológico (Figura 308), como queda reflejado por el bentos, habiendo mejorado el fitoplancton y estando en igual estado que años anteriores tanto macroalgas como peces. 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, empeorando en 2008 y manteniéndose en dicho nivel en 2009.

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 2012 esta estación presenta un estado ecológico bueno (Figura 308), habiendo mejorado algunos los elementos.

En relación con condiciones fisicoquímicas generales las masa se evalúa como en muy buen estado, calificación que se obtiene en las dos estaciones de la masa. Ninguna de las dos estaciones presenta ninguna tendencia estadísticamente significativa (Figura 309).

En cuanto a los objetivos de calidad físico-química generales los valores medios de todas las variables medidas en 2012, indican que se cumplen objetivos para todas las variables controladas en las dos estaciones.

La evaluación de las sustancias preferentes implica que la masa alcanza el muy buen estado tanto de forma global como en ambas estaciones de estudio (Tabla 253).

La evaluación del estado químico a partir de las sustancias prioritarias determinadas en 2012 (acorde a Directiva 2008/105/CE) indica que en esta masa de agua, de forma global, se alcanza el buen estado químico (Tabla 254). Esta situación de buen estado químico ha sido la dominante en los años más recientes del seguimiento (Tabla 255), con la excepción del diagnóstico de 2007 y 2009.

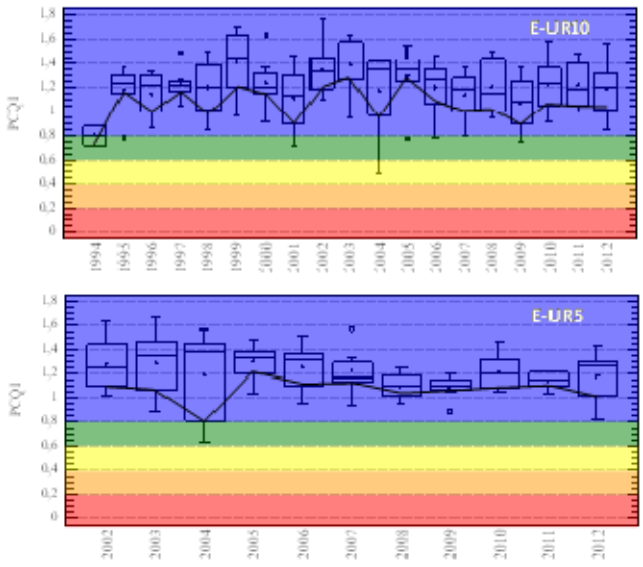


Figura 309 Box and Whisker Plot de la evolución del índice de calidad del estado físico-químico (PCQI) entre 1994 y 2012 de las estaciones de muestreo E-UR10 y E-UR5 de la masa de agua de transición del Urumea. La línea negra señala la evolución anual del percentil 25 del PCQI. Se indican los rangos de calidad: azul: Muy bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Aceptable; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC (µg l^{-1})	E-UR5	E-UR10	Global
Zinc	Concentración promedio	60 µg l^{-1}	1-2 µg l^{-1}	8 µg l^{-1}	12,8 µg l^{-1}	Muy bueno
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	
Cobre	Concentración promedio	25 µg l^{-1}	1-2 µg l^{-1}	3,6 µg l^{-1}	2,3 µg l^{-1}	Muy bueno
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	25%	
Estado Físico-Químico (Contaminantes específicos)				Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno

Tabla 253 Evaluación del Estado Físico- Químico (contaminantes específicos).

Sustancia	Criterio	Objetivo (µg l^{-1})	LC (µg l^{-1})	E-UR5	E-UR10	Global
Benzo(b)fluoranteno+Benzo(k)fluoranteno	NCA-MA	0,03	0,0005-0,01	<LC	<LC	Cumple
Benzo(g,h,i)perileno+Indeno(1,2,3-cd)pireno	NCA-MA	0,002	0,0005-0,01	<LC	0,00125	Cumple
Antraceno	NCA-MA	0,1	0,01	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-CMA	0,4	0,01	<LC	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-MA	0,1	0,01	<LC	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA	1	0,01	<LC	<LC	Cumple
Naftaleno	NCA-MA	1,2	0,05	<LC	<LC	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-MA	0,05	0,01	<LC	<LC	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-CMA	0,1	0,01	<LC	<LC	Cumple
Cadmio	NCA-MA	0,2	0,02-0,05	0,09	0,1	Cumple
Cadmio	NCA-CMA	0,45	0,02-0,05	0,09	0,2	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-MA	7,2	1-2	<LC	<LC	Cumple
Mercurio y sus compuestos	NCA-MA	0,05	0,01	<LC	<LC	Cumple
Mercurio y sus compuestos	NCA-CMA	0,07	0,01	<LC	<LC	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-MA	20	1-2	2,4	<LC	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno	Bueno

Tabla 254 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua del Urumea en 2012. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible.

Año	Estado Químico	Sustancias que superan NCA
2004	Bueno	-
2005	Bueno	-
2006	Bueno	-
2007	No alcanza buen estado	Pb
2008	Bueno	-
2009	No alcanza buen estado	Σ Benzo(g,h,i)perileno+Indeno(1,2,3-cd)pireno
2010	Bueno	-
2011	Bueno	-
2012	Bueno	-

Tabla 255 Tabla 2 Estado químico de la masa de agua de transición Urumea en los años 2004-2012.

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, 2007 y 2010, se analizaron tres estaciones para vida piscícola y 7 estaciones para macroalgas en estuarios. Sus posiciones pueden verse en la Tabla 256 y en la Figura 310.

Cod_Estación	Estación	UTMX	UTMY	Tipo de Estación
E-UR10	Donostia (puente de Santa Catalina) (Urumea)	582961	4796742	Estuarios
E-UR5	Donostia (Loiola)(Urumea)	583702	4796437	
M-EUR1	Urumea Zona 01. Estuario Macroalgas	582877	4797317	Estuarios (Macroalgas)
M-EUR2	Urumea Zona 02. Estuario Macroalgas	582961	4796981	
M-EUR3	Urumea Zona 03. Estuario Macroalgas	582926	4796449	
M-EUR4	Urumea Zona 04. Estuario Macroalgas	583024	4795791	
M-EUR5	Urumea Zona 05. Estuario Macroalgas	583283	4796232	
M-EUR6	Urumea Zona 06. Estuario Macroalgas	584038	4796309	
M-EUR7	Urumea Zona 07. Estuario Macroalgas	584052	4795973	
I-UR10	Donostia (puente del Kursaal) (Urumea)	582797	4797559	Estuarios (Moluscos)
URUE	Urumea (Arrastre zona exterior estuario)	582927	4796720	Estuarios (Vida piscícola)
URUM	Urumea (Arrastre zona media estuario)	583310	4795771	
URUI	Urumea (Arrastre zona interior estuario)	584090	4796155	

Tabla 256 Estaciones de muestreo en el estuario del Urumea.

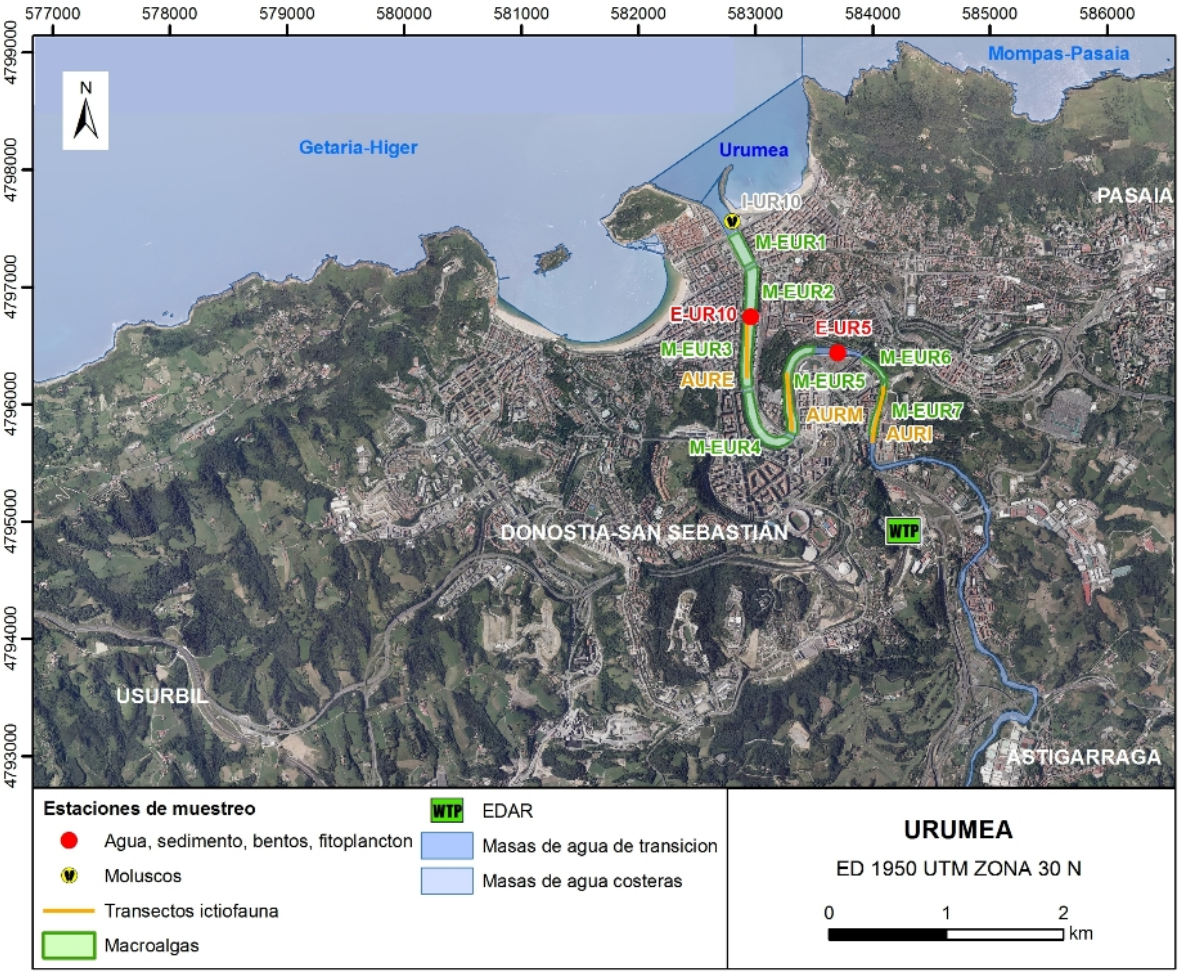


Figura 310 Localización de las estaciones de muestreo en el estuario del Urumea.

13.3 INDICADORES BIOLÓGICOS

13.3.1 MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

Los parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Urumea, en invierno de 2012 pueden verse en la Tabla 257.

PARÁMETRO	UNIDAD	ESTACIÓN	
		E-UR5	E-UR10
Densidad	nº·m^{-2}	397	31
Biomasa	g·m^{-2}	0,10	0,11
Riqueza	nº	7	8
Diversidad número	bit·ind^{-1}	0,46	2,61
Diversidad biomasa	bit·g^{-1}	1,49	1,74
Equitabilidad número		0,16	0,87
Equitabilidad biomasa		0,53	0,58
Diversidad máxima	bits	2,81	3,00
AMBI		5,81	3,15
Clasificación AMBI		Alteración Fuerte	Alteración Ligera

Tabla 257 Parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Urumea.

En 2012 el sedimento de la estación E-UR5 presenta fracciones importantes de arenas (59%) y limos (40%). Por otro lado, el contenido en materia orgánica es relativamente alto (5,6%).

La biocenosis presente en este biotopo presenta, a lo largo de todo el seguimiento, valores estructurales pobres. Así, por ejemplo, la media del número de *taxa* identificados por cada campaña entre 2002 y 2012 es de sólo 6. Del mismo modo, el valor de la diversidad para las abundancias en la presente campaña de 2012 es muy bajo (0,43 bit·ind^{-1}), debido a la fuerte dominancia del grupo de los oligoquetos (94% de los efectivos).

Como ya se ha indicado y al igual que a lo largo de todo el seguimiento, el *taxon* dominante, es el grupo de los oligoquetos (373 ind·m^{-2}). Habitualmente presentan densidades moderadas, aunque en 2009 alcanzaron una densidad de 6.688 ind·m^{-2}. También en las campañas de 2010 (1.032 ind·m^{-2}) y 2011 (1.059 ind·m^{-2}) se registraron densidades altas. El resto de los *taxa* encontrados en 2012 presenta densidades bajas. Caben destacar el crustáceo *Cyathura carinata* (9 ind·m^{-2}) y el poliqueto *Hediste diversicolor* (7 ind·m^{-2}).

Es común, que el grupo de los oligoquetos, o alguna de sus especies, domine en medios de baja salinidad tales como los propios de zonas medias y altas de los estuarios. Dos de los factores que parece favorecer el desarrollo de estos anélidos son, por una parte, la baja salinidad relativa y, por otra, el enriquecimiento en materia orgánica, existiendo numerosas citas que hacen referencia a la presencia de estas poblaciones en áreas contaminadas y/o con altos valores de materia orgánica (véase por ejemplo, Pearson, 1975; Planas y Mora, 1987; Junoy, 1988; Sola, 1994).

La comunidad muestra un densidad inferior a la de las tres campañas previas (397 ind·m^{-2}; media del periodo 2002-2012: 1.176 ind·m^{-2}; máximo en 2009: 6.761 ind.m^{-2}). La biomasa también es baja (0,1 g·m^{-2}), aunque se encuentra en el rango de las estimadas para esta estación (Figura 311).

La fuerte dominancia de los oligoquetos hace que, a lo largo de todo el seguimiento (Figura 312), el grupo ecológico V sea el que presenta mayor abundancia relativa. El resultado es que la estación presenta alteración fuerte (Tabla 257) con un valor de AMBI (5,8) en el rango de los que se ha venido estimando desde que comenzó a evaluarse la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en 2002 (AMBI=5,6-6,0).

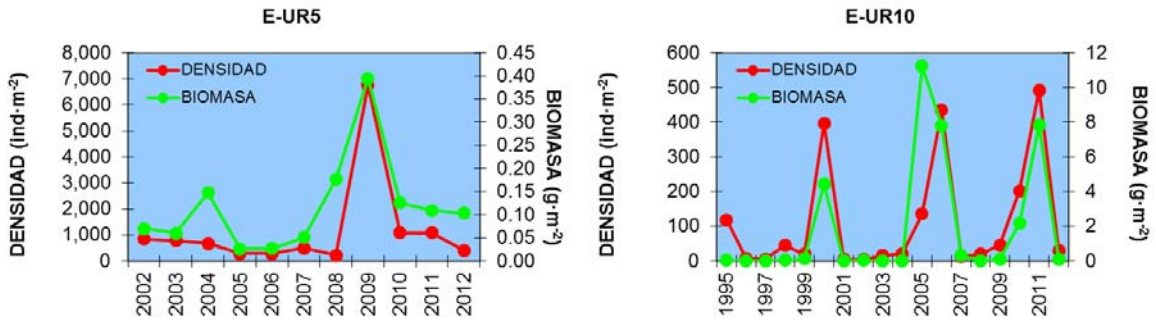


Figura 311 Evolución de la densidad y biomasa en las estaciones E-UR5 y E-UR10 (Urumea).

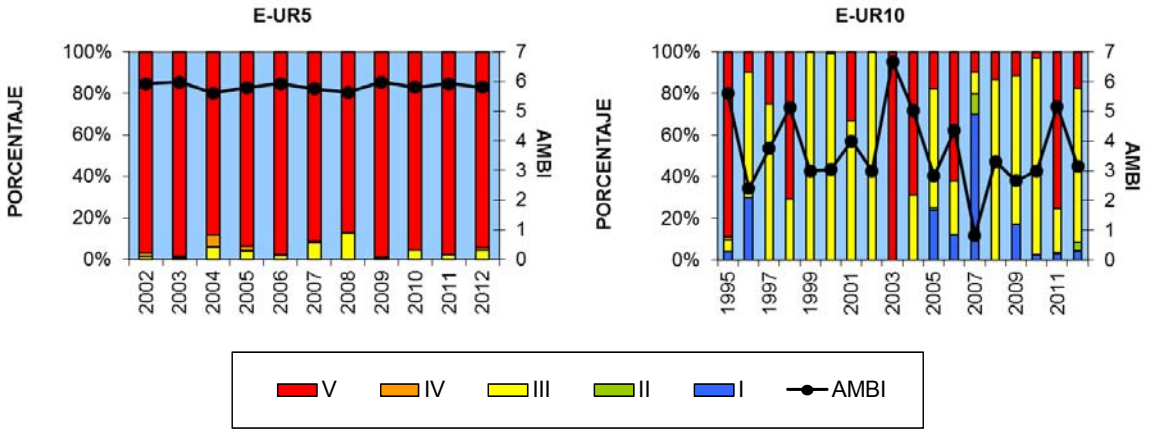


Figura 312 Evolución del porcentaje de cada grupo ecológico y de AMBI en las estaciones E-UR5 y E-UR10 del Urumea.

Los sedimentos de la segunda estación muestreada en esta masa de agua (E-UR10) presentan características granulométricas típicas de medios estuáricos sometidos a un elevado hidrodinamismo, con alto contenido en arenas (99%), aunque con contenido moderado en materia orgánica (5,6%).

Durante el periodo de seguimiento 1995-2012 de la comunidad de esta estación, las densidades vienen siendo bajas. La máxima (492 ind·m^{-2}) se registró en la pasada campaña de 2011, con la mínima (4 ind·m^{-2}) en 2001 (Figura 311), y con 31 ind·m^{-2} en la presente campaña de 2012. Del mismo modo, también la biomasa viene siendo baja (1,9 g·m^{-2} de promedio para el periodo 1995-2012; máxima en 2005: 11,2 g·m^{-2}), con 0,1 g·m^{-2} en la presente campaña de 2012.

La riqueza específica registrada en 2012 (8 *taxa*) es similar al promedio para el periodo de seguimiento (7 *taxa*; máxima, 14 *taxa* en 2006; mínima, 1 *taxa* en 2003). Por otro lado, la diversidad para las abundancias es relativamente alta (2,61 bit·ind^{-}).

Como es habitual en esta estación, las especies que aparecen en las muestras son características de muchos estuarios de la CAV. En 2012 el *taxon* dominante es el poliqueto *S. shrubsolii* (11 ind·m^{-2}). Le siguen en dominancia el grupo de los oligoquetos y el el crustáceo isópodo *C. carinata* (5 ind·m^{-2} en ambos casos). Otros *taxa* identificados han sido el grupo de los nematodos, *H. diversicolor*, *Gastrosaccus spinifer*, *Peringia ulvae* y *Venerupis decussata*.

En cuanto a la valoración de la comunidad bentónica en función de AMBI, en la campaña de 2012 se considera que la estación presenta alteración ligera (AMBI=3,2) (Tabla 257), con clara dominancia del grupo ecológico III. En la estación E-UR10, 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, sobre todo, III, con el consiguiente descenso en los valores de AMBI (Figura 312). Sobre esta tendencia a corto plazo, sólo cabe destacar la regresión sufrida la pasada campaña de 2011, en que volvieron a dominar los oportunistas de primer orden. En el informe correspondiente ya se dijo que convenía vigilar para comprobar si se trataba de un mal resultado puntual o si, por el contrario, se mantenía en próximas campañas, lo que podría indicar la presencia de alguna nueva presión que no se había tenido en cuenta. Los resultados de la presente campaña parecen apoyar la hipótesis de que probablemente se trataba de un mal resultado puntual, pero aún habría que esperar algunas campañas antes de realizar una interpretación definitiva.

Respecto a la evaluación del estado ecológico del compartimiento de los macroinvertebrados bentónicos en las tres estaciones de estudio a partir de los valores de M-AMBI, es importante recordar que la masa de agua de transición del Urumea se considera masa de agua muy modificada. Por tanto, tal y como se establece en la memoria del *Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental 2010-2021, Ámbito de las Cuencas Internas del País Vasco* (2012), 'el valor del límite entre las clases de estado Máximo Potencial Ecológico y Buen Potencial Ecológico, así como entre Buen Potencial Ecológico y Potencial Ecológico Moderado será de un 85% de los valores EQR' correspondientes al tipo de masa de agua equivalente (masa de agua de transición en este caso). Así pues, en la Figura 313 se han modificado los límites entre las clases Aceptable/Bueno y Bueno/Muy Bueno (o máximo potencial ecológico), teniendo en cuenta el criterio indicado.

Por un lado, la estación **E-UR5** presenta **Potencial Ecológico Deficiente** (Figura 313). En general, esta estación no presenta tendencias temporales claras, aunque sí se aprecia cierta evolución positiva de los valores M-AMBI entre 2003 y 2007 (de 0,19 a 0,39,

respectivamente) y un posterior decremento hasta 2011 (0,23), con una nueva recuperación a 0,32 en la presente campaña de 2012. Aunque la calidad del río ha ido mejorando, parece que todavía existen vertidos en la zona del Polígono 27, que han podido afectar a esta zona. Por otro lado, no habría que descartar la influencia de las obras realizadas entre Loiola y el puente de Hierro en años recientes.

Por su parte, la estación **E-UR10** presenta **Potencial Ecológico Máximo** (Figura 313), con una evolución temporal irregular desde el comienzo del seguimiento en 1995. El último episodio importante de mejora tuvo lugar a partir de 2003, por el que se pasó de Mal Potencial a Potencial Ecológico Máximo en 2005. Desde 2005 a 2011, se aprecia cierta tendencia negativa de los valores de M-AMBI, registrándose en la pasada campaña de 2010 el valor mínimo de las ocho últimas campañas (0,67). Como ya se comentó en informes anteriores, este cambio podía estar en relación con obras aguas arriba en el cauce (zona del puente de Hierro y puente de la ESTE), por lo que convendría continuar con la evaluación de los macroinvertebrados bentónicos de esta estación, con el fin de vigilar este aparente retroceso de la calidad en próximas campañas o su mejora, una vez acabadas las obras de los puentes. En este sentido, el resultado obtenido en la presente campaña de 2012 parece indicar que podría darse una nueva mejora, aunque aún es pronto para concluir nada en este sentido.

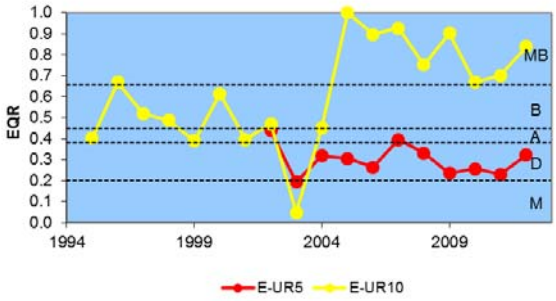


Figura 313 Evolución de M-AMBI para las estaciones de la masa de agua de transición del Urumea.

13.3.2 FAUNA ICTIOLÓGICA

Las últimas muestras de fauna demersal que fueron recogidas durante la campaña de campo de 2010, por tanto, en el presente informe se re-analizan los datos obtenidos en dicha campaña.

En este estuario existen datos del año 2004 y 2007 (Borja *et al*., 2005; 2008) 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 1988 (San Vicente *et al*., 1988) y 1995 (Borja *et al*., 1997); 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 2010 fue de siete (dos peces y cinco crustáceos), cinco en 2007 (un pez y cuatro crustáceos), diez en 2004 (cinco peces y cinco crustáceos) y siete en el estudio de 1995 (tres peces y cuatro crustáceos).

Al igual que en 2007, el número de especies distribuidos por todo el estuario fue de una única especie en 2010 (*Crangon crangon)*, valor muy inferior al de los años 2004 y 1995, donde las especies distribuidas por toda la masa de agua fueron cuatro: *Pomatoschistus* sp., *Palaemon* sp., *Crangon crangon* y *Pachygrapsus marmoratus* en 2004; y *Pomatoschistus* sp., *Platichthys flesus, Palaemon* sp. y *Carcinus maenas* en 1995.

Al igual que en 2004 y 2007, en 2010 la estación interior (AURI) presenta los valores más altos en todas los parámetros, excepto en la diversidad, que es máxima en la estación media (AURM). La estación exterior (AURE) a su vez, presenta los valores mínimos de riqueza, abundancia total, densidad y diversidad.

Al comparar estos datos con los registrados en 2004 y 2007 se aprecia que en la estación exterior ha habido una ligera mejoría respecto a 2007, aunque todavía los valores obtenidos son bastante peores que los de 2004.

En la estación media los únicos parámetros que varían de forma negativa son la abundancia de peces (presencia mínima) y la diversidad, que sufre un ligero descenso respecto a 2007; el resto se mantiene más o menos igual que en años anteriores.

Por último, en la estación interior la tendencia decreciente es continua en los parámetros de abundancia total, abundancia de peces y densidad; por el contrario, la riqueza y la diversidad aumentan respecto a 2007 pero, no alcanzan los valores de 2004. El descenso en taxones y ejemplares detectado en 2010 puede deberse a la construcción de un nuevo puente sobre el cauce llevado a cabo en la zona del transecto exterior durante el año 2010.

El análisis de la tendencia temporal y espacial de la calidad biológica asociada a fauna demersal incluye estudios similares realizados para otras administraciones

en años anteriores (Borja *et al*., 1997), lo que permite establecer una comparación.

En la Tabla 258 se expresan los valores obtenidos para cada indicador considerado en el cálculo del estado para cada tramo de estuario objeto de estudio (AURE externa, AURM media, AURI interior) en las campañas de los años 2004, 2007 y 2010.

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 un valor medio en el tramo medio e interior, y un valor mínimo en el exterior. La presencia de peces planos presenta valores mínimos en las estaciones media e interna y un valor máximo en la externa.

En cuanto a la composición trófica de peces demersales, existe una relación no equilibrada en la relación entre omnívoros y piscívoros en la estación externa (valor porcentual 3:1) y una equilibrada pero de valores mínimos en el resto (valor porcentual 1:1). Según los rangos establecidos para la clasificación de la calidad, el tramo medio e interior del estuario están en un nivel **'Aceptable'**; y el tramo exterior en un nivel de **'Bueno'**, rozando el límite con "Aceptable".

Estación/año	AURE			AURM			AURI		
Parámetros	2004	2007	2010	2004	2007	2010	2004	2007	2010
Riqueza	3	1	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	3	1	5	1	1	1	1	1	1
Omnívoros	3	1	3	3	3	1	3	1	1
Piscívoros	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Especies residentes (nº)	3	1	3	3	3	5	5	3	3
Especies residentes (%)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PUNTUACIÓN	29	21	29	27	27	27	29	25	25
AFI	0,56	0,33	0,56	0,50	0,50	0,50	0,56	0,44	0,44
CALIDAD BIOLÓGICA	B	D	B	A	A	A	B	A	A

Tabla 258 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): ≥ 0,78; Bueno (B): 0,55-0,76; Aceptable (A): 0,34-0,55; Deficiente (D): 0,17-0,34; Malo (M): ≤ 0,17. AFI: AZTI's Fish Index.

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. De acuerdo a lo establecido por el Plan Hidrológico de la Demarcación Cantábrico Oriental, en las masas de agua muy modificadas (MAMM) los valores de los límites entre clases quedan definidos por el 85% del valor establecido en las aguas no modificadas. Así pues, los valores de los límites quedan como: Muy bueno: ≥ 0,663; Bueno: 0,4675 - <0,663; Aceptable: 0,289- <0,4675; Deficiente: 0,1445- <0,289; Malo (M): < 0,1445. Esto lógicamente puede implicar cambios de status respecto a informes anteriores en los que se evaluó con criterios de masa natural y valores de EQR superiores.

Tras la aplicación de dicho valores, obtenemos que el status obtenido en las estaciones del Urumea en 2010 (Figura 314) es de **'Bueno'** en las tres estaciones. En la Figura 314 se resume cómo ha variado la calidad biológica del estuario del Urumea para las tres estaciones teniendo en cuenta también los estudios realizados para otras administraciones (Borja *et al*., 1996), lo que permite establecer una comparación entre los años 1995, 2004, 2007 y 2010.

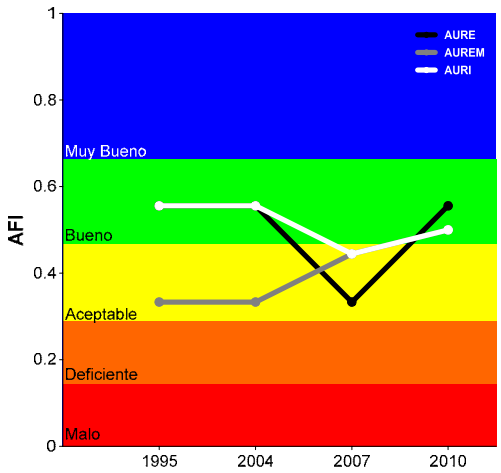


Figura 314 Valores de la calidad biológica obtenidos para cada estación entre los años 1995 y 2010. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: ≥ 0,663; Bueno: 0,4675 - <0,663; Aceptable: 0,289 - <0,4675; Deficiente: 0,1445-<0,289; Malo (M): < 0,1445. Tramo exterior (AURE), medio (AURM) e interno (AURI). AFI: AZTI's Fish Index.

El estado de la calidad biológica piscícola alcanzado en el tramo exterior (AURE) en el año 2010 ha sido mejor que el alcanzado en 2007 y similar a 1996 y 2004, años en los que la calidad se situaba también como "Bueno". Esta mejora se debe a la disminución del valor de la

riqueza, el % de piscívoros, especies residentes y a la nula presencia de peces planos.

El tramo medio (AURM) pierde calidad respecto a años anteriores, debido a la disminución del valor de la presencia de omnívoros. En el tramo interior (AURI) la calidad biológica es similar al obtenido en 2007 e inferior a 2004 y 1996 (años en los que la calidad se mantenía en el límite entre "Bueno" y "Aceptable").

La Figura 315 muestra la evolución de la calidad biológica en la masa de transición del Urumea entre los años 1995 y 2010. En 2010 la masa de agua alcanza la calificación de **'Bueno'** (Figura 315) siendo mejor que el de 2007.

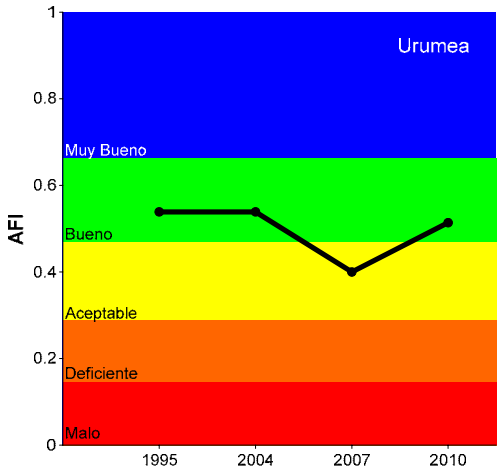


Figura 315 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenidos en el Urumea entre 1995 y 2010. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: ≥ 0,663; Bueno: 0,4675 - <0,663; Aceptable: 0,289 - <0,4675; Deficiente: 0,1445-<0,289; Malo (M): < 0,1445. AFI: AZTI's Fish Index.

13.3.3 VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO. FITOPLANCTON

Al igual que en anteriores informes, el fitoplancton en la masa de agua de transición del Urumea se evalúa con los datos de los últimos seis años, en base a dos métricas: el percentil 90 de la clorofila y el porcentaje de blooms. El estado global del fitoplancton se calcula promediando los EQRs de ambos indicadores (véase tomo de metodología).

En la Figura 316 se muestra la métrica calculada con los datos de clorofila. En la cabecera (E-UR5) el valor es 5,63 µg l^{-1} (n=48) y en la zona media-inferior (E-UR10) es 2,35 µg l^{-1} (n=48). Ambos no superan el límite de 8 µg l^{-1}. Por lo tanto, las dos estaciones presentan un estado "Muy bueno" en cuanto a la biomasa fitoplanctónica.

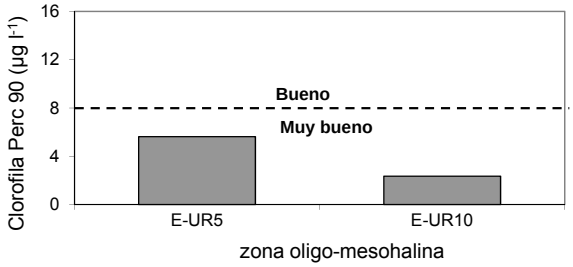


Figura 316 Percentil 90 de la concentración de clorofila en el estuario del Urumea. Los datos utilizados han sido los de superficie, pleamar y bajamar, de las cuatro épocas del año, desde 2007 hasta 2012.

En la Figura 317 se muestra el indicador basado en la abundancia fitoplanctónica (frecuencia de blooms). En la cabecera (E-UR5) la frecuencia es 16,7%, indicando un estado "Muy bueno". En la zona media-inferior (E-UR10) la frecuencia es 0%, correspondiéndole también un estado "Muy bueno" en base a las floraciones.

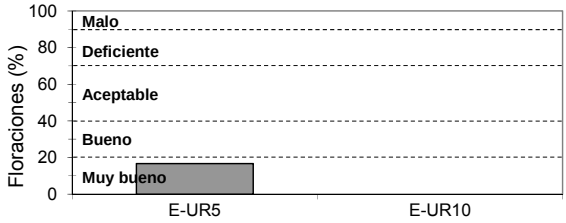


Figura 317 Frecuencia de floraciones fitoplanctónicas (%) en el estuario del Urumea. Los datos utilizados corresponden a superficie, pleamar, en primavera y verano, desde 2007 hasta 2012.

El estuario del Urumea se considera una masa de agua muy modificada debido a alteraciones morfológicas (principalmente la canalización, que ha eliminado casi la totalidad de sus zonas intermareales).

Las modificaciones hidromorfológicas influyen evidentemente sobre el potencial ecológico de elementos como las macroalgas y angiospermas, pero no se conoce cómo pueden influir sobre el fitoplancton. Como hipótesis, cabe pensar que la eliminación de zonas intermareales y la profundización del cauce conducirían a un menor consumo por parte de los filtradores bentónicos, que podría llevar a un aumento de la abundancia y biomasa fitoplanctónicas. También, esas modificaciones hidromorfológicas podrían conducir a una estratificación más acentuada de la columna de agua, lo cual sería un obstáculo para que las aguas de superficie (de origen fluvial y ricas en nutrientes) se diluyeran con las de fondo (de carácter más marino y pobre). La estratificación, por lo tanto, fomentaría la producción fitoplanctónica en las aguas de superficie. Pero, también cabe pensar en tiempos de residencia del agua más cortos para la capa

de superficie que, por lo tanto, favorecerían el transporte de las partículas (entre ellas el fitoplancton) hacia la costa e impedirían la acumulación de biomasa fitoplanctónica en el estuario.

Por lo tanto, de forma cautelar y ante la falta de evidencia de una relación entre el aumento del fitoplancton y las alteraciones hidromorfológicas en los estuarios, el potencial ecológico del fitoplancton se evalúa aquí de forma similar al estado ecológico.

En la Tabla 259 se indica el estado global del fitoplancton en cada una de las estaciones del Urumea, para el último periodo de evaluación. En ambas estaciones de muestreo el fitoplancton queda clasificado en un estado "Muy bueno".

ESTACIÓN	EQR1 Biomasa	EQR2 Floraciones	Estado y EQR Global
E-UR5	0,947	1,000	Muy bueno (0,973)
E-UR10	1,000	1,000	Muy bueno (1,000)

Tabla 259 Estuario del Urumea. Calificación del estado del fitoplancton para cada estación de muestreo durante el periodo 2007-2012. Se muestran los EQRs parciales de cada indicador y el EQR global.

Finalmente, en la Tabla 260 se muestra la evolución temporal del estado del fitoplancton a lo largo de periodos móviles de seis años. El **estado del fitoplancton** en la masa de agua de transición del **Urumea** se clasifica como "**Muy bueno**" en toda la serie temporal. La zona más exterior del estuario siempre presenta una calificación de "Muy buen" estado. La estación de cabecera oscila entre "Buen" y "Muy buen" estado.

	03-08	04-09	05-10	06-11	07-12
Urumea	MB (0,912)	MB (0,943)	MB (0,883)	MB (0,917)	MB (0,990)
E-UR5	B	MB	B	MB	MB
E-UR10	MB	MB	MB	MB	MB

Tabla 260 Evolución temporal del estado del fitoplancton en el estuario del Urumea, a lo largo de periodos móviles de seis años. Se indica entre paréntesis la evolución del EQR del fitoplancton.

CLOROFILA

En el estuario del Urumea se midió la concentración de clorofila en dos puntos: cabecera (E-UR5, oligohalina) y zona media-exterior (E-UR10, mesohalina). 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 amplio rango de salinidad (de 0,0 a 35,3 USP). La concentración de clorofila estuvo comprendida entre 0,4 y 31,2 µg l^{-1} (Figura 318).

El máximo de clorofila del Urumea se situó entre los más altos de 2012 (sólo superado ligeramente por el del Urola). En ambos estuarios estos picos estivales se encontraron en las estaciones de cabecera (Figura 318).

La época de verano generalmente es muy propicia para que se acumule la biomasa fitoplanctónica en la cabecera de los estuarios intermareales del País Vasco (tipos 8 y 9). En 2012 este patrón se ha podido observar claramente en varios de ellos, incluido el Urumea.

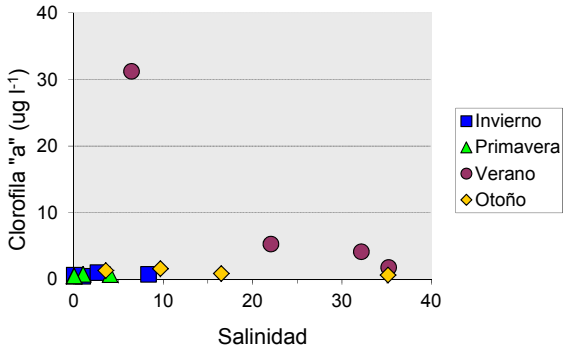


Figura 318 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino del estuario del Urumea en las cuatro épocas de estudio durante 2012. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

Las concentraciones de nutrientes encontradas en 2012 en el Urumea (1-19 µM-amonio; 0,2-2,2 µM-fosfato) no estuvieron muy alejadas de los niveles que se consideran característicos de muy buen estado físico-químico en los tramos oligo- y mesohalinos de los estuarios (4-6 µM-amonio; ~1 µM-fosfato). Por lo tanto, el pico de clorofila se ha de tomar como una característica natural de estos sistemas, no como un impacto en el fitoplancton debido a la presión antrópica.

Para estudiar la evolución a lo largo de los años de la concentración de clorofila en el estuario del Urumea se ha calculado el valor del percentil 90 para periodos móviles de seis años. Como puede apreciarse en la Figura 319, en la cabecera, estación E-UR5 (normalmente de carácter oligohalino), el percentil ha descendido desde unos 11 µg l^{-1} hasta aproximadamente 6 µg l^{-1}, a lo largo de la última década.

En la estación E-UR10 (mesohalina) se aprecian ligeras oscilaciones (Figura 319). Al comienzo de la serie (finales de los 90) el percentil estaba en 1,4 µg l^{-1} y fue en ascenso hasta mediados de la década del 2000, situándose entonces en unos 5 µg l^{-1}. A partir de entonces se observa un descenso, situándose actualmente en 2,3 µg l^{-1}.

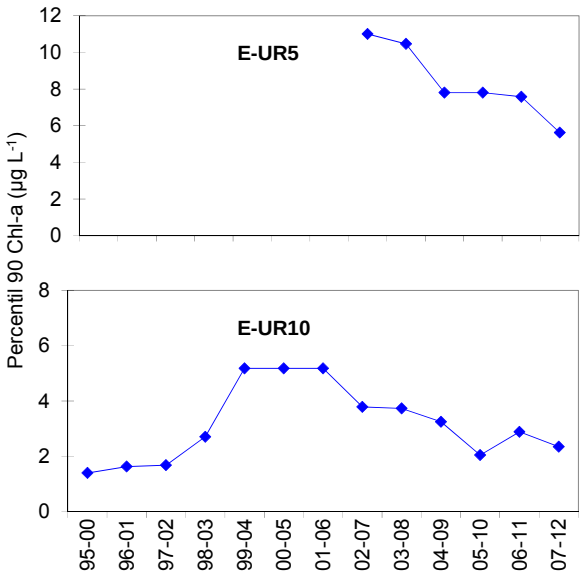


Figura 319 Evolución de la concentración de clorofila en el estuario del Urumea. Se muestra el percentil 90 calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, para periodos móviles de seis años.

En el resto de los estuarios del País Vasco, en aguas de carácter oligo-, meso- o polihalino el percentil 90 de la clorofila normalmente no supera los 8 µg l^{-1}. Por lo tanto, aunque a comienzos de la década del 2000 la biomasa fitoplanctónica en el estuario del Urumea era elevada, actualmente está dentro del rango normal. Esto puede ser debido al proceso de saneamiento que ha tenido lugar en la cuenca.

Por otra parte, en otros estuarios del País Vasco también se han observado, con mayor o menor intensidad, oscilaciones del percentil 90 de la clorofila en las estaciones más cercanas a la desembocadura (véase, por ejemplo, el Butroe). Como ya se ha comentado, estas oscilaciones podrían estar ligadas a cambios en las condiciones océano-meteorológicas a mayor escala espacial (factores como: insolación, turbiedad, aporte de nutrientes mediado por la pluviosidad y el caudal fluvial, estratificación frente a mezcla vertical, balance afloramiento-hundimiento, etc.). Estos procesos naturales se ha visto que tienen una influencia importante sobre la clorofila en la plataforma costera del País Vasco (Revilla et al., 2012).

COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DEL FITOPLANCTON

En la Tabla 261 se presentan las variables que describen la comunidad fitoplanctónica. Se dispone de datos de primavera y verano.

Estación	E-UR5	E-UR10
Fecha	24/05/2012	24/05/2012
Abund. (x10^3 céls. l^{-1})	64	50
Diversidad (bit/cel)	1,5	1,7
Riqueza (Nº especies)	4	5
Estación	E-UR5	E-UR10
Fecha	30/08/2012	30/08/2012
Abund. (x10^3 céls. l^{-1})	259	281
Diversidad (bit/cel)	3,1	2,8
Riqueza (Nº especies)	23	20

Tabla 261 Índices relacionados con Fitoplancton. Estuario del Urumea. Los datos son de superficie, en pleamar.

En el año 2012, la abundancia celular, riqueza de especias y diversidad (índice de Shannon) presentaron valores mínimos en primavera. Aunque en verano estas variables aumentaron, la abundancia se mantuvo en niveles bajos, comparables a los del Oria.

La composición taxonómica también presentó mucha similitud con la del estuario del Oria. Así, en las muestras de primavera las diatomeas pennales constituyeron el 90% de la abundancia total en la cabecera y el 60% en la desembocadura. Éstas posiblemente fueran de origen bentónico. La baja salinidad en ambas estaciones indica una alta descarga fluvial en mayo (véase anterior apartado).

En verano, las diatomeas pennales de pequeño tamaño celular contribuyeron con un porcentaje relativamente alto (aproximadamente el 50%) a la abundancia total. El resto de los organismos fueron mayoritariamente dinoflagelados gymnonidiales, criptofitas y pequeñas formas no identificables. También se observaron euglenofíceas y clorofíceas en cabecera. Hacia la desembocadura aumentó la abundancia de las haptofitas.

13.3.4 VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO. MACROALGAS

Para su estudio la masa de agua se dividió en 7 zonas tanto en 2004, como en 2007 y 2010, numeradas del 1 al 7 desde la desembocadura al interior. Estas 7 zonas representan dos tramos del estuario, que se pueden adscribir a las estaciones E-UR10 (zonas 1 a 4) y E-UR5 (zonas 5 a 7), desde la desembocadura al interior.

Así, en la Tabla 262 se observan los resultados obtenidos de aplicar el método explicado en el Tomo 1 del informe correspondiente a la campaña de 2003 (Borja *et al.*, 2004d) para la masa de agua en las tres campañas arriba indicadas.

La calificación obtenida en 2010 fue de **Estado Aceptable** para el global de la masa de agua, la misma que en las pasadas campañas de 2004 y 2007.

Sin embargo, se produjo una mejora del tramo exterior (de 'Estado Deficiente' en 2004 y 2007 a 'Estado Aceptable' en la campaña de 2010), debida, básicamente, a una menor cobertura de algas indicadoras de contaminación y a un menor ratio de algas verdes respecto a la cobertura vegetal total ya detectado en 2007.

Por tanto, a pesar de la mejora detectada en el tramo exterior, el cambio no se refleja en la valoración global de la Masa de Agua de Transición del Urumea.

	E-UR10	E-UR5	GLOBAL
2004	D	A	A
2007	D	A	A
2010	A	A	A

Tabla 262 Calificación obtenida para cada uno de los tramos en que se divide la masa de agua (M-EUR1 a M-EUR4 se adscriben a E-UR10; M-EUR5 a M-EUR7 se adscriben a E-UR5) y para el global de la misma, en cada una de las campañas muestreadas (D=Estado Deficiente; A=Estado Aceptable).

13.4 INDICADORES FISICOQUÍMICOS

13.4.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA EN AGUAS

CONSIDERACIONES GENERALES

En la Tabla 263 se muestran los datos medios anuales, correspondientes a las campañas de 2012, de las variables hidrográficas analizadas en superficie y fondo en el estuario del Urumea, y de las variables relacionadas con el estado trófico (únicamente en superficie).

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 2012 se constata el predominio del agua fluvial en la estación interior E-UR5 (61-81%) mientras que en la estación exterior E-UR10 predomina el agua de origen marino (agua fluvial: 42-56%).

Variable	Unidad	E-UR5-S	E-UR5-F	E-UR10-S	E-UR10-F
Temperatura	°C	14,44	15,43	15,73	16,20
Salinidad	USP	6,65	13,88	15,66	20,76
Agua fluvial	%	81,33	61,01	56,01	41,69
Saturación O_2	%	94,96	92,41	93,84	95,31
pH		8,07	8,11	8,06	8,01
Silicato	$\mu mol.dm^{-3}$	78,08		53,32	
Amonio	$\mu mol.dm^{-3}$	6,32		6,03	
Nitrito	$\mu mol.dm^{-3}$	0,66		0,45	
Nitrato	$\mu mol.dm^{-3}$	49,52		34,74	
Nitrógeno Total	$\mu mol.dm^{-3}$	87,50		56,75	
Fosfato	$\mu mol.dm^{-3}$	0,87		0,56	
Fósforo Total	$\mu mol.dm^{-3}$	1,74		1,13	
Carbono O. Total	$\mu mol.dm^{-3}$	142,49		133,34	

Tabla 263 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 2012, la temperatura media varía entre 14,4º C y 16,2º 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 de agua. El oxígeno disuelto también aumenta hacia la zona exterior del estuario registrando valores superiores al 90% 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. 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 2012 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 de fostafo muy marcados pero no hay una tendencia consolidada a la reducción de las concentraciones ni en la estación situada en la cabecera (E-UR5), ni en la estación del exterior del estuario (E-UR10) (Figura 320). Respecto al NID, la estación E-UR5 muestra una leve subida en los últimos años, mientras que la estación E-UR10 presenta una disminución de la entidad de los máximos (Figura 320).

La Figura 321 muestra la evolución temporal del oxígeno disuelto en el estuario del Urumea (estaciones E-UR5 y E-UR10). 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, ambas estaciones muestran valores ascendentes llegando a alcanzar valores cercanos a la sobresaturación (Figura 321).

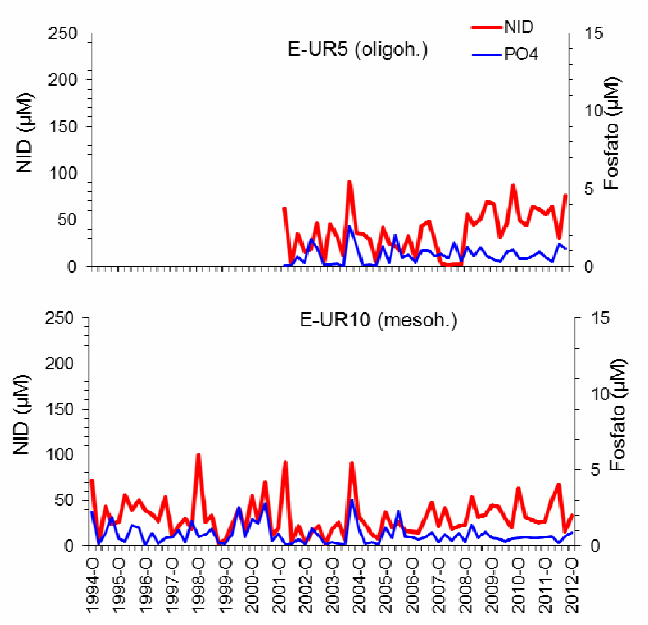


Figura 320 Evolución trimestral, entre otoño de 1994 y otoño de 2012, de la concentración de Nitrógeno Inorgánico Disuelto (NID) y fosfato, ambos en micromoles por litro, en aguas de superficie (media de pleamar y bajamar), en las estaciones E-UR5 y E-UR10.

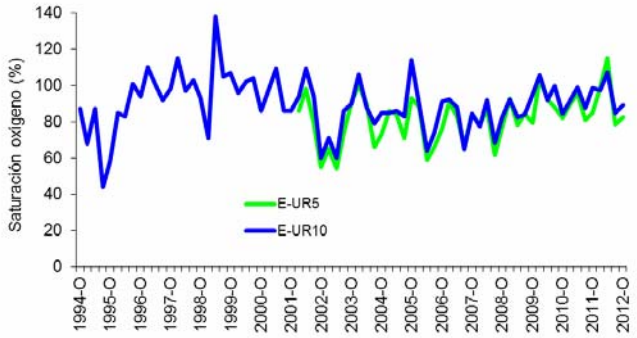


Figura 321 Evolución temporal del porcentaje de saturación de oxígeno disuelto en el estuario del Urumea (estaciones E-UR5 y E-UR10), media de pleamar y bajamar, superficie y fondo.

METALES DISUELTOS

Las concentraciones de cromo (trivalente) y mercurio en las aguas de superficie de las estaciones del estuario del Urumea se mantienen por debajo de su límite de cuantificación (1-2 $\mu g \cdot l^{-1}$ y 0,01 $\mu g \cdot l^{-1}$, respectivamente).

En la Figura 322 se muestra la evolución de la concentración media anual del resto de los metales para el periodo comprendido entre otoño de 1994 y verano de 2012. 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 322, en las campañas más recientes, para algunos metales como zinc, cadmio y plomo se observa una disminución de los

valores promedio anuales. Por el contrario, en el caso del manganeso, cobre y níquel se observa un ligero aumento, especialmente en la estación E-UR5, aunque sin superarse en ningún caso los objetivos de calidad correspondientes.

Cabe destacar que ningún metal supera su objetivo de calidad correspondiente (NMA-MA) en ninguna de las estaciones de estudio.

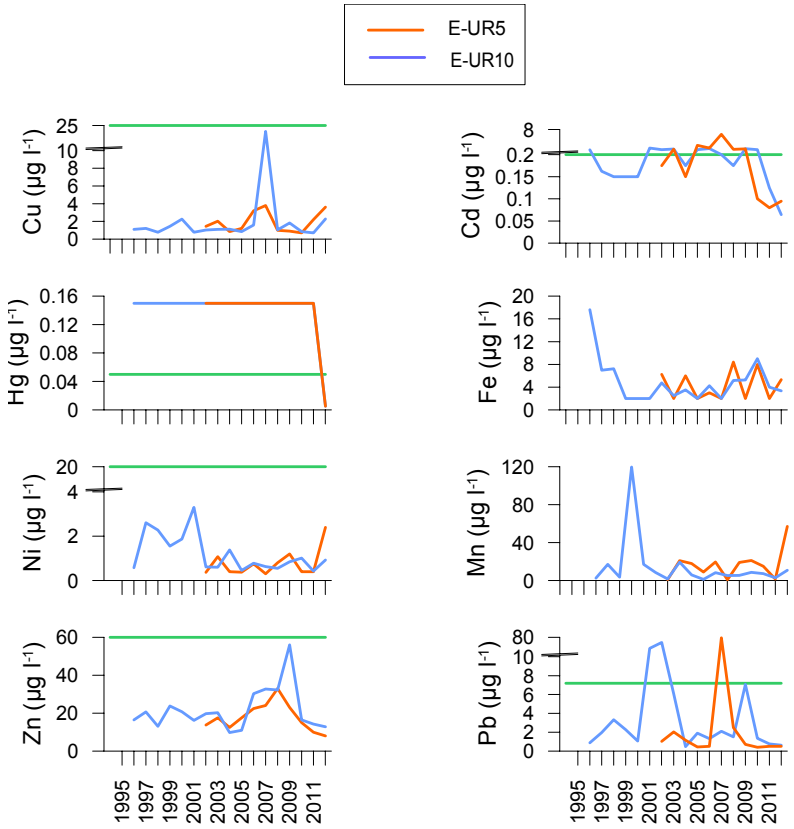


Figura 322 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en las estaciones del Urumea en el periodo que abarca desde 1994 a 2012. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

CONTAMINANTES ORGÁNICOS Y OTROS CONTAMINANTES ESPECÍFICOS

En la campaña de 2012, las concentraciones de los compuestos orgánicos analizados se encuentran por debajo de sus respectivos límites de cuantificación, excepto en el caso del Benzo (g,h,i)perileno e Indeno(1,2,3-cd)pireno, en la estación E-UR10, en el mes de enero.

13.4.2 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS

PARÁMETROS SEDIMENTOLÓGICOS DE CARÁCTER GENERAL

Desde el año 1995, en la estación E-UR10, y desde 2002 en la estación E-UR5, se dispone de la información relativa a la composición granulométrica, contenido en materia orgánica, potencial redox y contenido en carbono y nitrógeno orgánico particulado.

A partir de esta información, en la Figura 323 y la Figura 324 se representan la evolución temporal para cada estación. Además en la Tabla 264 se recogen los resultados de los análisis realizados en la campaña de invierno de 2012.

En relación a la variabilidad espacial, tal y como ocurre en otras masas de agua de la CAPV, la estación externa (E-UR10) presenta un sedimento mayoritariamente arenoso, con mayor potencial redox y con menor contenido en materia orgánica que la estación interna (E-UR5).

En cuanto a la evolución temporal, en las campañas más recientes, en la estación E-UR5 predominan los sedimentos limo-arenosos, donde se observa una tendencia descendente discontinua de la materia orgánica. La estación E-UR10 muestra una disminución discontinua del nitrógeno que se refleja en una tendencia ascendente del ratio C/N.

Estación	Grava (%)	Arena (%)	Limo (%)	M.O. (%)	Eh (mV)	C.O.P. (mol kg^{-1})	N.O.P. (mol kg^{-1})	C/N (mol/mol)
E-UR5	0,53	59,14	40,33	7,80	-186	2,21	0,14	15,36
E-UR10	1,17	98,75	0,07	5,58	139	nd	nd	nd

Tabla 264 Parámetros sedimentológicos correspondientes a los muestreos de invierno de 2012. Grava > 2 mm > Arena > 63 µm > Limo; M.O.: materia orgánica; Eh: potencial redox; C.O.P. carbono orgánico particulado; N.O.P.: nitrógeno orgánico particulado; C / N: relación carbono / nitrógeno); nd: no disponible.

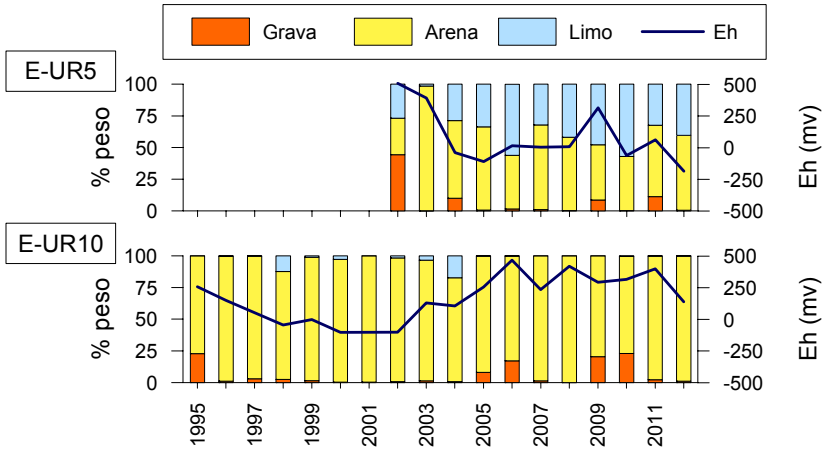


Figura 323 Evolución temporal del potencial redox (Eh) y las fracciones granulométricas (grava, arena y limo) en los sedimentos de la masa de agua de transición Urumea (muestreos de invierno).

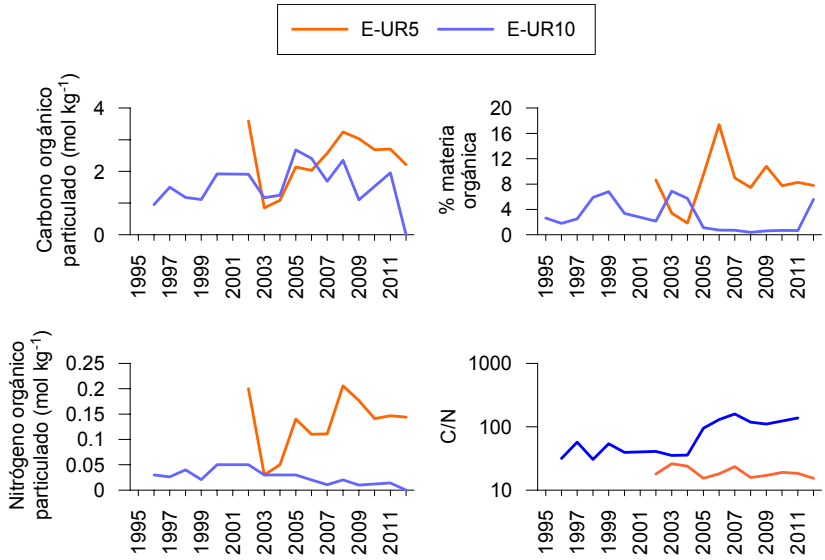


Figura 324 Evolución temporal del contenido en materia orgánica, carbono orgánico particulado y relación carbono/nitrógeno en los sedimentos superficiales (muestreos de invierno).

METALES PESADOS

En la Tabla 265 se recogen las concentraciones de metales pesados analizados en la campaña de invierno de 2012. En la estación más externa (E-UR10) debido al escaso contenido en finos de la muestra, no ha sido posible realizar el análisis de metales.

La Figura 325 muestra la evolución temporal para cada uno de los metales en la estación E-UR10 desde 1995 y para la estación E-UR5 desde 2002. Como ya se ha puesto de manifiesto en informes anteriores, se observa una tendencia descendente de las concentraciones en ambas estaciones para la mayoría de los metales. Como excepción, el Mn y Pb en la estación E-O5 en la presente campaña, muestran un ligero aumento.

En los muestreos más recientes, el Cd, Cu, Cr, Fe y Ni presentan concentraciones dentro del nivel de fondo en ambas estaciones.

El Hg, Mn y Zn sólo presentan valores promedio dentro del nivel de fondo en la estación E-UR10. El Pb mantiene las concentraciones promedio superiores al nivel de fondo en ambas estaciones.

Por otro lado, en la Figura 326 se representa la concentración de metales (corregidos por el contenido en finos de los sedimentos), durante los últimos tres años (2010, 2011 y 2012) con el objetivo de conocer el posible efecto adverso sobre la biota asociado a la presencia de

dichos metales. De esta manera, durante la última campaña, únicamente en la estación E-UR5, todos los metales se encuentran por encima del valor TEL y el Pb por encima del valor PEL, indicando existencia de riesgo de afección sobre la biota.

Estación	Cd (µg g^{-1})	Cr (µg g^{-1})	Cu (µg g^{-1})	Fe (µg g^{-1})	Hg (µg g^{-1})	Mn (µg g^{-1})	Ni (µg g^{-1})	Pb (µg g^{-1})	Zn (µg g^{-1})
E-UR5	0,48	48	56	45080	0,95	995	40,6	298	431
E-UR10	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Media	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Desv. est.	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 265 Concentración de metales pesados en la fracción fina de los sedimentos en la campaña de invierno de 2012.

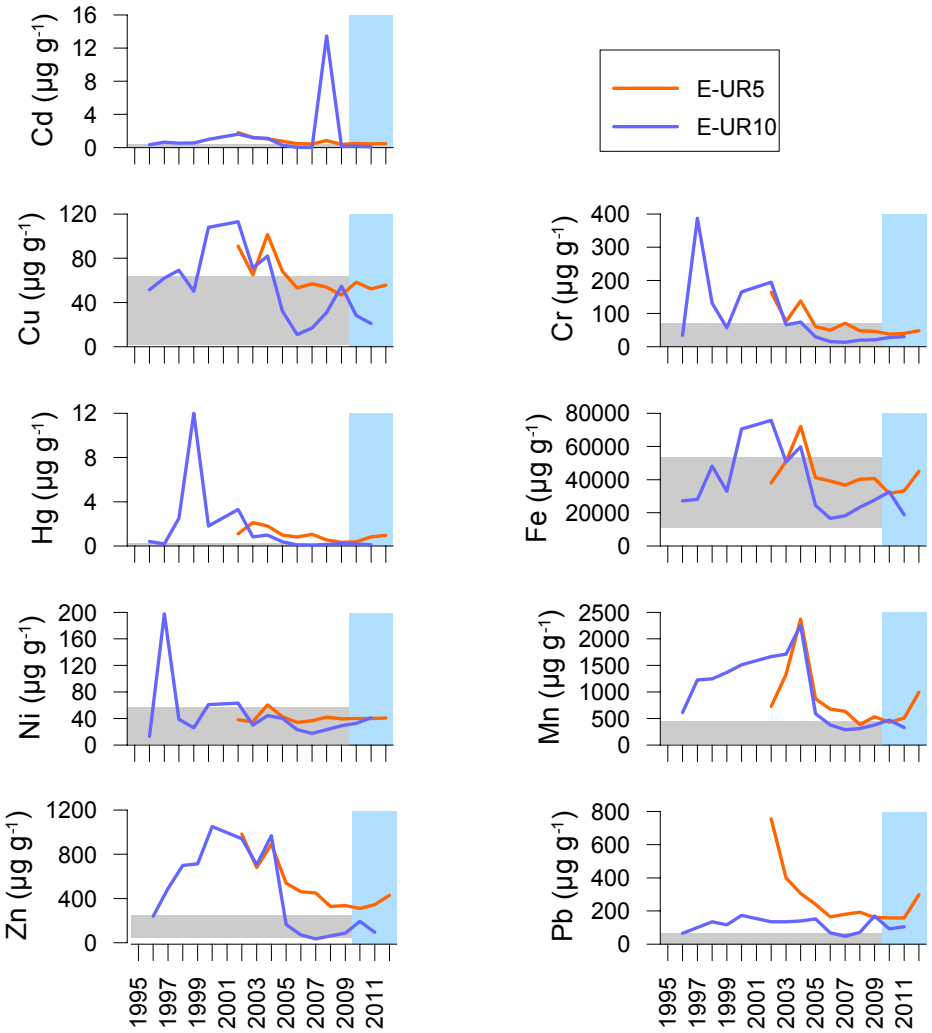


Figura 325 Evolución temporal de la concentración de metales en la fracción fina del sedimento superficial. La franja gris representa el nivel de fondo para cada uno de los metales.

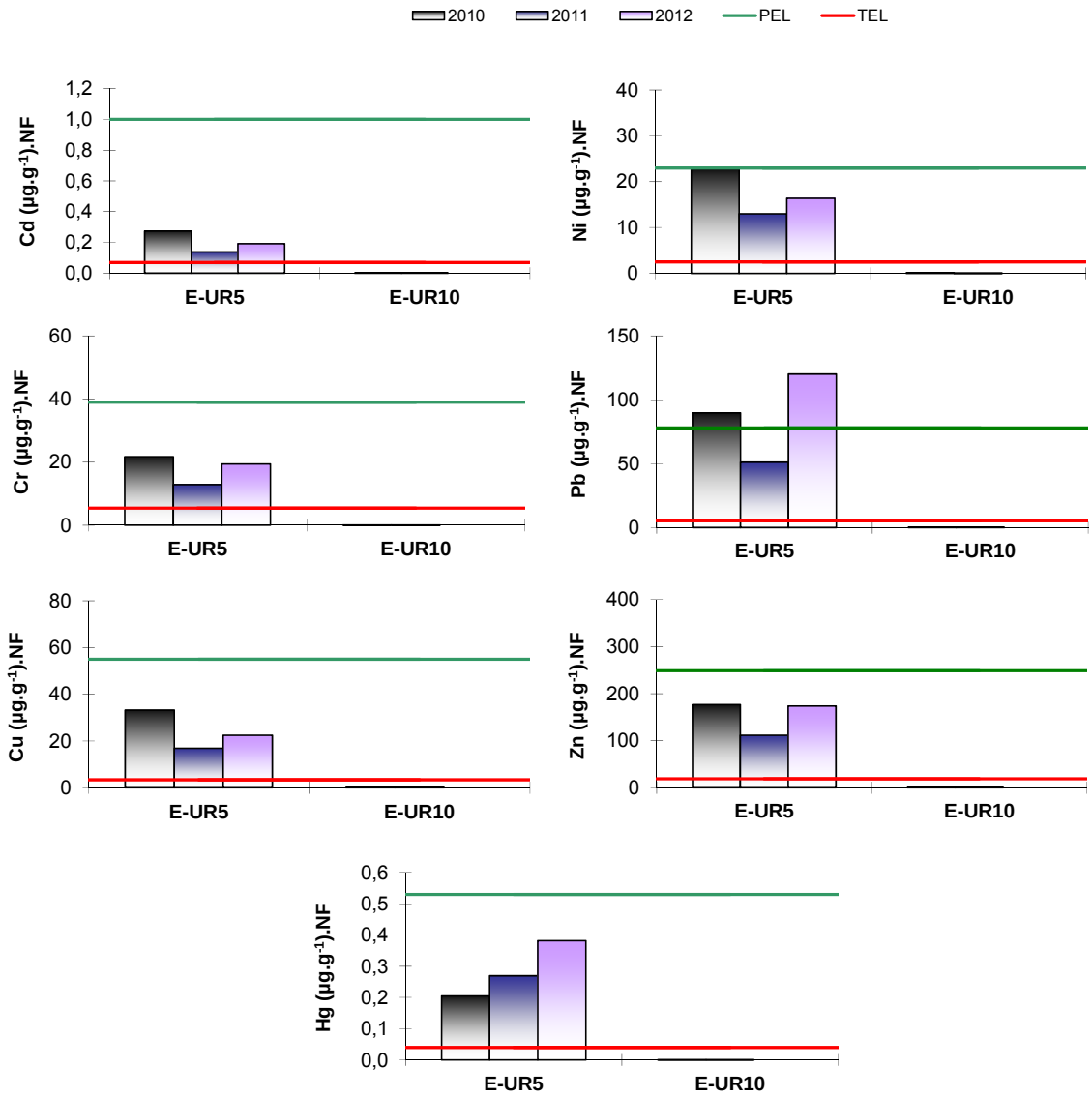


Figura 326 Evolución temporal de la concentración de metales del sedimento de las estaciones del Urumea, durante los últimos tres años (muestreos de invierno). PEL (Probable Effect Level): concentración con efecto negativo probable en la biota; TEL (Threshold Effect Level): concentración por debajo de la cual no se esperan efectos sobre la biota. Nótese que las concentraciones están corregidas por la fracción fina (NF).

COMPUESTOS ORGÁNICOS

En la Tabla 266 se recogen las concentraciones de compuestos orgánicos analizados en la campaña de invierno de 2012, en las dos estaciones de estudio. La Figura 327 ilustra la evolución en la concentración de contaminantes orgánicos analizados desde 1995 en la estación E-UR10 y desde 2002 en las estaciones E-UR5.

Durante las últimas campañas, aldrín y dieldrín se mantienen cercanos al límite de determinación analítico.

En el caso de los derivados del DDT y de los PCBs en la estación E-UR5, los valores se mantienes por encima del límite analítico, aunque sin superar los objetivos de calidad. En relación a los PAHs, en ambas estaciones, los valores se mantienen de forma continua por encima del límite analítico, aunque sin superar los objetivos de calidad.

Por lo tanto, las concentraciones de contaminantes orgánicos en ambas estaciones no implican efectos negativos sobre la biota.

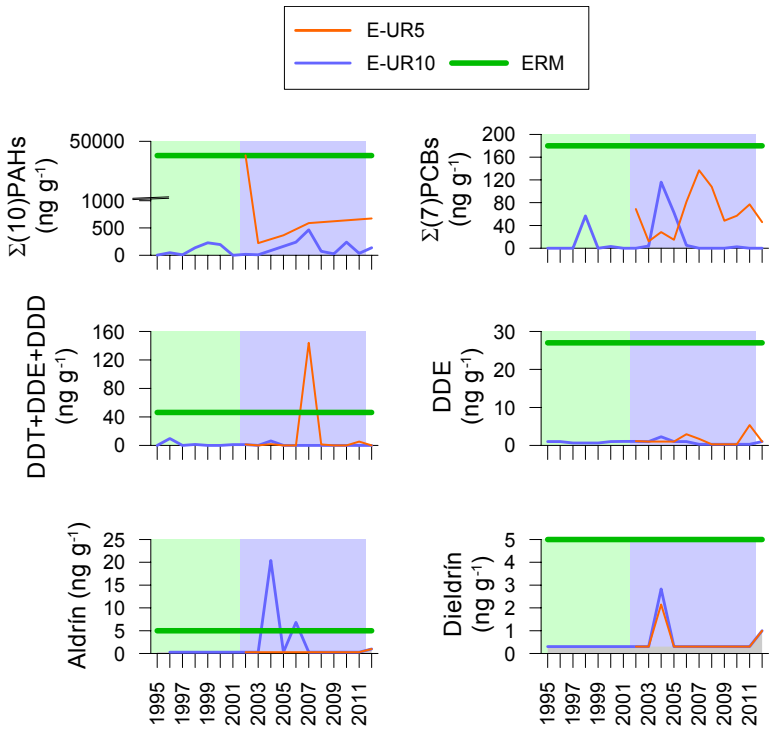


Figura 327 Evolución temporal de la concentración de compuestos orgánicos. La variación en el nivel de cuantificación analítico se muestra sobre fondo gris. ERM: concentración con efecto adversos probables en la biota (del inglés, Effects Range Median, Long *et al.*, 1995). Cabe señalar que las concentraciones inferiores a los límites de detección no se han considerado en el sumatorio. Cambio de color de fondo indica cambio de metodología.

Estación	Aldrín (ng g^{-1})	Dieldrín (ng g^{-1})	Isodrín (ng g^{-1})	DDE (ng g^{-1})	DDD (ng g^{-1})	DDT (ng g^{-1})	*a*HCH (ng g^{-1})	*g*HCH (ng g^{-1})	HCB (ng g^{-1})	S.PCB (ng g^{-1})	S.PAH (ng g^{-1})
E-UR5	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	46	673
E-UR10	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<LC	136

Tabla 266 Concentración de compuestos orgánicos en los sedimentos en la campaña de invierno de 2012. *a*HCH: alfa-hexaclorociclohexano; *g*HCH:gamma-hexaclorociclohexano; HCB: hexaclorobenceno; HCB: hexaclorobenceno; S.PCB: suma de las concentraciones de los policlorobifenilos congéneres CB28, CB52, CB101, CB118, CB138,CB153 y CB180; S.PAH: suma de las concentraciones de 10 hidrocarburos poliaromáticos: fenantreno, indeno[1,2,3-cd]pireno, pireno, criseno, benzo[e]pireno, benzo[g,h,i]perileno, fluoranteno, benzo[a]antraceno, benzo[b]fluoranteno y benzo[a]pireno. Cabe señalar que las concentraciones inferiores a los límites de detección no se han considerado en el sumatorio; <LC: inferior al límite de cuantificación.

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

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.

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 centrales del nivel de fondo de metales, calculados por Rodríguez *et al.* (2006), con los encontrados en las zonas estudiadas (Factor de Contaminación, FC). 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 267 se recoge el índice de carga contaminante (ICC) por cada metal en los sedimentos del estuario del Urumea, así como los valores globales de ICC para la campaña de invierno de 2012. Según estos valores de ICC globales, la estación más interna (E-UR5) presenta contaminación ligera.

En la Figura 328 se presenta la evolución del ICC global para la estación E-UR10 desde invierno de 1995, y en la estación E-UR5 desde 2002. Se observa la estación E-UR5 mantiene valores de ICC globales superiores al límite de contaminación ligera (*i.e.*, ICC > 1). Por el contrario, la estación E-UR10 muestra una tendencia descendente, hasta alcanzar valores de no contaminación (*i.e.*, ICC <1).

Estación	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn	ICC global
E-UR5	CL	CL	CL	CL	C	C	CL	C	CL	CL
E-UR10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 267 Clasificación de la contaminación en los sedimentos superficiales en función de los metales pesados en 2012, 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.

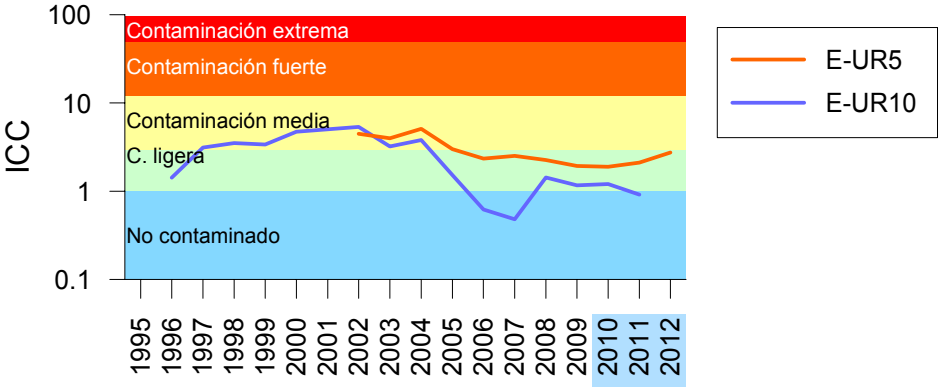


Figura 328 Evolución del Índice de Carga Contaminante (ICC) global de metales en sedimento.

13.4.3 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA EN BIOTA (MOLUSCOS)

En el estuario del Urumea el 12 de noviembre de 2011 se recolectaron mejillones junto al puente del Kursal (I-UR10).

Los datos de la campaña de otoño de 2012 correspondientes a bacteriología, metales pesados y compuestos orgánicos se recogen en la Base de Datos.

BACTERIOLOGÍA

La evolución de las concentraciones de bacterias en el estuario del Urumea se representa en la Figura 329.

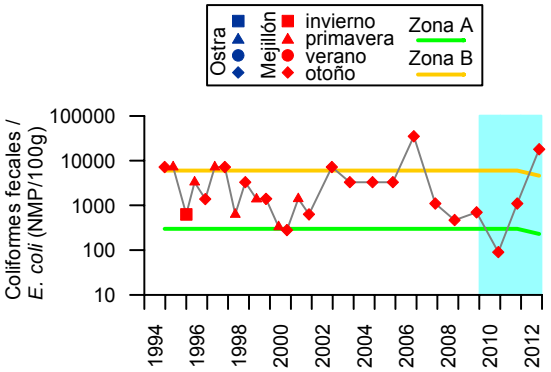


Figura 329 Evolución de la concentración de bacterias (Coliformes fecales hasta 2011 y *E. coli* en 2012) en la estación I-UR10 a lo largo del periodo de estudio (otoño de 1994-otoño de 20121).

En 2012 se ha observado una concentración de ***E. coli*** elevada (>18000 NMP/100g), probablemente ligado a la elevada precipitación en los días previos al muestreo. Suponiendo que se tratase de una zona de producción de moluscos, la concentración observada en la campaña de otoño de 2012 se encuentra dentro del rango 4600-46000 NMP/100g, valor establecido en el Reglamento (CE) nº 854/2004 para la clasificación de las Zonas tipo C, es decir, aquellas zonas en las que pueden recolectarse moluscos bivalvos vivos que únicamente pueden comercializarse tras su reinstalación durante un periodo prolongado).

METALES PESADOS

En la Figura 330 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 2012).

La concentración de **cadmio** (0,07 mg kg^{-1}) en 2012 es inferior a las registradas en las campañas más recientes. En esta estación, en ningún muestreo se ha superado el límite legal para consumo (1 mg kg^{-1}).

El **cromo** presenta una concentración en 2012 de 0,54 mg kg^{-1}, la más elevada de las observadas en esta estación en los últimos cuatro años, mientras que la máxima observada a lo largo del periodo de estudio se dio en otoño de 2007 (1,57 mg kg^{-1}).

El **cobre** presenta en 2012 una concentración de 0,59 mg kg^{-1}, valor que se encuentra dentro del rango de las concentraciones observadas en los muestreos más recientes en esta estación, y muy alejado de la concentración máxima, que se observa en primavera de 2000, 102 mg kg^{-1}.

En cuanto al **mercurio**, en otoño de 2012 la concentración es de 0,012 mg kg^{-1}. En general, las

concentraciones observadas a lo largo del periodo de estudio en esta estación han sido inferiores, o próximas, a los límites de detección correspondientes para cada campaña, por lo que en ningún caso se ha superado el límite legal (0,5 mg kg^{-1}). Sin embargo, el 52% de los casos han superado la norma de calidad ambiental (20 µg kg^{-1}, valor que, tal y como se ha explicado en el tomo 1 de introducción y métodos, se ha considerado muy bajo para su aplicación en la costa vasca).

En otoño de 2012, el **níquel** presenta una concentración (0,27 mg kg^{-1}) inferior a la observada en 2011 (0,39 mg kg^{-1}), mientras que la concentración máxima en esta estación se observó en otoño de 1996, 1,46 mg kg^{-1}.

Para el **plomo**, en otoño de 2012 la concentración es de 0,01 mg kg^{-1}, una de las más bajas observadas a lo largo del periodo de estudio en esta estación. El límite legal para su consumo (1,5 mg kg^{-1}) se ha superado en muestreos previos al año 2000.

En cuanto al **zinc**, la concentración en otoño de 2012 (30 mg kg^{-1}) se encuentra dentro del rango de las concentraciones observadas en los muestreos más recientes en esta estación. La máxima concentración de zinc (555 mg kg^{-1}) se observó en primavera de 2000.

La concentración de **plata** se comenzó a medir en los moluscos en la campaña de 2007 con un valor inferior a 0,01 mg kg^{-1}. En 2012 se ha observado una concentración de 0,003 mg kg^{-1}.

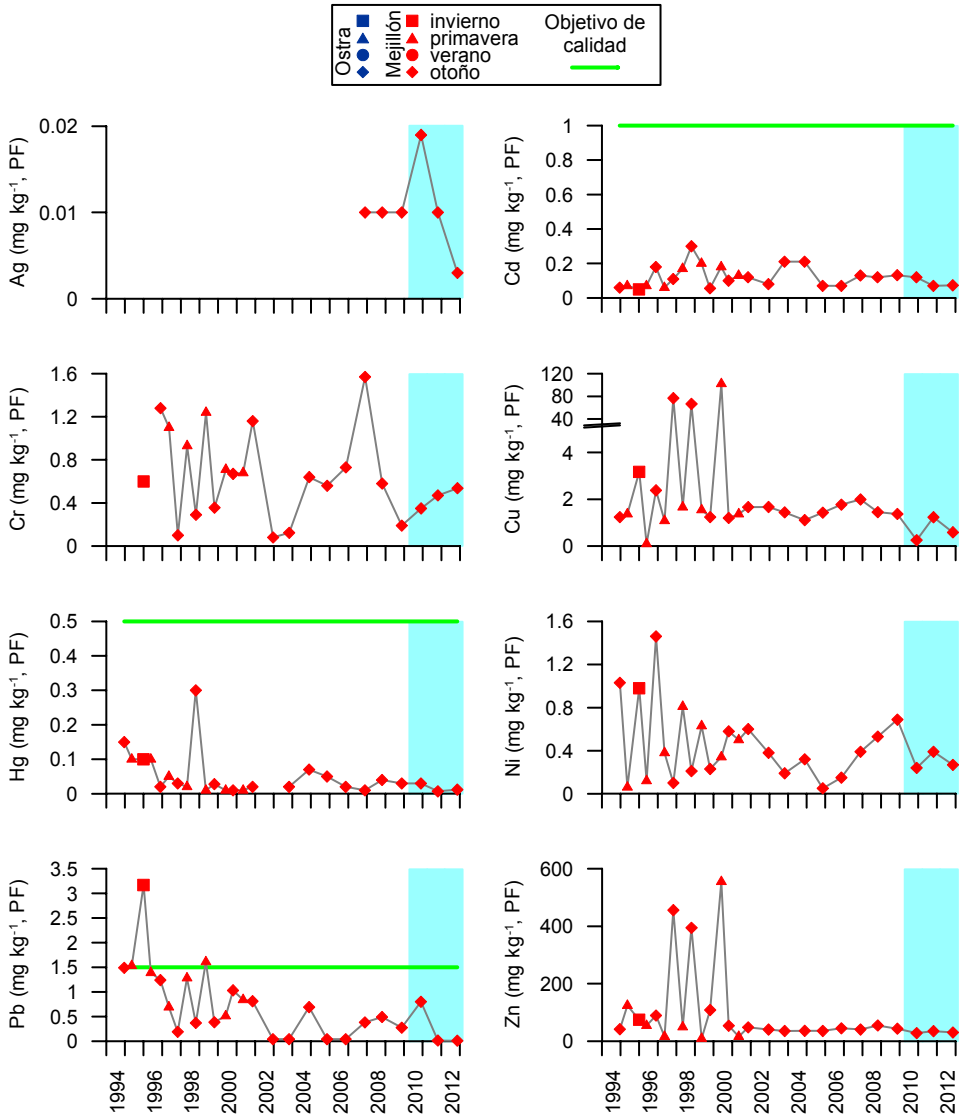


Figura 330 Evolución de la concentración de metales en moluscos (mg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-UR10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2012).

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.

En la Figura 331 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 2012).

En el caso de los policlorobifenilos **(PCBs)** se han sumado las concentraciones de 6 de los 7 congéneres analizados (congéneres 28, 53, 101, 138, 153 y 180), con objeto de poder compararlas con el límite establecido para consumo. En otoño de 2012 la concentración de PCBs ha sido de 13 µg kg^{-1}, uno de los valores más bajos del rango de concentraciones más recientes para esta estación. Además, las concentraciones de PCBs encontradas a lo largo del periodo de estudio son, a excepción de algunos muestreos previos a 1997, inferiores al objetivo de calidad considerado, el límite máximo permitido para consumo de moluscos bivalvos (75 µg kg^{-1}).

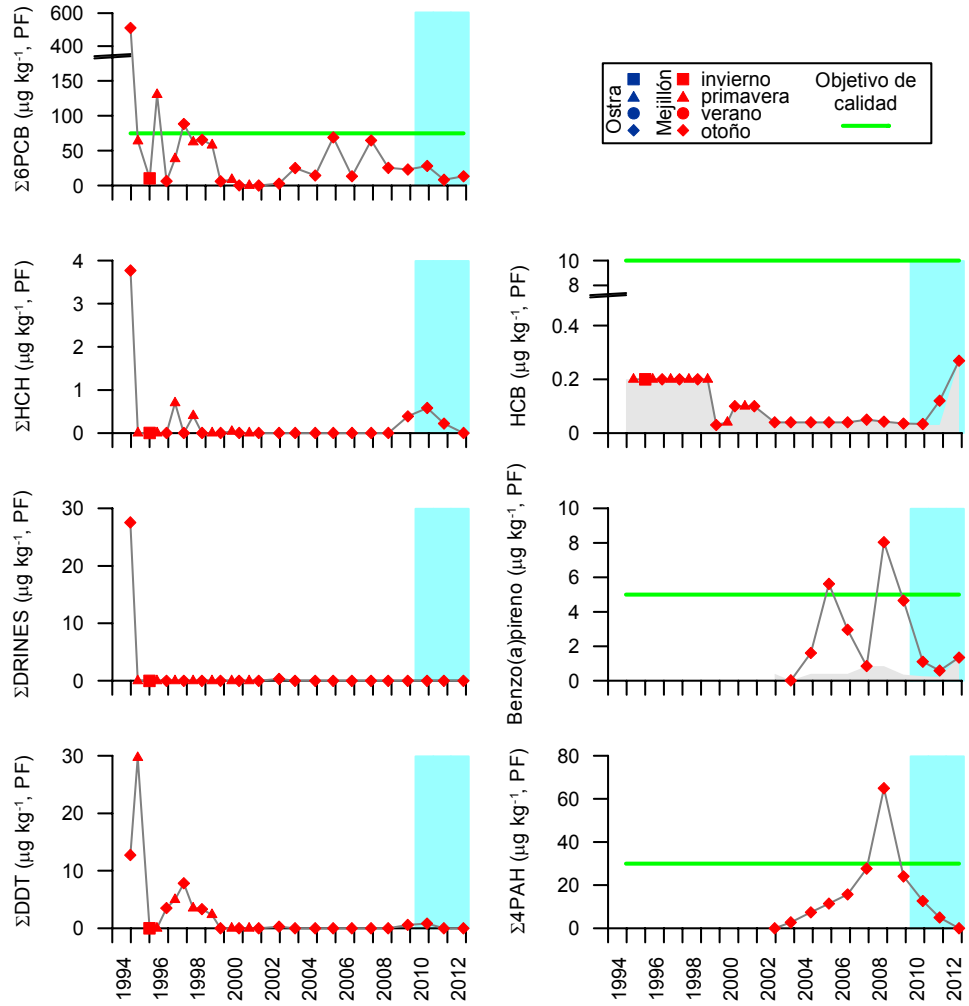


Figura 331 Evolución de la concentración de compuestos orgánicos en moluscos (µg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-UR10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2012).

La concentración de **DDT** corresponde a la suma de los tres compuestos de DDT analizadas (p-p'DDE, p-p'DDD, p-p'DDT). Las concentraciones de estos tres compuestos en otoño de 2012 son inferiores a los límites de detección correspondientes. 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 30 µg kg^{-1}.

La concentración de **HCH** corresponde a la suma de α-HCH y γ-HCH (lindano). En otoño de 2012 ambos isómeros presentan concentraciones inferiores a los límites de detección correspondientes. La concentración más elevada de HCH en el estuario del Urumea se dio en otoño de 1994, 3,77 µg kg^{-1}.

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. En 2012 la

concentración es inferior al valor límite para este compuesto, 10 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 99 µg kg^{-1}, medidos en la campaña de 2008; desde entonces ha ido disminuyendo hasta alcanzar una concentración de 6 µg kg^{-1} en 2012. Esta misma tendencia se observa para Σ4PAH y una tendencia similar para el benzo(a)pireno. Así, los límites establecidos para consumo han sido superados en otoño de 2008 para Σ4PAH, y en otoño de 2005 y 2009 para benzo(a)pireno .

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

En base a la concentración *E. coli* en la muestra tomada en otoño de 2012, la calificación sería de Zona tipo C, (recolección permitida, pero es necesaria la reinstalación durante un periodo prolongado), según el Reglamento (CE) nº 854/2004.

Para la clasificación de la contaminación de los metales pesados se han tenido en cuenta los niveles de fondo para el País Vasco (Solaun *et al*., 2013) 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 2012 en los moluscos recolectados en esta estación del estuario del Urumea la clasificación general sería de no contaminado, con contaminación ligera de 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 PCBs y PAHs, en 2012 no se superan los límites establecidos para consumo.

13.5 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 (como las obras en los puentes). 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

TOMO 14 MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL OIARTZUN

Pasaia, junio de 2013

ÍNDICE

TOMO 14 MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL OIARTZUN 397

14.1 Resumen estado. Oiartzun 399

14.2 Estaciones de muestreo 402

14.3 Indicadores biológicos 403

14.3.1 Macroinvertebrados bentónicos 403

14.3.2 Fauna ictiológica 406

14.3.3 Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton 408

14.3.4 Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas 412

14.4 Indicadores fisicoquímicos 412

14.4.1 Caracterización físico-química en aguas 412

14.4.2 Caracterización físico-química en sedimentos 417

14.4.3 Caracterización físico-química en biota (moluscos) 424

14.5 Indicadores hidromorfológicos 427

14.1 RESUMEN ESTADO. OIARTZUN

La masa de agua de transición del Oiartzun en la campaña 2012 no alcanza el buen estado puesto que aunque alcanza el buen estado químico y se diagnostica como con potencial ecológico moderado (Tabla 269 y Figura 332).

Esta situación mantiene la situación de incumplimiento de objetivos medioambientales de todo el quinquenio 2008-2012 (Tabla 268).

INDICADOR	2008	2009	2010	2011	2012
Estado ecológico	3	3	3	3	3
Estado químico	2	2	3	3	2
Estado	3	3	3	3	3

Tabla 268 Evolución del periodo 2008-2012. Masa de agua del Oiartzun. (Claves: *estado ecológico*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde), moderado (3- amarillo), deficiente (4- naranja) y malo (5- rojo). *Estado químico:* bueno (2- azul) y no alcanza el buen estado (3- rojo). *Estado*: bueno (2- azul) y peor que bueno (3-rojo)

COD_ESTACION	ESTACION	MACROINVERTEBRADOS	FAUNA ICTIOLOGICA	FITOPLANCTON	MACROALGAS	BIOLOGICO	CONDICIONES GENERALES	SUSTANCIAS PREFERENTES	ECOLOGICO	QUIMICO	ESTADO
E-OI10	LEZO (OIARTZUN)	3	3	2	3	3	2	1	3	2	3
E-OI15	PASAIA DE SAN PEDRO (DÁRSENA DE HERRERA)	5	3	3	3	5	5	1	5	2	3
E-OI20	PASAIA (SAN PEDRO) (OIARTZUN)	1	2	3	1	3	4	1	3	2	3
	Oiartzun Transicion	2	2	2	2	2	3	1	3	2	3

Tabla 269 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado en la masa de agua del Oiartzun en 2012. (Claves: *Macroinvertebrados, fauna ictiológica fitoplancton macroalgas, estado biológico, condiciones generales y estado ecológico*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde), moderado (3- amarillo), deficiente (4- naranja) y malo (5- rojo). *Sustancias preferentes*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde)), y no alcanza el buen estado (3- rojo). *Estado químico:* bueno (2- azul), y no alcanza el buen estado (3- rojo).*Estado*: bueno (2- azul) y peor que bueno (3-rojo).

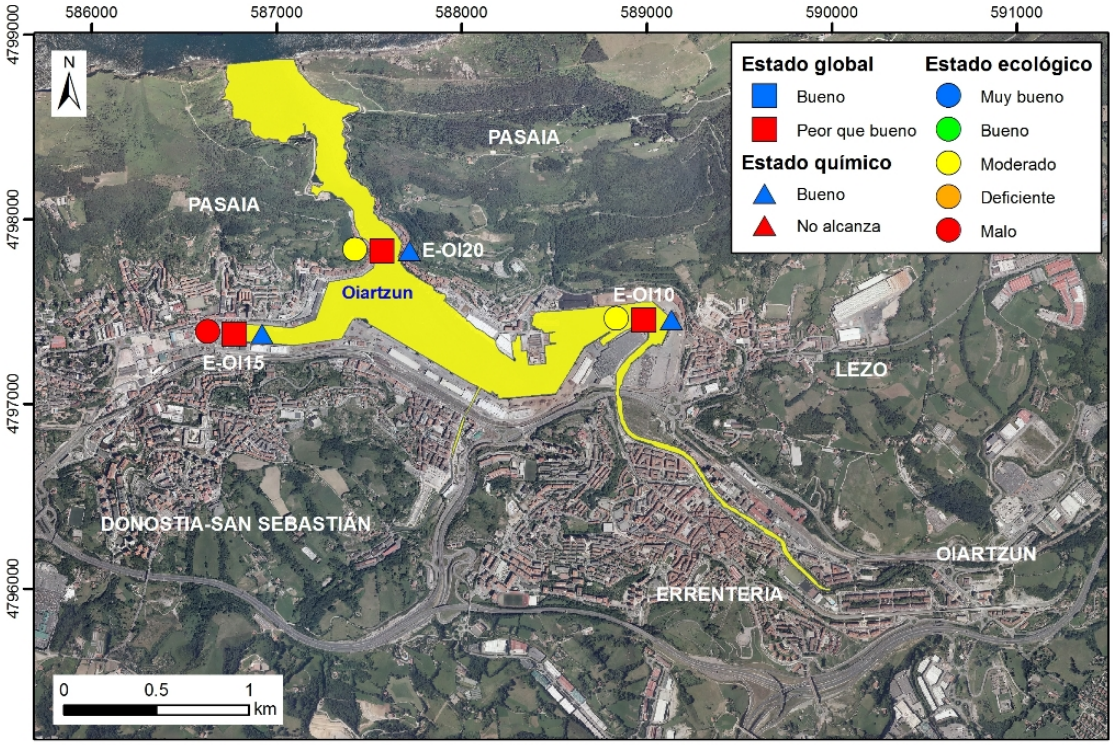


Figura 332 Calificación del Estado Ecológico, estado químico y global de las estaciones en la masa de agua del Oiartzun (y estado ecológico para la masa de agua), en 2012.

Desde que se realizó en 2004 el estudio de presiones e impactos en esta Masa de agua lo más destacable, en cuanto a presiones, han sido los vertidos de las regata Txingurri, los dragados (aunque desde 2005 no han sido importantes, entre el 15 de agosto y finales

de septiembre de 2009 se llevó a cabo el dragado de Capuchinos, el astillero y Herrera; y en 2010 y 2011 hubo un dragado pequeño en Herrera).

La estación E-OI10 presentó una contaminación extrema determinada por el compartimiento de macroinvertebrados bentónicos, 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 con aumento de oxígeno disuelto, lo que parece indicar que el sistema evolucionaba hacia una situación de "normalidad", que en los últimos años está en mucha mejor situación.

En todo caso, la estación E-OI10 presentó un estado ecológico aceptable, que ha pasado a deficiente en 2009, aceptable en 2010 y 2012, y bueno en 2011 (Figura 332), debido a que varios elementos biológicos han ido mejorando, aunque sigue habiendo contaminación en sus aguas. Hay una diferencia río-estuario que contrasta con lo que sucede en otros estuarios, ya que aquí el tributario principal tiene un mejor 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-OI5 (incorporada en 2002), por su parte, presenta un mal estado ecológico, fundamentalmente debido a los vertidos de la regata Txingurri (con mal estado físico-químico), que afectan a las comunidades bentónicas, a las obras de los pantalanes y a su confinamiento. La otra estación estuárica (E-OI20) presenta un estado ecológico moderado, debido al fitoplancton (Figura 332).

El 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).

En relación con condiciones fisicoquímicas generales, en 2012, la calidad físico-química de la masa de agua se puede calificar como: 'Buena' en E-OI10, 'Mala' en E-OI15 y 'Deficiente en E-OI20. Las estaciones E-OI10 y E-OI20 mejoran de forma significativa ente 1994 y 2012 ($p<0,01$). La estación E-OI15 por su parte empeora de forma significativa entre 2002 y 2007 ($p<0,05$) y mejora de forma significativa a partir de dicho año hasta la actualidad ($p<0,05$) (Figura 333). En cuanto a los objetivos de calidad físico-química generales los valores medios de todas las variables medidas en 2012, indican que la estación E-OI20 no cumple para el nitrato, mientras que el resto de estaciones cumple para todas las variables.

La evaluación de las sustancias preferentes implica que la masa alcanza el muy buen estado tanto de forma global como en los tres puntos de control de esta masa es *muy bueno* (Tabla 270).

Referente a las sustancias prioritarias (acorde con la Directiva 2008/105/CE), determinadas en 2012 en esta masa de agua, de forma global, se alcanza el buen estado químico (Tabla 271). En la mayoría de los años más recientes se alcanza el buen estado químico (Tabla 272) y parece que, excepto en Herrera (E-OI15), la tendencia es a mejorar el estado químico.

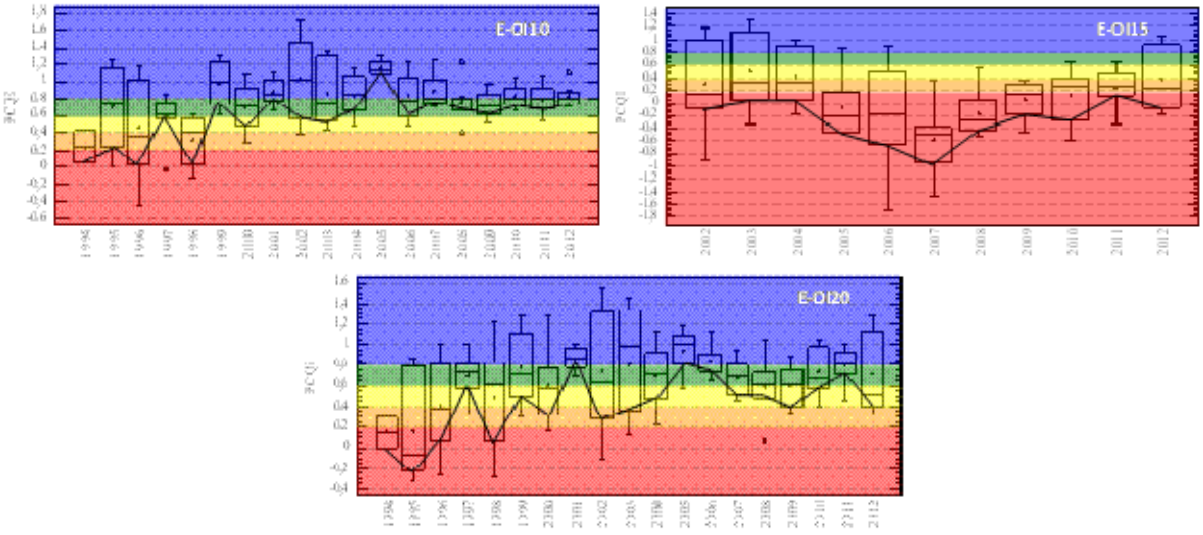


Figura 333 Box and Whisker Plot de la evolución del índice de calidad del estado físico-químico (PCQI) entre 1994 y 2012 de las estaciones de muestreo E-OI10, E-OI15 y E-OI20 de la masa de agua de transición del Oiartzun. La línea de color negro señala la evolución del percentil 25 del PCQI. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Aceptable; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC (µg l^{-1})	E-OI10	E-OI15	E-OI20	Global
Zinc	Concentración promedio	60 µg l^{-1}	1-2 µg l^{-1}	9,2 µg l^{-1}	13,7 µg l^{-1}	5,4 µg l^{-1}	Muy bueno
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	0%	
Cobre	Concentración promedio	25 µg l^{-1}	1-2 µg l^{-1}	<LC	<LC	<LC	Muy bueno
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	0%	
Estado Físico-Químico (Contaminantes específicos)				Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno

Tabla 270 Evaluación del Estado Físico- Químico (contaminantes específicos).

Sustancia	Criterio	Objetivo (µg l^{-1})	LC (µg l^{-1})	E-OI10	E-OI15	E-OI20	Global
Benzo(b)fluoranteno+Benzo(k)fluoranteno	NCA-MA	0,03	0,0005-0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Benzo(g,h,i)perileno+Indeno(1,2,3-cd)pireno	NCA-MA	0,002	0,0005-0,01	<LC	0,001	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-MA	0,1	0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-CMA	0,4	0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-MA	0,1	0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA	1	0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Naftaleno	NCA-MA	1,2	0,05	<LC	<LC	<LC	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-MA	0,05	0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-CMA	0,1	0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Cadmio	NCA-MA	0,2	0,02-0,05	0,14	0,07	0,137	Cumple
Cadmio	NCA-CMA	0,45	0,02-0,05	0,14	0,2	0,137	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-MA	7,2	1-2	<LC	<LC	<LC	Cumple
Mercurio y sus compuestos	NCA-MA	0,05	0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Mercurio y sus compuestos	NCA-CMA	0,07	0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-MA	20	1-2	<LC	<LC	<LC	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno	Bueno	Bueno

Tabla 271 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua del Oiartzun en 2012. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible.

Año	Estado Químico	Sustancias que superan NCA
2004	No alcanza buen estado	HCH
2005	No alcanza buen estado	Hg (sedimento)
2006	No alcanza buen estado	Hg (sedimento)
2007	No alcanza buen estado	Pb, Cd y Hg (sedimento)
2008	Bueno	-
2009	Bueno	-
2010	No alcanza buen estado	Cd (sedimento)
2011	Bueno	-
2012	Bueno	-

Tabla 272 Estado químico de la masa de agua de transición Oiartzun en los años 2004-2012.

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, 2007 y 2010, se analizaron tres estaciones para vida piscícola y 5 estaciones para macroalgas en estuarios. Las posiciones se pueden observar en la Tabla 273 y en la Figura 334.

Cod_Estación	Estación	UTMX	UTMY	Tipo de Estación
E-OI10	Lezo (Oiartzun)	588983	4797454	Estuarios
E-OI15	Pasaia de San Pedro (Dársena de Herrera)(Oiartzun)	586773	4797377	
E-OI20	Pasaia (San Pedro) (Oiartzun)	587571	4797828	
M-EOI1	Oiartzun Zona 01. Estuario Macroalgas	587418	4798128	Estuarios (Macroalgas)
M-EOI2	Oiartzun Zona 02. Estuario Macroalgas	586900	4797380	
M-EOI3	Oiartzun Zona 03. Estuario Macroalgas	588045	4797260	
M-EOI4	Oiartzun Zona 04. Estuario Macroalgas	588013	4796939	
M-EOI5	Oiartzun Zona 05. Estuario Macroalgas	589041	4796785	
I-OI10	Pasaia (desembocadura) (Oiartzun)	587134	4798539	Estuarios (Moluscos)
OIAE	Oiartzun (Arrastre zona exterior estuario)	587300	4798231	Estuarios (Vida piscícola)
OIAM	Oiartzun (Arrastre zona media estuario)	587708	47975159	
OIAI1	Oiartzun (Arrastre zona interior 1 estuario)	588559	4797416	
OIAI2	Oiartzun (Arrastre zona interior 2 estuario)	587300	4797414	

Tabla 273 Estaciones de muestreo en el estuario del Oiartzun.

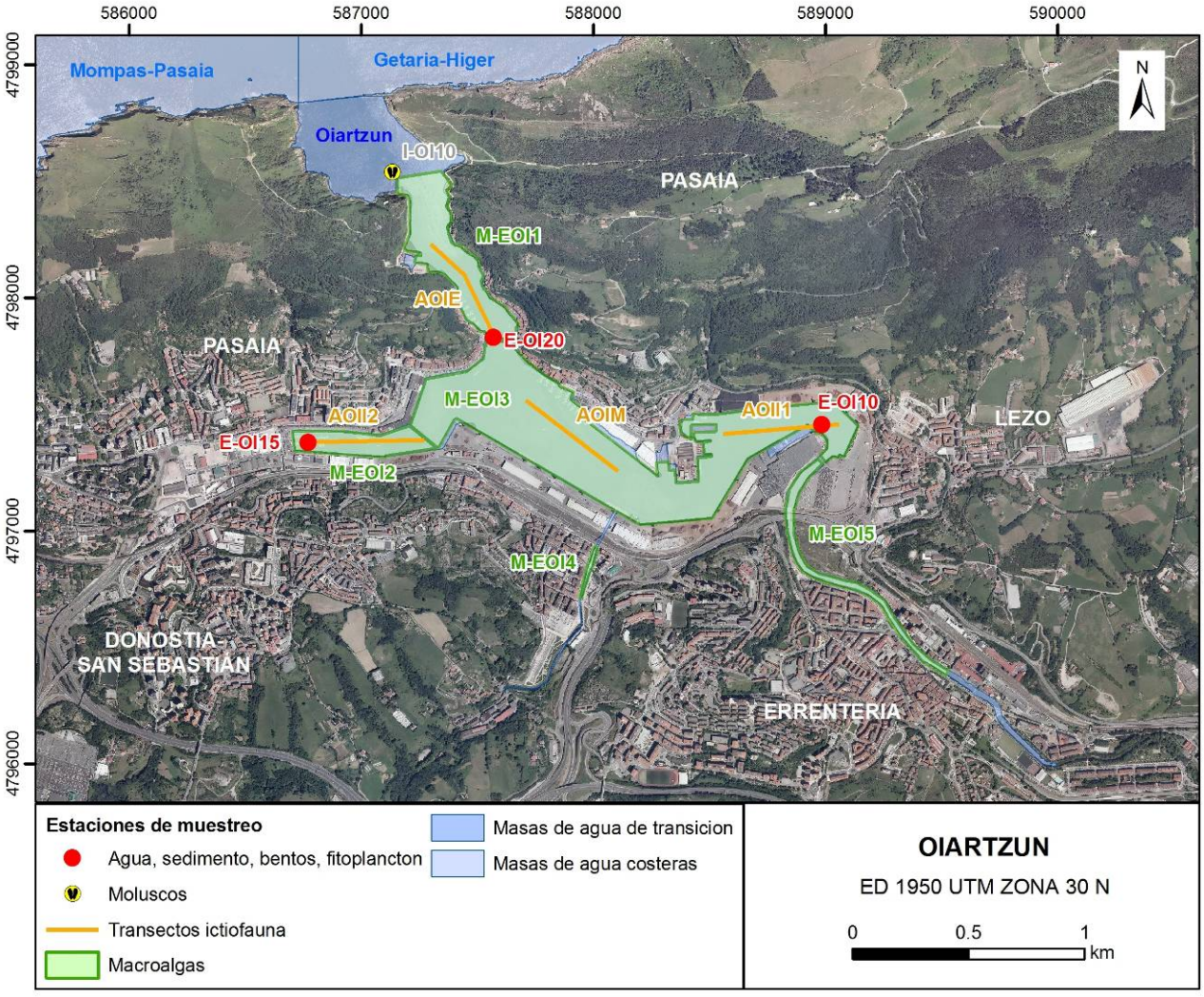


Figura 334 Ubicación de estaciones en la masa de agua de transición del Oiartzun.

14.3 INDICADORES BIOLÓGICOS

14.3.1 MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

Los parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Oiartzun, en invierno de 2012 pueden verse en la Tabla 274.

PARÁMETRO	UNIDAD	ESTACIÓN		
		E-OI10	E-OI15	E-OI20
Densidad	nº·m^{-2}	14.227	500	2.790
Biomasa	g·m^{-2}	12,32	0,46	14,69
Riqueza	nº	28	7	69
Diversidad número	bit·ind^{-1}	1,21	0,59	4,70
Diversidad biomasa	bit·g^{-1}	2,51	0,98	2,55
Equitabilidad número		0,25	0,21	0,77
Equitabilidad biomasa		0,52	0,35	0,42
Diversidad máxima	bits	4,81	2,81	6,11
AMBI		5,63	5,90	3,37
Clasificación AMBI		Alteración Fuerte	Alteración Fuerte	Alteración Moderada

Tabla 274 Parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Oiartzun.

La estación E-OI10, la más interna de las tres estaciones muestreadas en el estuario del Oiartzun, presenta en 2012 un sedimento predominantemente limoso (69%) y con elevado contenido en materia orgánica (8,7%).

Debido a la contaminación extrema a la que estuvo sometida esta estación, durante los muestreos de 1995-1997 hubo ausencia total de especies infaunales. Posteriormente a partir de 1997 la estación comenzó a ser poblada por una comunidad que se ha ido consolidando a lo largo del tiempo. La densidad, hasta 2002, fue siempre inferior a 1.000 ind·m^{-2}. Sin embargo el extraordinario desarrollo de la población del capitélido *Capitella capitata*, y de otros *taxa*, hizo que los valores de las abundancias de la biocenosis se disparasen hasta 3.087-38.696 ind·m^{-2} en el periodo 2003-2010. En la pasada campaña de 2011, en cambio, se encontró un valor de densidad menor, aunque superior al del periodo 1997-2002 (1.713 ind·m^{-2}). Por último, en la presente campaña de 2012, se ha registrado una densidad de 14.227 ind·m^{-2} (Figura 335).

En esta estación (E-OI10) se puede constatar que durante el transcurso del seguimiento (1995-2012) muchas de las especies dominantes que aparecen son especies oportunistas propias de medios contaminados por materia orgánica, como lo es la especie de poliqueto *C. capitata* (11.827 ind·m^{-2} en la presente campaña de 2012). Otras especies dominantes y propias también de estos medios son el también poliqueto *Chaetozone gibber* (530 ind·m^{-2}), los moluscos bivalvos *Theora lubrica* (523 ind·m^{-2}) y *Corbula gibba* (397 ind·m^{-2}), y los poliquetos *Pseudopolydora paucibranchiata* (250 ind·m^{-2}) y *Ophryotroca* sp. (133 ind·m^{-2}).

La persistencia, sobre todo de la primera especie como dominante desde 1998, muestra la gran capacidad de desarrollo de la misma 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).

C. capitata, es una de las pocas especies oportunistas que puede desarrollarse extraordinariamente en medios con alto contenido en materia orgánica y concentraciones de oxígeno mínimas, siendo considerada especialmente como una 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 contaminados (Muus, 1967; Wolff, 1973; Warren, 1977).

Tal vez merezca la pena destacar que en esta estación faltan varias especies típicas o representativas de los estuarios que caracterizan a la Comunidad Reducida de *Macoma* presente en nuestras costas. No obstante, aunque en pequeñas densidades, alguna de ellas ha aparecido ocasionalmente: *Peringia ulvae* en 1999 y 2011, y *Hediste diversicolor* en 2000.

Debido a la fuerte dominancia de *C. capitata* en la muestra (83% de los efectivos), los índices de diversidad para este parámetro alcanzan valores bajos, hecho que se ha observado en múltiples ocasiones en esta estación. Así, en la presente campaña de 2012 el valor de diversidad es de 1,21 bit·ind^{-1}, con 0,25 de equitabilidad.

La biomasa, se puede considerar moderada/alta (12,3 g·m^{-2}; máxima en 2006: 48,8 g·m^{-2}). Las especies que más contribuyen a este parámetro en 2012 son el gasterópodo *Nassarius nitidus* (5,8 g·m^{-2}) y el poliqueto *C.capitata* (1,4 g·m^{-2}).

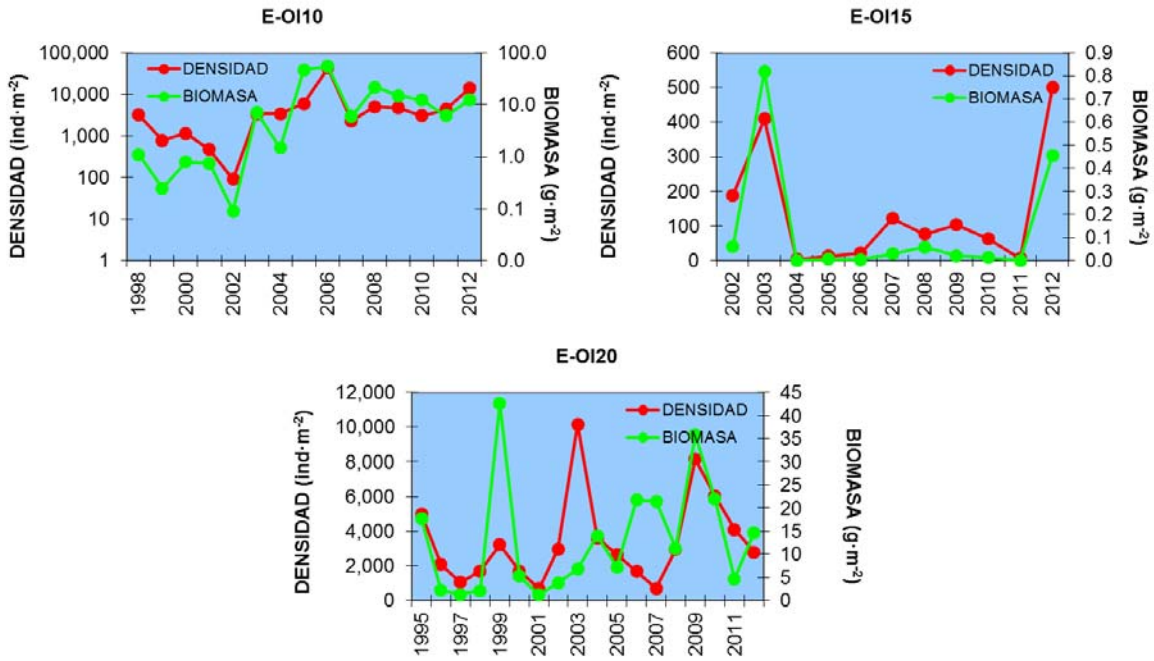


Figura 335 Evolución de la densidad y biomasa en las estaciones E-OI10, E-OI15 y E-OI20 (Oiartzun).

En 2012, el índice AMBI (5,6) es similar a los de 2001, 2003 y 2006, reflejándose una ligera mejoría frente al año 2009, aunque la calificación obtenida por la estación es de alteración fuerte, con dominancia de especies de los grupos ecológicos V y IV (Figura 336).

La segunda estación muestreada en la masa de agua de transición del Oiartzun (E-OI15), presenta características granulométricas semejantes a las de la estación anterior, aunque el contenido en materia orgánica es ligeramente inferior (7,5%).

Prácticamente en todos los muestreos, la comunidad de la estación E-OI15 presenta valores estructurales pobres. 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. Por ejemplo, en 2002-2004, 2006-2009, 2011 y 2012 la especie dominante ha sido *C. capitata*, (460 ind·m^{-2} en la presente campaña de 2012). No obstante, hay que mencionar que la densidad de la biocenosis en esta estación casi siempre ha sido baja (máximo en 2012, con 500 ind·m^{-2}; mínimo en 2004, con 4 ind·m^{-2}).

La riqueza específica nunca ha sido de más de 7 *taxa* (en 2007, 2008 y 2012). También las biomasas son muy bajas, con 0,46 g·m^{-2} en la presente campaña de 2012 y un máximo de 0,82 g·m^{-2} en 2003 (Figura 335).

En cuanto a los grupos ecológicos, como en 2011, sigue dominando con claridad el grupo ecológico V (95%), frente a la situación de las pasadas campañas 2008-2010, en que los grupos ecológicos IV e incluso III presentaban densidades relativas más o menos importantes (Figura 336). A pesar de ello, al contrario que en la pasada campaña de 2011, en que la estación presentaba alteración extrema, en la presente campaña de 2012 se mantiene la calificación de alteración fuerte (Tabla 274).

La tercera estación muestreada en el estuario del Oiartzun (E-OI20), la más próxima al mar, presenta un sedimento con composición granulométrica muy diferente al de las anteriores estaciones. Así, predomina la fracción arenosa (53%), aunque mantiene una fracción limosa también importante (44%), y el contenido en materia orgánica es menor (3,4%).

A diferencia de lo que ocurre en las otras dos estaciones, los parámetros estructurales de la comunidad son altos. La comunidad que ocupa la estación presenta valores de la riqueza específica (69 *taxa*; máximo del periodo de seguimiento) y de diversidad para las abundancias (4,70 bit·ind^{-1}, también máxima del periodo de seguimiento) mayores que los de las comunidades de las estaciones más internas (E-OI15 y E-OI10), 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 relación a las variaciones de densidad de la comunidad a lo largo del tiempo, se observan oscilaciones con máximos relativos en 1995, 1999, 2003 y 2009. En 2012 la densidad (2.790 ind·m^{-2}) y la biomasa (14,7 g·m^{-2}) presentan valores en el rango de variación de campañas previas (Figura 335).

Muchas de las especies encontradas en E-OI20, a diferencia de las encontradas en otras estaciones de muchos otros estuarios de la CAV, no son las características de la Comunidad Reducida de *Macoma*, ya que se trata de una estación localizada en una zona de transición entre una zona estuárica y una zona de carácter propiamente marino. No obstante, la especie dominante ha sido el anélido poliqueto *Mediomastus fragilis* (313 ind·m^{-2}), muy común en los estuarios de la CAV. Le siguen en dominancia los también poliquetos *C. gibber* (273 ind·m^{-2}), *Paradoneis armata* (263 ind·m^{-2}) y *C. capitata* (240 ind·m^{-2}), y los moluscos bivalvos *C. gibba* (223 ind·m^{-2}) y *Abra alba* (140 ind·m^{-2}).

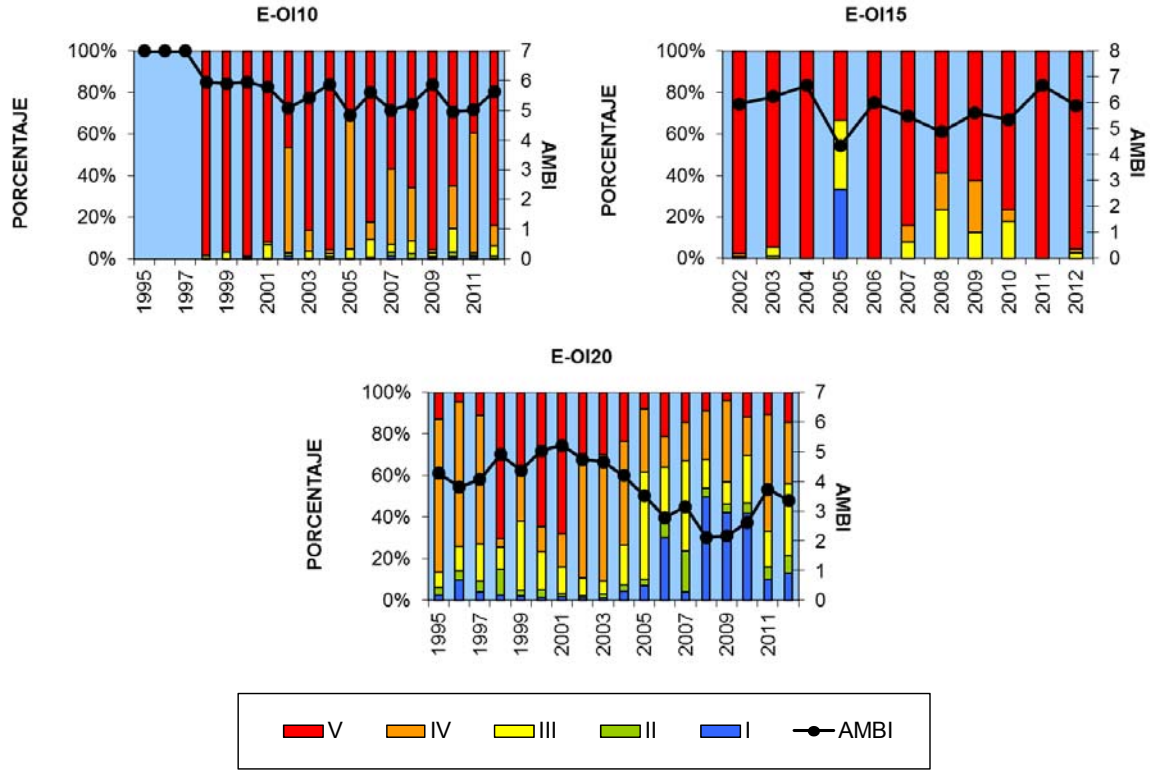


Figura 336 Evolución del porcentaje de cada grupo ecológico y de AMBI en las estaciones E-OI10, E-OI15 y E-OI20 del Oiartzun.

En cuanto al resultado de AMBI, la estación presenta alteración moderada (AMBI=3,4) (Tabla 274). Dominan las especies tolerantes (35%), seguidas por las especies oportunistas de segundo orden (30%).

En el informe correspondiente a la pasada campaña de 2010 se indicaba que, a pesar de que el valor de AMBI había aumentado ligeramente respecto a 2009 (con mayor presencia de especies oportunistas de primer orden y tolerantes frente a oportunistas de segundo orden), la tendencia temporal positiva, observada especialmente a partir de la campaña de 2001, se mantenía (Figura 336). Sin embargo, los resultados obtenidos en la campaña de 2011, parecían dar continuidad a la tendencia negativa iniciada en la campaña de 2008 (campaña en la que se alcanzó el valor mínimo de AMBI para la estación), con un salto importante tanto en el valor de AMBI como en la composición por grupos ecológicos. Por tanto, en el informe correspondiente a dicha campaña se remarcaba la importancia de mantener la vigilancia sobre esta estación para poder comprobar si dicha tendencia se mantenía o si, por el contrario, era consecuencia de alguna acción puntual no conocida. En este sentido, el resultado correspondiente a la presente campaña de 2012 no permite llegar a una conclusión clara, ya que la reducción del valor de AMBI no es muy importante, aunque sí se produce un nuevo incremento en la abundancia relativa de especies tolerantes, a costa de especies oportunistas de segundo orden. Por tanto, se mantiene la recomendación de poner especial atención a la vigilancia de esta estación.

En relación con la evaluación del estado ecológico del compartimiento de los macroinvertebrados bentónicos a partir de los valores de M-AMBI es importante recordar que la masa de agua de transición del Oiartzun se considera masa de agua muy modificada. Por tanto, tal y como se establece en la memoria del *Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental 2010-2021, Ámbito de las Cuencas Internas del País Vasco* (2012), 'el valor del límite entre las clases de estado Máximo Potencial Ecológico y Buen Potencial Ecológico, así como entre Buen Potencial Ecológico y Potencial Ecológico Moderado será de un 85% de los

valores EQR' correspondientes al tipo de masa de agua equivalente (masa de agua de transición en este caso). Así pues, en la Figura 337 se han modificado los límites entre las clases Aceptable/Bueno y Bueno/Muy Bueno (o máximo potencial ecológico), teniendo en cuenta el criterio indicado.

La estación **E-OI10** presenta **Potencial Moderado** (Figura 337), con una tendencia temporal positiva desde el comienzo de su seguimiento en 1995 (M-AMBI=0) hasta 2007 (M-AMBI=0,56), a la que siguió una notable caída en 2009 hasta la calificación de Potencial Deficiente, pero que se ha superado en 2010-2012. Sin embargo, aún conviene mantener la vigilancia sobre esta estación, con el fin de confirmar la aparente mejoría de la calidad observada en las campañas de 2010 y 2011, ya que en la presente campaña de 2012 se ha detectado una nueva regresión, aunque no tan importante como la de 2009.

La estación **E-OI15** presenta **Mal Potencial** (Figura 337). Desde el comienzo del seguimiento en 2002, los valores de M-AMBI han sufrido avances (en 2005 y 2007 se alcanzó Potencial Aceptable, y en 2008 Buen Potencial) y retrocesos (2004 y 2006 presentaron Mal Potencial). Actualmente la estación se encuentra en un nuevo episodio de retroceso. En la pasada campaña de 2011 el muestreo coincidió con los dragados y obras de instalación de los pantalanes de un puerto deportivo en Herrera. Posiblemente, en la presente campaña de 2012, aún persistan los efectos de dichos trabajos (en cierto grado).

Como ya se ha indicado anteriormente, se trata de una estación en proceso constante de recolonización como consecuencia de los frecuentes dragados llevados a cabo en la zona, por lo que es habitual encontrar avances y retrocesos.

Por último, la estación **E-OI20** presenta **Máximo Potencial Ecológico** (Figura 337), con una tendencia temporal positiva a partir de la campaña de 2003 hasta alcanzar la calificación de Máximo Potencial Ecológico en 2004, que se mantiene en las campañas posteriores. En el informe correspondiente a la pasada campaña de 2011 se indicaba que era importante mantener la vigilancia sobre la estación, ya que, desde la campaña de 2008, se observaba una ligera tendencia negativa en los valores de EQR (aunque aún no se había reflejado en una disminución de la calidad). En la presente campaña de 2012 se detecta una nueva recuperación, lo que parece indicar que la tendencia negativa no respondía a ninguna nueva presión, sino que se podía enmarcar dentro de la variabilidad natural del sistema. Sin embargo, será importante mantener la vigilancia.

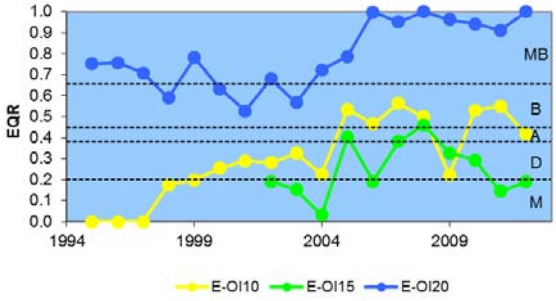


Figura 337 Evolución de M-AMBI para las estaciones de la masa de agua de transición del Oiartzun.

14.3.2 FAUNA ICTIOLÓGICA

Las últimas muestras de fauna demersal fueron recogidas durante la campaña de campo del 2010, por tanto, en el presente informe se re-analizan los datos obtenidos en dicha campaña, siguiendo la metodología expuesta en el Tomo 1 (en las masas de agua de Tipología III el análisis temporal se realiza en función de los peces, excluyendo los crustáceos).

En el Oiartzun existen datos de los años 2007 y 2004 correspondientes 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; 2008), datos del año 2001 analizados en el "Estudio de las comunidades de fauna demersal en los estuarios de Oiartzun y Bidasoa" (Franco *et al.*, 2002) y datos del año 1995 incluidos en el informe inédito "Estudio de la calidad biológica de los sedimentos de los estuarios interiores de los ríos Bidasoa, Oiartzun y Urumea" (Borja *et al*., 1996).

El número de taxones de peces registrados en 2010 fue de diez, ocho en 2007, cuatro en 2005, dos en 2004, cuatro en 2001 y seis en 1995. En 2010 ninguna especie presentaba una distribución por todo el estuario, mientras que entre 1995 y 2007 el número de especies distribuidos por todo el estuario fue, todos los años, el mismo: uno, *Pomatoschistus* sp. (cabuxino).

Se observa cómo los parámetros estructurales en la estación exterior (ABIE) en 2010 alcanzan valores inferiores a los alcanzados en 2007 y superiores a los alcanzados en 2004; en el tramo medio (ABIM) la riqueza y la diversidad alcanzan los valores máximos de toda la serie; y en la estación interna1 (ABII1) la riqueza se mantiene con un valor similar a 2007, el número de

individuos y la densidad alcanzan el valor más bajo de toda la serie, pero, sin embargo, la diversidad aumenta obteniendo el valor más alto de toda la serie. Mención especial merece la estación interna2 (ABII2), estación que hasta el 2010 mostraba valores de riqueza y abundancias mínimos así como un valor de diversidad nulo.

Por último, en cuanto a la diversidad, se observan tendencias positivas en todas las estaciones. Destaca el hecho de que la diversidad aumenta hacia el exterior del estuario.

La evaluación de la tendencia temporal y espacial de la calidad biológica se estima desde los datos obtenidos en 2004, que fue el primer año en que se muestreaba este estuario dentro de la Red de Calidad, junto con estudios similares para otras administraciones (Borja *et al*., 1996; Franco *et al*., 2002) de años anteriores, lo que permite establecer una comparación.

En la Tabla 275 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, AOII1 y AOII2, ambas internas).

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.

La riqueza alcanza un valor medio mínimo en la estación exterior y media y mínimo en el tramo interior1 e interior2. El valor del número de especies residentes alcanza un valor medio en la estación media e interior1) y mínimo en el resto. El valor de la presencia de peces planos es máximo en las estaciones exterior y media y mínimo en el tramo interior1 e interior2.

En cuanto a la composición trófica de peces demersales, existe una relación no equilibrada en la relación entre omnívoros y piscívoros en la estación media (valor porcentual 1:5) y una equilibrada, pero de valores mínimos, en el resto (valor porcentual 1:1).

Estación/año	AOIE			AOIM			AOII1			AOII2		
Parámetros	2004	2007	2010	2004	2007	2010	2004	2007	2010	2004	2007	2010
Riqueza	3	3	3	1	1	3	1	1	1	1	1	1
Esp. indicadoras contaminación	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Especies introducidas	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Salud piscícola	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Peces planos	3	3	5	3	5	5	1	3	1	1	1	1
Omnívoros	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Piscívoros	1	5	1	1	1	5	1	1	1	1	1	1
Especies residentes (nº)	3	1	1	1	1	3	1	1	3	1	1	1
Especies residentes (%)	1	5	1	1	1	3	1	1	1	1	1	3
PUNTUACIÓN	27	33	27	23	25	35	21	23	23	21	21	23
AFI	0,50	0,67	0,50	0,39	0,44	0,72	0,33	0,39	0,39	0,33	0,33	0,39
CALIDAD BIOLÓGICA	A	B	A	A	A	B	D	A	A	D	D	A

Tabla 275 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): ≥ 0,78; Bueno (B): 0,55-0,78; Aceptable (A): 0,34-0,55; Deficiente (D): 0,17-0,34; Malo (M): ≤ 0,17. AFI: AZTI's Fish Index.

De acuerdo a lo establecido por el Plan Hidrológico de la Demarcación Cantábrico Oriental, en las masas de agua muy modificadas (MAMM) los valores de los límites entre clases quedan definidos por el 85% del valor establecido en las aguas no modificadas. Así pues, los valores de los límites quedan como: Muy bueno: ≥ 0,663; Bueno: 0,4675 - <0,663; Aceptable: 0,289- <0,4675; Deficiente: 0,1445-<0,289; Malo (M): < 0,1445.

Tras la aplicación de dicho valores, obtenemos que el status obtenido en la estación exterior (AOIE) es de 'Bueno'.

En la estación media (AOIM) se da un diagnóstico de 'Muy Bueno', lo que indica una clara mejoría, alcanzando en 2010 el valor más alto de toda la serie.

En las dos estaciones internas se determina el estado de 'Aceptable'. La estación interna1 mantiene el mismo nivel casi todos los años (aceptable). Por último, la estación interior2 se recupera respecto a años anteriores y alcanza el valor más alto de toda la serie (aceptable).

La Figura 339 muestra la evolución de la calidad biológica en la masa de transición del Oiartzun entre los años 1995 y 2010. En 2010 se puede decir que la masa de agua alcanza un estado de **'Bueno'** (Figura 339). En general el diagnóstico ha sido de Aceptable a lo largo de toda la serie de datos, aunque los dos últimos muestreos presenta un valor superior al obtenido durante los noventa y principios del 2000.

La mejora de la calidad biológica de este estuario se debe principalmente a que, en verano del año 1996, el

vertido de 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, y, a partir de entonces, una clara tendencia de mejora.

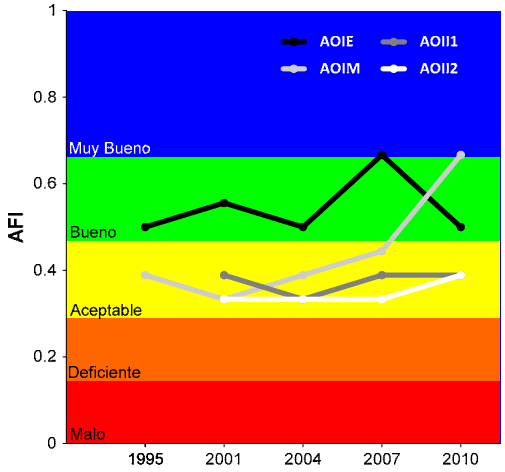


Figura 338 Valores de la calidad biológica obtenidos para cada estación entre los años 1995 y 2010. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: ≥ 0,663; Bueno: 0,4675 - <0,663; Aceptable: 0,289 - <0,4675; Deficiente: 0,1445-<0,289; Malo (M): < 0,1445. Tramo exterior (AOIE), medio (AOIM), interno1 (AOII1) e interno2 (AOII2). AFI: AZTI's Fish Index.

No obstante, en la zona de Herrera (estación interna2 (AOII2)) la calidad biológica sigue siendo baja debido, en parte, a los aportes de la regata Txingurri (desciende desde la zona de Altza) y la regata Trintxerpe (antigua regata que desciende desde la calle Pescadería y que se utiliza como colector).

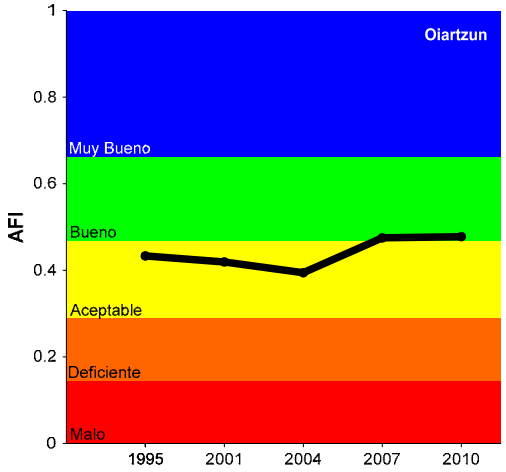


Figura 339 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenidos en el Oiartzun entre 1995 y 2010. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: ≥ 0,663; Bueno: 0,4675 - <0,663; Aceptable: 0,289 - <0,4675; Deficiente: 0,1445-<0,289; Malo (M): < 0,1445. AFI: AZTI's Fish Index.

14.3.3 VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO. FITOPLANCTON

Al igual que en anteriores informes, el fitoplancton en la masa de agua de transición del Oiartzun se evalúa con los datos de los últimos seis años, en base a dos métricas: el percentil 90 de la clorofila y el porcentaje de blooms. El estado global del fitoplancton se calcula promediando los EQRs de ambos indicadores (véase tomo de metodología).

En la Figura 340 se muestra el valor de la métrica calculada con los datos de clorofila "a" entre 2007 y 2012. Para este indicador, los umbrales que separan las clases de estado "Muy bueno" y "Bueno" difieren entre las aguas euhalinas (4,0 µg l^{-1}) y las aguas polihalinas (8,0 µg l^{-1}) de los estuarios del Cantábrico (Revilla *et al*., 2009b).

Como puede observarse en la Figura 340, en la estación E-OI10 (polihalina), el valor del indicador es 2,99 µg l^{-1} (n=48). Por lo tanto, el estado del fitoplancton en la cabecera del estuario se clasifica como "Muy bueno". En las estaciones euhalinas E-OI15 y E-OI20 el valor es 5,18 y 4,38 µg l^{-1} (n=48), respectivamente. Por lo tanto, en la dársena de la Herrera y en la zona media-exterior el estado se considera "Bueno" en base a la clorofila.

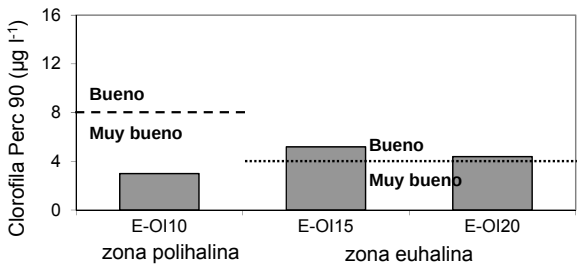


Figura 340 Percentil 90 de la concentración de clorofila en el estuario del Oiartzun. Los datos utilizados han sido los de superficie, pleamar y bajamar, de las cuatro épocas del año, desde 2007 hasta 2012.

En la Figura 341 se muestra el indicador basado en la abundancia fitoplanctónica (frecuencia de blooms). A la hora de establecer los umbrales que separan las clases de estado en este indicador no se tiene en cuenta la salinidad (Revilla *et al*., 2009b). En la estación E-OI10 la frecuencia es 41,7%, lo cual indica un estado "Aceptable". En las estaciones E-OI15 y E-OI20 la frecuencia es 75,0%, lo que corresponde a un estado "Deficiente" en ambas.

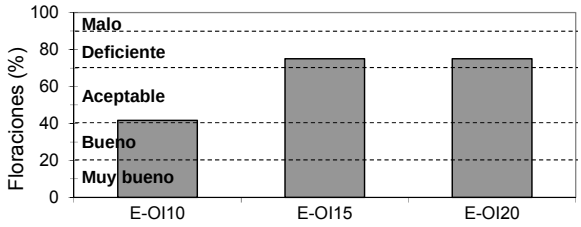


Figura 341 Frecuencia de floraciones fitoplanctónicas (%) en el estuario del Oiartzun. Los datos utilizados corresponden a superficie, pleamar, en primavera y verano, desde 2007 hasta 2012.

Hay que señalar que el estuario del Oiartzun se considera una masa de agua muy modificada debido a las alteraciones hidromorfológicas a que se ha visto sometido para la construcción del puerto, que ha eliminado casi la totalidad de las zonas intermareales.

Las modificaciones hidromorfológicas influyen evidentemente sobre el potencial ecológico de elementos como las macroalgas y angiospermas, pero no se conoce cómo pueden influir sobre el fitoplancton. Como hipótesis, cabe pensar que la eliminación de zonas intermareales y la profundización del cauce conducirían a un menor consumo por parte de los filtradores bentónicos, que podría llevar a un aumento de la abundancia y biomasa fitoplanctónicas. También, esas modificaciones hidromorfológicas podrían conducir a una estratificación más acentuada de la columna de agua, lo cual sería un obstáculo para que las aguas de superficie (de origen fluvial y ricas en nutrientes) se diluyeran con las de fondo (de carácter más marino y pobre). La estratificación, por lo tanto, fomentaría la producción fitoplanctónica en las aguas de superficie. Pero, también cabe pensar en tiempos de residencia del agua más cortos para la capa de superficie que, por lo tanto, favorecerían el transporte de las partículas (entre ellas el fitoplancton) hacia la costa e impedirían la acumulación de biomasa fitoplanctónica en el estuario.

Por lo tanto, de forma cautelar y ante la falta de evidencia de una relación entre el aumento del fitoplancton y las alteraciones hidromorfológicas en los estuarios, el potencial ecológico del fitoplancton se evalúa aquí de forma similar al estado ecológico.

Tras realizar la integración de los dos indicadores, como se indica en la Tabla 276, el estado del fitoplancton para el periodo 2007-2012 en el estuario del Oiartzun varía dependiendo de la zona. Así, se clasifica como "Bueno" en la cabecera (E-OI10) y "Aceptable" en la dársena de la Herrera (E-OI15) y en la zona media-exterior (E-OI20).

ESTACIÓN	EQR_1 Biomasa	EQR_2 Floraciones	Estado y EQR Global
E-OI10	1,000	0,400	Bueno (0,700)
E-OI15	0,515	0,223	Aceptable (0,369)
E-OI20	0,610	0,223	Aceptable (0,416)

Tabla 276 Estuario del Oiartzun. Calificación del estado del fitoplancton para cada estación de muestreo durante el periodo 2007-2012. Se muestran los EQRs parciales de cada indicador y el EQR global.

Finalmente, en la Tabla 277 se muestra la evolución del estado del fitoplancton a lo largo de periodos móviles de seis años. Actualmente el **estado del fitoplancton** en la masa de agua de transición del **Oiartzun** se clasifica como **"Bueno"**. No obstante, el EQR presenta una tendencia de descenso. Hay que tener en cuenta que la estación E-OI15, donde los vertidos de aguas residuales urbanas son bastante frecuentes, y la estación situada aguas abajo (E-OI20) aunque no presenten concentraciones de clorofila demasiado elevadas, sí lo es la abundancia celular y la frecuencia de floraciones en primavera y verano. Esta aparente contradicción puede explicarse por la composición taxonómica típica del fitoplancton en este estuario, donde predominan especies de tamaño celular muy pequeño (≤10 µm).

	03-08	04-09	05-10	06-11	07-12
Oiartzun	MB (0,791)	B (0,727)	B (0,751)	B (0,622)	B (0,545)
E-OI10	MB	MB	MB	MB	B
E-OI15	B	A	A	A	A
E-OI20	B	B	B	B	A

Tabla 277 Evolución temporal del estado del fitoplancton en el estuario del Oiartzun, a lo largo de periodos móviles de seis años. Se indica entre paréntesis la evolución del EQR del 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. En 2012, la salinidad varió entre 23,6 y 35,7 USP y la clorofila entre 0,3 y 7,1 µg l^{-1} (Figura 342). Durante la mayor parte del año la salinidad indicó el carácter euhalino de este estuario. Así, salvo en algunas muestras de invierno, siempre se midieron valores ≥30 USP.

En invierno y en otoño la concentración de clorofila se mantuvo en valores muy bajos (<1 µg l^{-1}) a lo largo de todo el estuario (Figura 342). Las concentraciones más altas se registraron en primavera y verano en la estación E-OI15 (dársena Herrera), con valores entre 4 y 6 µg l^{-1}. También se observaron picos secundarios, en las mismas épocas, en la estación E-OI20 (zona media-exterior) y en la estación E-OI10 (cabecera). En comparación con el resto de los estuarios de tipo 10

(submareales) y para aguas de similar salinidad (euhalinas), el Oiartzun mostró concentraciones en primavera superiores a las del Bidasoa, pero del mismo orden que las observadas en el Nerbioi Exterior. En verano, el Oiartzun mostró los valores más altos de clorofila (~4 µg l^{-1}).

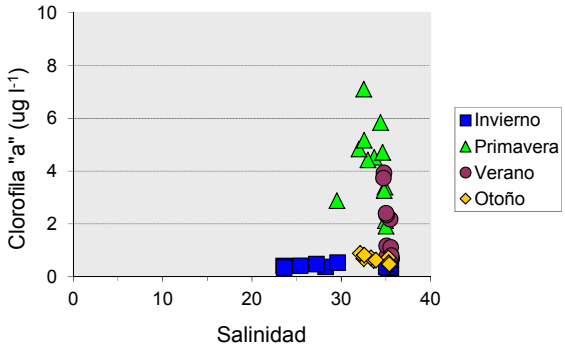


Figura 342 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino del estuario del Oiartzun en las cuatro épocas de estudio durante 2012. Los datos son de superficie y fondo, en pleamar y bajamar.

El estuario del Oiartzun tiene zonas profundas, con un volumen de agua elevado. En este tipo de bahías el tiempo de residencia del agua es de semanas o meses, lo cual beneficia la acumulación de partículas, entre ellas el fitoplancton. Considerando únicamente la influencia de la marea astronómica (como aproximación para situaciones de bajo caudal), el tiempo de residencia calculado mediante modelización en la estación E-OI15 es de 73 días, en la estación E-OI20 de 2 días y en la estación E-OI10 de 22 días (Belzunce *et al*., 2010).

En cuanto a las cargas de nutrientes de origen antrópico, las concentraciones de amonio y fosfato indican frecuentes vertidos de aguas residuales urbanas en la estación E-OI15 (dársena Herrera) durante 2012. Así, en el 75% de las muestras de superficie el amonio se encontró en niveles característicos de mal estado físico-químico, y el fosfato en el 50%. Dado que en las épocas de baja descarga fluvial la renovación del agua es muy lenta y además, el estuario recibe una carga de nutrientes muy elevada en la dársena de la Herrera (que también influye en la zona situada aguas abajo, E-OI20) se puede afirmar que la presión antrópica sobre el fitoplancton es muy alta en dicha dársena y en la zona media-exterior del estuario.

La evolución temporal de la clorofila en el estuario del Oiartzun se muestra en la Figura 343. En la estación de cabecera (E-OI10, polihalina), el percentil 90 aumentó ligeramente desde el comienzo de la serie en 1995, hasta mediados de la década del 2000 (de 1,6 a 3,5 µg l^{-1}). Esta tendencia puede que responda al desvío de los vertidos que recibía el estuario en cabecera a la zona costera exterior (cala Murgita), en 1996. Hay que tener en cuenta que la eliminación de los vertidos podría haber mejorado las condiciones de luz en la columna de agua (al retirar sólidos en suspensión) y que ello sería un estímulo para el fitoplancton. Posteriormente, se observa una leve disminución del percentil 90 la clorofila y actualmente una estabilización en valores cercanos a 3 µg l^{-1}.

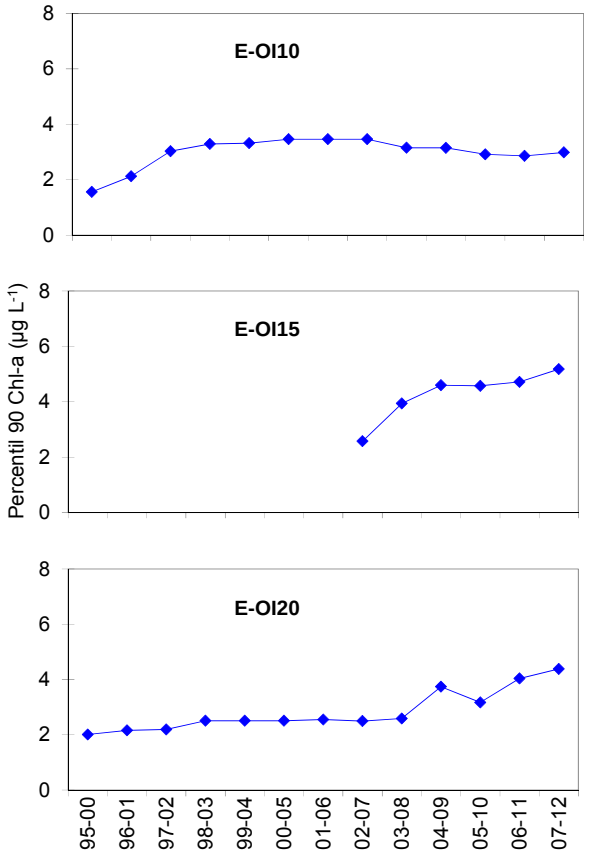


Figura 343 Evolución de la concentración de clorofila en el estuario del Oiartzun. Se muestra el percentil 90 calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, para periodos móviles de seis años.

Respecto a la tendencia en la zona euhalina del estuario (Figura 343), el percentil aumentó de 2,6 a 5,2 µg l^{-1} en la estación E-OI15 durante los periodos en los que se dispone de información (desde 2002 hasta la actualidad). Asimismo, en el mismo periodo, en la estación E-OI20 se aprecia un ascenso, desde 2,0 µg l^{-1} al comienzo de la serie, hasta 4,4 µg l^{-1} en el momento actual.

Por lo tanto, durante la última década el percentil 90 de la clorofila aumenta de forma progresiva en la zona euhalina, que es la que está sometida a una alta presión de nutrientes. Sin embargo, esta tendencia no se observa en la cabecera del estuario (Figura 343).

En el resto de los estuarios del País Vasco, en aguas polihalinas el percentil 90 de la clorofila normalmente no

supera los 8 µg l^{-1}, mientras que en aguas euhalinas suele encontrarse por debajo de 4 µg l^{-1}. Por lo tanto, la clorofila en el estuario del Oiartzun se considera dentro del rango normal en la estación E-OI10, pero es elevada en las estaciones E-OI15 y E-OI20.

Por otra parte, en otros estuarios del País Vasco se han observado oscilaciones en la concentración de clorofila de las zonas exteriores (con mayor influencia marina) a lo largo de los últimos 10-15 años. Como ya se ha comentado en otros capítulos, dichas oscilaciones en la biomasa fitoplanctónica podrían estar en parte asociadas a cambios en las condiciones océano-meteorológicas a escala espacial más amplia (factores como: insolación, turbiedad, aporte de nutrientes mediado por la pluviosidad y el caudal fluvial, estratificación frente a mezcla vertical, balance entre afloramiento y hundimiento, etc.). Estos procesos naturales se ha visto que tienen una influencia importante sobre la clorofila en la plataforma costera del País Vasco (Revilla et al., 2012).

COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DEL FITOPLANCTON

Para las variables que describen la comunidad fitoplanctónica (Tabla 278), la estación de la cabecera (E-OI10) se muestreó únicamente en primavera y en verano. Las estaciones E-OI15 y E-OI20 se muestrearon en las cuatro épocas del año, al estar menos influidas por la turbiedad y los arrastres fluviales.

Estación	E-OI10	E-OI15	E-OI20
Fecha		27/01/2012	27/01/2012
Abund. (x10^3 céls. l^{-1})		101	27
Diversidad (bit/cel)		1,7	1,9
Riqueza (Nº especies)		4	4
Estación	E-OI10	E-OI15	E-OI20
Fecha	15/05/2012	15/05/2012	15/05/2012
Abund. (x10^3 céls. l^{-1})	29.498	53.075	61.917
Diversidad (bit/cel)	1,5	1,3	1,2
Riqueza (Nº especies)	29	24	33
Estación	E-OI10	E-OI15	E-OI20
Fecha	06/09/2012	06/09/2012	06/09/2012
Abund. (x10^3 céls. l^{-1})	6.731	345	1.708
Diversidad (bit/cel)	3,2	3,1	3,0
Riqueza (Nº especies)	34	19	29
Estación	E-OI10	E-OI15	E-OI20
Fecha		05/11/2012	05/11/2012
Abund. (x10^3 céls. l^{-1})		116	108
Diversidad (bit/cel)		2,4	1,8
Riqueza (Nº especies)		18	10

Tabla 278 Índices relacionados con Fitoplancton. Estuario del Oiartzun. Los datos son de superficie, en pleamar.

La abundancia celular y el número de especies variaron en un rango muy amplio. En invierno y otoño, la abundancia total del fitoplancton fue <150.000 células l^{-1} y la riqueza varió entre 4 y 18. En primavera y verano la abundancia alcanzó valores del orden de 10^6 y 10^7 células l^{-1}, y el número de especies varió entre 19 y 34.

En invierno los taxones que presentaron mayor abundancia fueron formas de pequeño tamaño, que no pudieron ser identificadas. Las diatomeas fueron en su mayoría pennales.

En otoño, junto a criptofitas y pequeñas formas sin identificar, se encontraron diatomeas pennales y otras de diferentes géneros. No obstante, las diatomeas sólo contribuyeron con el 20% a la abundancia total.

En primavera, la comunidad fue radicalmente diferente. En los tres puntos se encontraron blooms de diatomeas del género *Chaetoceros*, junto con abundantes pequeñas diatomeas centrales (15 µm) y otras como *Pseudo-nitzschia* spp. y *Thalassiosira* spp. Además, en la cabecera (E-OI10) se encontró también una criptofita (*Teleaulax amphioxeia*) en densidad muy elevada ($2{,}6 \cdot 10^6$ células l^{-1}). En la dársena de La Herrera (E-OI15) unas pequeñas formas sin identificar mostraron $1{,}3 \cdot 10^6$ células l^{-1}. En todo caso, las diatomeas dominaron la comunidad con una contribución ≥ 90% de la abundancia celular en las tres estaciones de muestreo.

En verano las tres estaciones de muestreo se diferenciaron entre sí. En la cabecera del estuario (E-OI10) hubo un bloom de pequeñas diatomeas centrales y formas sin identificar (<10 µm). El grupo de las diatomeas mostró además una composición muy diversa, con abundantes células del género *Chaetoceros*, la especie potencialmente tóxica *Pseudo-nitzschia* galaxiae (225.000 células l^{-1}), *Skeletonema* spp., *Leptocylindrus danicus* y pequeñas pennales. Las diatomeas constituyeron el 80% de la abundancia en esta estación.

Por el contario, en la estación E-OI15 la comunidad en verano mostró una menor abundancia y diversidad, con ausencia de blooms. La comunidad en esta zona fue de carácter mixto, con un 40% contribuido por diatomeas, un 12% por dinoflagelados y un 46% por pequeñas formas flageladas.

En la zona inferior (E-OI20) en la muestra de verano no se detectaron blooms de taxones por individual. En la comunidad dominaron las haptofitas (primnesiofíceas sin identificar), las criptofitas (*Teleaulax* spp. y *Plagioselmis* spp.), las clorofitas (prasinofíceas) y unas pequeñas formas que no fue posible identificar.

14.3.4 VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO. MACROALGAS

Para su estudio la masa de agua se dividió en 5 zonas tanto en 2004, como en 2007 y 2010, numeradas del 1 al 5 desde la desembocadura al interior. Estas 5 zonas representan tres tramos del estuario, que se pueden adscribir a las estaciones E-OI20 (zona 1), E-OI15 (zonas 2 y 3) y E-OI10 (zonas 4 y 5), desde la desembocadura al interior.

En la Tabla 279 se observan los resultados obtenidos de aplicar el método explicado en el Tomo 1 del informe correspondiente a la campaña de 2003 (Borja *et al.*, 2004d) para la masa de agua en las tres campañas arriba indicadas. La calificación obtenida en 2010 fue de **'Buen Estado'** para el global de la masa de agua, mejorando respecto a las pasadas campañas de 2004 y 2007, cuando seobtuvo una calificación de 'Estado Deficiente'.

Esta mejora se debe a una mejora de los tramos exterior (pasa de 'Buen Estado' en 2004 a 'Estado Deficiente' en 2007, para pasar a 'Muy Buen Estado' en 2010) e interior (pasa de 'Estado Deficiente' en 2004 y 2007, a 'Estado Aceptable' en 2010). Estas mejoras se debieron, básicamente, a una mayor riqueza y cobertura de especies no indicadoras de contaminación y a un menor ratio de algas verdes respecto a la cobertura vegetal total en el tramo exterior (también en el tramo medio, aunque la mejora no fue suficiente como para cambiar la calificación), y a una mayor cobertura de algas no indicadoras y un menor ratio de algas verdes respecto a la cobertura vegetal total en el tramo interior.

Por tanto, 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, pasó de 'Estado Aceptable' en 2004 y 2007, a **'Buen Estado'** en la presente campaña de 2010.

	E-OI20	E-OI15	E-OI10	GLOBAL
2004	B	A	D	D
2007	A	A	D	D
2010	MB	A	A	B

Tabla 279 Calificación obtenida para cada uno de los tramos en que se divide la masa de agua (M-EOI1 se adscribe a E-OI20; M-EOI2 y M-EOI3 se adscriben a E-OI15; M-EOI 4 y M-EOI5, se adscriben a E-OI10) y para el global de la misma, en cada una de las campañas muestreadas (D=Estado Deficiente; A=Estado Aceptable; B=Buen Estado; MB=Muy Buen Estado).

14.4 INDICADORES FISICOQUÍMICOS

14.4.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA EN AGUAS

CONSIDERACIONES GENERALES

La incorporación de la estación E-OI15 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 280 se muestran los datos medios anuales, correspondientes a las campañas de 2012, de las variables hidrográficas analizadas en superficie y fondo en el estuario del Oiartzun, y de las variables relacionadas con el estado trófico (únicamente en superficie).

En el 2012, la temperatura media oscila entre 17º C y 19,3º 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 2012, 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.

Variable	Unidad	E-OI10-S	E-OI10-F	E-OI15-S	E-OI15-F	E-OI20-S	E-OI20-F
Temperatura	°C	19,26	17,23	18,00	17,47	19,01	17,05
Salinidad	USP	31,28	35,35	31,18	35,13	32,44	35,39
Agua fluvial	%	12,15	0,70	12,43	1,32	8,88	0,60
Saturación O_2	%	95,32	90,06	83,68	68,04	96,41	95,36
pH		8,14	8,16	8,10	8,06	8,18	8,23
Silicato	$\mu mol.dm^{-3}$	57,44		21,13		37,40	
Amonio	$\mu mol.dm^{-3}$	13,10		40,62		13,72	
Nitrito	$\mu mol.dm^{-3}$	0,69		1,44		0,73	
Nitrato	$\mu mol.dm^{-3}$	47,05		30,28		34,07	
Nitrógeno Total	$\mu mol.dm^{-3}$	95,69		132,35		85,11	
Fosfato	$\mu mol.dm^{-3}$	1,37		2,60		1,38	
Fósforo Total	$\mu mol.dm^{-3}$	2,58		4,37		2,33	
Carbono O. Total	$\mu mol.dm^{-3}$	148,19		218,33		142,71	

Tabla 280 Estuario del Oiartzun. Valores medios de variables relacionadas con el estado trófico y presencia de agua de origen fluvial. F: fondo, S: superficie.

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.

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 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 el 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 correspondientes a las estaciones E-OI10 y E-OI20 reflejan una tendencia estable de concentración de fosfatos y NID en los años más recientes (Figura 344) media del estuario y caracterizada por una baja tasa de renovación de las aguas, presenta una tendencia ascendente de NID y concentración de fosfatos hasta otoño de 2007, probablemente debido a los aportes procedentes de la regata Txingurri (Figura 344). A partir de 2008, la estación E-OI15 exhibe valores similares a los registrados en el periodo 2002-2006.

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.

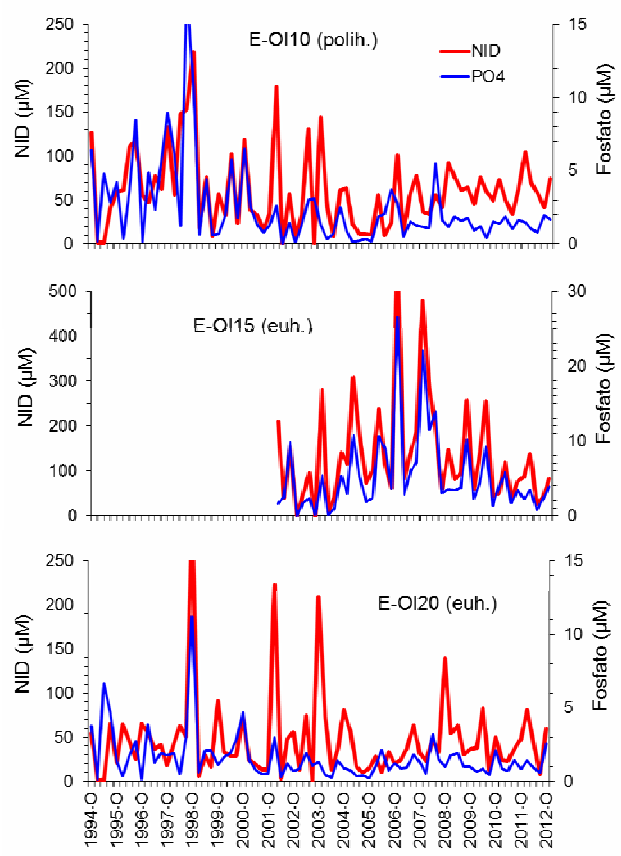


Figura 344 Evolución trimestral, entre otoño de 1994 y otoño de 2012, de la concentración de Nitrógeno Inorgánico Disuelto (NID) y fosfato, ambos en micromoles por litro, en aguas de superficie (media de pleamar y bajamar), en las estaciones E-OI10, E-OI15 y E-OI20.

En la Figura 345 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 de oxígeno disuelto. 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 345, 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 un descenso en la concentración de oxígeno disuelto desde que se incorporó esta estación al estudio hasta el año 2007. Posteriormente, a partir de 2008 empiezan a ascender los valores del porcentaje de saturación del oxígeno hasta sobrepasar el límite de 60%, con excepciones (Figura 345).

Con esta salvedad, las tendencias de mejoría han sido también observadas en otros trabajos (Franco *et al.*, 2003; Muxika *et al.*, 2012) 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.

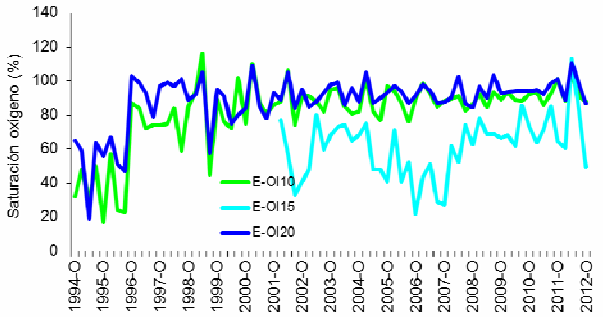


Figura 345 Evolución temporal del porcentaje de saturación de oxígeno disuelto en el estuario del Urumea (estaciones E-UR5 y E-UR10), media de pleamar y bajamar, superficie y fondo.

METALES DISUELTOS

Las concentraciones de cromo (trivalente) y mercurio en las aguas de superficie de las estaciones del estuario del Oiartzun (excepto en el mes de mayo con un máximo de cromo de 9 $\mu g \cdot l^{-1}$), se mantienen por debajo de su límite de cuantificación (1-2 $\mu g \cdot l^{-1}$ y 0,01 $\mu g \cdot l^{-1}$, respectivamente).

En la Figura 346 se muestra la evolución de la concentración media del resto de los metales para el periodo comprendido entre otoño de 1994 y verano de 2012. 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 346, en las campañas más recientes, para algunos metales como níquel, zinc, cadmio y plomo se observa una disminución de los valores promedio anuales. En el caso del cobre, en

las tres estaciones de estudio, y de forma especial en la estación E-OI15, se observa una disminución de los valores promedio anuales.

Por el contrario, en el caso del manganeso se aprecia un ligero aumento de la concentración media anual en la estación E-OI10.

Cabe destacar que ningún metal supera su objetivo de calidad correspondiente (NMA-MA) en ninguna de las estaciones de estudio.

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 vertidos contaminados y persisten algunas áreas degradas (Borja et al., en prensa b). La concentración de metales en el río (datos proporcionados por la Agencia Vasca del Agua) y las concentraciones de metales disueltos (Mn, Fe, Ni y Zn) en el estuario, se muestran en la Figura 347. Este año se observa un ligero descenso de la concentración del níquel y del manganeso en el río, que en el caso del manganeso contrasta con un ligero aumento de la concentración en el punto más interno del estuario E-OI10. En el caso del hierro y del zinc se ha dado un aumento de la concentración en el río, mientras que la concentración de los puntos del estuario se mantiene sin variación respecto los años anteriores. Esta mejora 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, 2009c; Uriarte y Borja, 2009).

Se ha estudiado la evolución de la concentración de mercurio, cadmio, níquel y plomo durante todos los meses del año 2012 en la estación E-OI15 que corresponde a la masa de agua de la transición del Oiartzun. En el caso del mercurio, las concentraciones mensuales están por debajo del límite de detección (0,01 $\mu g \cdot l^{-1}$).

En la Figura 348 se puede observar la evolución mensual del año 2012 en la estación descrita anteriormente. En el caso del cadmio, el valor mensual más alto se observa en agosto.

En el caso del plomo y del níquel en ningún mes de la campaña de 2012 se supera el objetivo de calidad correspondiente (7,2 $\mu g \cdot l^{-1}$ y 20 $\mu g \cdot l^{-1}$, respectivamente).

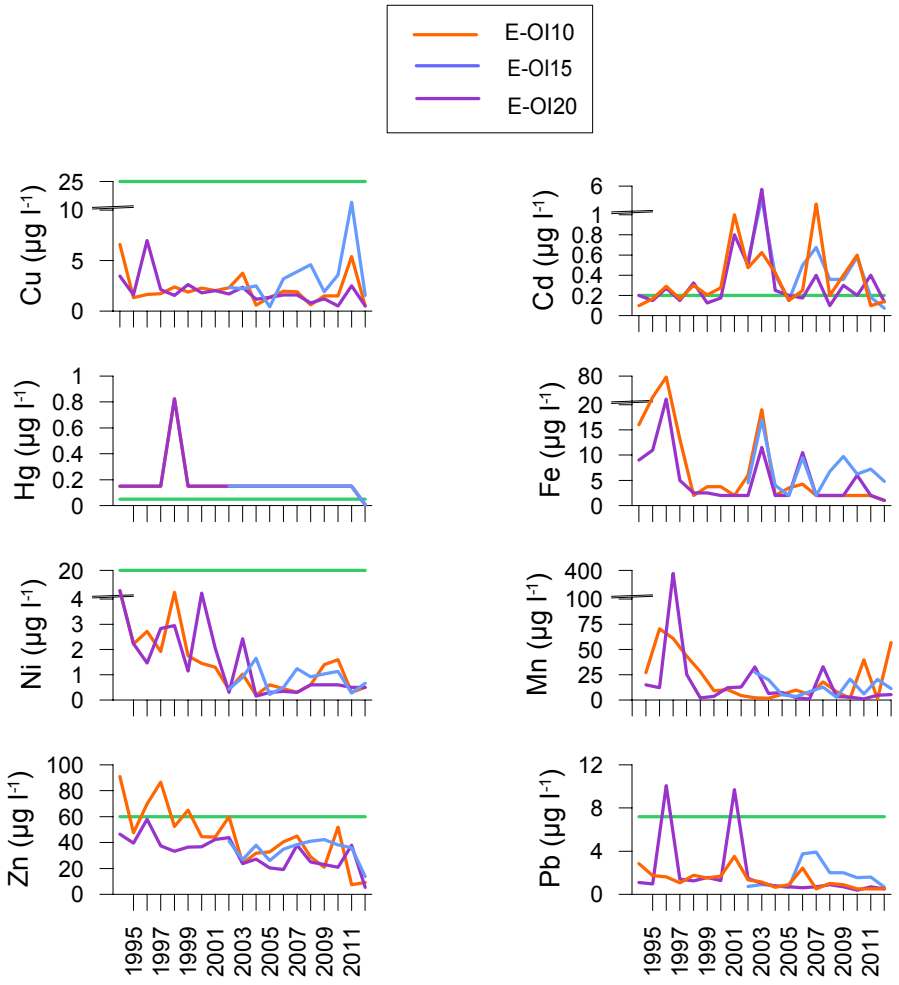


Figura 346 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en las estaciones del Oiartzun en el periodo que abarca desde 1994 a 2012. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

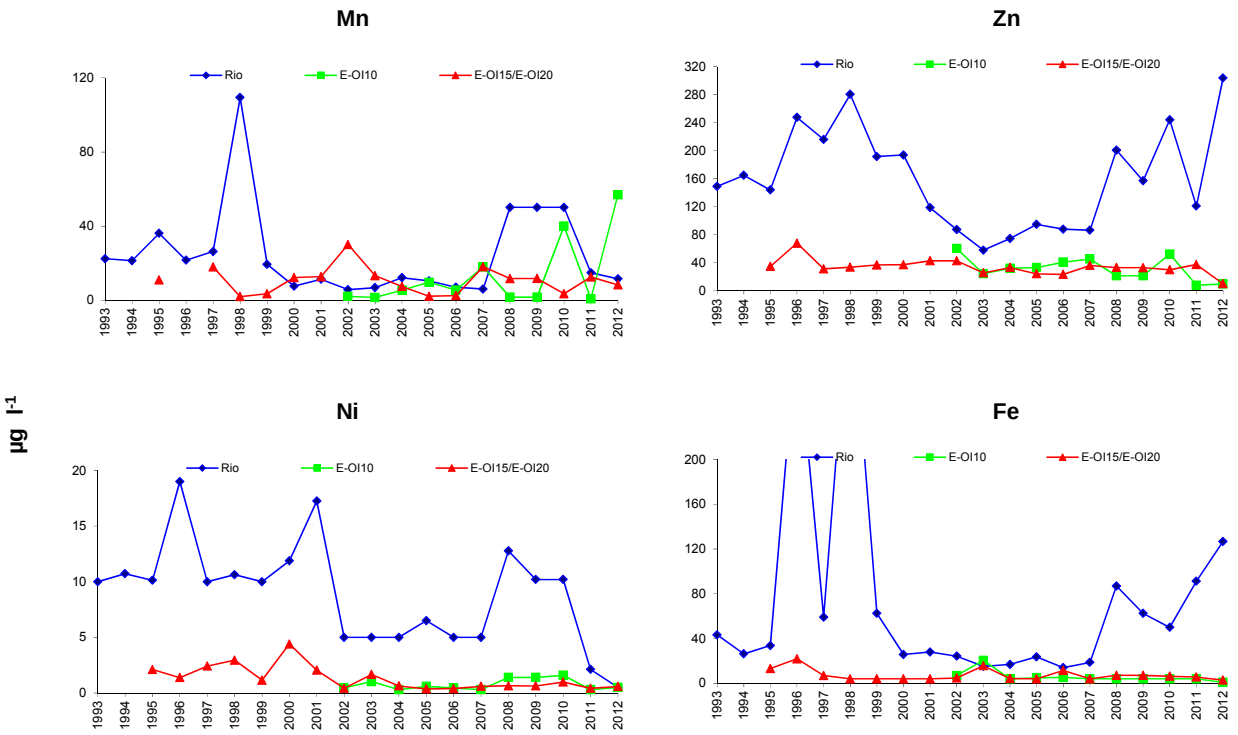


Figura 347 Comparación de la concentración media anual para Ni, Fe, Mn y Zn en aguas de los tramos polihalino y euhalino del estuario del Oiartzun y una estación del río Oiartzun. Los datos de los ríos han sido proporcionados por la Agencia Vasca del Agua.

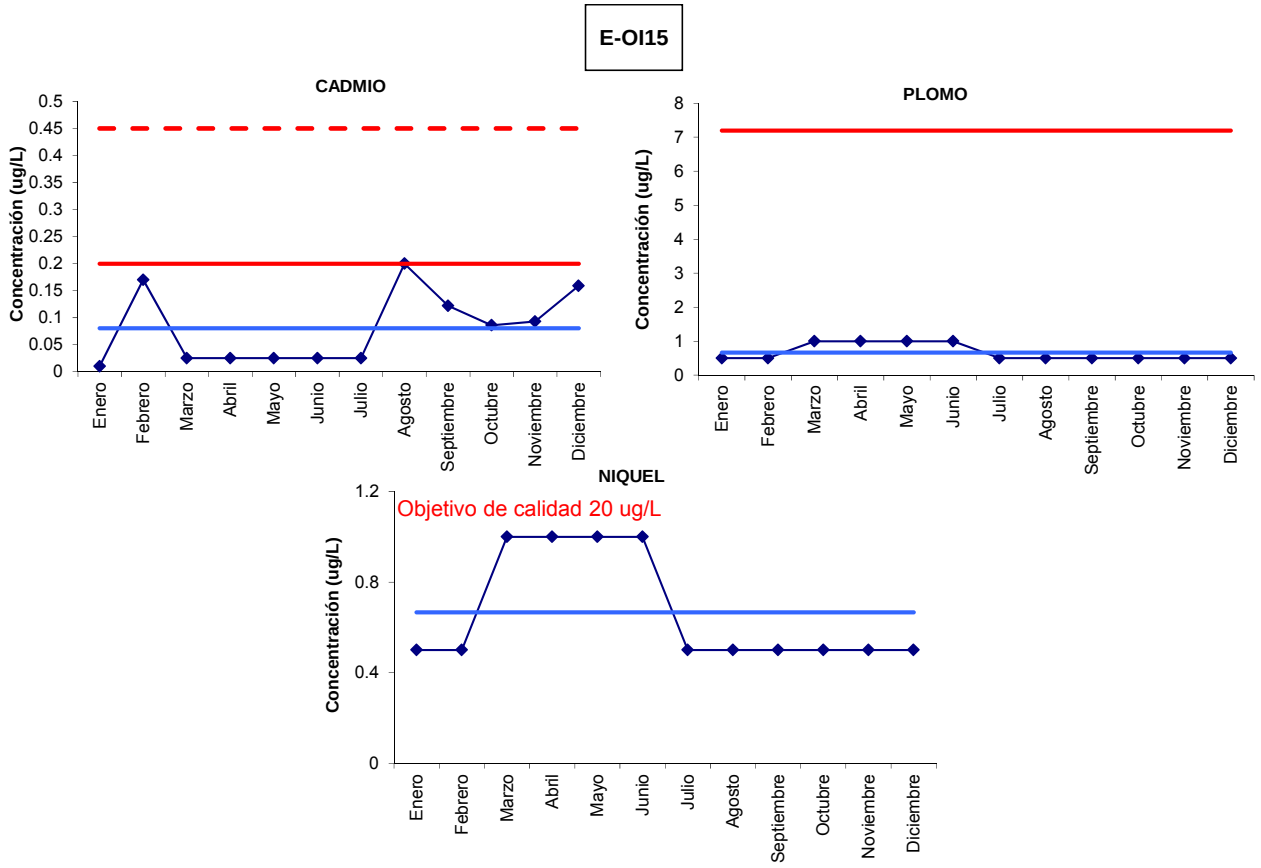


Figura 348 Evolución mensual del 2012 de la estación E-OI15 para el cadmio, plomo y níquel. Donde la línea roja indica el objetivo de calidad para cada metal (NMA-MA), la línea roja discontinua indica el objetivo de calidad para el cadmio (NCA-CMA) y la azul la media anual de los datos obtenidos.

CONTAMINANTES ORGÁNICOS Y OTROS CONTAMINANTES ESPECÍFICOS

En la campaña de 2012, las concentraciones de los compuestos orgánicos analizados se encuentran por debajo de sus respectivos límites de cuantificación, excepto en el caso del Benzo (g,h,i) perileno e Indeno(1,2,3-cd)pireno en la estación E-OI15 en el mes de enero.

14.4.2 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS

PARÁMETROS SEDIMENTOLÓGICOS DE CARÁCTER GENERAL

En la Tabla 281 se recogen los resultados de los análisis realizados en la campaña de invierno de 2012.

Además en la Figura 349 y en la Figura 350 se representa la evolución temporal de la composición granulométrica, el potencial redox, el contenido en materia orgánica y contenido en carbono y nitrógeno orgánico particulado de las tres estaciones de estudio.

En relación a la variabilidad espacial, en la presente campaña, la estación interior E-OI15 (dársena de Trintxerpe) muestra un sedimento predominantemente limoso, con valores de potencial redox más negativos y un alto contenido en materia orgánica. La estación interior E-OI10 (dársena de Lezo), presenta un sedimento limoso-arenoso con elevado contenido en materia orgánica y valores positivos de potencial redox. Por el contrario, la estación E-OI20 (zona media del estuario) muestra un sedimento con un mayor contenido en arenas y menor contenido en materia orgánica.

En cuanto a la evolución temporal, en las campañas más recientes, en las tres estaciones se observa una tendencia descendente discontinua del contenido en materia orgánica. Para el resto de parámetros sedimentológicos no se aprecia ningún patrón temporal en ninguna de las tres estaciones de estudio.

Estación	Grava (%)	Arena (%)	Limo (%)	M.O. (%)	Eh (mV)	C.O.P. (mol kg^{-1})	N.O.P. (mol kg^{-1})	C/N (mol/mol)
E-OI10	0,00	31,09	68,91	8,76	60	3,13	0,18	17,1
E-OI15	0,00	16,47	83,53	7,46	-133	5,71	0,19	30,0
E-OI20	2,55	53,02	44,43	3,44	-29	4,66	0,13	34,7

Tabla 281 Parámetros sedimentológicos correspondientes a los muestreos de invierno de 2012. Grava > 2 mm > Arena > 63 µm > Limo; M.O.: materia orgánica; Eh: potencial redox; C.O.P. carbono orgánico particulado; N.O.P.: nitrógeno orgánico particulado; C / N: relación carbono / nitrógeno).

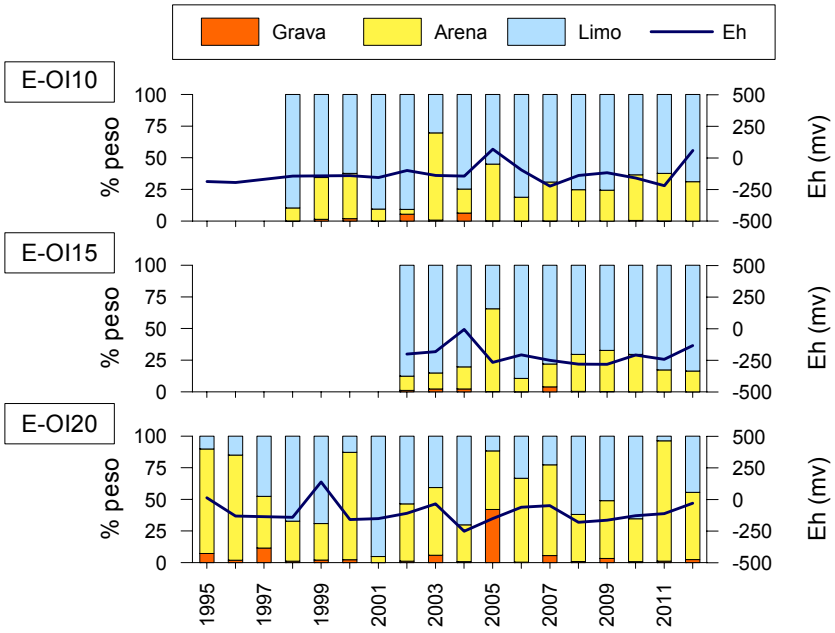


Figura 349 Evolución temporal del potencial redox (Eh) y las fracciones granulométricas (grava, arena y limo) en los sedimentos superficiales (muestreos de invierno).

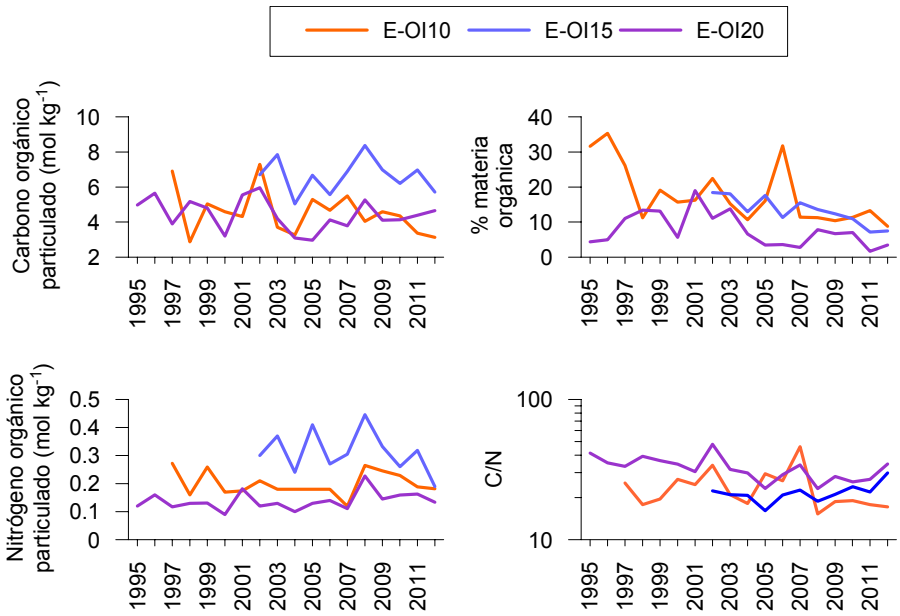


Figura 350 Evolución temporal del contenido en materia orgánica, carbono orgánico particulado y relación carbono/nitrógeno en los sedimentos superficiales (muestreos de invierno).

METALES PESADOS

En la Tabla 282 se recogen las concentraciones de metales pesados analizados en la campaña de invierno de 2012.

La Figura 351 muestra la evolución temporal para cada uno de los metales en la estación E-OI20 desde 1995, la estación E-OI15 desde 1998 y la estación E-OI10 desde 2002.

Tan sólo el Ni, Cr (excepto E-OI20), Fe y Mn (excepto E-OI10) presentan, en las campañas más recientes, valores dentro del nivel de fondo. En general, no se aprecían patrones temporales definidos para ningún metal.

Por otro lado, en la Figura 352 se representa la concentración de metales (corregidos por el contenido en finos de los sedimentos), durante los últimos tres años (2010, 2011 y 2012) con el objetivo de conocer el posible efecto adverso sobre la biota asociado a la presencia de dichos metales. De esta manera, durante la última campaña, todos los metales superan el valor TEL en las tres estaciones. En la estación de la zona media del estuario (E-OI20) el Cu, Pb, Zn y Hg superan el valor PEL. En la estación E-OI15 (dársena de Trintxerpe) el Cr, Cu, Ni, Pb y Zn superan el valor PEL. En la estación E-OI10 (dársena de Lezo) el Ni, Pb y Zn superan además el valor PEL. Esta situación supone un elevado riesgo de efectos negativos sobre la biota debido a la presencia de dichos metales.

Estación	Cd (µg g^{-1})	Cr (µg g^{-1})	Cu (µg g^{-1})	Fe (µg g^{-1})	Hg (µg g^{-1})	Mn (µg g^{-1})	Ni (µg g^{-1})	Pb (µg g^{-1})	Zn (µg g^{-1})
E-OI10	0,85	48	66	50138	0,39	691	42	287	1123
E-OI15	0,98	48	131	26846	0,49	380	40	122	501
E-OI20	0,70	87	132	29600	1,34	475	41	219	614
Media	0,84	61,2	109,9	35528	0,74	515	41,0	209,6	746,1
Desv. est.	0,14	22,5	37,7	12728	0,53	159	1,0	82,8	330,9

Tabla 282 Concentración de metales pesados en la fracción fina de los sedimentos en la campaña de invierno de 2012.

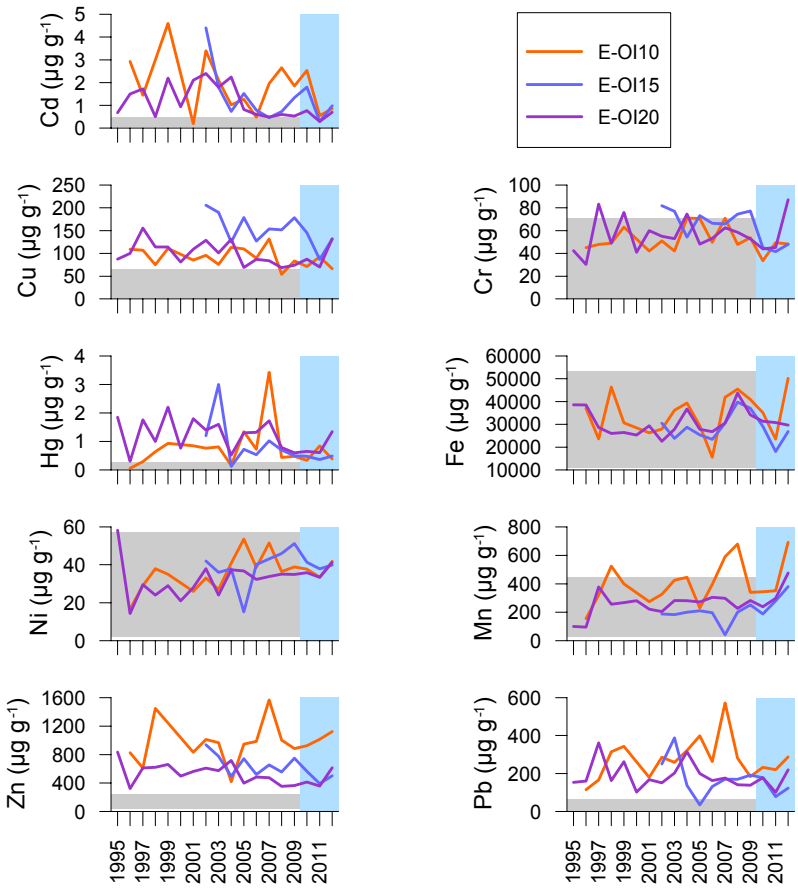


Figura 351 Evolución temporal de la concentración de metales en la fracción fina del sedimento superficial. La franja gris representa el nivel de fondo para cada uno de los metales.

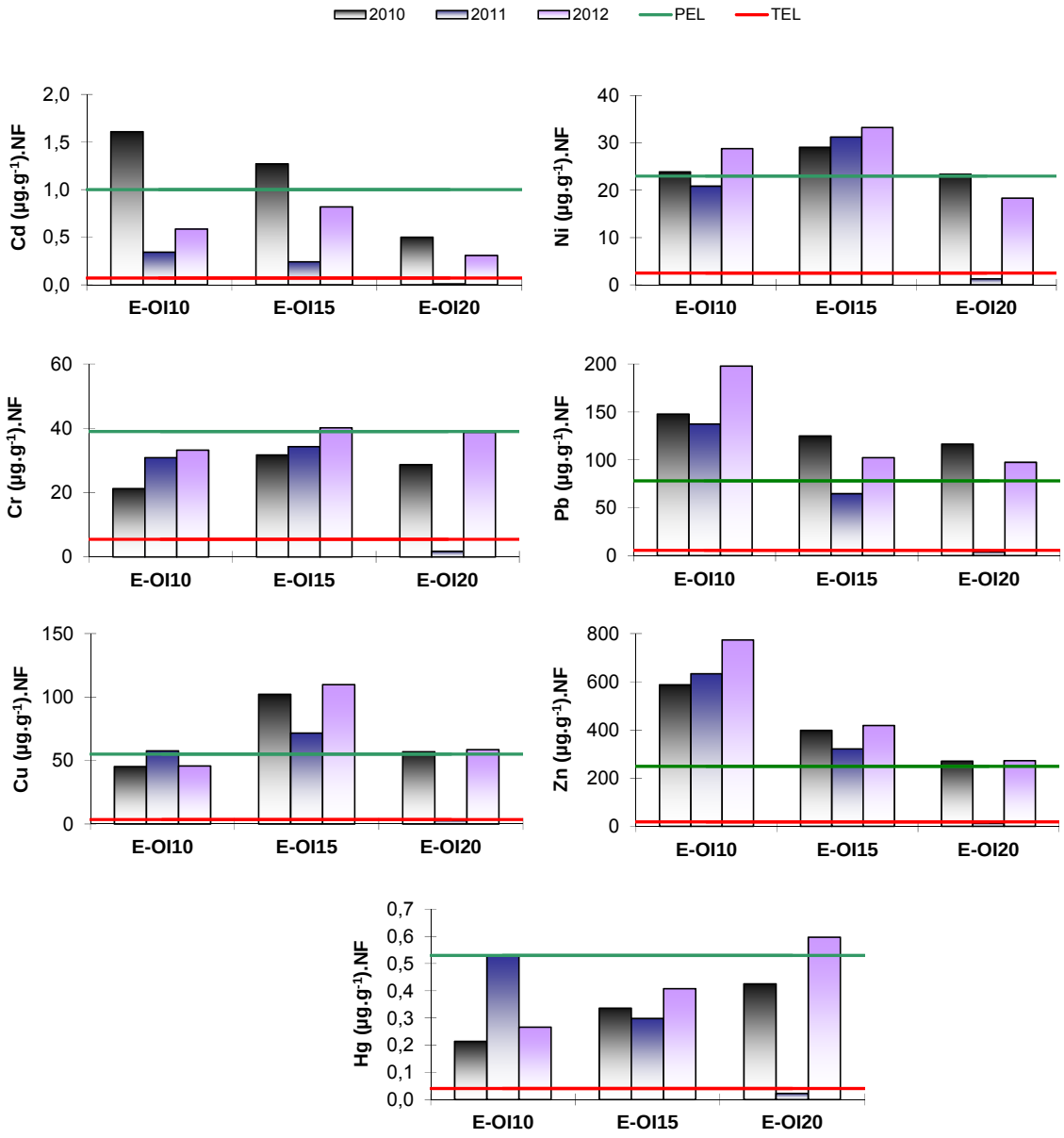


Figura 352 Evaluación temporal de la concentración de metales del sedimento de las estaciones del Oiartzun, durante los últimos tres años (muestreos de invierno). PEL (Probable Effect Level): concentración con efecto negativo probable en la biota; TEL (Threshold Effect Level): concentración por debajo de la cual no se esperan efectos sobre la biota. Nótese que las concentraciones están corregidas por la fracción fina (NF).

COMPUESTOS ORGÁNICOS

En la Tabla 283 se recogen las concentraciones de compuestos orgánicos analizados en la campaña de invierno de 2012, en las tres estaciones de estudio. En la Figura 353 se representa la evolución temporal en la concentración de contaminantes orgánicos analizados en en la estación E-OI20 desde 1995, la estación E-OI15 desde 1998 y la estación E-OI10 desde 2002.

En la última campaña, aldrin y dieldrin, muestran concentraciones cercanas o inferiores al límite de determinación analítico.

PAHs y PCBs se mantienen de forma continúa por encima del límite de cuantificación analítico. Además, en la última campaña, en la estación E-OI15 y E-OI20, los PCBs superan el objetivo de calidad (180 $ng.g^{-1}$), situación que puede suponer efectos biológicos adversos debido a la presencia de dichos contaminantes.

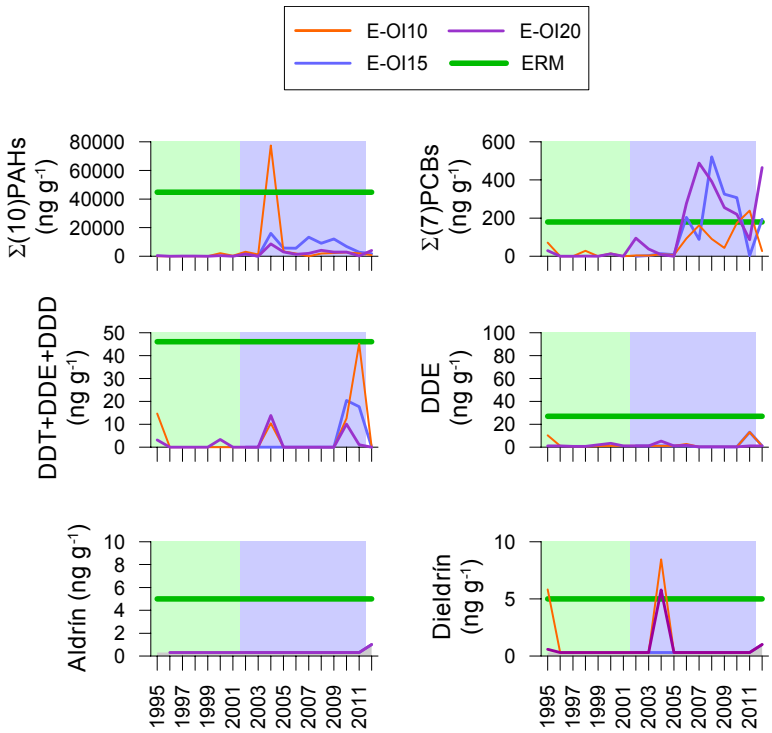


Figura 353 Evolución temporal de la concentración de compuestos orgánicos. La variación en el nivel de cuantificación analítico se muestra sobre fondo gris. ERM: concentración con efecto adversos probables en la biota (del inglés, Effects Range Median, Long *et al.*, 1995). Cabe señalar que las concentraciones inferiores a los límites de detección no se han considerado en el sumatorio. Cambio de color de fondo indica cambio de metodología.

Estación	Aldrín (ng g^{-1})	Dieldrín (ng g^{-1})	Isodrín (ng g^{-1})	DDE (ng g^{-1})	DDD (ng g^{-1})	DDT (ng g^{-1})	*a*HCH (ng g^{-1})	*g*HCH (ng g^{-1})	HCB (ng g^{-1})	S.PCB (ng g^{-1})	S.PAH (ng g^{-1})
E-OI10	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	27	662
E-OI15	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	2,00	194	1877
E-OI20	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	465	3946

Tabla 283 Concentración de compuestos orgánicos en los sedimentos en la campaña de invierno de 2012. *a*HCH: alfa-hexaclorociclohexano; *g*HCH:gamma-hexaclorociclohexano; HCB: hexaclorobenceno; HCB: hexaclorobenceno; S.PCB: suma de las concentraciones de los policlorobifenilos congéneres CB28, CB52, CB101, CB118, CB138,CB153 y CB180; S.PAH: suma de las concentraciones de 10 hidrocarburos poliaromáticos: fenantreno, indeno[1,2,3-cd]pireno, pireno, criseno, benzo[e]pireno, benzo[g,h,i]perileno, fluoranteno, benzo[a]antraceno, benzo[b]fluoranteno y benzo[a]pireno. Cabe señalar que las concentraciones inferiores a los límites de detección no se han considerado en el sumatorio.

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

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.

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 centrales del nivel de fondo de metales, calculados por Rodríguez *et al.* (2006), con los encontrados en las zonas estudiadas (Factor de Contaminación, FC). 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 284 se recoge el índice de carga contaminante (ICC) por cada metal en los sedimentos del estuario del Oiartzun, así como los valores globales de ICC para la campaña de invierno de 2012. Las estaciones E-OI10 y E-OI15 muestran contaminación ligera. La estación E-OI20 presenta contaminación media.

En la Figura 354 se presenta la evolución del ICC global, donde se observa que en los muestreos más recientes los valores de ICC para las tres estaciones se encuentran en el rango de contaminación ligera (*i.e.* ICC< 3).

Estación	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn	ICC global
E-OI10	C	CL	CL	CL	CL	CL	CL	C	C	CL
E-OI15	C	CL	C	NC	C	CL	CL	C	C	CL
E-OI20	CL	C	C	NC	C	CL	CL	C	C	C
Total	C	CL	C	CL	C	CL	CL	C	C	CL

Tabla 284 Clasificación de la contaminación en los sedimentos superficiales en función de los metales pesados en 2012 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.

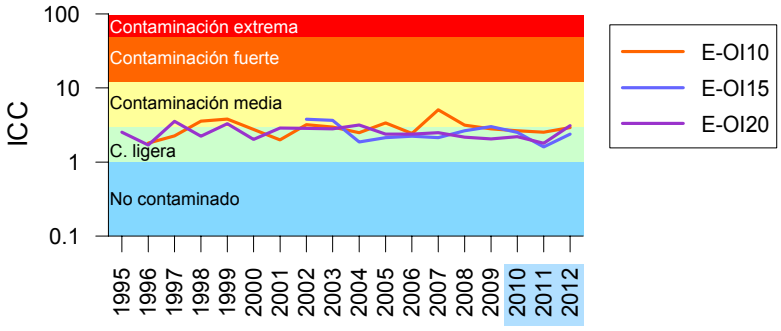


Figura 354 Evolución del Índice de Carga Contaminante (ICC) global de metales en sedimento.

TOXICIDAD EN SEDIMENTOS

La muestra de sedimento de la estación estuárica del Oiartzun (E-OI10) fue tomada el 27 de enero de 2012 y directamente congelada, manteniéndose a -20 °C durante 5 meses. Al cabo de este tiempo se descongeló y se tamizó (< 1 mm). Los ensayos ecotoxicológicos con anfípodos (*Corophium multisetosum*) se iniciaron la semana posterior a la descongelación de la muestra.

De esta manera, se siguieron las recomendaciones sobre conservación de muestras de sedimento que figuran en los protocolos y en la literatura científica (USEPA/USACE, 1998; Geffard *et al*., 2004). Estos trabajos indican que, a ser posible, las muestras han de mantenerse refrigeradas para realizar su análisis dentro de las cuatro primeras semanas, con un tiempo de almacenamiento máximo de dos meses, y que, si se prevé que no pueden realizarse los ensayos ecotoxicológicos en ese plazo, las muestras deberán congelarse. En este caso, se decidió congelar las muestras debido a que los anfípodos de la especie *Corophium multisetosum*, necesarios para los bioensayos de toxicidad, no estaban disponibles en el campo en la época del muestreo de sedimentos.

La toxicidad de los sedimentos del estuario del Oiartzun se analizó mediante dos bioensayos con anfípodos: uno agudo (10 días de duración) y otro crónico (28 días). Ambas pruebas se iniciaron el 29 de junio de 2012, acabándose la primera el 9 de julio y la segunda el 27 de julio. Se utilizaron individuos de la especie *Corophium multisetosum* recogidos el 21 de junio en la zona interna del estuario del Bidasoa. El sedimento control utilizado (C.B.) corresponde a la zona donde habitan los anfípodos empleados en el test.

En el bioensayo agudo, El sedimento control presentó un porcentaje medio (± desviación típica) de mortalidad del 11% (± 2,4). La mortalidad de anfípodos en la estación estuárica del Oiartzun (E-OI10) fue superior a la del control (30%) (Figura 355), no siendo dicha diferencia estadísticamente significativa (p ≥ 0,05).

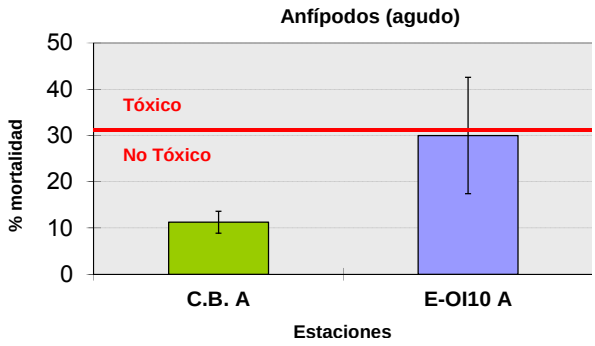


Figura 355 Porcentaje de mortalidad de anfípodos (*Corophium multisetosum*) en las muestras de estudio: C.B.A. (muestra control) y E-OI10 A (estuario del Oiartzun). Las barras indican la desviación típica. La línea roja señala el umbral por encima del cual puede considerarse una muestra tóxica. La letra A identifica las muestras del test agudo.

Siguiendo el criterio de diversas normativas basadas en el test de anfípodos (EEUU, Holanda, Hong Kong, España) un sedimento es clasificado en la categoría de tóxico cuando la mortalidad de los anfípodos en las muestras de sedimento es superior a la de la muestra control en más de un 20% y, además, dicha diferencia es estadísticamente significativa (Belzunce y Castro, 2004). De acuerdo con este criterio, el bioensayo de anfípodos realizado indica ausencia de toxicidad en el sedimento de la zona interna del estuario del Oiartzun (E-OI10).

En el bioensayo crónico, el sedimento control presentó un porcentaje medio (± desviación típica) de mortalidad del 90% (± 16,4). La mortalidad de anfípodos en la estación estuárica del Oiartzun (E-OI10) fue ligeramente inferior (83%) al control (Figura 356). No obstante, dado que el control no cumple el requisito indispensable de mortalidad inferior a 10% (o 20%, en algún protocolo más flexible), este bioensayo crónico no se considera válido. Por tanto, no se llevaron a cabo las medidas de talla y peso individual de los anfípodos supervivientes.

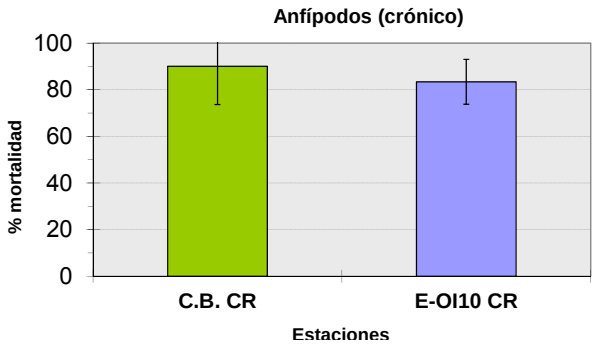


Figura 356 Porcentaje de mortalidad de anfípodos (*Corophium multisetosum*) en las muestras de estudio: C.B.CR. (muestra control) y E-OI10 CR (estuario del Oiartzun). Las barras indican la desviación típica. Las letras CR identifican las muestras utilizadas en el test crónico.

Uno de los parámetros a tener en cuenta en la interpretación de los resultados del bioensayo es el amonio. En el caso del bioensayo agudo, el amonio fue medido en el agua sobrenadante al inicio y al final del test; en el caso del bioensayo crónico, además de al inicio y al final, también se midió en el tiempo intermedio (día 10). Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 357, en la que se observa un aumento de la concentración de amonio desde el inicio al final del bioensayo, aunque en todos los casos dicha concentración en el agua fue inferior a 20 mg/l TAN (del inglés *Total Ammonia Nitrogen*: Nitrógeno Total de Amonio), umbral a partir del cual se considera que puede haber interferencia con los resultados del bioensayo (Ferreti *et al*., 2000). Por tanto, en principio, se podría descartar la interferencia del amonio en el resultado final del bioensayo



Figura 357 Contenido en amonio (mg/l TAN) de las muestras de agua expuestas a los anfípodos en el bioensayo agudo (A) y crónico (CR), al inicio (día 0), tiempo intermedio (día 10, solo en el caso del crónico) y al final (día 10 en el agudo; día 28 en el crónico).

A pesar de que en ningún caso se ha alcanzado el valor de alerta de 20 mg/l TAN, la evolución de concentración de amonio es diferente en ambos bioensayos (agudo y crónico): en el agudo apenas se observa un incremento, sin embargo en el crónico se observa un aumento progresivo. Esta situación podría explicarse, por un lado, por el hecho de que durante el bioensayo agudo, a diferencia del crónico, no se añade alimento y por otro lado, porque durante el bioensayo crónico se pudo añadir una cantidad de alimento mayor a la requerida. En consecuencia, el exceso de alimento conllevaría la presencia de cierta cantidad de materia orgánica no ingerida que podría convertirse en fuente de producción de amonio. De hecho, durante el bioensayo se observó la presencia de una fina capa superficial de color negro y la emisión de un olor desagradable, que podría reflejar la existencia de unas condiciones inviables para la supervivencia de los anfípodos, y todo ello como consecuencia de la descomposición del exceso de materia orgánica.

Otro parámetro a tener en cuenta como factor de confusión en los resultados de toxicidad es la composición granulométrica del sedimento. La estación del Oiartzun analizada presenta un mayor contenido en finos y materia orgánica que el sedimento procedente del hábitat natural del anfípodo (C.B.) (Figura 358). Sin embargo, a pesar de ello, esta diferencia no parece afectar negativamente ya que la mortalidad de los anfípodos en E-OI10 no es significativamente diferente a la del control.

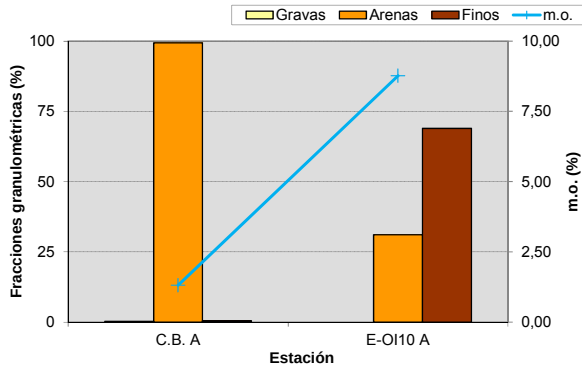


Figura 358 Composición granulométrica (% de gravas, arenas y finos) y contenido en materia orgánica (m.o.) del sedimento control de Bidasoa (C.B.) y de los sedimentos recogidos en 2012 en la estación E-OI10 del estuario del Oiartzun).

Respecto a la carga contaminante, en relación al contenido de metales, en la campaña de 2012, el sedimento de E-OI10 se ha considerado ligeramente contaminado por la contribución principal del plomo y zinc. Además, el níquel, plomo y zinc superan el valor PEL (*Probable Effect Level*) o umbral por encima del cual el riesgo de efectos negativos sobre la biota debido a la presencia de dichos metales es elevado. Por otra parte, este sedimento muestra contaminación por compuestos orgánicos al encontrarse las concentraciones de PAHs y PCBs por encima del límite de cuantificación analítico correspondiente. Sin embargo, dichas concentraciones no suponen un riesgo de afección sobre la biota, ya que no superan los correspondientes valores de ERM (*Effects Range Median*). Sin embargo, a pesar de la importante carga de contaminantes, sobre todo en metales, los resultados del bioensayo agudo de 2012 no indican toxicidad en los sedimentos de la estación E-OI10 del Oiartzun.

En los años 2005 y 2010 también se realizó un bioensayo agudo con anfípodos en sedimentos recogidos en esta misma estación E-OI10. En 2005, la muestra fue caracterizada como tóxica y como no tóxica en 2010 (Borja *et al*., 2006; 2011c) y en 2012.

Por último, debido a la elevada mortalidad de anfípodos en el control del bioensayo crónico, éste no ha resultado válido y, por lo tanto, no se han podido evaluar los posibles efectos subletales derivados de la presencia de la importante carga de contaminantes en estos sedimentos.

14.4.3 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA EN BIOTA (MOLUSCOS)

En el estuario del Oiartzun el 22 de octubre de 2012 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 2012 se pueden consultar en la Base de Datos.

BACTERIOLOGÍA

La evolución de las concentraciones de bacterias en el estuario del Oiartzun se representa en la Figura 359.

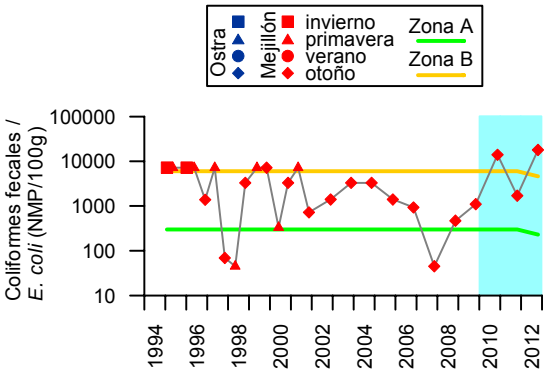


Figura 359 Evolución de la concentración de bacterias en la estación I-OI10 a lo largo del periodo de estudio (otoño de 1994-otoño de 2012).

En 2012 se ha observado una concentración de ***E. coli*** elevada (>18000 NMP/100g). Suponiendo que se tratase de una zona de producción de moluscos, la concentración observada en la campaña de otoño de 2012 se encuentra dentro del rango 4600-46000 NMP/100g, valor establecido en el Reglamento (CE) nº 854/2004 para la clasificación de las Zonas tipo C, es decir, aquellas zonas en las que pueden recolectarse moluscos bivalvos vivos que únicamente pueden comercializarse tras su reinstalación durante un periodo prolongado.

METALES PESADOS

En la Figura 360 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 2012).

La concentración de **cadmio** en otoño de 2012 (0,18 mg kg^{-1}) es inferior a la media de todo el periodo de estudio en esta estación (0,20 mg kg^{-1}). Además, en ningún caso desde 1994 se supera el límite legal par consumo (1 mg kg^{-1}).

En otoño de 2012 el **cromo** presenta una concentración (0,17 mg kg^{-1}) de las más bajas observadas desde el comienzo del seguimiento, mientras que la máxima concentración se dio en otoño de 1996 (1,59 mg kg^{-1}).

El **cobre** presenta una concentración de 0,30 mg kg^{-1} en otoño de 2012, unos de los valores más bajos obtenidos a lo largo del periodo de estudio en esta estación. En la campaña de primavera de 1998 fue cuando se alcanzó la concentración máxima (20,77 mg kg^{-1}).

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 2012 la concentración es de 0,0129 mg kg^{-1}. Además, en ningún caso se ha superado el límite legal, 0,5 mg kg^{-1}. Sin embargo, en el 50% de los casos se ha superado la norma de calidad ambiental (20 µg kg^{-1}, valor que, tal y como se ha explicado en el tomo 1 de introducción y métodos, se ha considerado muy bajo para su aplicación en la costa vasca).

El **níquel** presenta una concentración (0,09 mg kg^{-1}) en otoño de 2012, uno de los valores más bajos de las concentraciones observadas a lo largo del periodo de estudio en esta estación, mientras que la concentración máxima se observó en la campaña de otoño de 1995, 1,99 mg kg^{-1}.

La concentración de **plomo** en otoño de 2012 es de 0,02 mg kg^{-1}, siendo una de los valores más bajos de los registrados a lo largo del periodo de estudio en esta estación. El límite legal para su consumo (1,5 mg kg^{-1}) se ha superado en varios muestreos previos.

En cuanto al **zinc**, la concentración en otoño de 2012 (50 mg kg^{-1}) es intermedia a las registradas en los muestreos más recientes, siendo la máxima concentración (236 mg kg^{-1}) la observada en primavera de 1998.

La concentración de **plata** se comenzó a medir en los moluscos en la campaña de 2007 con un valor de 0,02 mg kg^{-1}. En 2012 la concentración es inferior al límite de detección (0,001 mg kg^{-1}).

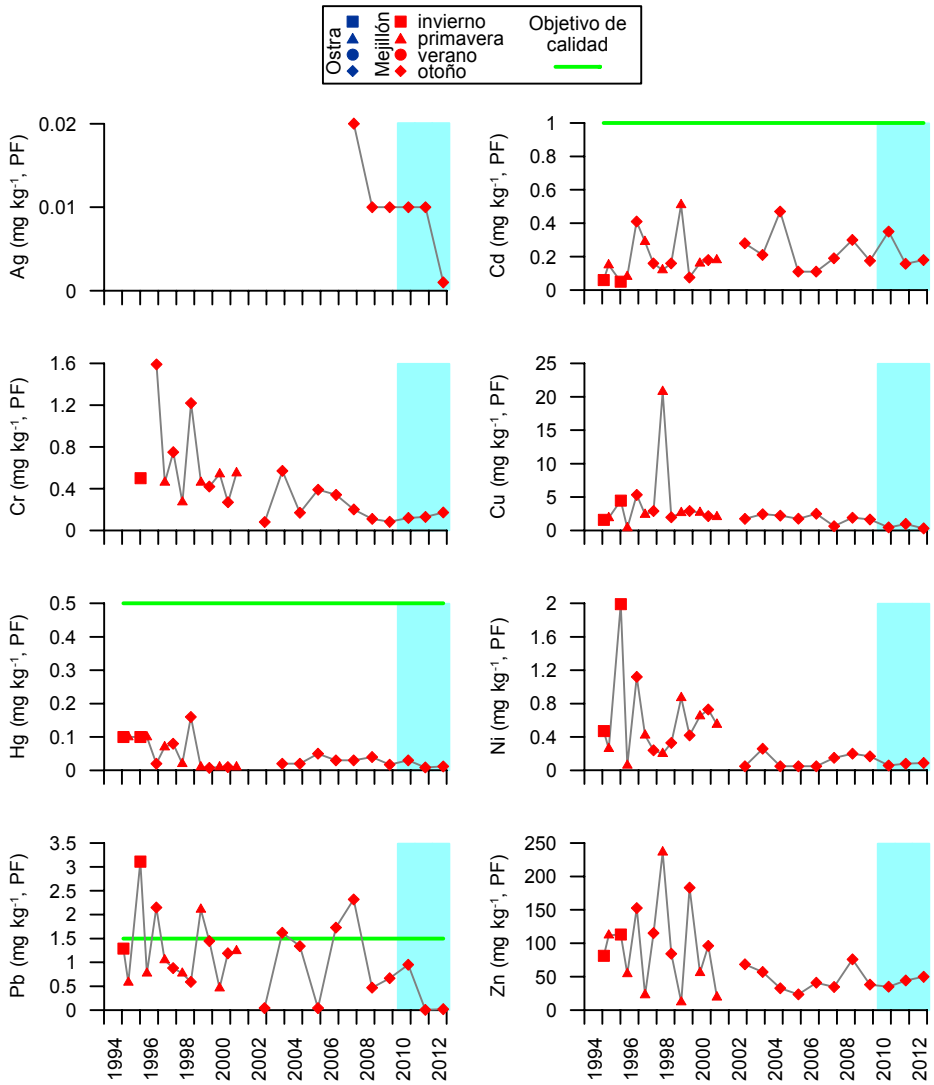


Figura 360 Evolución de la concentración de metales en moluscos (mg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-OI10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2012).

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.

En la Figura 361 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 2012).

En el caso de los policlorobifenilos **(PCBs)** se han sumado las concentraciones de 6 de los 7 congéneres analizados (congéneres 28, 53, 101, 138, 153 y 180), con objeto de poder compararlas con el límite establecido para consumo. En otoño de 2012 la concentración de PCBs en la estación I-OI10 es 18 µg kg^{-1}, uno de los valores más bajos del rango de concentraciones más recientes para esta estación, sin embargo, en varios muestreo previos se ha superado el objetivo de calidad considerado, el límite máximo permitido para consumo de moluscos bivalvos (75 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 2012 las concentraciones de estos tres compuestos son inferiores a los límites de detección correspondientes A lo largo del periodo de estudio la concentración de DDT más elevada se dio en la campaña de otoño-invierno de 1995, cuando se alcanzó el valor de 32 µg kg^{-1}.

La concentración de **HCH** corresponde a la suma de α-HCH y γ-HCH (lindano). En otoño de 2012, al igual que en años recientes, las concentraciones de estos dos isómeros son inferiores a los límites de detección correspondientes. La concentración más elevada de HCH en esta estación del estuario del Oiartzun se dio en primavera de 1995, 0,79 µg kg^{-1}.

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 (0,30 µg kg^{-1}), en otoño de 2009 (0,13 µg kg^{-1}) y en 2010 (0,08 µg kg^{-1}) se han superado los límites de detección correspondientes; estas concentraciones están muy alejados del valor límite para este compuesto, 10 µg kg^{-1}.

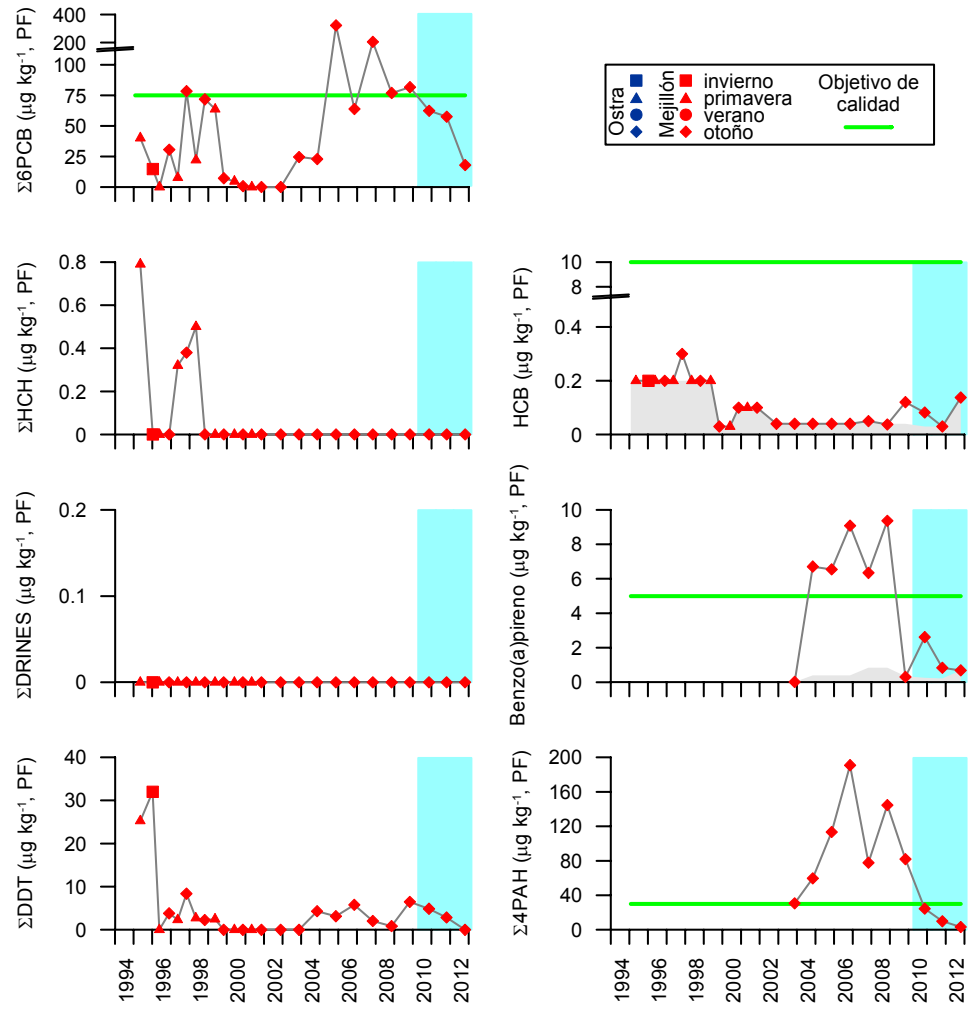


Figura 361 Evolución de la concentración de compuestos orgánicos en moluscos (µg kg-1 de Peso Fresco), en la estación I-OI10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2012).

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, hasta 2006, año en el que se observó el valor máximo (487 µg kg^{-1}, peso fresco). Desde entonces la concentración ha descendido hasta 2012 (3 µg kg^{-1}); esta misma tendencia se observa para Σ4PAH. Tanto para este último sumatorio como para el benzo(a)pireno hay establecidos límites máximos para consumo, que han sido superados entre 2003 y 2009 para Σ4PAH, y entre 2004 y 2008 para benzo(a)pireno.

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

En base a la concentración *E. coli* en la muestra tomada en otoño de 2012, la calificación sería de Zona tipo C, (recolección permitida, pero es necesaria la reinstalación durante un periodo prolongado), según el Reglamento (CE) nº 854/2004. Sin embargo, al ser una zona portuaria, no podría ser declarada como zona de producción de moluscos.

Para la clasificación de la contaminación de los metales pesados se han tenido en cuenta los niveles de fondo para el País Vasco (Solaun *et al*., 2013) 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 2012 en los moluscos recolectados en esta estación del estuario del Oiartzun la clasificación general sería de no contaminado.

En cuanto a los compuestos orgánicos, en 2012 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, en muestreos previos se han superado los límites de PCBs y PAHs establecidos para consumo.

14.5 INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

Los dragados producidos al ser un área portuaria, habiéndose dragado en 2009 en Herrera y Capuchinos, y parcialmente en Herrera en 2010, y la irreversibilidad de su situación como estuario funcional, hace que califiquemos su situación respecto de los indicadores hidromorfológicos como de **'Deficiente',** excepto en la parte externa que es **'Aceptable'.**

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

TOMO 15 MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL BIDASOA

Pasaia, junio de 2013

ÍNDICE

TOMO 15 MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN DEL BIDASOA 429

15.1 Resumen estado. Bidasoa 431

15.2 Estaciones de muestreo 434

15.3 Indicadores biológicos 435

15.3.1 Macroinvertebrados bentónicos 435

15.3.2 Fauna ictiológica 437

15.3.3 Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton 439

15.3.4 Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas 442

15.4 Indicadores fisicoquímicos 442

15.4.1 Caracterización físico-química en aguas 442

15.4.2 Caracterización físico-química en sedimentos 445

15.4.3 Caracterización físico-química en biota (moluscos) 449

15.5 Indicadores hidromorfológicos 453

15.1 RESUMEN ESTADO. BIDASOA

La masa de agua de transición del Bidasoa en la campaña 2012 alcanza el buen estado puesto que alcanza el buen estado químico y se diagnostica como estado ecológico bueno (Tabla 286 y Figura 362).

Esta situación mantiene el cumplimiento de objetivos medioambientales de la última parte del quinquenio 2008-2012 (Tabla 285).

INDICADOR	2008	2009	2010	2011	2012
Estado ecológico	3	2	2	2	2
Estado químico	3	2	2	2	2
Estado	3	2	2	2	2

Tabla 285 Evolución del periodo 2008-2012. Masa de agua del Bidasoa. (Claves: *estado ecológico*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde), moderado (3- amarillo), deficiente (4- naranja) y malo (5- rojo). *Estado químico:* bueno (2- azul) y no alcanza el buen estado (3- rojo). *Estado*: bueno (2- azul) y peor que bueno (3-rojo)

COD_ESTACION	ESTACION	MACROINVERTEBRADOS	FAUNA ICTIOLOGICA	FITOPLANCTON	MACROALGAS	BIOLOGICO	CONDICIONES GENERALES	SUSTANCIAS PREFERENTES	ECOLOGICO	QUIMICO	ESTADO
E-BI5	Irun (Behobia) (Bidasoa)	2	3	1	3	3	1	1	3	2	3
E-BI10	IRUN (AMUTE) (BIDASOA)	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2
E-BI20	HONDARRIBIA (TXINGUDI)(BIDASOA)	2	2	1	1	2	1	1	2	2	2
	Bidasoa Transicion	2	2	1	2	2	1	1	2	2	2

Tabla 286 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado en la masa de agua del Bidasoa en 2012. (Claves: *Macroinvertebrados, fauna ictiológica fitoplancton macroalgas, estado biológico, condiciones generales y estado ecológico*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde), moderado (3- amarillo), deficiente (4- naranja) y malo (5- rojo). *Sustancias preferentes*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde)), y no alcanza el buen estado (3- rojo). *Estado químico:* bueno (2- azul), y no alcanza el buen estado (3- rojo).*Estado*: bueno (2- azul) y peor que bueno (3-rojo).

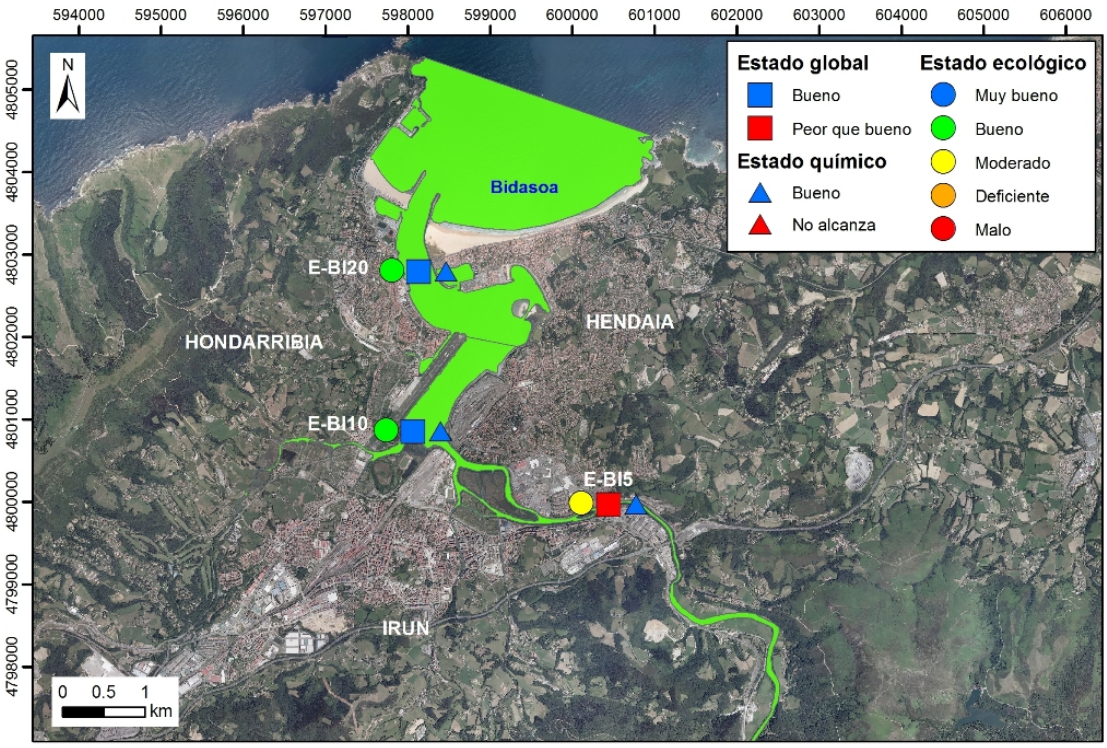


Figura 362 Calificación del Estado Ecológico, estado químico y global de las estaciones en la masa de agua del Bidasoa (y estado ecológico para la masa de agua), en 2012.

Desde que se realizó en 2004 el estudio de presiones e impactos en esta masa de agua lo más destacable, en cuanto a presiones, han sido algunos vertidos (fundamentalmente en la parte francesa, ya que en la española están casi todos suprimidos), obras

portuarias y dragados. Por ejemplo, las obras de la dársena de Veteranos (paralela al aeropuerto), comenzaron en enero de 2009 y continuaron a lo largo del año, finalizando en 2010. Entre el 5 y 16 de octubre de 2012, se extrajeron 1.500 m^3 de material diverso en la Marina, que se sacó a vertedero en tierra y un 10% de arena se vertió en la zona del club Náutico.

En los últimos años se han realizado obras de construcción de puertos deportivos (Hendaia, Hondarribia, y dársena de Veteranos) 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 2008-2010 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 Jaizubia que pueden ayudar a una mejora de la calidad medioambiental.

En la Tabla 286 se presenta el Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado Ecológico en la masa de agua del Bidasoa. En general, la estación E-BI5 ha ido mejorando en los últimos años y en 2012 presenta un estado ecológico moderado (Tabla 286), estando macroalgas y peces en estado moderado (han mejorado en años recientes).

La estación E-BI10 ha presentado notables cambios en su clasificación a lo largo de tiempo, variando según la evaluación del compartimiento macroinvertebrados bentónicos 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, especialmente en fitoplancton y bentos, estando ahora todos entre buen y muy buen estado.

En la estación más externa (E-BI20) desde el comienzo del seguimiento también se aprecian notables cambios en la clasificación según la evaluación del compartimiento macroinvertebrados bentónicos, variando entre contaminación ligera y fuerte, hasta dar buen estado a partir de 2003, con algunas excepciones. Así, en 2008, hubo 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 (posiblemente vertidos ocasionales). Sin embargo, en 2009-2012 ha vuelto a mejorar y alcanza un buen estado (Tabla 286).

En relación con condiciones fisicoquímicas generales, en 2012, la calidad físico-química de la masa de agua se puede calificar como "**Buena'** en E-BI10 y "**Muy buena**" en E-BI20 y E-BI5. Ninguna de las estaciones presenta una tendencia significativa entre 1994 y 2012, habiéndose mantenido en general en muy buen estado físico-químico (Figura 363).

En cuanto a los objetivos de calidad físico-química generales los valores medios de todas las variables medidas en 2012, indican que en todas las estaciones se cumplen con los objetivos establecidos.

La evaluación de las sustancias preferentes implica que la masa alcanza el muy buen estado tanto de forma global como en los tres puntos de control de esta masa (Tabla 287).

Referente a las sustancias prioritarias (acorde con la Directiva 2008/105/CE), determinadas en 2012 en esta masa de agua, de forma global, se alcanza el buen estado químico (Tabla 288). La tendencia observada en los años más recientes ha sido muy variable no alcanzando el estado químico en 2005, 2006 y 2008, por presencia de níquel, plomo en agua y mercurio en sedimento, respectivamente, si bien cumple desde entonces (Tabla 289).

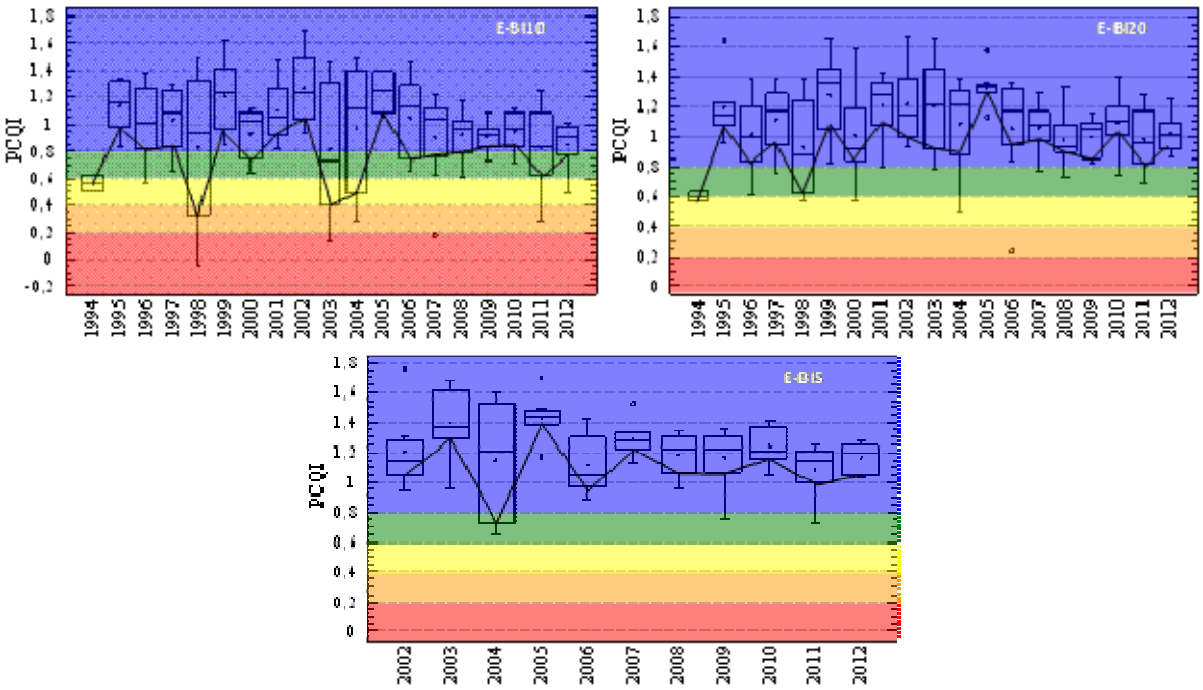


Figura 363 Box and Whisker Plot de la evolución del índice de calidad del estado físico-químico (PCQI) entre 1994 y 2012 de las estaciones de muestreo de la masa de agua de transición del Bidasoa. La línea negra señala la evolución anual del percentil 25 del PCQI. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Aceptable; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC (µg l^{-1})	E-BI5	E-BI10	E-BI20	Global
Zinc	Concentración promedio	60 µg l^{-1}	1-2 µg l^{-1}	45,7 µg l^{-1}	40,2 µg l^{-1}	2,8 µg l^{-1}	Muy bueno
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	25%	0%	
Cobre	Concentración promedio	25 µg l^{-1}	1-2 µg l^{-1}	<LC	<LC	<LC	Muy bueno
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	0%	
Estado Físico-Químico (Contaminantes específicos)				Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno

Tabla 287 Evaluación del Estado Físico- Químico (contaminantes específicos).

Sustancia	Criterio	Objetivo (µg l^{-1})	LC (µg l^{-1})	E-BI5	E-BI10	E-B20	Global
Benzo(b)fluoranteno+Benzo(k)fluoranteno	NCA-MA	0,03	0,0005-0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Benzo(g,h,i)perileno+Indeno(1,2,3-cd)pireno	NCA-MA	0,002	0,0005-0,01	<LC	0,001	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-MA	0,1	0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-CMA	0,4	0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-MA	0,1	0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA	1	0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Naftaleno	NCA-MA	1,2	0,05	<LC	<LC	<LC	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-MA	0,05	0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-CMA	0,1	0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Cadmio	NCA-MA	0,2	0,02-0,05	0,16	0,06	0,13	Cumple
Cadmio	NCA-CMA	0,45	0,02-0,05	0,16	0,14	0,13	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-MA	7,2	1-2	<LC	<LC	<LC	Cumple
Mercurio y sus compuestos	NCA-MA	0,05	0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Mercurio y sus compuestos	NCA-CMA	0,07	0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-MA	20	1-2	<LC	<LC	<LC	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno	Bueno	Bueno

Tabla 288 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua del Bidasoa en 2012. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible.

Año	Estado Químico	Sustancias que superan NCA
2004	Bueno	-
2005	No alcanza buen estado	Ni
2006	No alcanza buen estado	Pb
2007	Bueno	-
2008	No alcanza buen estado	Hg (sedimento)
2009	Bueno	-
2010	Bueno	-
2011	Bueno	-
2012	Bueno	-

Tabla 289 Estado químico de la masa de agua de transición Bidasoa en los años 2004-2012.

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 290 y la Figura 364. Por otro lado, en 2004, 2007 y 2010 se muestrearon también las macroalgas y los peces.

Estación	Estación	UTMX	UTMY	Tipo de Estación
E-BI10	Irun (Amute) (Bidasoa)	598063	4800851	Estuarios
E-BI20	Hondarribia (Txingudi)(Bidasoa)	598130	4802793	
E-BI5	Irun (Behobia) (Bidasoa)	600444	4799965	
M-EBI1	Bidasoa Zona 01. Estuario Macroalgas	598118	4802325	Estuarios (Macroalgas)
M-EBI2	Bidasoa Zona 02. Estuario Macroalgas	598200	4801669	
M-EBI3	Bidasoa Zona 03. Estuario Macroalgas	598254	4801360	
M-EBI4	Bidasoa Zona 04. Estuario Macroalgas	597681	4800586	
M-EBI5	Bidasoa Zona 05. Estuario Macroalgas	598099	4800622	
M-EBI6	Bidasoa Zona 06. Estuario Macroalgas	598627	4799976	
M-EBI7	Bidasoa Zona 07. Estuario Macroalgas	599875	4799740	
M-EBI8	Bidasoa Zona 08. Estuario Macroalgas	598819	4799958	
M-EBI9	Bidasoa Zona 09. Estuario Macroalgas	598737	4800268	
M-EBI10	Bidasoa Zona 10. Estuario Macroalgas	599055	4800113	
M-EBI11	Bidasoa Zona 11. Estuario Macroalgas	598901	4800195	
M-EBI12	Bidasoa Zona 12. Estuario Macroalgas	600175	4799831	
M-EBI13	Bidasoa Zona 13. Estuario Macroalgas	599392	4802880	
M-EBI14	Bidasoa Zona 14. Estuario Macroalgas	599574	4802288	
M-EBI15	Bidasoa Zona 15. Estuario Macroalgas	599192	4801733	
M-EBI16	Bidasoa Zona 16. Estuario Macroalgas	598728	4801387	
M-EBI17	Bidasoa Zona 17. Estuario Macroalgas	598491	4800959	
M-EBI18	Bidasoa Zona 18. Estuario Macroalgas	598882	4800458	
M-EBI19	Bidasoa Zona 19. Estuario Macroalgas	599274	4800085	
M-EBI20	Bidasoa Zona 20. Estuario Macroalgas	599975	4799812	
I-BI10	Hondarribia (desembocadura) (Bidasoa)	598044	4802718	Estuarios (Moluscos)
BIDE	Bidasoa (Arrastre zona exterior estuario)	598037	4803214	Estuarios (Vida piscícola)
BIDM	Bidasoa (Arrastre zona media estuario)	598838	4801938	
BIDI	Bidasoa (Arrastre zona interior estuario)	598626	4800473	

Tabla 290 Estaciones de muestreo en el estuario del Bidasoa.

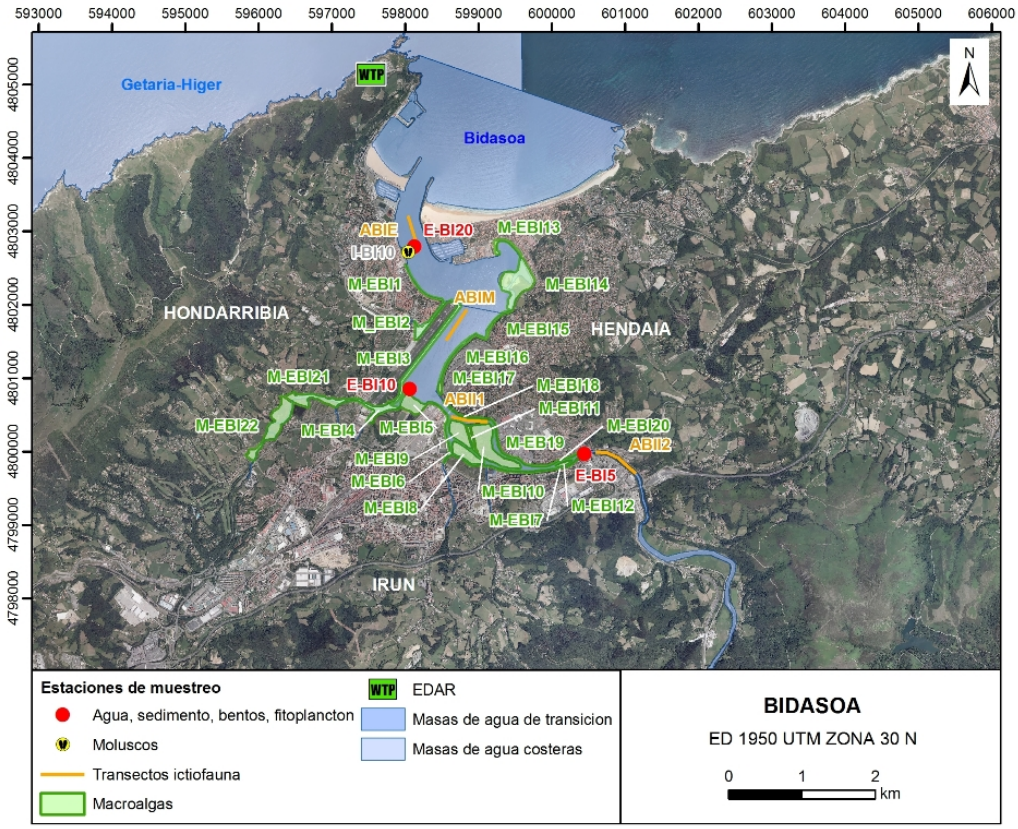


Figura 364 Ubicación de estaciones en la masa de agua de transición del Bidasoa.

15.3 INDICADORES BIOLÓGICOS

15.3.1 MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

Los parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua de transición del Bidasoa, en invierno de 2012 pueden verse en la Tabla 291.

PARÁMETRO	UNIDAD	ESTACIÓN		
		E-BI5	E-BI10	E-BI20
Densidad	nº·m^{-2}	727	700	91
Biomasa	g·m^{-2}	0,53	0,37	0,41
Riqueza	nº	11	9	18
Diversidad número	bit·ind^{-1}	1,89	1,72	3,42
Diversidad biomasa	bit·g^{-1}	2,17	2,05	2,90
Equitabilidad número		0,55	0,54	0,82
Equitabilidad biomasa		0,63	0,65	0,69
Diversidad máxima	bits	3,46	3,17	4,17
AMBI		4,74	4,87	3,61
Clasificación AMBI		Alteración Moderada	Alteración Moderada	Alteración Moderada

Tabla 291 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 el estuario del Bidasoa, presenta en 2012, una vez más, un sedimento constituido por arena (70%) y limo (29%). El contenido en materia orgánica es bajo (0,5%).

La densidad de la comunidad presente, exceptuando los valores máximos que se registraron en 2008 debido al extraordinario crecimiento de la población de *Corophium multisetosum*, no muestra variaciones extremas y oscila entre 195 ind·m^{-2} en 2007 y 1.913 ind·m^{-2} en 2005. En la presente campaña de 2012 la densidad estimada se mantiene dentro del rango (727 ind·m^{-2}). Por otro lado, la biomasa es baja (0,5 g·m^{-2}), como es habitual en la mayoría de los muestreos realizados en esta estación.

De forma similar a lo indicado para 2006, 2007 y 2009, también en 2012 domina el grupo de los oligoquetos (403 ind·m^{-2}). Les sigue el crustáceo anfípodo *C. multisetosum* (171 ind·m^{-2}), el poliqueto *Hediste diversicolor* (67 ind·m^{-2}) y el isópodo *Cyathura carinata* (51 ind·m^{-2}). Esta composición faunística ha permanecido relativamente estable a lo largo de las diferentes campañas realizadas.

En 2012 la riqueza específica (11 *taxa*) se aproxima a la media para el periodo de estudio (11 *taxa*), y podría considerarse baja en comparación con las registradas en algunas de las estaciones estuáricas de la CAPV. La diversidad para las densidades (1,89 bit·ind^{-1}) se encuentra en el rango de las estimadas a lo largo del seguimiento (máxima, 2,48 bit·ind^{-1} en 2007; mínima, 0,78 bit·ind^{-1} en 2008; media, 1,84 bit·ind^{-1}) y en otras estaciones muestreadas en los estuarios del País Vasco.

La clasificación según AMBI indica que la estación presenta alteración moderada (AMBI=4,7) (Tabla 291), con dominancia de especies oportunistas de primer orden (54%) y tolerantes (45%). No hay una tendencia clara, puesto que se han alternado períodos de dominancia de oportunistas de primer orden, con otros de dominancia de tolerantes adscritas al grupo ecológico III, aunque parece observarse un incremento de los mínimos a largo plazo (Figura 366).

La segunda estación muestreada en el estuario del Bidasoa (E-BI10), presenta un sedimento similar al de la estación anterior, aunque con contenido en arenas (82%) y materia orgánica (2,8%) mayores.

El *taxon* dominante de la comunidad es el grupo de los oligoquetos (445 ind·m^{-2}), también dominante en las campañas de 1997, 1998, 2001 y 2010. Otros *taxa* reseñables son: el poliqueto *H. diversicolor* (93 ind·m^{-2}), dominante en los muestreos del periodo 2006-2009; el poliqueto *Streblospio shrubsolii* (75 ind·m^{-2}), dominante en 2003; el bivalvo *Scrobicularia plana* (40 ind·m^{-2}), dominante en 2000 y 2004; y *C. capitata* (36 ind·m^{-2}), dominante en 1996 y 2011. Prácticamente todas estas especies han estado bien representadas en esta estación en los diferentes años de seguimiento.

En 2009, la densidad de la comunidad de la estación E-BI10 presentó el máximo valor de los registrados desde 1995 (3.193 ind·m^{-2}). Las densidades estimadas en 2010 (1.539 ind·m^{-2}) y 2011 (1.433 ind·m^{-2}), aunque menores, fueron relativamente altas para la estación. En la presente campaña de 2012, se ha registrado una densidad menor, de 700 ind·m^{-2}.

La biomasa, en cambio, presenta variaciones muy grandes, debido sobre todo al efecto del molusco bivalvo *S. plana*. En la presente campaña de 2012 la biomasa estimada se considera relativamente baja en relación a las estimadas en años anteriores (0,4 g·m^{-2}).

En 2012 la diversidad estimada a partir de los datos de densidad (1,72 ind·bit^{-1}) se considera baja, tanto en relación al resto de las registradas en otros estuarios de la CAV, como en relación a las registradas en esta misma

estación en el periodo 1995-2012 (máxima, 3,04 ind·bit^{-1} en 2001; mínima, 0,03 ind·bit^{-1} en 2005).

La estación presenta alteración moderada en función de AMBI (4,9), aunque en el límite con la fuerte (Tabla 291), con dominancia de oportunistas de primer orden (67%). No se detecta ninguna tendencia temporal más o menos clara a lo largo del seguimiento, aunque en las últimas cuatro campañas la dominancia de especies del grupo ecológico V haya aumentado progresivamente (Figura 366).

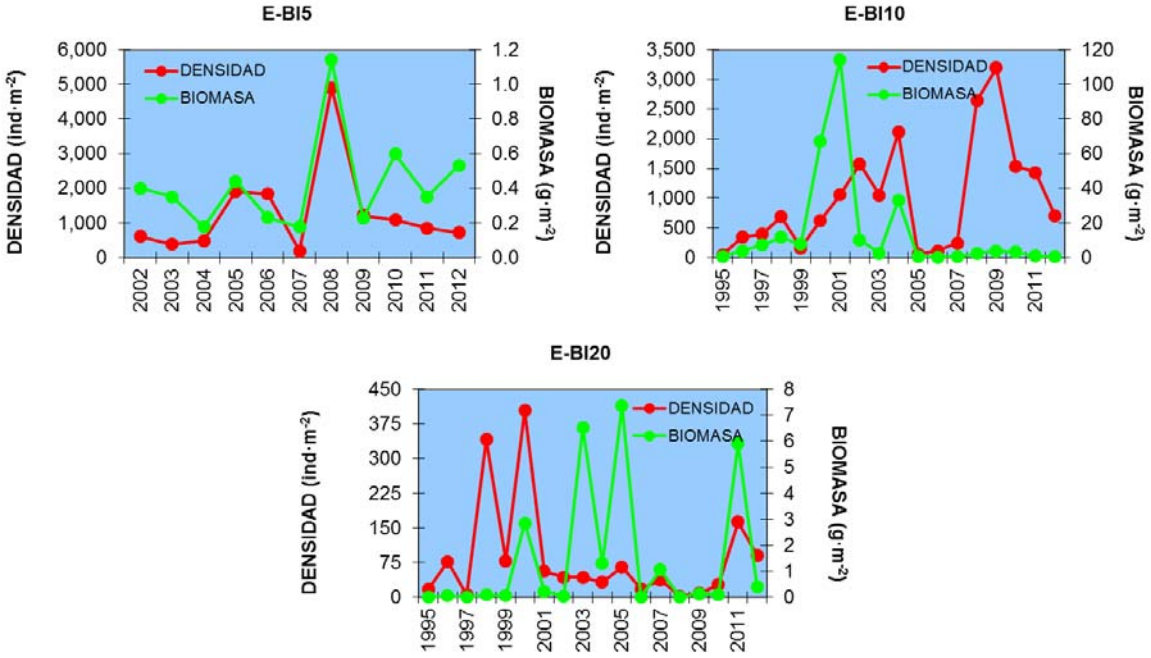


Figura 365 Evolución de la densidad y biomasa en las estaciones E-BI5, E-BI10 y E-BI20 (Bidasoa).

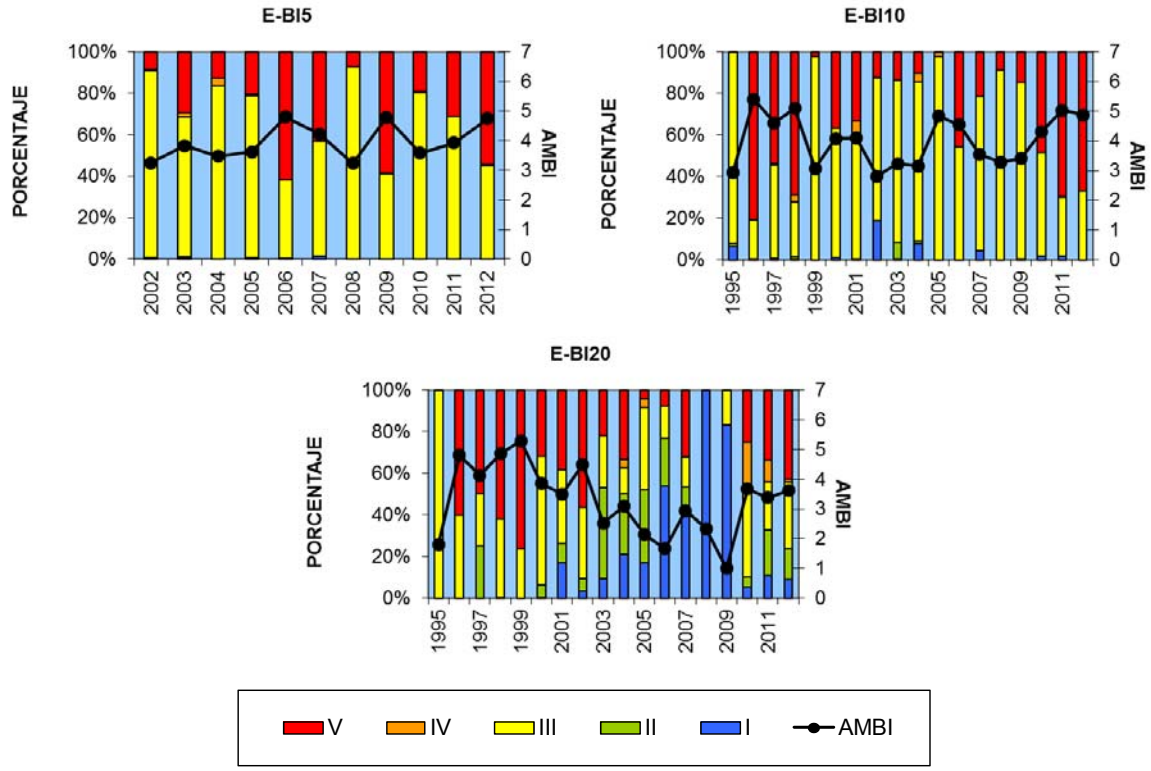


Figura 366 Evolución del porcentaje de cada grupo ecológico y de AMBI en las estaciones E-BI5, E-BI10 y E-BI20 del Bidasoa.

Como viene siendo habitual, la comunidad presente en la tercera estación muestreada en el estuario del Bidasoa (E-BI20), la más próxima a la desembocadura, presenta en 2012 unos valores de densidad relativamente bajos (91 ind·m^{-2}) (Figura 365). La biomasa también es baja (0,4 g·m^{-2}), como también viene siendo habitual (media de todo el periodo de estudio 1995-2012: 1,5 g·m^{-2})

Por otra parte, la riqueza específica registrada en 2012 es moderada (18 *taxa*; media del periodo de estudio: 12 *taxa*; máxima en 2005 y en 2011: 26 *taxa*; mínima en 2008: 2 *taxa*).

La especie dominante en 2012 en la estación E-BI20 es el poliqueto *C. capitata* (24 ind·m^{-2}), especie que también dominó en 1996, 1998, 1999, 2001, 2002, 2004 y 2011. Le siguen *Mediomastus fragilis*. (13 ind·m^{-2}) y *Peringia ulvae* (11 ind·m^{-2}).

La diversidad estimada a partir de los datos de densidad (3,42 bit·ind^{-1}) es alta. Ello se debe, por una parte, a una riqueza específica moderada y, por otra, a la ausencia de dominancias exageradas por ninguna especie.

En cuanto a AMBI, la estación muestra un importante empeoramiento en las últimas campañas, pasando de una situación no alterada en 2009 (AMBI=1,0) a alteración moderada en 2010-2012 (AMBI=3,4-4,7), como consecuencia de una mayor presencia de especies oportunistas de primer y segundo orden (Figura 366). De esta manera, parece interrumpirse la mejoría que se venía observando a partir de los máximos de 1996 y 1999.

La evaluación del estado ecológico del compartimiento de los macroinvertebrados bentónicos a partir de los valores de M-AMBI indica que la estación **E-BI5** presenta **Buen Estado** (Figura 367), con una ligera tendencia negativa desde el inicio del seguimiento, aunque los valores de M-AMBI oscilan entre la calificación de Muy Buen y Buen Estado.

Del mismo modo, también la estación **E-BI10** presenta **Buen Estado** (Figura 367). Entre 1997 y 2004 la tendencia positiva se vio truncada por una brusca caída de calidad en 2005, al pasar de Muy Buen Estado a Estado Deficiente. Posteriormente, la calidad ha ido mejorando progresivamente, aunque aún se dan altibajos y en las últimas cinco campañas la calificación ha oscilado entre Buen Estado y Muy Buen Estado.

Por último, como el resto de estaciones del estuario, también la estación **E-BI20** presenta **Buen Estado** (Figura 367), con una clara tendencia positiva hasta la campaña de 2005 (de M-AMBI=0,59 a M-AMBI=0,97) y un posterior empeoramiento de la calidad hasta 2008, al alcanzarse el Estado Aceptable. Posteriormente, se ha producido un nuevo episodio de mejora, aunque con máximos y mínimos relativos que se van alternando, que se mantiene hasta la presenta campaña.

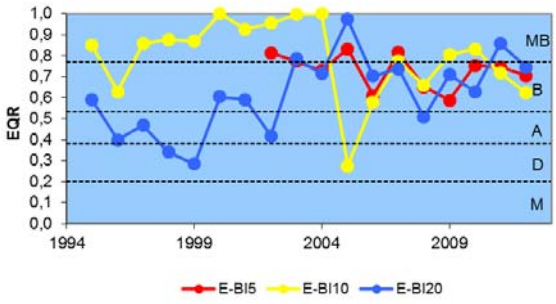


Figura 367 Evolución de M-AMBI para las estaciones de la masa de agua de transición del Bidasoa.

15.3.2 FAUNA ICTIOLÓGICA

Las últimas muestras de fauna demersal fueron recogidas durante la campaña de campo de 2010, por tanto, en el presente informe se re-analizan los datos obtenidos en dicha campaña.

A su vez, en el Bidasoa existen datos obtenidos los años 2005 y 2009 correspondientes a los estudios inéditos realizados por el Instituto Cemagref (Burdeos), datos del año 2004 y 2007 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; 2008), datos del año 2001 analizados en el "Estudio de las comunidades de fauna demersal en los estuarios de Oiartzun y Bidasoa" (Franco *et al.*, 2002) y datos del año 1995 incluidos en el informe inédito "Estudio de la calidad biológica de los sedimentos de los estuarios interiores de los ríos Bidasoa, Oiartzun y Urumea" (Borja *et al*., 1996).

El número de taxones de peces registrados en 2010 fue de nueve, ocho en 2007, cuatro en 2005, dos en 2004, cuatro en 2001 y en 1995 seis, 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 año 2010 ninguna especie presentó una distribución por todo el estuario. Por el contrario, entre 1995 y 2007 el número de especies distribuidos por todo el estuario fue de uno, *Pomatoschistus* sp. (cabuxino) y en 2009 de dos, *Pomatoschistus* sp. y *Gobius niger* (chaparrudo).

En el muestreo realizado en otoño de 2010 se identificó por primera vez el taxón *Zebrus zebrus* (góbido cebra) en el tramo exterior del estuario (ABIE), especie propia de climas más cálidos.

En líneas generales, en la estación externa la riqueza no muestra una tendencia clara, aumentando y disminuyendo su valor alternativamente. En la estación media sin embargo, la riqueza muestra una ligera mejoría gradual (el aumento masivo de individuos de 2009 se debe a la captura de *Pomatoschistus* sp., especie colonial). A su vez, en la parte interna del estuario, la riqueza vuelve a disminuir aunque alcanza valores similares a los obtenidos en 2007 y 1995. La estación más interna (ABII2), también muestra la misma tendencia que la estación interior1 (ABII1).

Teniendo en cuenta la evolución de la abundancia total a lo largo de todos estos años, los valores obtenidos por la abundancia han sido muy bajos, siendo el 2010 el año donde menos individuos han sido capturados, mostrando además claramente un aumento de la abundancia de individuos hacia el interior de la masa de agua.

La diversidad muestra tendencias positivas en las estaciones media e interna1, no así en la exterior e interior2, que rompen con la tendencia al alza de los últimos años. Por ultimo, destacar el hecho de que la diversidad aumenta hacia el exterior del estuario, al contrario que la riqueza y la abundancia.

Aunque 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 y poder analizar la tendencia temporal y espacial de la calidad biológica asociada a fauna demersal.

En la Tabla 292 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 interior1, ABII2 interior2) en las campañas de los años 2004, 2007 y 2010.

Estación/año	ABIE			ABIM			ABII1			ABII2		
Parámetros	2004	2007	2010	2004	2007	2010	2004	2007	2010	2004	2007	2010
Riqueza	1	3	3	1	1	3	1	1	1			1
Esp. Indicadoras contaminación	5	5	5	5	5	5	5	5	5			5
Especies introducidas	5	5	5	5	5	5	5	5	5			5
Salud piscícola	5	5	5	5	5	5	5	5	5			5
Peces planos	1	5	5	1	3	5	1	1	1			5
Omnívoros	1	1	1	5	5	1	1	5	3			1
Piscívoros	1	1	5	1	1	1	1	1	1			1
Especies residentes (nº)	1	3	1	1	1	3	1	1	3			3
Especies residentes (%)	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1
PUNTUACIÓN	21	29	31	25	27	29	21	25	25			27
AFI	0,33	0,56	0,61	0,4	0,50	0,56	0,33	0,44	0,44			0,50
CALIDAD BIOLÓGICA	D	B	B	D	A	B	D	A	A			A

Tabla 292 Valores de los indicadores seleccionados para estimar la calidad biológica en cada estación (ABIE externa, ABIM media, ABII1 interior1, ABII2 interior2) y rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: ≥ 0,78; Bueno: 0,55-0,78; Aceptable: 0,34-0,55 Deficiente: 0,17-0,34; Malo: ≤ 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, 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.

La riqueza obtiene un valor medio en el tramo exterior y tramo medio, y el valor mínimo en los tramos interiores. El valor de la presencia de peces planos alcanza el valor máximo en el tramo exterior y medio, valor mínimo en el interior1 y valor medio en el interior2 del estuario.

En cuanto al indicador que evalúa la composición trófica de peces demersales, en los tramos exterior e interior1 del estuario existe una relación no equilibrada en la relación entre omnívoros y piscívoros (valor porcentual de 5:1 en el tramo exterior, y de 3:1 en el interior1). En los tramos medio e interior2 la relación es equilibrada pero de valor mínimo.

En suma, las estaciones del exterior y media presentan una calidad biológica **Buena** y las dos internas **Aceptable**.

En la Figura 368 se muestra la evolución de la calidad biológica del Bidasoa para las cuatro estaciones teniendo en cuenta también los estudios realizados para otras administraciones (Cemagref; Franco *et al*., 1996; Borja *et al.*, 2002), lo que permite establecer una comparación.

Los valores de la calidad biológica obtenidos en 2010 en las estaciones externa y media rompen con la tendencia positiva mostrada a lo largo de todos estos años, manteniéndose en "Bueno", aunque la estación media pasa a obtener una puntuación cercana al límite

con “Aceptable”. En las estaciones internas la calidad se mantiene con los mismos valores de los últimos años, mostrando una tendencia a la mejora en la parte más interna del estuario.

La Figura 369 muestra la evolución de la calidad biológica en la masa de transición del Bidasoa entre los años 1995 y 2010. 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 cómo los esfuerzos realizados en saneamiento están generando una mejora progresiva, y aunque en 2010 vuelve a ser calificada como **Bueno**, su valor disminuye alcanzando valores próximos al límite con aceptable.

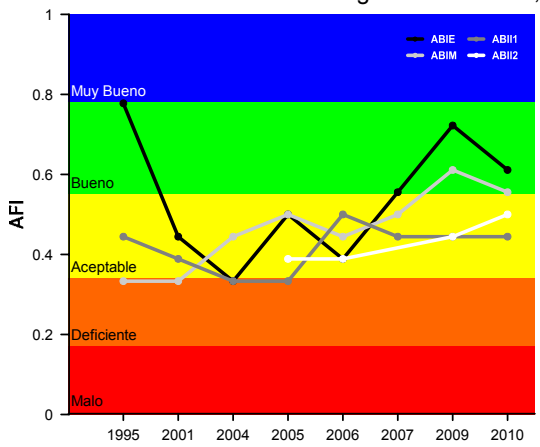


Figura 368 Valores de la calidad biológica obtenidos para cada estación entre los años 1995 y 2010. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): ≥ 0,78; Bueno (B): 0,55-0,78; Aceptable (A): 0,34-0,55; Deficiente (D): 0,17-0,34; Malo (M): ≤ 0,17. Interior2 (ABII2), interior1 (ABII1), media (ABIM) y exterior (ABIE).

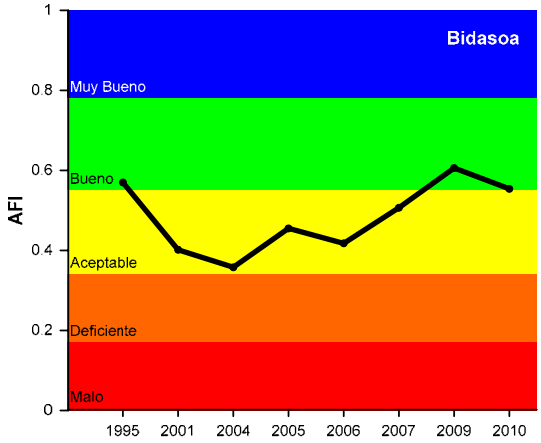


Figura 369 Valores de la calidad biológica obtenidos en la masa de transición del Bidasoa entre los años 1995 y 2010. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno (MB): ≥ 0,78; Bueno (B): 0,55-0,78; Aceptable (A): 0,34-0,55; Deficiente (D): 0,17-0,34; Malo (M): ≤ 0,17.

15.3.3 VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO. FITOPLANCTON

Al igual que en anteriores informes, el fitoplancton en la masa de agua de transición del Bidasoa se evalúa con los datos de los últimos seis años, en base a dos métricas: el percentil 90 de la clorofila y el porcentaje de blooms. El estado global del fitoplancton se calcula promediando los EQRs de ambos indicadores (véase tomo de metodología).

En la Figura 370 se muestra el valor de la métrica basada en los datos de clorofila “a” (percentil 90) del periodo 2007-2012. En la cabecera (E-BI5, aguas oligohalinas) es 3,42 µg l^{-1}, en la zona media (E-BI10, aguas mesohalinas) es 5,08 µg l^{-1} y en la zona inferior (E-BI20, aguas polihalinas) es 2,00 µg l^{-1} (n=48). Por lo tanto, la clorofila indica un estado “Muy bueno” en las tres zonas del estuario.

Como puede verse en la Figura 371, en la estación E-BI5 no se han detectado floraciones fitoplanctónicas hasta la fecha, lo cual indica un estado “Muy bueno”. En las estaciones E-BI10 y E-BI20 la frecuencia de las floraciones es 25,0%, indicando un estado “Bueno”, según la abundancia fitoplanctónica.

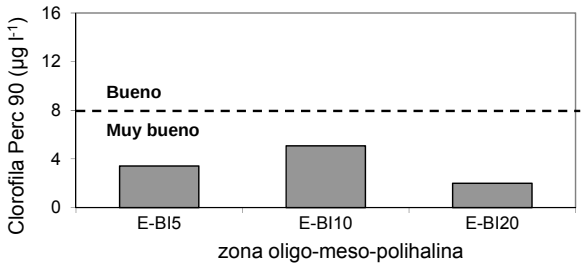


Figura 370 Percentil 90 de la concentración de clorofila en el estuario del Bidasoa. Los datos utilizados han sido los de superficie, pleamar y bajamar, de las cuatro épocas del año, desde 2007 hasta 2012.

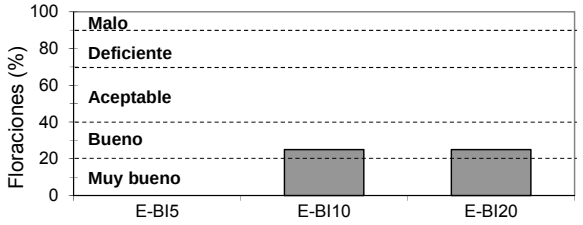


Figura 371 Frecuencia de floraciones fitoplanctónicas (%) en el estuario del Bidasoa. Los datos utilizados corresponden a superficie, pleamar, en primavera y verano, desde 2007 hasta 2012.

Tras realizar la integración de los dos indicadores, como se muestra en la Tabla 293, el estado del fitoplancton para el periodo 2007-2012 en el estuario del Bidasoa se clasifica como "Muy bueno" en las tres estaciones de muestreo.

ESTACIÓN	EQR_1 Biomasa	EQR_2 Floraciones	Estado y EQR Global
E-BI5	1,000	1,000	Muy bueno (1,000)
E-BI10	1,000	0,668	Muy bueno (0,834)
E-BI20	1,000	0,668	Muy bueno (0,834)

Tabla 293 Estuario del Bidasoa. Calificación del estado del fitoplancton para cada estación de muestreo durante el periodo 2007-2012. Se muestran los EQRs parciales de cada indicador y el EQR global.

Finalmente, en la Tabla 294 se muestra la evolución del estado del fitoplancton a lo largo de periodos móviles de seis años. El **estado del fitoplancton** integrado en la masa de agua del **Bidasoa** se clasifica como "**Muy bueno**" en toda la serie. El EQR varía entre 0,89 y 0,98.

	03-08	04-09	05-10	06-11	07-12
Bidasoa	MB (0,956)	MB (0,956)	MB (0,979)	MB (0,974)	MB (0,889)
E-BI5	MB	MB	MB	MB	MB
E-BI10	MB	MB	MB	MB	MB
E-BI20	MB	MB	MB	MB	MB

Tabla 294 Evolución temporal del estado del fitoplancton en el estuario del Bidasoa, a lo largo de periodos móviles de seis años. Se indica entre paréntesis la evolución del EQR del fitoplancton.

CLOROFILA

En el estuario del Bidasoa se midió la concentración de clorofila en tres puntos: cabecera (estación E-BI5), zona media (E-BI10) y zona inferior (E-BI20). Las muestras se tomaron sólo en superficie. Considerando todo el conjunto de situaciones de muestreo (pleamar y bajamar; con frecuencia trimestral) se tomaron 24 muestras que cubrieron un amplio rango de salinidad (0,1-32,1 USP) (Figura 372).

Durante la mayor parte del año la concentración de clorofila fue baja, oscilando entre 0,3 y 3,0 µg l^{-1} (Figura 372). En verano, sin embargo, se observaron concentraciones entre 5 y 16 µg l^{-1}, que correspondieron a aguas de carácter meso-polihalino. El máximo se encontró en la estación situada en la zona media del estuario (E-BI10). En comparación con otras masas de agua de similar salinidad, el máximo de clorofila en el Bidasoa fue relativamente alto, en el mismo nivel que los encontrados en el Oka, Lea y Urola.

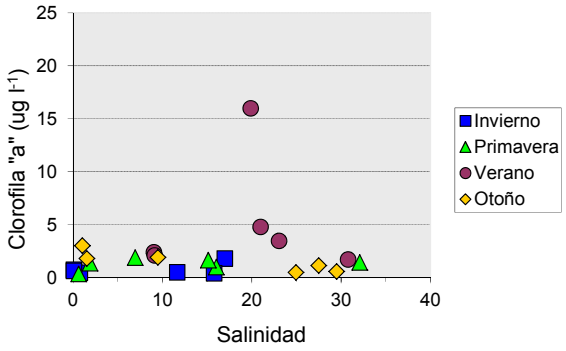


Figura 372 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino del estuario del Bidasoa en las cuatro épocas de estudio durante 2012. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

En cuanto a los nutrientes más relacionados con aportes de aguas residuales urbanas (amonio y fosfato), su concentración fue, en la mayoría de los muestreos, más alta en la estación E-BI10 que en el resto. Además, en verano se encontraron los máximos de dichos nutrientes en esta estación (43 µM de amonio y 3 µM de fosfato). La estación E-BI10 representa aguas de carácter mesohalino. Por lo tanto, el amonio se acerca bastante en algunos casos a la concentración que se considera indicadora de mal estado físico-químico para aguas de dicha salinidad (50 µM), según los criterios de Bald (2005). Esto mismo también se detectó en el año anterior. Por lo tanto, aunque a partir del año 2005 los picos de nitrógeno inorgánico disuelto y fosfato han disminuido en el Bidasoa (Revilla *et al*., 2011), es probable que esporádicamente aún haya algún vertido en la zona media del estuario.

En la Figura 373 se muestra la evolución temporal de la concentración de clorofila en cada estación del estuario.

Como se aprecia en la Figura 373, en la cabecera del estuario (E-BI5, oligohalina), el percentil ha variado poco, entre 3 y 4 µg l^{-1}, a lo largo de la última década. La zona media (E-BI10, mesohalina) presenta oscilaciones entre 4 y 8 µg l^{-1}, aproximadamente. La zona exterior (E-BI20, polihalina) ha variado entre 1 y 5 µg l^{-1}. Tanto en la zona media, como en la exterior, la clorofila ha aumentado lentamente desde mediados de los 90, hasta mediados de la década del 2000, momento a partir del cual se invierte la tendencia. Este cambio podría estar relacionado con acciones de saneamiento en el estuario.

En el resto de los estuarios del País Vasco, en aguas de carácter oligo-, meso- o polihalino el percentil 90 de la clorofila normalmente no supera los 8 µg l^{-1}. Por lo tanto, la biomasa fitoplanctónica en el estuario del Bidasoa a lo largo de los últimos 15 años se mantiene dentro del rango

normal, aunque ha tenido periodos en los que ha estado cerca de dicho límite (Figura 373). Los aportes de nutrientes de origen antropogénico que han afectado a la estación E-BI10 en épocas anteriores y que, aunque en menor magnitud aún podrían afectarla en la actualidad, explicarían un nivel de clorofila superior al del resto de los puntos de muestreo.

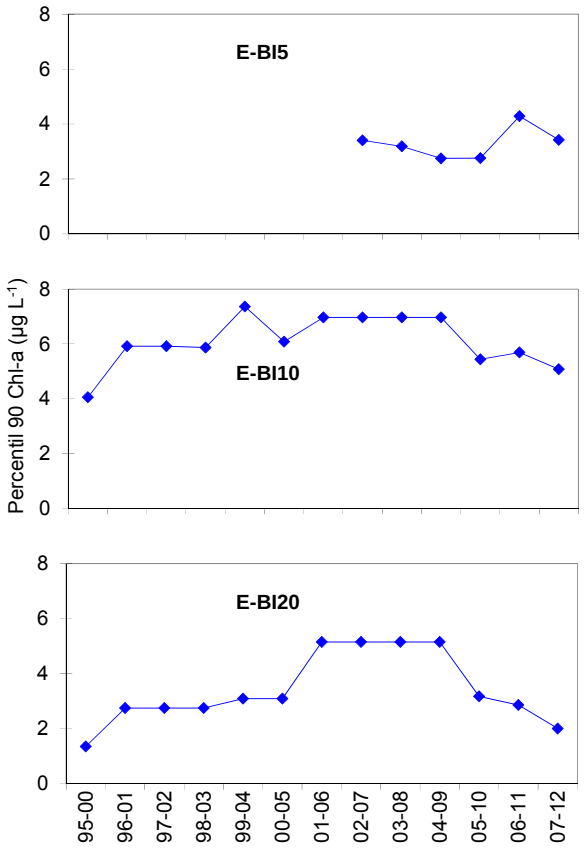


Figura 373 Evolución de la concentración de clorofila en el estuario del Bidasoa. Se muestra el percentil 90 calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, para periodos móviles de seis años.

También hay que señalar que en otros estuarios del País Vasco se han observado oscilaciones en la clorofila en las zonas exteriores, a lo largo de los últimos 10-15 años. Como ya se ha comentado en otros capítulos, dichas oscilaciones en la biomasa fitoplanctónica podrían estar en parte asociadas a cambios en las condiciones océano-meteorológicas a amplia escala espacial (factores como: insolación, turbiedad, aporte de nutrientes mediado por la pluviosidad y el caudal fluvial, estratificación frente a mezcla vertical, afloramiento frente a hundimiento, etc.). Estos procesos naturales se ha visto que tienen una influencia importante sobre la clorofila en la plataforma costera del País Vasco (Revilla et al., 2012).

COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DEL FITOPLANCTON

En la Tabla 295 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.

Estación	E-BI5	E-BI10	E-BI20
Fecha	14/05/2012	14/05/2012	14/05/2012
Abund. (x10^3 céls. l^{-1})	579	2.781	6.579
Diversidad (bit/cel)	1,3	1,3	1,2
Riqueza (Nº especies)	7	12	22
Estación	E-BI5	E-BI10	E-BI20
Fecha	11/09/2012	11/09/2012	11/09/2012
Abund. (x10^3 céls. l^{-1})	1.825	11.659	2.388
Diversidad (bit/cel)	2,7	2,8	3,5
Riqueza (Nº especies)	13	18	29

Tabla 295 Índices relacionados con Fitoplancton. Estuario del Bidasoa. Los datos son de superficie, en pleamar.

Como suele ser habitual en este estuario, la abundancia del fitoplancton fue más baja en la cabecera que en las zonas media e inferior. Este patrón también se observó en la riqueza de especies y, en algunas ocasiones en la diversidad.

Hay que recordar que las condiciones físico-químicas difieren mucho entre la cabecera, de carácter generalmente oligohalino, y el resto del estuario, con bastante más proporción de agua marina.

En primavera se encontraron blooms de diatomeas en las estaciones E-BI10 y E-BI20, que estuvieron constituidos por *Chaetoceros* sp. (unicelular) y *Chaetoceros* salsugineus. Estas diatomeas se manifestaron en otros estuarios y masas de agua costeras del País Vasco en alta abundancia también en la misma época del año. En la zona inferior y media del Bidasoa aportaron aproximadamente el 90% a la abundancia celular total. Por el contrario, en la cabecera del estuario (E-BI5) las diatomeas en conjunto aportaron el 70% y no presentaron blooms. Este grupo taxonómico estuvo mayoritariamente representado por pequeñas pennales, que fueron posiblemente de origen bentónico.

A pesar de la elevada abundancia fitoplanctónica encontrada en mayo de 2012 en algunas zonas del Bidasoa, la clorofila se mantuvo en niveles bajos.

En verano, la abundancia fitoplanctónica se mostró más acorde con la concentración de clorofila, a lo largo del estuario. La abundancia más alta se observó en la zona media (E-BI10) al igual que el pico de clorofila (véase apartado anterior). Este pico fue debido a una floración de criptofitas (principalmente *Hemiselmis* spp. y *Teleaulax* spp.) junto con pequeñas formas sin identificar y clorofitas (*Chlamydomonas* cf. *coccoides*).

En el resto del estuario también dominaron las pequeñas formas no silíceas en verano, aunque su abundancia fue mucho más baja (Tabla 295). En la estación de cabecera (E-BI5) la composición fue muy similar a la de la zona media, mientras que en la de la desembocadura (E-BI20) las haptofitas (primnesiofíceas) cobraron mayor importancia.

15.3.4 VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO. MACROALGAS

Para su estudio la masa de agua se dividió en 22 zonas tanto en 2004, como en 2007 y 2010, numeradas del 1 al 22 desde la desembocadura al interior. Estas 22 zonas representan tres tramos del estuario, que se pueden adscribir a las estaciones E-BI20 (zonas 1 a 3 y 13 a 15), E-BI10 (zonas 4 a 6, 8 a 11 y 16 a 19) y E-BI5 (zonas 7, 12 y 20), desde la desembocadura al interior. Además, como en 2007, se analizaron otras dos zonas correspondientes a las marismas de Jaizubia (zonas 21 y 22).

Así, en la Tabla 296 se observan los resultados obtenidos de aplicar el método explicado en el Tomo 1 del informe correspondiente a la campaña de 2003 (Borja *et al.*, 2004d) para la masa de agua en las tres campañas arriba indicadas.

La calificación obtenida en 2010 fue de **'Buen Estado'** para el global de la masa de agua, el mismo que las pasadas campañas de 2004 y 2007. Tampoco se observan cambios temporales a nivel de tramo.

	E-BI20	E-BI10	E-BI5	JAIZUBIA	GLOBAL
2004	MB	B	A	-	B
2007	MB	B	A	B	B
2010	MB	B	A	B	B

Tabla 296 Calificación obtenida para cada uno de los tramos en que se divide la masa de agua (M-EBI1 a M-EBI3 y M-EBI13 a M-EBI15 se adscriben a E-BI20; M-EBI4 a M-EBI6, M-EBI8 a M-EBI11 y M-EBI16 a M-EBI19 se adscriben a E-BI10; M-EBI7, M-EBI12 y M-EBI20, se adscriben a E-BI5; M-EBI21 y M-EBI22 corresponden a las marismas de Jaizubia) y para el global de la misma, en cada una de las campañas muestreadas (A=Estado Aceptable; B=Buen Estado; MB=Muy Buen Estado).

15.4 INDICADORES FISICOQUÍMICOS

15.4.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA EN AGUAS

CONSIDERACIONES GENERALES

En la Tabla 297 se muestran los datos medios anuales, correspondientes a las campañas de 2012, de las variables hidrográficas analizadas en superficie y fondo en el estuario del Bidasoa, y de las variables relacionadas con el estado trófico (únicamente en superficie).

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 las estaciones E-BI10 y E-B20, situadas en la zona intermedia e inferior del estuario, respectivamente (Tabla 297).

Variable	Unidad	E-BI5-S	E-BI5-F	E-BI10-S	E-BI10-F	E-BI20-S	E-BI20-F
Temperatura	°C	15,38	16,83	16,73	17,08	16,79	17,75
Salinidad	USP	2,93	19,66	14,77	20,22	22,94	32,89
Agua fluvial	%	91,77	44,76	58,52	43,21	35,57	7,62
Saturación O_2	%	88,13	72,51	80,35	75,19	93,16	84,45
pH		8,02	7,75	8,01	7,95	8,05	8,07
Silicato	□mol.dm^{-3}	83,86		63,25		34,65	
Amonio	□mol.dm^{-3}	4,19		16,26		6,38	
Nitrito	□mol.dm^{-3}	0,53		1,16		0,42	
Nitrato	□mol.dm^{-3}	53,58		51,86		24,12	
Nitrógeno Total	□mol.dm^{-3}	97,08		117,09		47,06	
Fosfato	□mol.dm^{-3}	1,15		1,83		1,17	
Fósforo Total	□mol.dm^{-3}	2,43		3,47		2,04	
Carbono O. Total	□mol.dm^{-3}	162,34		207,72		141,32	

Tabla 297 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 2012, puede observarse que la presencia media de agua de origen fluvial en cada estación decrece desde la estación E-BI5 (45-92%) hasta la E-BI20 (8-36%). 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 para los casos de amonio, nitrito y carbono orgánico total los valores registrados en las estaciones E-BI10 y E-BI20 indican la influencia de otros afluentes secundarios y aportes directos. En relación con lo anterior, también pueden destacarse los valores mínimos de saturación de oxígeno en la estación E-BI10 (superficie).

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.

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 de concentraciones de NID y fosfatos reflejan una disminución en la variabilidad intra-anual en los años más recientes (Figura 374).

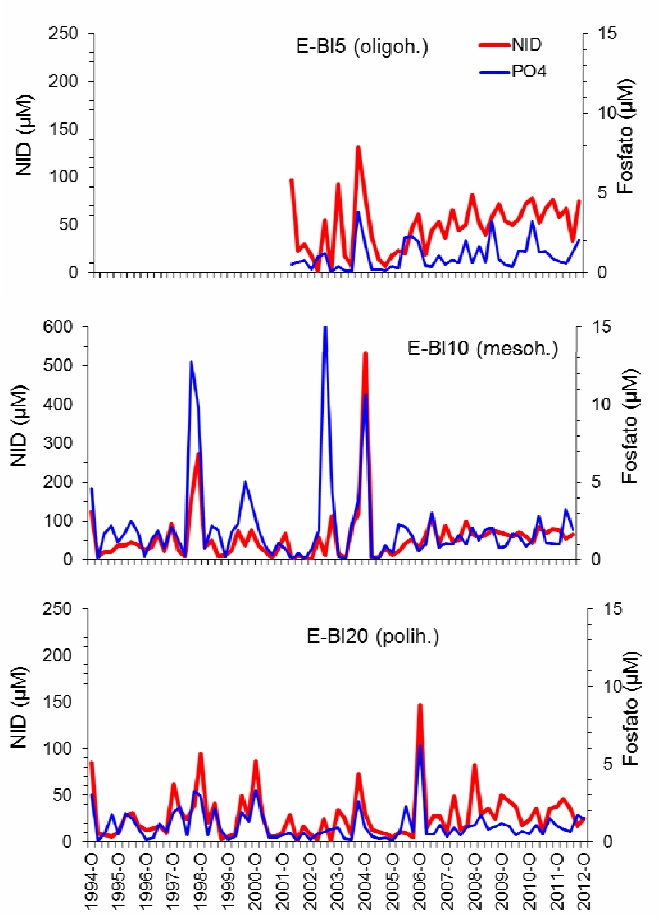


Figura 374 Evolución trimestral, entre otoño de 1994 y otoño de 2012, de la concentración de Nitrógeno Inorgánico Disuelto (NID) y fosfato, ambos en micromoles por litro, en aguas de superficie (media de pleamar y bajamar), en las estaciones E-BI5, E-BI10 y E-BI20.

En la Figura 375 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 2009. Sin embargo, en los últimos años las tres estaciones, pero especialmente las estaciones E-BI5 y E-BI10, presentan un descenso mostrando valores inferiores al 60% de saturación en muestreos puntuales.

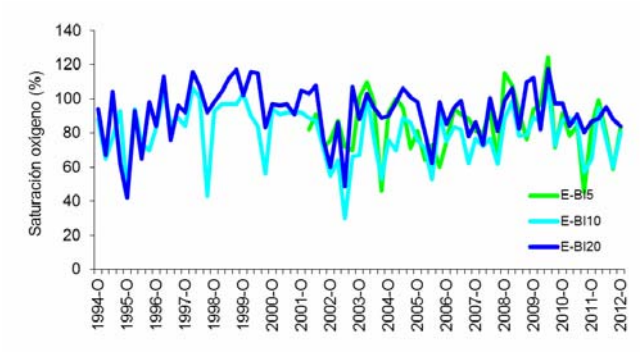


Figura 375 Porcentaje de saturación de oxígeno en la columna de agua en la zona interior del estuario Bidasoa (estaciones E-BI5, E-BI10 y E-BI20). Se muestra el promedio para cada época del año (invierno, primavera, verano y otoño) desde 1994 hasta 2012. La media se ha realizado con los datos tomados en superficie y fondo, y en dos situaciones de marea (pleamar y bajamar).

METALES DISUELTOS

Las concentraciones de cromo (trivalente) y mercurio en las aguas de superficie de las estaciones del estuario del Bidasoa se mantienen por debajo de su límite de cuantificación (1-2 $\mu g \cdot l^{-1}$ y 0,01 $\mu g \cdot l^{-1}$, respectivamente).

En la Figura 376 se muestra la evolución de la concentración media del resto de los metales para el periodo comprendido entre otoño de 1994 y verano de 2012. 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 376, durante las últimas campañas para algunos metales como cobre, níquel, zinc (estación E-BI20) y cadmio se observa una disminución de los valores promedio anuales. En el caso del cadmio, los valores promedio anuales disminuyen hasta alcanzar valores por debajo de su objetivo de calidad (NCA-MA: 0,2 $\mu g \cdot l^{-1}$).

Por el contrario, en la presente campaña, en el caso del zinc (estaciones E-BI5 y E-BI10) y del manganeso se aprecia un ligero aumento de la concentración media anual con respecto a la campaña anterior.

En la presente campaña, cabe destacar que ningún metal supera su objetivo de calidad correspondiente (NCA-MA) en ninguna de las estaciones de estudio.

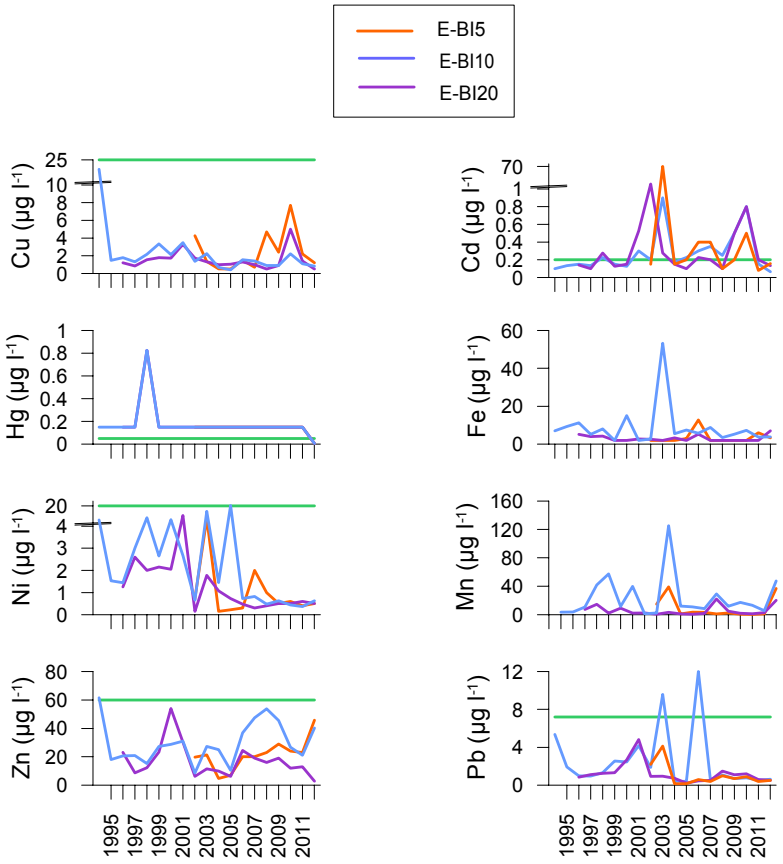


Figura 376 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en las estaciones del Bidasoa en el periodo que abarca desde 1994 a 2012. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

CONTAMINANTES ORGÁNICOS Y OTROS CONTAMINANTES ESPECÍFICOS

En la campaña de 2012, las concentraciones de los compuestos orgánicos analizados se encuentran por debajo de sus respectivos límites de cuantificación, excepto en el caso del Benzo(g,h,i)perileno e Indeno(1,2,3-cd)pireno en la estación E-BI10 en el mes de enero.

15.4.2 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS

PARÁMETROS SEDIMENTOLÓGICOS DE CARÁCTER GENERAL

Desde el año 1995, en la estaciónes E-BI10 y E-BI20 y desde 2002 en las estación E-BI5, se dispone de la información relativa a la composición granulométrica, contenido en materia orgánica, potencial redox y contenido en carbono y nitrógeno orgánico particulado.

A partir de esta información, en la Figura 377 y Figura 378 se ha establecido una evolución temporal para cada estación. Además en la Tabla 298 se recogen los resultados de los análisis realizados en la campaña de invierno de 2012.

En cuanto a la variabilidad espacial, en la presente campaña, la estación externa (E-BI20) presenta un sedimento predominantemente arenoso, con los mayores valores de potencial redox y de ratio C/N.

Las estaciones E-BI10 y E-BI5 también presentan un sedimento con un alto contenido en arenas. Además ambas estaciones muestran valores bajos de ratio C/N y valores negativos de potencial redox.

En relación a la evolución temporal, el contenido en materia orgánica muestra una tendencia descendente discontinua en la estación E-BI5 y E-BI10.Para el resto de parámetros sedimentológicos no se observa ningún patrón temporal definido en ninguna de las estaciones de estudio.

Estación	Grava (%)	Arena (%)	Limo (%)	M.O. (%)	Eh (mV)	C.O.P. (mol kg^{-1})	N.O.P. (mol kg^{-1})	C/N (mol/mol)
E-BI5	0,57	70,16	29,27	0,46	-107	2,42	0,16	15,0
E-BI10	2,26	81,58	16,16	2,79	-151	3,21	0,19	17,1
E-BI20	3,05	95,97	0,98	0,60	322	2,03	0,03	64,2

Tabla 298 Parámetros sedimentológicos correspondientes a los muestreos de invierno de 2012. Grava > 2 mm > Arena > 63 µm > Limo; M.O.: materia orgánica; Eh: potencial redox; C.O.P. carbono orgánico particulado; N.O.P.: nitrógeno orgánico particulado; C / N: relación carbono / nitrógeno).

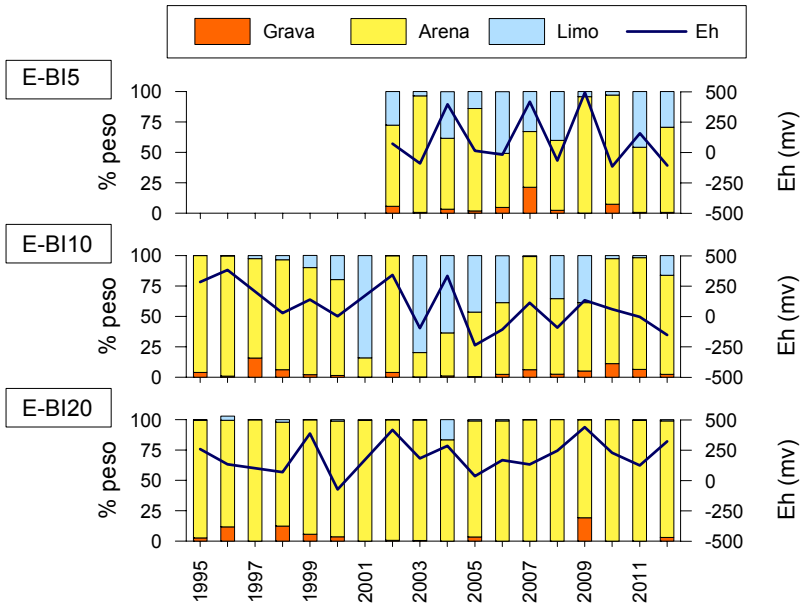


Figura 377 Evolución temporal del potencial redox (Eh) y las fracciones granulométricas (grava, arena y limo) en los sedimentos superficiales (muestreos de invierno).

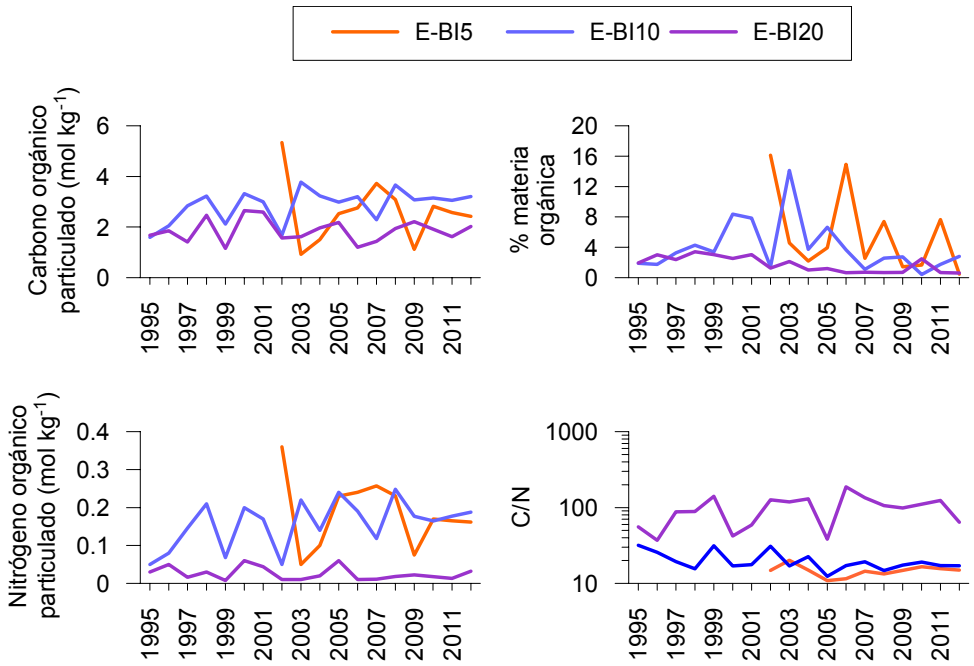


Figura 378 Evolución temporal del contenido en materia orgánica, carbono orgánico particulado y relación carbono/nitrógeno en los sedimentos superficiales (muestreos de invierno).

METALES PESADOS

En la Tabla 299 se recogen las concentraciones de metales pesados analizados en la campaña de invierno de 2012. En la presente campaña, la estación E-BI10 presenta los valores más altos para todos los metales, excepto de Fe y Mn, que muestran su mayor concentración en la estación interna (E-BI5).

La Figura 379 muestra la evolución temporal para cada uno de los metales en la estación E-BI10 y E-BI20 desde 1995 y para la estación E-BI5 desde 2002.

En las campañas más recientes, en la estación E-BI10 todos los metales, excepto el Ni, Cr, Fe y Mn, muestran valores superiores nivel de fondo. Además, en el caso del Cd, Zn y Pb se aprecia una tendencia temporal ascendente discontinua.

En la estación E-BI5 (excepto el Mn) y en la estación E-BI20, todos los metales se mantienen cercanos o inferiores al valor de fondo.

Por otro lado, en la Figura 380 se representa la concentración de metales (corregidos por el contenido en finos de los sedimentos), durante los últimos tres años (2010, 2011, 2012) con el objetivo de conocer el posible efecto adverso sobre la biota asociado a la presencia de dichos metales. De esta manera, durante la última campaña, en la estación E-BI20 todos los metales se encuentran por debajo del valor TEL. En la estación E-BI5, el Cr, Cu, Ni, Pb y Zn se encuentran por encima del valor TEL, aunque como se ha comentado anteriormente, todos ellos se encuentran en el rango del nivel de fondo. Sin embargo, en la estación E-BI10 todos los metales superan el valor TEL y el Pb incluso el valor PEL, poniendo de manifiesto la probabilidad de efectos negativos en la biota.

Estación	Cd ($\mu g\ g^{-1}$)	Cr ($\mu g\ g^{-1}$)	Cu ($\mu g\ g^{-1}$)	Fe ($\mu g\ g^{-1}$)	Hg ($\mu g\ g^{-1}$)	Mn ($\mu g\ g^{-1}$)	Ni ($\mu g\ g^{-1}$)	Pb ($\mu g\ g^{-1}$)	Zn ($\mu g\ g^{-1}$)
E-BI5	0,17	40	35	45834	0,08	755	38,9	45	135
E-BI10	3,87	66	166	35278	0,39	392	46,2	1424	1186
E-BI20	0,12	38	42	32753	0,06	446	34,9	59	140
Media	1,39	48,2	81,1	37955	0,18	531	40,0	509,5	487,2
Desv. est.	2,15	15,9	73,7	6939	0,18	196	5,7	792,1	605,4

Tabla 299 Concentración de metales pesados en la fracción fina de los sedimentos en la campaña de invierno de 2012.

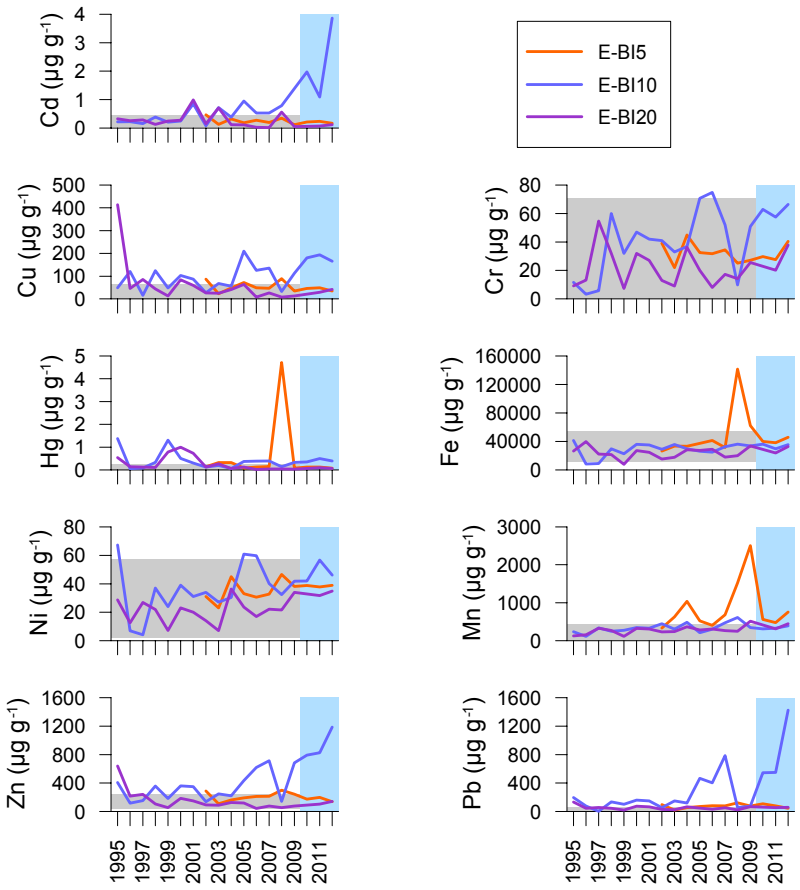


Figura 379 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en las estaciones del Bidasoa en el periodo que abarca desde 1994 a 2012. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

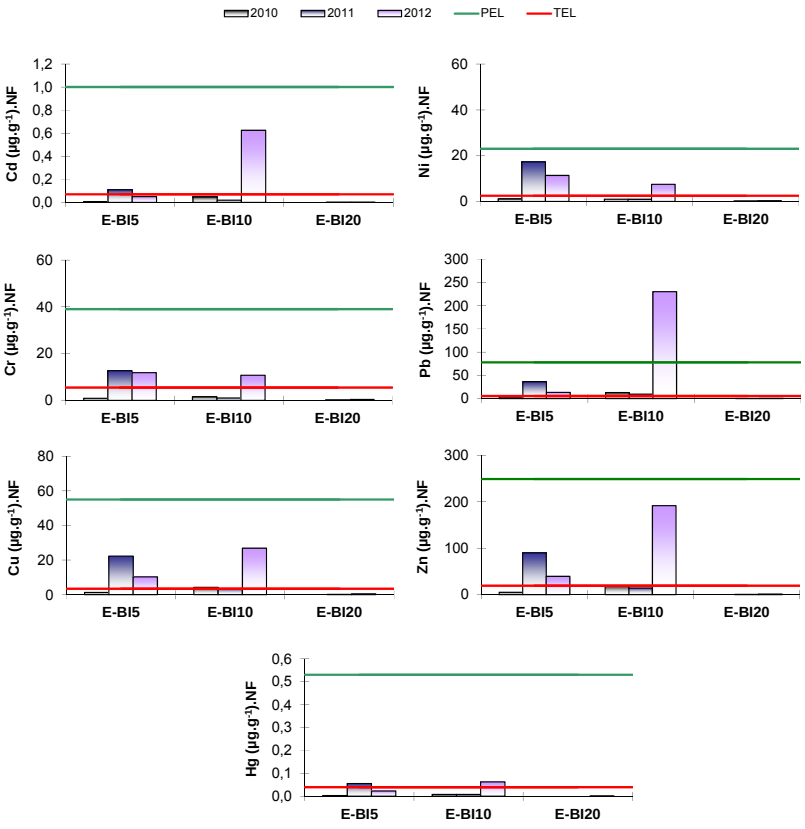


Figura 380 Evolución temporal de la concentración de metales del sedimento de las estaciones del Bidasoa, durante los últimos tres años (muestreos de invierno). PEL (Probable Effect Level): concentración con efecto negativo probable en la biota; TEL (Threshold Effect Level): concentración por debajo de la cual no se esperan efectos sobre la biota. Nótese que las concentraciones están corregidas por la fracción fina (NF).

COMPUESTOS ORGÁNICOS

En la Tabla 300 se recogen las concentraciones de compuestos orgánicos analizados en la campaña de invierno de 2012, en las tres estaciones de estudio. La Figura 381 ilustra la evolución en la concentración de contaminantes orgánicos analizados en la estación E-BI10 y E-BI20 desde 1995 y en la estación E-BI5 desde 2002.

Durante las últimas campañas, todos los compuestos orgánicos analizados muestran concentraciones cercanas o inferiores al límite de determinación analítico. Como excepción, los PAHs que se mantienen de forma continúa por encima del límite analítico, pero sin superar en ningún caso el objetivo de calidad (44792 ng.g^{-1}). Por lo tanto, las concentraciones de contaminantes orgánicos en ambas estaciones no implican efectos negativos sobre la biota.

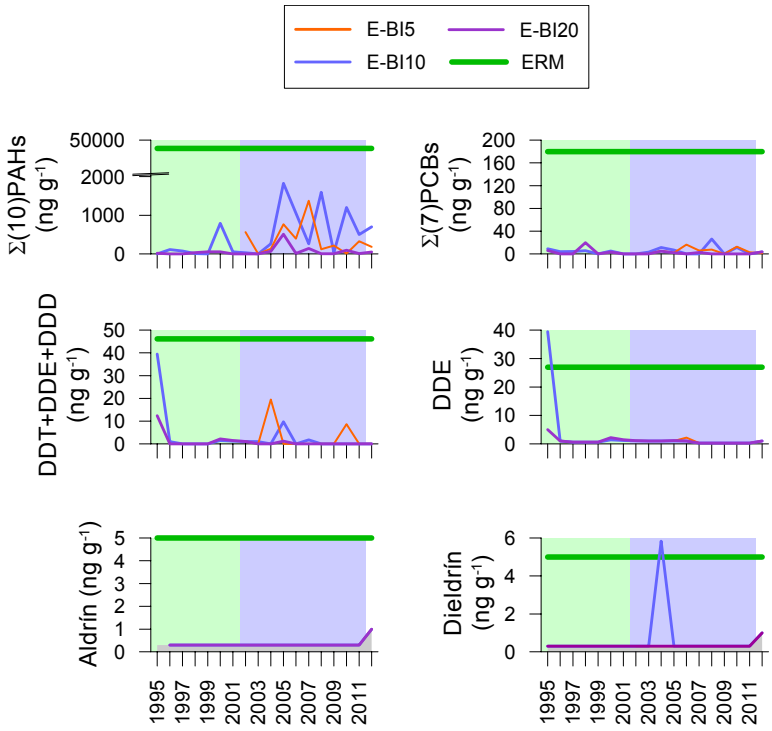


Figura 381 Evolución temporal de la concentración de compuestos orgánicos. La variación en el nivel de cuantificación analítico se muestra sobre fondo gris. ERM: concentración con efecto adversos probables en la biota (del inglés, Effects Range Median, Long *et al.*, 1995). Cabe señalar que las concentraciones inferiores a los límites de detección no se han considerado en el sumatorio. Cambio de color de fondo indica cambio de metodología.

Estación	Aldrín (ng g^{-1})	Dieldrín (ng g^{-1})	Isodrín (ng g^{-1})	DDE (ng g^{-1})	DDD (ng g^{-1})	DDT (ng g^{-1})	*a*HCH (ng g^{-1})	*g*HCH (ng g^{-1})	HCB (ng g^{-1})	S.PCB (ng g^{-1})	S.PAH (ng g^{-1})
E-BI5	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1,20	183
E-BI10	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	3,40	698
E-BI20	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	3,90	48

Tabla 300 Concentración de compuestos orgánicos en los sedimentos en la campaña de invierno de 2012. *a*HCH: alfa-hexaclorociclohexano; *g*HCH:gamma-hexaclorociclohexano; HCB: hexaclorobenceno; HCB: hexaclorobenceno; S.PCB: suma de las concentraciones de los policlorobifenilos congéneres CB28, CB52, CB101, CB118, CB138,CB153 y CB180; S.PAH: suma de las concentraciones de 10 hidrocarburos poliaromáticos: fenantreno, indeno[1,2,3-cd]pireno, pireno, criseno, benzo[e]pireno, benzo[g,h,i]perileno, fluoranteno, benzo[a]antraceno, benzo[b]fluoranteno y benzo[a]pireno. Cabe señalar que las concentraciones inferiores a los límites de detección no se han considerado en el sumatorio.

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

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.

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 centrales del nivel de fondo de metales, calculados por Rodríguez *et al.* (2006), con los encontrados en las zonas estudiadas (Factor de Contaminación, FC). 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 301 se recoge el índice de carga contaminante (ICC) por cada metal en los sedimentos del estuario del Bidasoa, así como los valores globales de

ICC para la campaña de invierno de 2012. Según estos valores de ICC globales, las estaciones E-BI5 y E-BI20 presentan contaminación ligera, mientras que la estación E-BI10 muestra contaminación media.

En la Figura 382 se presenta la evolución del ICC global para la estación E-BI10 y E-BI20 desde invierno de 1995, y en la estación E-BI5 desde 2002. En los muestreos más recientes, en la estación E-BI10 y E-BI20 se observa una tendencia ascendente hacia valores de contaminación media (*i.e.,* ICC > 3) y contaminación ligera (*i.e.,* ICC > 1), respectivamente. Por el contrario, la estación más interna (E-BI5) muestra un tendencia descendente desde valores de contamiación media hasta valores de contaminación ligera (*i.e.*, ICC > 1).

Estación	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn	ICC global
E-BI5	NC	CL	CL	CL	NC	C	CL	CL	NC	CL
E-BI10	CF	CL	C	CL	CL	CL	CL	CF	C	C
E-BI20	NC	CL	CL	CL	NC	CL	CL	CL	NC	CL
Total	CL	CL	CL	CL	NC	CL	CL	C	CL	CL

Tabla 301 Clasificación de la contaminación en los sedimentos superficiales en función de los metales pesados en 2012, 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 meta.

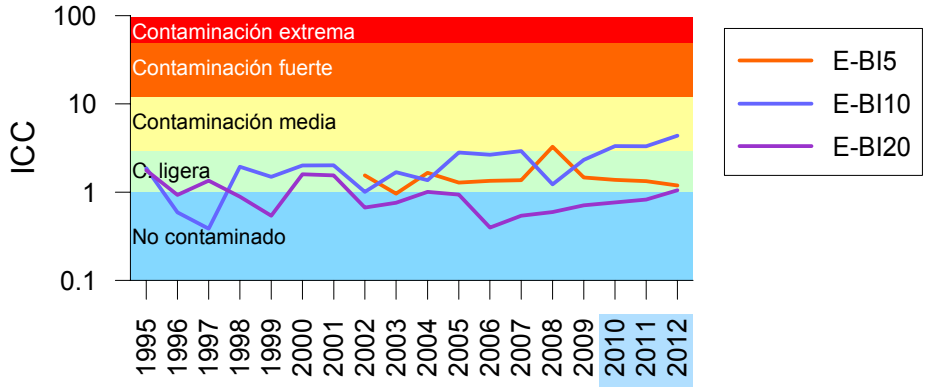


Figura 382 Evolución del Índice de Carga Contaminante (ICC) global de metales en sedimento.

15.4.3 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA EN BIOTA (MOLUSCOS)

En el estuario del Bidasoa el 22 de octubre de 2012 se recolectaron mejillones en su desembocadura (I-BI10). Los datos de la campaña de otoño de 2012 correspondientes a bacteriología, metales pesados y compuestos orgánicos se pueden consultar 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 2012) se representa en la Figura 383.

En 2012 se ha observado una concentración de ***E. coli*** elevada (>18000 NMP/100g), probablemente ligado a la elevada precipitación en los días previos al muestreo. Este valor contrasta con la concentración de **coliformes fecales** en otoño de 2011, una de las más bajas registradas en este punto de muestreo a lo largo del periodo de estudio. Suponiendo que se tratase de una zona de producción de moluscos, la concentración observada en la campaña de otoño de 2012 se encuentra dentro del rango 4600-46000 NMP/100g, valor establecido en el Reglamento (CE) nº 854/2004 para la clasificación de las Zonas tipo C, es decir, aquellas zonas en las que pueden recolectarse moluscos bivalvos vivos que únicamente pueden comercializarse tras su reinstalación durante un periodo prolongado.

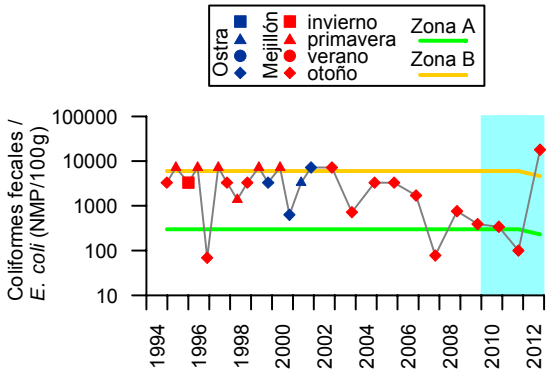


Figura 383 Evolución de la concentración de bacterias (Coliformes fecales hasta 2011 y *E. coli* en 2012) en la estación I-BI10 a lo largo del periodo de estudio (otoño de 1994-otoño de 2012).

METALES PESADOS

En la Figura 384 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 2012).

La concentración de **cadmio** en la campaña de otoño de 2012 es inferior al límite de detección (0,02 mg kg^{-1}). 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}).

El **cromo** presenta en 2012 una concentración inferior al límite de detección (0,02 mg kg^{-1}), una de las mínimas concentraciones observadas a lo largo del periodo de estudio en esta estación. La máxima concentración se dió en otoño de 1997 (1,34 mg kg^{-1}).

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 2012, en el que la concentración se ha medido en mejillón, el cobre presenta una concentración de 0,30 mg kg^{-1}. Este valor está en el rango de las concentraciones determinadas en esta estación en los muestreos más recientes, siendo la concentración máxima en mejillones la observada en primavera de 1999 (56 mg kg^{-1}).

La concentración de **mercurio** observada en otoño de 2012, 0,003 mg kg^{-1}, es similar a la registrada en 2011 (0,005 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 a lo largo del tiempo. Por ello, en ningún caso se ha superado el límite legal para consumo, 0,5 mg kg^{-1}. Sin embargo, en el 35% de los casos se ha superado la norma de calidad ambiental (20 □g kg^{-1}, valor que, tal y como se ha explicado en el tomo 1 de introducción y métodos, se ha considerado muy bajo para su aplicación en la costa vasca).

En otoño de 2012, la concentración de **níquel** es inferior al límite de detección (0,02 mg kg^{-1}). A lo largo del periodo de estudio, la máxima concentración de Ni en el estuario del Bidasoa se observó en otoño de 1997 (10,9 mg kg^{-1}).

Para el **plomo**, en otoño de 2012 la concentración (0,004 mg kg^{-1}) es la mínima de las registradas a lo largo del periodo de estudio en esta estación. En 2007 se registró una concentración (2,04 mg kg^{-1}) que supera el límite legal para consumo (1,5 mg kg^{-1}), también superado en algunos muestreos previos.

En cuanto al **zinc**, la concentración en otoño de 2012 (16 mg kg^{-1}) es una de las más bajas de las observadas a lo largo del periodo de estudio. Estas concentraciones se midieron en mejillón, que tiene la capacidad de regular la concentración de este metal (Rainbow, 1990). Sin embargo, en las campañas de otoño de 1999 y otoño de 2001 en las que se muestreó ostra, que no dispone de dicha capacidad, las concentraciones observadas (723 y 399 mg· kg^{-1}, respectivamente) son un orden de magnitud superior. Por lo tanto, en general, se observan concentraciones de zinc más elevada aquellos años en los que se han recolectado ostras. .

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}. En las campañas posteriores se ha mantenido en valores inferiores, o iguales, al límite de detección correspondiente.

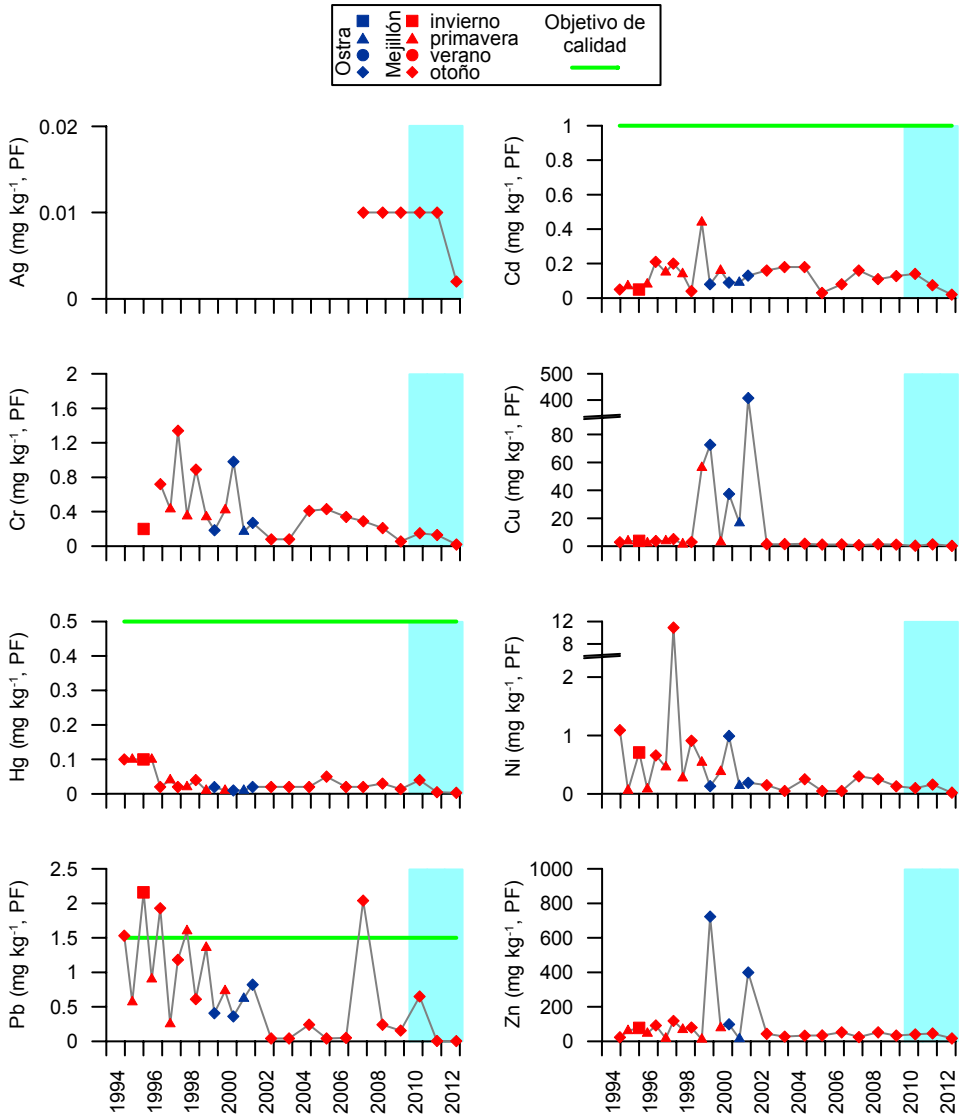


Figura 384 Evolución de la concentración de metales en moluscos (mg kg^{-1} de Peso Fresco), en la estación I-BI10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2012).

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.

En la Figura 385 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 2012).

En el caso de los policlorobifenilos (**PCBs**) se han sumado las concentraciones de 6 de los 7 congéneres analizados (congéneres 28, 53, 101, 138, 153 y 180), con objeto de poder compararlas con el límite establecido para consumo. En otoño de 2012 las concentraciones de los 6 PCBs considerados en la estación I-BI10 han sido inferiores a los límites de detección correspondientes, por lo que el sumatorio es 0 µg kg^{-1}, uno de los valores más bajos del rango de concentraciones más recientes para esta estación. Además, las concentraciones de PCBs encontradas a lo largo del periodo de estudio son inferiores al objetivo de calidad considerado, el límite máximo permitido para consumo de moluscos bivalvos (75 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 2012 la concentración de los tres compuesto es inferior al límite de detección, por lo que el sumatorio es 0 µg kg-1. A lo largo del periodo de estudio, las concentraciones de al menos uno de los tres DDT analizados en los moluscos son, en general, algo superiores a los límites de detección correspondientes, que han ido variando a lo largo del tiempo. Así, la concentración máxima del sumatorio de DDT se observó en primavera de 1995 (13 µg kg-1).

La concentración de **HCH** corresponde a la suma de □-HCH y □-HCH (lindano). En otoño de 2012, la concentración en moluscos del estuario del Bidasoa no

ha alcanzado el límite de detección para ninguno de los dos isómeros analziados, mientras que el máximo se observó en otoño de 1994 (1,83 µg kg-1).

En general, las concentraciones de **HCB** a lo largo del periodo de estudio no superan los límites de detección correspondientes. Incluso el máximo que se observo en otoño de 2002 (2,17 µg kg-1) se encuentra muy alejado del valor límite para este compuesto, 10 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 seis campañas siguientes los límites de detección se superan en más compuestos, mostrando el sumatorio de los 10 PAHs considerados una tendencia ascendente hasta 2008 (313 µg kg-1). Desde entonces la tendencia ascendente se rompe y la concentración disminuye hasta 2012. Esta misma tendencia se observa para □4PAH y para el benzo(a)pireno, para los que hay establecidos valores límite máximo para consumo, que han sido superadosen otoño de 2006, 2007 y 2008 para □4PAH, y en otoño de 2008 y 2009 para benzo(a)pireno.

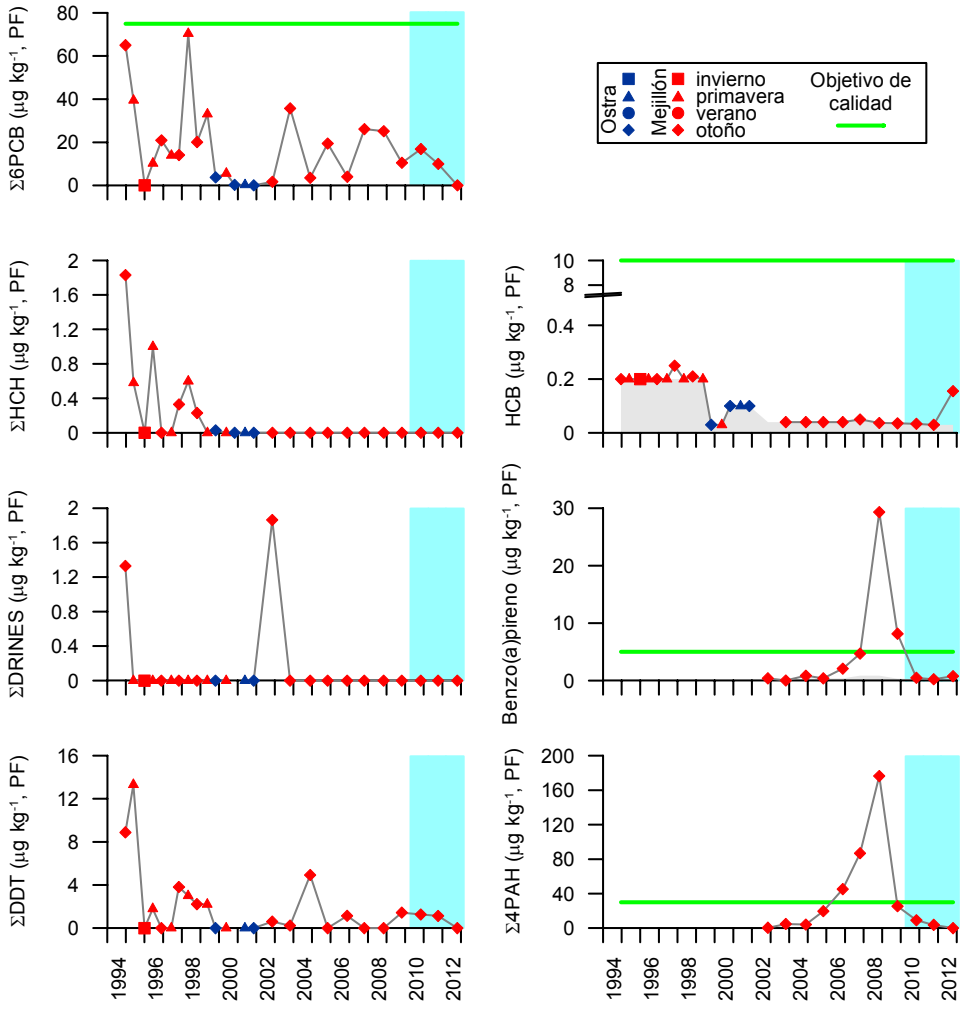


Figura 385 Evolución de la concentración de contaminantes orgánicos en moluscos (µg kg-1 de Peso Fresco), en la estación I-BI10, a lo largo del periodo de estudio (otoño 1994-otoño 2012).

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

En base a la concentración *E. coli* en la muestra tomada en otoño de 2012, la calificación sería de Zona tipo C, (recolección permitida, pero es necesaria la reinstalación durante un periodo prolongado), según el Reglamento (CE) nº 854/2004.

En el estudio de la Red de Calidad de Aguas para Cultivo de Moluscos y Marisqueo, que AZTI realiza para la Dirección de Pesca y Acuicultura del Gobierno Vasco, se observa que, en los últimos años se ha observado un empeoramiento la bacteriología analizada en los moluscos, por lo que se ha cerrado recientemente al marisqueo. Debe de tenerse en cuenta que los puntos de

muestreo de ambos estudios presentan una localización muy alejada.

Para la clasificación de la contaminación de los metales pesados se han tenido en cuenta los niveles de fondo para el País Vasco (Solaun *et al*., 2013) 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 2012 en los moluscos recolectados en el estuario del Bidasoa la clasificación general sería de no contaminado.

En cuanto a los compuestos orgánicos, rara vez se alcanzan los límites de detección, por lo que se puede considerar que los moluscos de este estuario no están contaminados por compuestos orgánicos. Incluso la suma de las concentraciones de los 4 PAHs y de los 6 PCBs indicadores de la presencia de PAH y PCB no similares a dioxinas, respectivamente, en los alimentos, según la EFSA (Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria), no superan los valores recomendados para el consumo (30 µg kg^{-1}, y 75 µg kg^{-1}, respectivamente).

15.5 INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

En 2009-2010 tuvo lugar la construcción del puerto deportivo de la dársena de Veteranos, que conllevó algunos dragados de poca entidad, 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

TOMO 16 MASA DE AGUA COSTERA CANTABRIA-MATXITXAKO

Pasaia, junio de 2013

ÍNDICE

TOMO 16 MASA DE AGUA COSTERA CANTABRIA-MATXITXAKO 455

16.1 Resumen estado. Cantabria-Matxitxako 457

16.2 Estaciones de muestreo 460

16.3 Indicadores biológicos 461

16.3.1 Macroinvertebrados bentónicos 461

16.3.2 Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton 465

16.3.3 Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas 468

16.4 Indicadores fisicoquímicos 505

16.4.1 Caracterización físico-química en aguas 505

16.4.2 Caracterización físico-química en sedimentos 508

16.5 Indicadores hidromorfológicos 513

16.1 RESUMEN ESTADO. CANTABRIA-MATXITXAKO

La masa de agua costera Cantabria-Matxitxako en la campaña 2012 alcanza el buen estado puesto que alcanza el buen estado químico y se diagnostica como estado ecológico bueno (Tabla 303 y Figura 386).

Esta situación de cumplimiento de objetivos medioambientales es la mayoritaria en el quinquenio 2008-2012 (Tabla 302), aunque se han diagnosticado incumplimientos tanto del estado ecológico como del químico.

INDICADOR	2008	2009	2010	2011	2012
Estado ecológico	3	1	1	2	2
Estado químico	2	2	2	3	2
Estado	3	2	2	3	2

Tabla 302 Evolución del periodo 2008-2012. Masa de agua Cantabria-Matxitxako. (Claves: *estado ecológico*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde), moderado (3- amarillo), deficiente (4- naranja) y malo (5- rojo). *Estado químico:* bueno (2- azul) y no alcanza el buen estado (3- rojo). *Estado*: bueno (2- azul) y peor que bueno (3-rojo)

COD_ESTACION	ESTACION	MACROINVERTEBRADOS	FAUNA ICTIOLOGICA	FITOPLANCTON	MACROALGAS	BIOLOGICO	CONDICIONES GENERALES	SUSTANCIAS PREFERENTES	ECOLOGICO	QUIMICO	ESTADO
L-N10	LITORAL DEL ABRA (FRENTE AL SUPERPUERTO)	1		1	2	2	1	1	2	2	2
L-N20	Litoral de Sopelana (Ibaizabal)	2		1	2	2	1	1	2	2	2
L-B10	LITORAL DE GORLIZ (CABO VILLANO)	2		1	2	2	1	2	2	3	3
L-B20	Litoral de Bakio (Butroe)	1		1		1	1	1	1	2	2
	Cantabria-Matxitxako	1		1	2	2	1	1	2	2	2
L-RF30	Litoral Butroe - plataforma	1		1		1	1	1	1	2	2

Tabla 303 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado en la masa de agua Cantabria-Matxitxako en 2012. (Claves: *Macroinvertebrados, fauna ictiológica fitoplancton macroalgas, estado biológico, condiciones generales y estado ecológico*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde), moderado (3- amarillo), deficiente (4- naranja) y malo (5- rojo). *Sustancias preferentes*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde)), y no alcanza el buen estado (3- rojo). *Estado químico:* bueno (2- azul), y no alcanza el buen estado (3- rojo).*Estado*: bueno (2- azul) y peor que bueno (3-rojo).

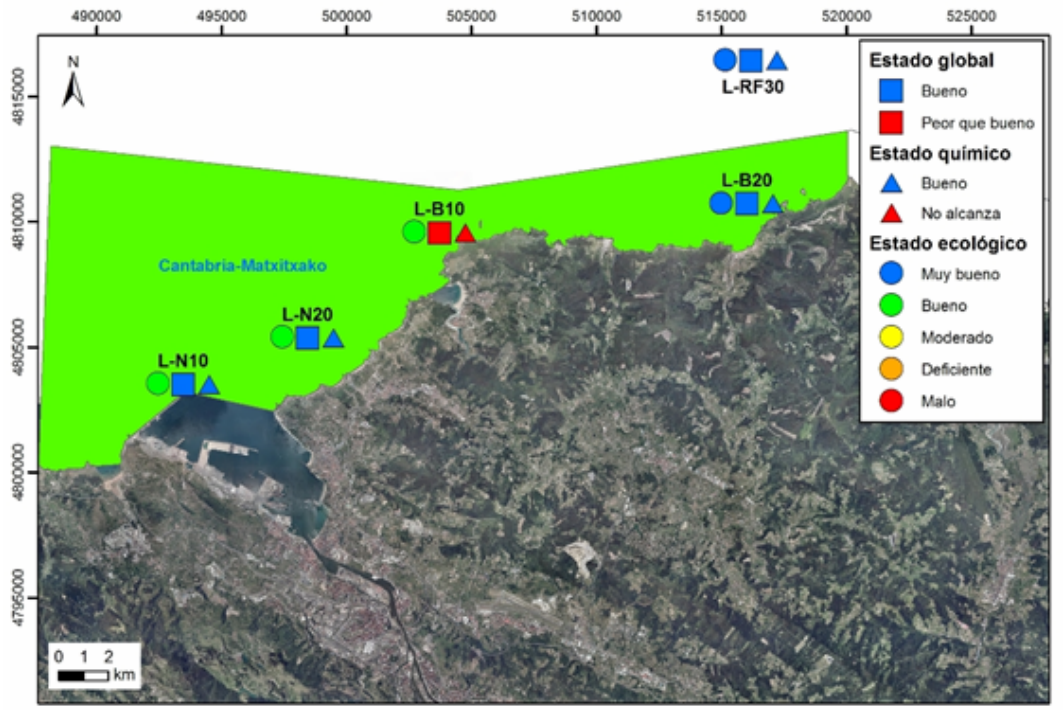


Figura 386 Calificación del Estado Ecológico, estado químico y global de las estaciones en la masa de agua Cantabria-Matxitxako (y estado ecológico para la masa de agua), en 2012.

Desde que se realizó en 2004 el estudio de presiones e impactos en esta masa de agua lo más destacable, en cuanto a presiones, han sido algunos vertidos de sedimentos dragados, frente al Abra, y algún vertido nuevo en Gorliz.

En la Tabla 303 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.

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 y buena o muy buena en 2009-2012. Las ligeras alteraciones que tienen lugar en esta área podrían deberse a la influencia de las escorias de AHV, vertidas hasta 1995, 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 duros en oleaje (como el de 2007), la calidad pueda verse afectada.

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.

En relación con condiciones fisicoquímicas generales, en 2012, la calidad físico-química de la masa de agua 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, L-B10, L-B20 y L-RF30).**

La estación L-B20 presenta una tendencia significativa ($p<0,01$) al empeoramiento entre 1997 y 2012. A pesar de ello, se mantiene en niveles de muy buen estado a lo largo de toda la serie histórica disponible (Figura 387).

En cuanto a los objetivos de calidad físico-química generales los valores medios de todas las variables medidas en 2012, indican que en todas las estaciones se cumplen con los objetivos establecidos.

La evaluación de las sustancias preferentes implica que la masa alcanza el muy buen estado de forma global. En los puntos de control de esta masa, el estado físico-químico, para las sustancias específicas, es muy bueno en todas, excepto en L-B10, que es bueno (Tabla 304). En el caso del punto control del L-REF30 el estado físico-químico para las sustancias específicas es *muy bueno*.

Referente a las sustancias prioritarias (acorde con la Directiva 2008/105/CE), determinadas en 2012 en esta masa de agua, de forma global, se alcanza el buen estado químico (Tabla 305). En 2011 al contrario que años anteriores no se alcanzó el buen estado químico por presencia de plomo en agua (Tabla 306). En la Tabla 306 se muestra que en la estación L-REF30 se mantiene el buen estado químico, al igual que en todos los años de estudio.

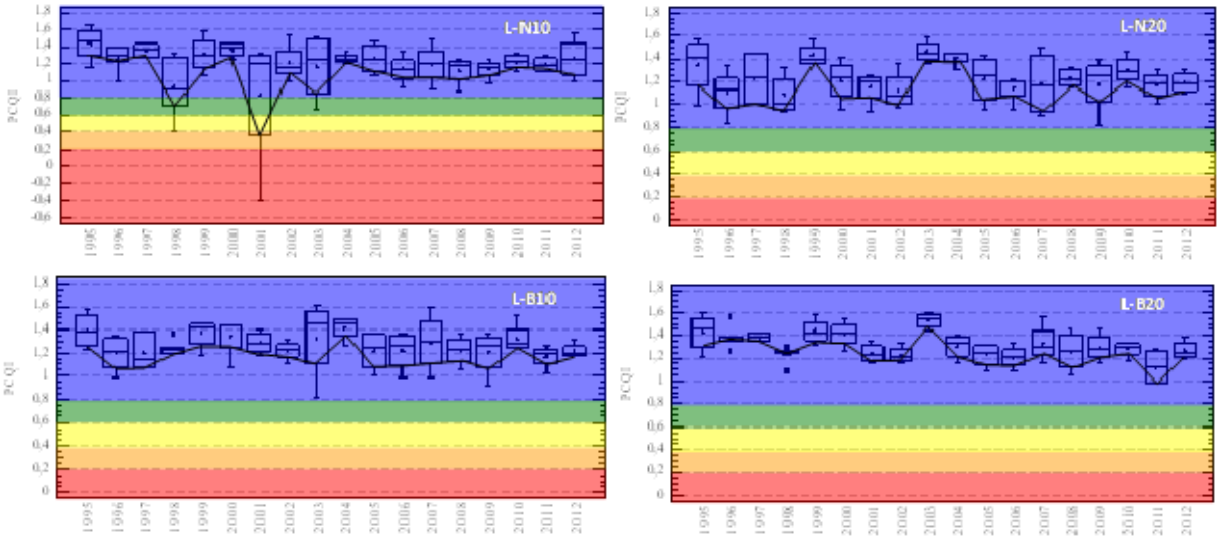


Figura 387 Box and Whisker Plot de la evolución del índice de calidad del estado físico-químico (PCQI) entre 1994 y 2012 de las estaciones de muestreo L-N10, L-N20, L-B10 y L-B20 de la masa de agua de costera Cantabria-Matxitxako. La línea negra señala la evolución anual del percentil 25 del PCQI. Se indican los rangos de calidad: azul: Muy bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Aceptable; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

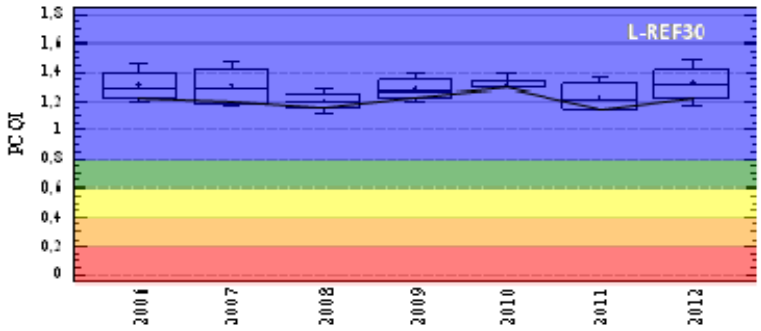


Figura 388 Box and Whisker Plot de la evolución del índice de calidad del estado físico-químico (PCQI) entre 2006 y 2012 de la estación de muestreo L-REF30 de la masa de agua de costera Cantabria-Matxitxako. La línea negra señala la evolución anual del percentil 25 del PCQI. Se indican los rangos de calidad: azul: Muy bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Aceptable; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

Sustancia	Criterio	Criterio	Objetivo	LC (µg l^{-1})	L-N20	L-B10	L-B20	Global	L-REF30
Zinc	Concentración promedio	60 µg l^{-1}	1-2 µg l^{-1}	4,7 µg l^{-1}	4,1 µg l^{-1}	5,1 µg l^{-1}	3,6 µg l^{-1}	Muy bueno	3,1 µg l^{-1}
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	0%	0%		0%
Cobre	Concentración promedio	25 µg l^{-1}	1-2 µg l^{-1}	0,5 µg l^{-1}	1,17 µg l^{-1}	3,9 µg l^{-1}	2,9 µg l^{-1}	Muy bueno	2,9 µg l^{-1}
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	100%	0%		0%
Estado Físico-Químico (Contaminantes específicos)				Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno

Tabla 304 Evaluación del Estado Físico-Químico (contaminantes específicos).

Sustancia	Criterio	Objetivo (µg l^{-1})	LC (µg l^{-1})	L-N10	L-N20	L-B10	L-B20	Global	L-REF30
Benzo(b)fluoranteno+ Benzo(k)fluoranteno	NCA-MA	0,03	0,0005-0,01	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Benzo(g,h,i)perileno+ Indeno(1,2,3-cd)pireno	NCA-MA	0,002	0,0005-0,01	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Antraceno	NCA-MA	0,1	0,01	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Antraceno	NCA-CMA	0,4	0,01	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Fluoranteno	NCA-MA	0,1	0,01	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Fluoranteno	NCA-CMA	1	0,01	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Naftaleno	NCA-MA	1,2	0,05	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Benzo(a)pireno	NCA-MA	0,05	0,01	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Benzo(a)pireno	NCA-CMA	0,1	0,01	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Cadmio	NCA-MA	0,2	0,02-0,05	<LC	<LC	0,24	0,135	Cumple	0,149
Cadmio	NCA-CMA	0,45	0,02-0,05	<LC	0,109	0,24	0,135	Cumple	0,149
Plomo y sus compuestos	NCA-MA	7,2	1-2	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Mercurio y sus compuestos	NCA-MA	0,05	0,01	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Mercurio y sus compuestos	NCA-CMA	0,07	0,01	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Níquel y sus compuestos	NCA-MA	20	1-2	<LC	<LC	2,5	<LC	Cumple	2,4
Estado Químico				Bueno	Bueno	No alcanza	Bueno	Bueno	Bueno

Tabla 305 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de Cantabria-Matxitxako en 2012. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible.

Año	Cantabria-Matxitxako		L-REF30	
	Estado Químico	Sustancias que superan NCA	Estado Químico	Sustancias que superan NCA
2004	No alcanza buen estado	HCH	Bueno	-
2005	Bueno	-	Bueno	-
2006	No alcanza buen estado	HCH	Bueno	-
2007	Bueno	-	Bueno	-
2008	Bueno	-	Bueno	-
2009	Bueno	-	Bueno	-
2010	Bueno	-	Bueno	-
2011	No alcanza buen estado	Pb	Bueno	-
2012	Bueno	-	Bueno	-

Tabla 306 Estado químico de la masa de agua de transición Cantabria Matxitxako y en la estación de referencia L-REF30, en los años 2004-2012.

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, 2006, 2009 y 2012 se analizaron 6 estaciones para macroalgas litorales. Sus posiciones se observan en la Tabla 307 y la Figura 389

Cod_Estación	Estación	UTMX	UTMY	Tipo de Estación
L-N10	Litoral del Abra (frente al superpuerto) (Ibaizabal)	493465	4803511	Litoral
L-N20	Litoral de Sopelana (Ibaizabal)	498434	4805359	Litoral
L-B10	Litoral de Gorliz (cabo Villano) (Butroe)	503722	4809562	Litorales (Macroalgas)
L-B20	Litoral de Bakio (Butroe)	516021	4810728	Litorales (Macroalgas)
L-REF30	Estación de Referencia			Litoral
M-LM1	Barbadún Zona 01. Litoral Macroalgas	490224	4799789	Litorales (Macroalgas)
M-LM2	Barbadún Zona 02. Litoral Macroalgas	490921	4800193	Litorales (Macroalgas)
M-LN1	Ibaizabal Zona 01. Litoral Macroalgas	495932	4801047	Litorales (Macroalgas)
M-LN2	Ibaizabal Zona 02. Litoral Macroalgas	497072	4802332	Litorales (Macroalgas)
M-LB1	Butroe Zona 01. Litoral Macroalgas	504232	4807448	Litorales (Macroalgas)
M-LB2	Butroe Zona 02. Litoral Macroalgas	504194	4807461	Litorales (Macroalgas)

Tabla 307 Estaciones de muestreo en la masa de agua costera de Cantabria-Matxitxako.

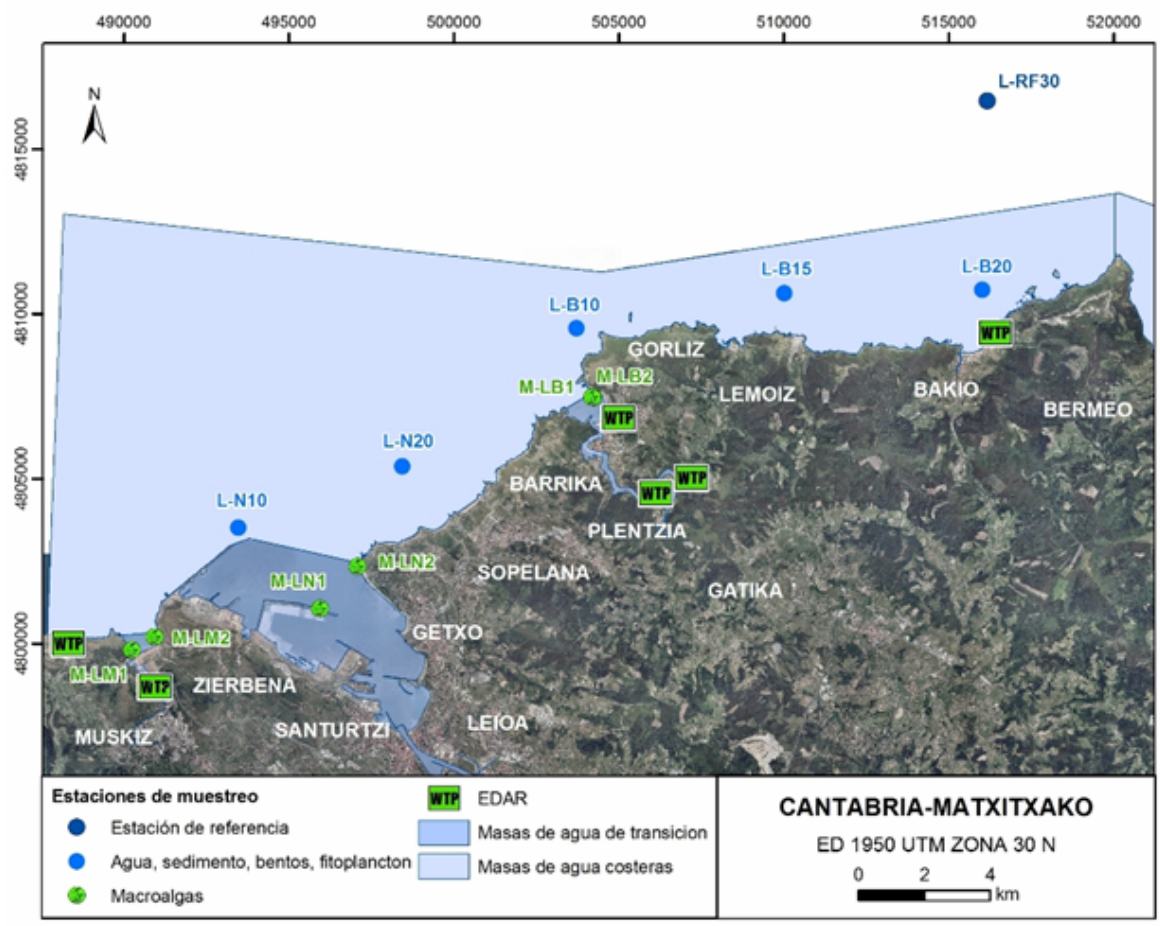


Figura 389 Localización de las estaciones de muestreo en la masa de agua Cantabria-Matxitxako.

16.3 INDICADORES BIOLÓGICOS

16.3.1 MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

Los parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako, en invierno de 2012 pueden verse en la Tabla 308. En general, la estación L-N10, la más próxima a la desembocadura del Nerbioi, ha registrado un descenso de los parámetros estructurales contemplados respecto a la pasada campaña de 2011, aunque los valores de densidad (403 ind·m^{-2}) y de riqueza específica (32 *taxa*) continúan siendo altos comparados con los obtenidos en el periodo 1995-2008. Estos datos confirman la recuperación observada a partir de la campaña de 2009 (Figura 390).

En el análisis de la evolución de dichos parámetros a lo largo del tiempo se observa que, tanto la densidad como el número de especies, presentan un patrón temporal irregular, observándose valores especialmente bajos en los años 1999, 2004 y 2008 (Figura 390).

La diversidad para la biomasa (0,61 bit·g^{-1}) de la estación es de las más bajas observadas desde el inicio del seguimiento. Esto se debe a que el 94% de la biomasa la aportan tres ejemplares del bivalvo *Chamelea striatula*.

La estructura trófica de la comunidad está dominada por los detritívoros superficiales con un 75%. Les siguen los carnívoros, con un 14%, y suspensívoros, con un 7%, y, con menor representación, los detritívoros subsuperficiales.

PARÁMETRO	UNIDAD	ESTACIÓN				
		L-N10	L-N20	L-B10	L-B20	L-REF30
Densidad	ind·m^{-2}	403	583	4.458	413	613
Biomasa	g·m^{-2}	8,30	1,53	3,30	9,62	5,73
Riqueza	nº taxa	32	14	29	42	80
Diversidad número	bit·ind^{-1}	4,17	1,58	2,68	4,59	5,77
Diversidad biomasa	bit·g^{-1}	0,61	0,45	1,52	1,62	4,16
Equitabilidad número		0,83	0,41	0,55	0,85	0,91
Equitabilidad biomasa		0,12	0,12	0,31	0,30	0,66
Diversidad máxima	bits	5,00	3,81	4,86	5,39	6,32
AMBI		0,56	1,19	1,82	1,67	1,85
Clasificación AMBI		Alteración Nula	Alteración Nula	Alteración Ligera	Alteración Ligera	Alteración Ligera

Tabla 308 Parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako.

Según la clasificación de AMBI la estación presenta alteración nula (Tabla 308), con AMBI=0,6, debido a la elevada presencia de especies sensibles e indiferentes a la alteración del medio (76% y 14% de la densidad, respectivamente) y a la ausencia de especies oportunistas. No se observan tendencias claras a lo largo del seguimiento (Figura 391), 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.

La estación de Sopelana (L-N20) presenta valores de densidad (583 ind·m^{-2}) y de biomasa (1,53 ind·m^{-2}) muy similares a los de las pasadas campañas de 2010 y de 2011, aunque disminuye la riqueza específica (14 *taxa*).

El cangrejo ermitaño *Diogenes pugilator* supone el 71% de los individuos presentes en la estación y aporta el 95% de la biomasa. Debido a esta dominancia, el valor de la diversidad específica (1, 58 bit·ind^{-1}) es el menor del ámbito litoral para la presente campaña y uno de los más bajos desde el inicio del estudio. Asimismo, el valor de la diversidad para la biomasa (0,45 bit·g^{-1}) es de los más bajos observados hasta la fecha para todas las estaciones litorales.

El grupo trófico más abundante es el de los detritívoros superficiales (96%), seguido por el de los carnívoros y omnívoros (2% en ambos casos).

En términos de AMBI (1,2), la estación L-N20 presenta alteración nula (Tabla 308), siendo dominantes los grupos ecológicos II y I (Figura 391). En cuanto a la evolución temporal, no se observa una tendencia clara, aunque el valor parece estabilizarse en torno a AMBI=1 (alteración nula) durante los últimos años gracias a la dominancia de las especies sensibles e indiferentes.

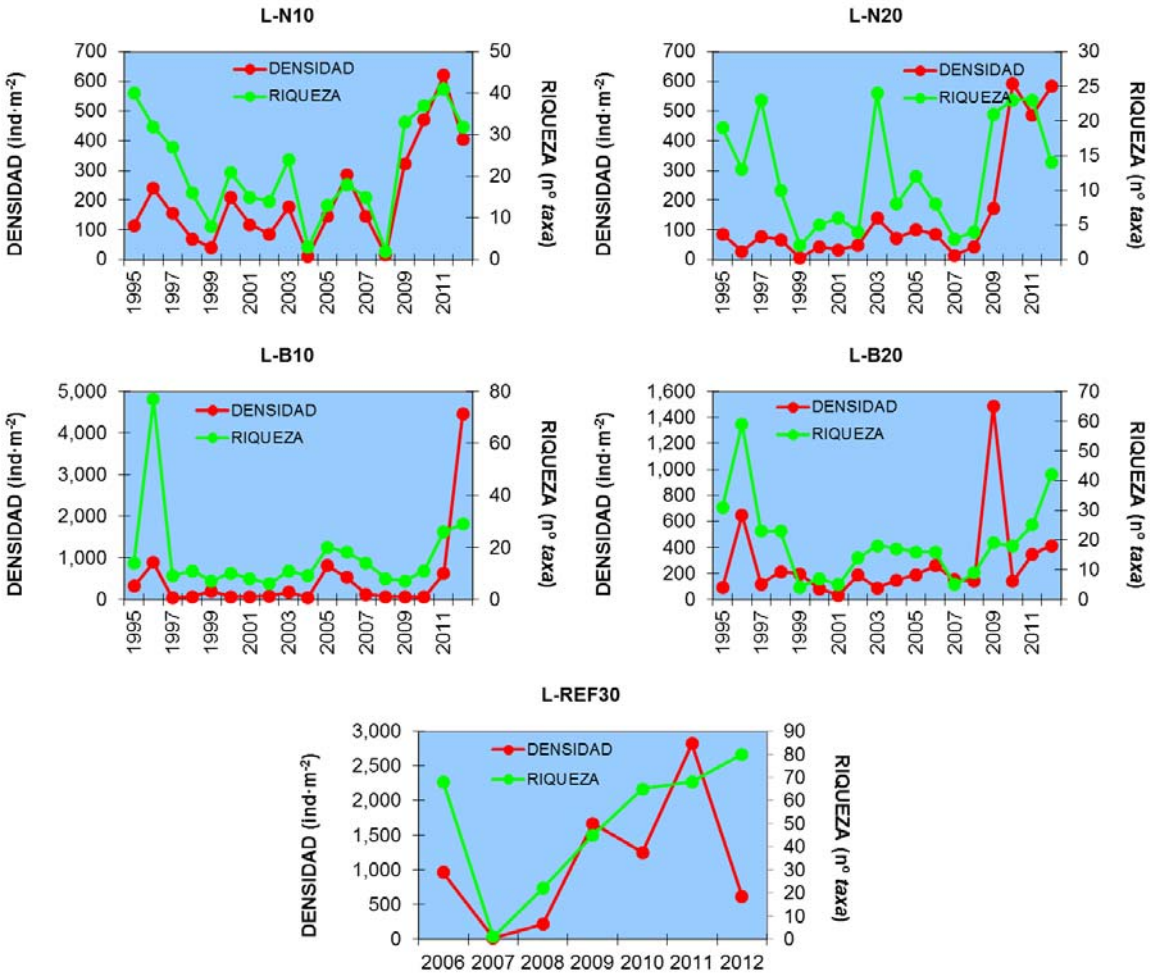


Figura 390 Evolución de la densidad y de la riqueza en las estaciones L-N10, L-N20, L-B10, L-B20 y L-REF30 (Cantabria-Matxitxako).

La estación más próxima a la desembocadura del Butroe (L-B10), presenta en 2012 un aumento importante de los valores de densidad (4.458 ind·m^{-2}), máximo valor observado hasta la fecha para la estación y uno de los más altos de todo el ámbito litoral desde el inicio del estudio. La riqueza específica (29 *taxa*) (Tabla 308), es la máxima para la estación desde 1997 (Figura 390).

El valor de la diversidad estimada a partir de los datos de densidad (2,68 bit·ind^{-1}) (Tabla 308) es el tercero menor del ámbito litoral en la presente campaña. Esto se debe a que la mitad de los individuos identificados pertenece al *taxon* Nematoda.

Los datos faunísticos y granulométricos, indican que se trata de una comunidad de arenas de *Amphioxus*, caracterizada por la presencia de *Pisione remota*, *Polygordius appendiculatus* y *Branchiostoma lanceolatum*.

El grupo trófico mejor representado es el de los omnívoros (51%), carnívoros (25%), detritívoros superficiales (18%) y, en menor proporción, detritívoros subsuperficiales y suspensívoros.

El valor de AMBI indica alteración ligera (Tabla 308), con dominancia de los grupos ecológicos III (especies tolerantes), I (especies sensibles) y II (especies indiferentes a la alteración del medio). Aunque las tendencias no son claras, los últimos años parece observarse un ligero aumento de los valores de AMBI, aunque oscilan entre 1 y 2, aproximadamente (Figura 391).

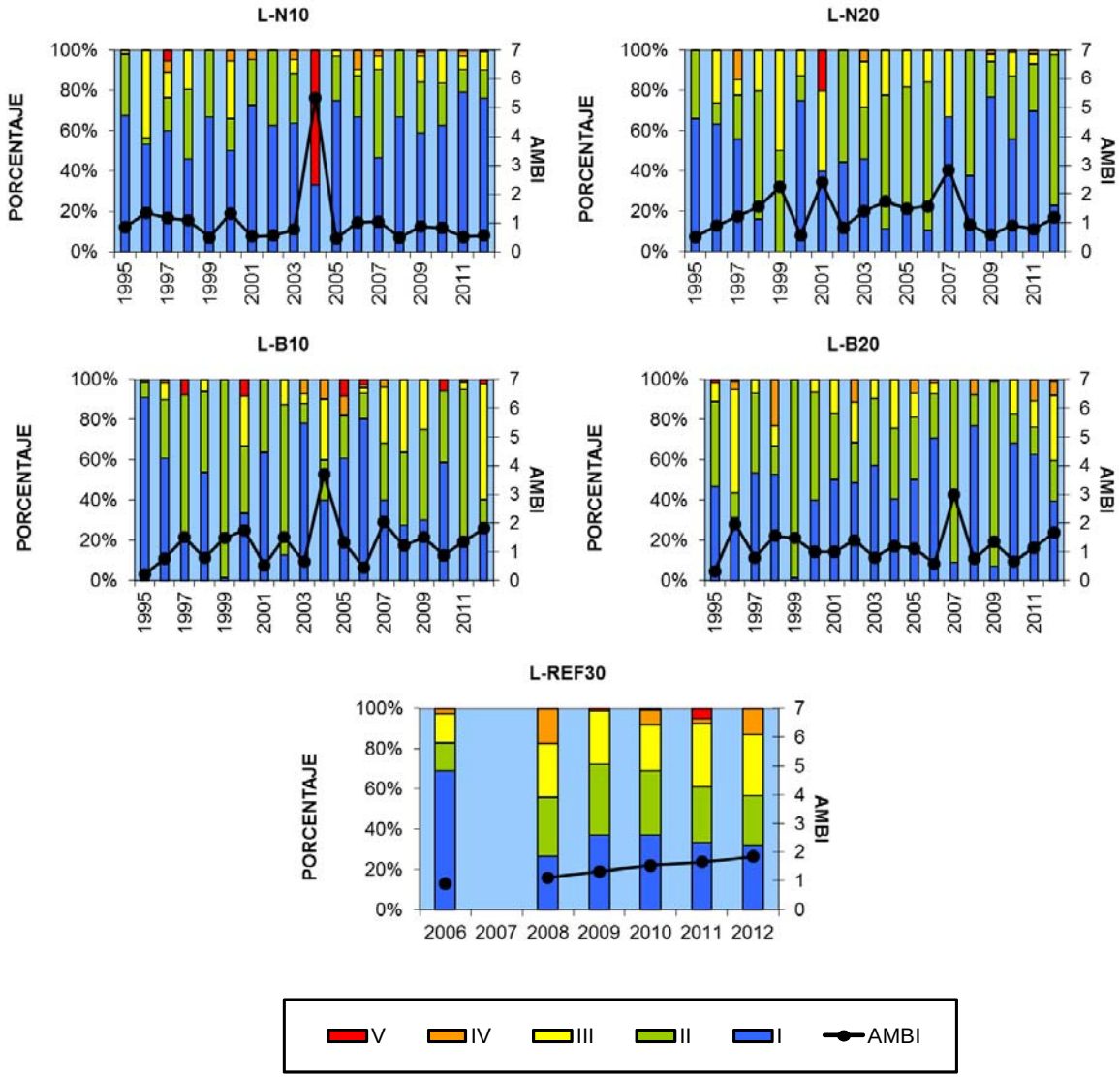


Figura 391 Evolución del porcentaje de cada grupo ecológico y de AMBI en las estaciones L-N10, L-N20, L-B10, L-B20 y L-REF30 de la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako.

En cuanto a la estación L-B20, los 42 *taxa* identificados en 2012 parecen confirmar la tendencia observada en el periodo 2007-2011, en el que aumentó la riqueza específica (de 5 *taxa* en 2007 a 25 *taxa* en 2011). El valor de la densidad estimado para la presente campaña (413 ind·m^{-2}) es alto, comparado con los valores registrados desde 1997 (Figura 390), salvo por el máximo observado en 2009 (1.483 ind·m^{-2}) como consecuencia de la presencia de 1.333 ind·m^{-2} del cangrejo ermitaño *D. pugilator*, que suponían el 90% del total de individuos.

La diversidad específica (4,59 bit·ind^{-1}) es la segunda más elevada de las estaciones del circalitoral costero, solo superada por la estación L-L20.

La categoría trófica mejor representada es la de los detritívoros superficiales (77%), seguida por la de los carnívoros (17%) y, en menor proporción, las de los detritívoros subsuperficiales, suspensívoros y omnívoros.

En cuanto a AMBI, la estación pasa de presentar alteración nula la pasada campaña de 2011, a alteración ligera (AMBI=1,7) en la presente campaña de 2012 (Tabla 308), con dominancia del grupo ecológico I, aunque con densidad relativa importante también de los grupos ecológicos III y II. No se observan tendencias temporales claras (Figura 391), y los valores se sitúan en la mayoría de los casos en torno al límite entre la alteración nula y la alteración ligera.

La estación L-REF30, situada a 120 m de profundidad frente al litoral de Bakio, presenta unas características granulométricas poco habituales en esas profundidades (86% de arenas y 14% de limos).

En esta estación, la composición faunística presenta una 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 los altos valores de 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*, el briozoo *Crisia* sp. y el decápodo *Eurynome spinosa*, junto a especies propias de la comunidad de *Amphiura* (*Amphiura filiformis*, *Ampharete finmarchica*, *Terebellides stroemii*, etc.). En cambio, en la campaña de 2007 únicamente se recolectó un individuo de la esponja *Phakellia ventilabrum*.

En la campaña 2008, las diferencias entre réplicas fueron importantes: una de las réplicas resultó azóica y otra contenía únicamente 3 individuos, mientras que la tercera presentaba 18 *taxa* de anélidos poliquetos y una diversidad elevada (3,87 bit·ind^{-1}).

En 2009, la densidad (1.667 ind·m^{-2}) y la diversidad (4,94 bit·ind^{-1}) fueron las mayores desde el comienzo del estudio (2006). Del mismo modo, también la riqueza específica (45 *taxa*) fue muy alta.

En 2010 se registraron 1.250 ind·m^{-2} clasificadas en 65 *taxa*, siendo la diversidad la mayor desde el inicio del seguimiento para todo el ámbito litoral (5,57 bit·ind^{-1}).

En la pasada campaña de 2011, se alcanzaron los valores de densidad (2.820 ind·m^{-2}) y riqueza específica (68 *taxa*) mayores desde que se comenzó a muestrear esta estación en 2006 (Figura 390).

En la presente campaña de 2012, el valor de la densidad (613 ind·m^{-2}) es el menor observado en esta estación (exceptuando el año 2007). La riqueza específica (80 *taxa*) es la máxima para esta estación desde que empezó a muestrearse en 2006 y una de las mayores registradas en todas las estaciones litorales desde el inicio del estudio en 1995. Estos valores sitúan a la estación como la más diversa desde el inicio del seguimiento de la calidad de las aguas costeras y de transición (5,77 bit·ind^{-1}).

Los datos faunísticos indican que se trata de una comunidad de *Amphiura*, aunque, como ocurrió en 2006, aparecen especies más propias de sustrato duro (*Scalpellum scalpellum*, *Lythocarpia myriophyllum* y *Epizoanthus incrustans*).

En esta estación están presentes todos los grupos tróficos contemplados: detritívoros superficiales (53%), carnívoros (26%), suspensívoros (10%), omnívoros (7%) y detritívoros subsuperficiales (5%).

A pesar del aumento observado en el número de especies e individuos, el índice AMBI sigue mostrando un ligero empeoramiento (AMBI=1,8) manteniéndose dentro de la alteración ligera (Figura 391).

A continuación se presenta la evaluación del estado ecológico del compartimiento de los macroinvertebrados bentónicos en las cinco estaciones de estudio a partir de los valores de M-AMBI.

La estación **L-N10** presenta **Muy Buen Estado** (Figura 392) con una evolución temporal bastante irregular, donde los valores de M-AMBI oscilan entre la calificación de Buen Estado y Muy Buen Estado. Esta tendencia respalda la clasificación por juicio de experto del estado ecológico del bentos en la campaña de 2004, modificando el Estado Aceptable inicial por el Buen Estado definitivo.

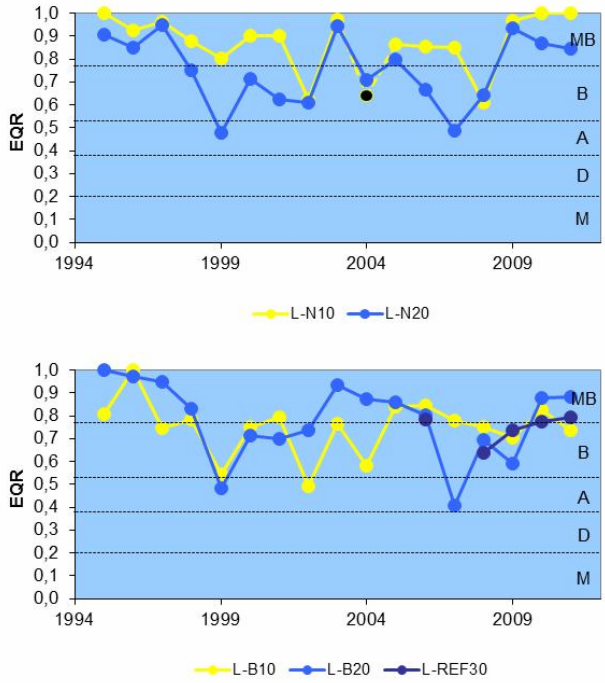


Figura 392 Evolución de M-AMBI para las estaciones de la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako. En negro, casos en los que se aplica juicio de experto

La estación **L-N20**, en cambio, presenta **Buen Estado** (Figura 392), con una evolución temporal irregular, con alternancia de avances y retrocesos. El último episodio de retroceso tuvo lugar entre las campañas de 2005 y de 2007, cuando la estación alcanzó la calificación de Estado Aceptable. Posteriormente, se produjo un período de mejora de la calidad al alcanzar la calificación de Muy Buen Estado que se mantiene hasta la actualidad. Como ya se ha comentado en informes anteriores, la notable variabilidad que presenta esta estación a lo largo de su seguimiento podría achacarse al elevado hidrodinamismo de la zona, lo que unido a la escasa cobertura de arena puede hacer

que las comunidades presenten una inestabilidad más o menos importante.

La estación **L-B10** presenta **Buen Estado** (Figura 392). Entre 1995 y 2002, la estación parecía presentar cierta tendencia negativa con máximos y mínimos, hasta alcanzar la calificación de Estado Aceptable. A partir de dicha campaña, la tendencia parece invertirse y, en el periodo 2005-2007, se alcanza la calificación de Muy Buen Estado, que se mantiene en la presente campaña. Como ya se indicó en los informes anteriores (Borja *et al.*, 2007, 2008b), estos episodios de mejora de la calidad 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 **Muy Buen Estado** (Figura 392). A partir de 2003, se aprecia una tendencia temporal negativa, alcanzándose en 2007 la calificación de Estado Aceptable, en límite con Deficiente. Posteriormente, se observa una tendencia positiva alcanzándose el valor máximo de la serie en la presente campaña.

Por último, la estación **L-REF30** presenta **Muy Buen Estado** (Figura 392). Desde el comienzo de su seguimiento en 2006, los valores de M-AMBI se han mantenido en el rango entre el Buen y el Muy Buen Estado. En 2007, no se estimó M-AMBI en 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.

16.3.2 VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO. FITOPLANCTON

Al igual que en anteriores informes, el fitoplancton se evalúa con los datos de los últimos seis años, en base a la clorofila y los blooms. El estado global del fitoplancton se calcula promediando los EQRs de ambos indicadores. Por otra parte, recientemente se han cambiado las condiciones de referencia y los límites entre clases de estado del indicador basado en la clorofila, haciéndose más exigentes que en años anteriores. También se ha revisado el umbral para detectar blooms (véase tomo de metodología).

En la Figura 393 se muestra el indicador de biomasa fitoplanctónica durante el último periodo de evaluación. En la estación marina de referencia, el percentil 90 de la clorofila es 0,67 µg l^{-1} (n=16). En las estaciones de la masa de agua costera se sitúa entre 0,72 y 1,25 µg l^{-1} (n=24). El valor mínimo en la costa, que es muy cercano al de la estación de referencia, se observa en la estación L-B20, litoral de Bakio. Todas las estaciones estudiadas se clasifican en un estado "Muy bueno" en base a la métrica de la clorofila.

En cuanto al valor de percentil 90 calculado a partir de datos de satélite para toda la extensión de la masa de agua éste sería 2,48 µg l^{-1}, muy superior al procedente de los datos "in situ".

En la Figura 394 se muestra el indicador de blooms o floraciones fitoplanctónicas. En la estación marina de referencia la frecuencia es 8,3%. En las estaciones de la masa de agua costera oscila entre 9,1 y 25,0. El valor mínimo de la costa se observa en la estación L-B20 y es similar al de la estación de referencia. En las estaciones situadas junto a la desembocadura del Ibaizabal (L-N10) y el Butroe (L-B10), la métrica indica un estado "Bueno". En el resto, el estado se clasifica como "Muy bueno".

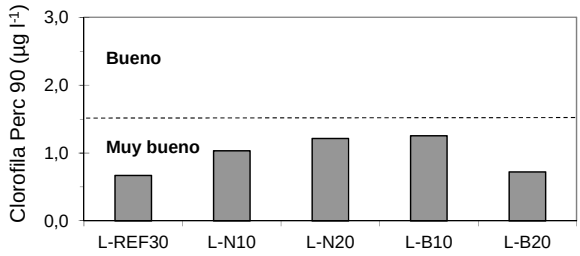


Figura 393 Percentil 90 de la concentración de clorofila en la estación marina de referencia y en las estaciones costeras de Cantabria-Matxitxako. Los datos utilizados han sido los de superficie, de las cuatro épocas del año, desde 2007 hasta 2012.

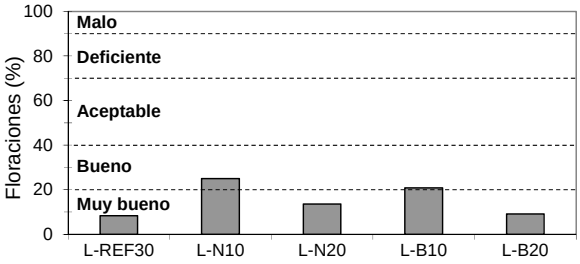


Figura 394 Frecuencia de floraciones fitoplanctónicas (%) en la estación marina de referencia y en las estaciones costeras de Cantabria-Matxitxako. Los datos utilizados han sido los de superficie, de las cuatro épocas del año, desde 2007 hasta 2012.

En la Tabla 309 se indica el estado del fitoplancton integrando los resultados de ambos indicadores (clorofila y frecuencia de floraciones) en cada una de las estaciones. Se indican también los valores de EQR. En el periodo 2007-2012, el estado global del fitoplancton se clasifica como "Muy bueno" en la estación marina de

referencia y en las cuatro estaciones de la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako.

ESTACIÓN	EQR_1 Biomasa	EQR_2 Floraciones	Estado y EQR Global
L-REF30	1,000	1,000	Muy bueno (1,000)
L-N10	0,971	0,668	Muy bueno (0,819)
L-N20	0,826	1,000	Muy bueno (0,913)
L-B10	0,800	0,802	Muy bueno (0,801)
L-B20	1,000	1,000	Muy bueno (1,000)

Tabla 309 Calificación del estado del fitoplancton en la estación de referencia y en cada estación de muestreo de la masa de agua costera, para el periodo 2007-2012. Se muestran los EQRs parciales de cada indicador y el EQR global.

En la Tabla 310 se muestra la evolución temporal del estado del fitoplancton a lo largo de periodos móviles de seis años. No se muestran periodos anteriores a 2004-2009 ya que no hay suficiente número de datos para el indicador de frecuencia de floraciones (n<12). En el último periodo (2007-2012) el estado del fitoplancton en la masa de agua Cantabria-Matxitxako se clasifica como "Muy bueno", al igual que en los tres periodos anteriores. El EQR integrado en la masa de agua ha variado muy poco, entre aproximadamente 0,80 y 0,88.

	04-09	05-10	06-11	07-12
Cantabria-Matxitxako	**MB (0,817)**	**MB (0,832)**	**MB (0,798)**	**MB (0,883)**
L-N10	MB	MB	B	MB
L-N20	B	MB	B	MB
L-B10	B	B	B	MB
L-B20	MB	MB	MB	MB

Tabla 310 Evolución temporal del estado del fitoplancton en la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako y en cada una de sus estaciones de muestreo, a lo largo de periodos móviles de seis años. Se indica entre paréntesis la evolución del EQR del fitoplancton en la masa de agua.

CLOROFILA

En esta masa de agua la concentración de clorofila se mide en cuatro puntos (L-N10, L-N20, L-B10 y L-B20) y a dos profundidades (superficie y fondo). Se realiza un muestreo por cada época del año (invierno, primavera, verano y otoño). También se estudia una estación que se sitúa a mayor distancia de la línea de costa que las anteriores y que se considera de referencia (L-REF30).

Los valores de clorofila de superficie y de fondo se compararon mediante un test "t-student" con objeto de conocer si existía una distribución vertical homogénea. En el conjunto de las estaciones costeras de Cantabria-Matxitxako, la clorofila supuso 0,6 ± 0,3 µg l^{-1} en superficie y 0,5 ± 0,2 µg l^{-1} en fondo (media ± desv. típica, n=16). No se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre ambas profundidades.

En la estación marina de referencia (L-REF30), aunque la clorofila en superficie (0,3 ± 0,3 µg l^{-1}) fue superior a la de fondo (0,1 ± 0,1 µg l^{-1}), no se detectaron diferencias estadísticamente significativas, quizá debido al pequeño volumen de datos (n=4).

En la Figura 395 se muestra la clorofila promediada entre superficie y fondo, en cada punto de muestreo y para cada época del año. Esta variable estuvo comprendida entre 0,1 y 1,1 µg l^{-1}. La estación L-REF30 presentó valores algo más bajos que las estaciones costeras, siendo la estación del litoral del Butroe L-B20 la más semejante a la estación marina de referencia.

Los patrones estacionales no fueron marcados, pero se apreció un pico en primavera en la estación cercana a la desembocadura del Ibaizabal (L-N10). En el resto de las estaciones costeras, así como en la de referencia, el máximo se observó en otoño (Figura 395). Debido a la elevada variabilidad a corta escala temporal (que es natural en el fitoplancton) y la frecuencia de muestreo aplicada (un único muestreo por cada época del año), es difícil extraer conclusiones sobre el ciclo estacional típico. Así, en otros años, en esta misma masa de agua costera se han observado picos de clorofila en verano.

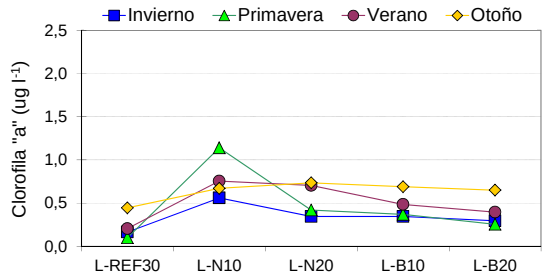


Figura 395 Variación de la concentración de clorofila en la estación marina de referencia y en las estaciones de la masa de agua Cantabria-Matxitxako, en el año 2012. Se muestra el promedio de la clorofila medida a dos profundidades (superficie y fondo) para cada época del año.

En 2012 la clorofila mostró poca variación en las aguas costeras y estaciones de mar abierto. Las concentraciones, incluyendo todos los datos de superficie y fondo, variaron entre 0,0 y 1,3 µg l^{-1}. Los máximos estacionales se observaron en distintas zonas: en invierno (0,8 µg l^{-1}) en un punto de Getaria-Higer cercano a la desembocadura del Oria; en primavera (1,2 µg l^{-1}) y verano (0,9 µg l^{-1}) en Cantabria-Matxitxako en la zona de influencia del Ibaizabal; y en otoño (1,3 µg l^{-1}) en la estación marina de referencia L-REF20, frente a la masa de agua Matxitxako-Getaria.

Para estudiar la evolución a lo largo de los años de la concentración de clorofila superficial en la costa, se calcularon los valores del percentil 90 en periodos móviles de seis años, para cada estación de muestreo (Figura 396).

En las estaciones del litoral del Ibaizabal (L-N10 y L-N20) se apreció un descenso acusado en la clorofila (Figura 396). Así, los primeros valores del percentil en la serie temporal son cercanos a 3,5 µg l^{-1}, mientras que a partir del periodo 2004-2009 están entre 1,0 y 1,5 µg l^{-1}. Este descenso de la clorofila podría deberse al saneamiento del área metropolitana del Gran Bilbao, que hizo disminuir considerablemente la concentración de nitrógeno disuelto en el estuario (principalmente, el amonio). El tratamiento biológico de las aguas residuales de esta población (que da servicio a unos 800.000 habitantes) comenzó en el año 2000 y se completó en el año 2002. Anteriormente, la carga de amonio en el estuario era muy alta (~5.000 t $año^{-1}$) y el tratamiento biológico logró reducirla en un 70% (García-Barcina *et al*., 2006). El amonio es un nutriente que puede fomentar el crecimiento de especies fitoplanctónicas oportunistas en los estuarios y zonas costeras.

En las estaciones influidas por la cuenca del Butroe la concentración de clorofila se ha mantenido más estable a lo largo del tiempo (Figura 396). El valor del percentil 90 en la estación L-B10 (frente a la desembocadura del Butroe) oscila entre 1,2 y 1,6 µg l^{-1}. Los valores son menores en la estación L-B20 (litoral de Bakio), variando entre 0,7 y 1,0 µg l^{-1}.

En resumen, a partir del periodo 2004-2009 todas las estaciones de esta masa de agua presentan niveles muy similares de clorofila, y estos niveles indican que el riesgo de eutrofización es bajo.

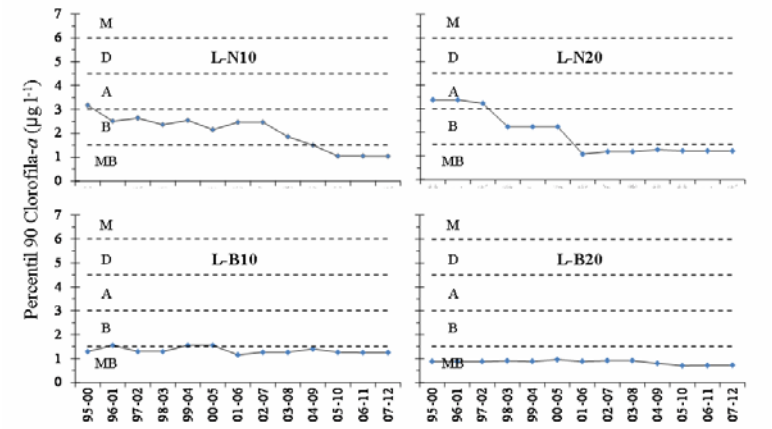


Figura 396 Evolución de la concentración de clorofila en las estaciones de la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako. Se muestra el percentil 90 calculado con valores de superficie, de las cuatro épocas del año, para periodos móviles de seis años. Las líneas discontinuas indican los límites entre clases de estado dentro de la clasificación que se realiza para la Directiva Marco: MB: Muy Bueno; B: Bueno; A: Aceptable; D: Deficiente; M: Malo.

COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DEL FITOPLANCTON

En la Tabla 311 se indica la abundancia celular, riqueza de especies y diversidad (Shannon) del fitoplancton en la estación marina de referencia L-REF30 y en las estaciones de la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako. Estas variables se midieron en superficie.

En la estación de referencia la abundancia total presentó el valor máximo en otoño. No obstante, la estación de mar abierto no mostró mucha variabilidad, con valores siempre por debajo de 300.000 células l^{-1}.

En las aguas costeras se observó un pico de $3 \cdot 10^6$ células l^{-1} durante primavera (L-N10). En la estación L-B10 se encontraron picos secundarios, del orden de 700.000 células l^{-1}, en verano y otoño. Por lo tanto, la distribución de la abundancia celular en 2012 coincidió en gran medida con la de la clorofila.

En cuanto a la composición, la estación de referencia se caracterizó en invierno por valores muy bajos en riqueza y diversidad de especies, dominando unas haptofitas que no pudieron ser identificadas. En primavera aumentó notablemente la abundancia de los dinoflagelados. El mínimo estival que ha caracterizado otros años a la estación de referencia, no se observó en 2012; no obstante la comunidad presentó baja abundancia y dominancia de organismos de pequeño tamaño. En otoño, la especie más abundante fue la criptofita *Plagioselmis* spp., junto con otras formas flageladas también de pequeño tamaño.

La masa de agua costera también presentó una baja riqueza de especies en invierno. Las especies dominantes fueron diatomeas de pequeño tamaño, criptofitas y haptofitas. No se observó ninguna floración en el muestreo de febrero.

En mayo, las estaciones costeras mostraron valores muy altos de riqueza. Se observó un bloom de la diatomea potencialmente tóxica *Pseudo-nitzschia* spp. ($1{,}1 \cdot 10^6$ células l^{-1}) en la estación L-N10. Ésta también presentó alta abundancia de *Chaetoceros* spp.

En verano no se observaron floraciones fitoplanctónicas en ninguna de las estaciones costeras. Las estaciones cercanas a la cuenca del Ibaizabal estuvieron dominadas por pequeñas formas flageladas y mostraron una riqueza relativamente baja. La estación situada frente a Bakio (L-B20) presentó el valor de abundancia total más bajo, siendo muy similar al de la estación de referencia. En la estación situada frente a la desembocadura del Butroe (L-B10) las diatomeas presentaron bastante variedad y abundancias relativamente importantes (27% de la abundancia total).

En las muestras de otoño (octubre) tampoco se observaron floraciones. La abundancia celular descendió ligeramente en el litoral del Ibaizabal, respecto a los valores encontrados en septiembre. Las comunidades fitoplanctónicas en otoño estuvieron dominadas por pequeñas formas flageladas.

Estación	L-REF30	L-N10	L-N20	L-B10	L-B20
Fecha	22/02/2012	22/02/2012	22/02/2012	22/02/2012	23/02/2012
Abund. ($x10^3$ céls. l^{-1})	149	140	267	542	68
Diversidad (bit/cel)	1,7	2,5	2,9	2,7	2,5
Riqueza (Nºespecies)	12	10	14	16	16
Estación	L-REF30	L-N10	L-N20	L-B10	L-B20
Fecha	10/05/2012	16/05/2012	10/05/2012	10/05/2012	10/05/2012
Abund. ($x10^3$ céls. l^{-1})	130	3.199	283	342	309
Diversidad (bit/cel)	3,0	3,2	3,8	3,8	3,5
Riqueza (Nºespecies)	37	36	32	39	33
Estación	L-REF30	L-N10	L-N20	L-B10	L-B20
Fecha	03/09/2012	20/09/2012	20/09/2012	03/09/2012	03/09/2012
Abund. ($x10^3$ céls. l^{-1})	201	418	553	680	304
Diversidad (bit/cel)	2,9	2,9	2,5	3,4	3,0
Riqueza (Nºespecies)	35	29	25	43	38
Estación	L-REF30	L-N10	L-N20	L-B10	L-B20
Fecha	24/10/2012	23/10/2012	23/10/2012	23/10/2012	23/10/2012
Abund. ($x10^3$ céls. l^{-1})	226	265	347	677	296
Diversidad (bit/cel)	2,8	2,7	3,2	4,7	3,4
Riqueza (Nºespecies)	25	31	33	32	30

Tabla 311 Índices relacionados con fitoplancton en cuatro épocas a lo largo de 2012. Se indican para la estación marina de referencia y para las estaciones de la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako.

16.3.3 VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO. 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 2012 se han analizado dos transectos próximos a la desembocadura del Barbadun (Figura 397) y otras dos estaciones próximas a la desembocadura del Nerbioi (Figura 398).



Figura 397 Posición de los transectos muestreados para macroalgas y macrofauna en la zona costera del entorno del Barbadun.



Figura 398 Posición de los transectos muestreados para macroalgas y macrofauna en la zona costera del entorno del Nerbioi.

Al igual que se ha hecho para las macroalgas de las masas de agua de transición, la nomenclatura es la siguiente: M de 'Macroalgas', L de 'Litoral', M de 'Muskiz' o N de 'Nerbioi' 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 del resto de áreas dentro de la masa de agua se lleva a cabo combinando los datos de la presente campaña de 2012 con los de la pasada campaña de 2011, de modo que se abarque la totalidad de la masa.

En la Tabla 312 se muestran los datos obtenidos para la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako en las campañas de 2011 (transectos M-LB1 y M-LB2) y de 2012 (transectos M-LM1, M-LM2, M-LN3 y M-LN4), con objeto de calificar su estado. La metodología utilizada (Calidad de los Fondos Rocosos, CFR) se explica en Tomo 1 del informe.

La calificación es de: Estado Aceptable para el transecto M;-LM1; Buen Estado para los transectos M-LN3, M-LN4 y M-LB1; y de Muy Buen Estado para el resto de transectos (M-LM2 y M-B2).

En promedio, incluyendo en el cálculo los transectos estudiados en el Nerbioi (que hasta la campaña de 2008 no se tenían en cuenta por encontrarse en la masa de agua de transición del Nerbioi), la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako presenta Buen Estado (EQR=0,73) en la campaña de 2012. Entre el trienio 2002-2004 y el trienio 2005-2007, no se detectó evolución alguna; sin embargo, la inclusión de los transectos M-LN3 y M-LN4 a partir de la pasada campaña de 2009, permitió que la calificación de la masa de agua pasara de Buen Estado a Muy Bueno en el trienio 2008-2010, con un importante incremento de EQR (de 0,61-0,70 en los dos primeros trienios, a 0,82 en 2008-2010).

Con la campaña de 2012, se completan los muestreos de la masa de agua correspondientes al trienio 2011-2013, y, aunque el valor de EQR es mayor, la calificación vuelve a ser de Buen Estado. Esta regresión viene dada, principalmente por la reducción tanto en riqueza como en cobertura de poblaciones de macroalgas características, por lo que convendría mantener la vigilancia con el fin de detectar si se están produciendo cambios en la comunidad a medio plazo.

En este punto, es importante señalar que en la presente campaña de 2012, por primera vez desde el inicio del seguimiento, se ha realizado un muestreo específico siguiendo una metodología diferente (ver Tomo 1) para el cálculo del índice RICQI, desarrollado para la valoración del estado ecológico de las comunidades bentónicas de sustrato duro (incluyendo algas y fauna) de las costas del País Vasco.

En la Tabla 314, en la Tabla 315, en la Tabla 316 y en la Tabla 317 se muestran las abundancias y coberturas correspondientes a cada uno de los diez cuadrados muestreados en cada una de las cuatro zonas analizadas en la presente campaña de 2012. Dicha información se usado como base para el cálculo de RICQI, según se muestra en la Tabla 313.

La valoración de las zonas analizadas según el índice RICQI es de Estado Deficiente para M-LM1, Estado Aceptable para M-LN3, y Buen Estado para M-LM2 y M-LN4. Por tanto, la valoración obtenida con RICQI es, en general, más negativa que la obtenida usando el CFR.

Con los resultados obtenidos en la presente campaña, y a falta de completar el resto de zonas que se muestrean en la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako, la valoración provisional de la masa de agua sería de Estado Aceptable (EQR=0,51).

INDICADORES	M-LM1	M-LM2	M-LN3	M-LN4	M-LB1	M-LB2
Cobertura	26	81	36	50	38	40
Riqueza de poblaciones	2	5	4	4	5	4
Especies oportunistas	57	13	10	14	6	3
PUNTUACIÓN						
Cobertura	0,20	0,45	0,20	0,35	0,20	0,35
Riqueza de poblaciones	0,10	0,20	0,15	0,20	0,15	0,20
Especies oportunistas	0,05	0,25	0,35	0,25	0,35	0,35
PUNTUACIÓN TOTAL	0,35	0,90	0,70	0,80	0,70	0,90
CLASIFICACIÓN	Aceptable	Muy Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Muy Bueno

Tabla 312 Calificación de cada indicador de macroalgas y las equivalencias para la calificación de cada transecto, en las campañas de 2011 (M-LB1 y M-LB2) y de 2012 (M-LM1, M-LM2, M-LN3 y M-LN4).

	M-LM1	M-LM2	M-LN3	M-LN4
Algas morfológicamente complejas				
Cobertura (%)	20,89	25,05	13,30	32,30
Riqueza	9	50	26	41
Fauna				
Riqueza	4	5	7	10
Cobertura respecto a cobertura total (%)	2,10	0,28	2,99	1,29
Cobertura de herbívoros (%)	0,40	0,35	4,90	1,95
Cobertura de suspensívoros (%)	1,45	0,15	1,20	0,20
PUNTUACIÓN				
ESS	0,10	0,40	0,30	0,40
PC	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05
MCA	0,10	0,10	0,05	0,15
Ra	0,02	0,10	0,06	0,10
Rf	0,00	0,01	0,01	0,02
Pf	0,03	0,03	0,03	0,03
Ch	0,00	0,00	0,00	0,00
Cs	0,05	0.05	0,05	0,05
RICQI	0,25	0,64	0,45	0,70
CLASIFICACIÓN	Deficiente	Bueno	Aceptable	Bueno

Tabla 313 Indicadores incluidos en el cálculo del RICQI para la definición del estado de las comunidades bentónicas de sustrato duro, junto con la puntuación correspondiente a cada una de las métricas y valor de EQR (=RICQI) y clasificación correspondiente para cada una de las cuatro zonas analizadas en 2012 en la Masa de Agua Costera Cantabria-Matxitxako.

M-LM1										
CUADRADOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ALGAE										
Blidingia minima	15	0,5	-	0,5	3	3	3	3	15	3
Ulva compressa	87,5	37,5	62,5	37,5	87,5	62,5	62,5	37,5	37,5	87,5
Ulva rigida	-	0,5	-	-	-	3			0,5	-
Ralfsia verrucosa	-		0,5	0,5	-	-	0,5	0,5	0,5	-
ucus spiralis limitaneus	-	0,5	0,5	0,5	-	0,5	-	-	-	-
Gelidium pusillum	-	15	15	3	-	15	15	3	15	3
Caulacanthus ustulatus	-	37,5	-	3	-	15	0,5		15	0,5
Mastocarpus stellatus	-	15	3	3	-	15	-	3	15	-
Hildenbrandia rubra	0,5	-	0,5	-	0,5	-	-	0,5	-	-
MACROFAUNA										
Patella intermedia	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-
Patella vulgata	-	-	0,5	-	-	-	-	3	-	-
Mytilus galloprovincialis	0,5	0,5	-	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	-
Chthamalus sp.	-	0,5	0,5	3	-	3	0,5	3	-	-

Tabla 314 Coberturas específicas en los diez cuadrados elegidos en el transecto M-LM1 para el cálculo del índice RICQI.

M-LM2										
CUADRADOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ALGAE										
Ulva compressa	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-
Ulva rigida	3	0,5	0,5	-	0,5	0,5	3	0,5	3	-
Cladophora lehmanniana	0,5	-	-	0,5	-	0,5	-	-	-	-
Cladophora sp.	-	-	-	-	0,5	0,5	0,5	-	-	-
Codium tomentosum	3	-	-	3	-	-	15	-	-	-
Bryopsis plumosa	0,5	-	0,5	-	-	-	0,5	0,5	-	0,5
Ralfsia verrucosa	-	-	-	0,5	-	-	-	0,5	-	-
Stypocaulon scoparium	3	15	3	3	3	0,5	15	-	-	-
Cladostephus spongiosus	-	-	-	3	-	-	-	-	-	0,5
Zanardinia typus	0,5	-	0,5		-	-	-	-	-	-
Bifurcaria bifurcata	-	-	-	3	-	15	3	-	-	-
Colpomenia peregrina	0,5	-			0,5	0,5	0,5	-	-	-
Colpomenia sinuosa	-	0,5	0,5	0,5	-	-	-	-	-	-
Asparagopsis armata	-	-	0,5	-	3	-	-	-	-	-
Falkenbergia rufolanosa	0,5	0,5	3	3	3	0,5	0,5	-	-	15
Gelidium corneum	0,5	-	-	-	-	-	15	15	-	15
Gelidium pusillum	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-
Gelidium spinosum	-	0,5	-	3	15	-	3	3	-	5
Halopithys incurva	-	-	-	-	0,5	-	-		-	-
Gymnogongrus crenulatus	-	-	-	-	0,5	-	-	3	-	-
Caulacanthus ustulatus	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-
Chondracanthus acicularis	0,5	0,5	0,5	0,5	3	0,5	3	3	3	-
Plocamium cartilagineum	-	0,5	-	0,5	-	-	-	3	3	-
Corallina elongata	87,5	87,5	87,5	62,5	37,5	87,5	87,5	62,5	62,5	62,5
Jania rubens	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15
Lithophyllum incrustans	62,5	87,5	62,5	37,5	37,5	37,5	37,5	62,5	87,5	62,5
Mesophyllum lichenoides	0,5	-	0,5	0,5	-	3	0,5	3	-	-
Calliblepharis jubata	0,5	0,5	-	0,5	3	-	3	-	-	-
Champia parvula	0,5	-	0,5	3	0,5	0,5	-	-	-	0,5
Lomentaria articulata		-	-	-	-	-	-	0,5	0,5	-
Gastroclonium reflexum	0,5	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-
Rhodymenia pseudopalmata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5
Chondria coerulescens	-	0,5	0,5	-	0,5	0,5	0,5	-	-	0,5
Halurus equisetifolius	0,5	0,5	-	3	3	0,5	0,5	0,5	-	0,5
Pterothamnion crispum	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-
Callithamnion corymbosum	0,5	-	-	-	-	0,5	-	-	0,5	-
Callithamnion granulatum	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-
Callithamnion tetragonum	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-
Gayliella flaccida	-	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-
Ceramium botryocarpum	0,5	-	-	-	3	-	0,5	-	-	-
Ceramium ciliatum	15	32	0,5	-	15	15	0,5	0,5	0,5	-
Ceramium echionotum	15	2,8	0,5	-	-	15	0,5	0,5	3	-
Ceramium secundatum	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-
Ceramium tenerrimum	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-
Compsothamnion thuyoides	-	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-
Acrosorium ciliolatum	-	-	-	0,5	-	-	0,5	0,5	-	-
Apoglossum ruscifolium	-	-	-	0,5	0,5	-	-	-	-	-
Nitophyllum punctatum	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	0,5
Pterosiphonia ardreana	-	-	-	0,5	0,5	-	-	-	-	0,5
Pterosiphonia complanata	0,5	0,5	0,5	3	3	3	0,5	37,5	-	3
Peyssonnelia sp.	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-
MACROFAUNA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acanthochitona crinita	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Patella ulyssiponensis	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-
Mytilus galloprovincialis	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-
Chthamalus sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-
Perforatus perforatus	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-

Tabla 315 Coberturas específicas en los diez cuadrados elegidos en el transecto M-LM2 para el cálculo del índice RICQI.

M-LN3										
CUADRADOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ALGAE										
Ulva clathrata	-	-	0,5	-	-	-	-	0,5	-	-
Ulva compressa	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-
Ulva rigida	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	3	15	3	0,5	0,5
Cladophora lehmanniana.	0,5	-	0,5	0,5	0,5	-	0,5	0,5	-	0,5
Ralfsia verrucosa	0,5	-	0,5	15	0,5	0,5	0,5	3	15	-
Stypocaulon scoparium	0.5	3	3	-	3	3	15	-	-	15
Cladostephus spongiosus	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	3
Colpomenia peregrina	0,5	-	0,5	-	0,5	-	0,5	0,5	-	-
Falkenbergia rufolanosa	3	3	3	0,5	-	0,5	0,5	-	-	0,5
Gelidium pulchellum	-	-	0,5	-	0,5	-	-	0,5	-	0,5
Gelidium pusillum	-	-	-	-	0,5	0,5	-	-	0,5	-
Gelidium spinosum	-	-	-	-	-	0,5	0,5	-	-	3
Caulacanthus ustulatus	0,5	3	3	3	3	15	15	3	15	15
Chondrus crispus	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-
Corallina elongata	87,5	87,5	87,5	37,5	87,5	62,5	62,5	87,5	62,5	62,5
Jania rubens	0,5	-	0,5	-	-	-	0,5	-	-	-
Lithophyllum byssoides	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-
Lithophyllum incrustans	87,5	87,5	87,5	62,5	87,5	87,5	87,5	87,5	62,5	87,5
Champia parvula	0,02	0,35	0,04	-	-	-	-	-	0,3	-
Pterothamnion crispum	-	-		-	-	-	-	-	0,5	-
Callithamnion corymbosum	-	-	0,5	-	0,5	-	0,5	-	-	0,5
Gayliella flaccida	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-
Ceramium botryocarpum	3	-	3	3	-	-	3	-	0,5	-
Ceramium ciliatum	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Ceramium echionotum	15	3	3	3	3	15	15	0,5	3	3
Pterosiphonia complanata	0,5	-	0,5	-	-	0,5	-	-	-	-
MACROFAUNA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Patella intermedia	0,5		0,5	0,5	0,5	3	0,5	0,5	0,5	0,5
Patella ulyssiponensis	3	3	3	3	15	3	0,5	3	3	3
Melarhaphe neritoides	-	-	-	0,5	-	-	-	-	0,5	
Mytilus galloprovincialis	0,5	0,5	-	0,5	0,5	0,5	0,5	-	-	0,5
Chthamalus sp.	0,5	0,5	0,5	3	0,5	-	-	0,5	3	-
Hyale sp.	-	0,5	-	0,5	0,5	-	-	-	-	-
Pachygrapsus marmoratus	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-

Tabla 316 Coberturas específicas en los diez cuadrados elegidos en el transecto M-LN3 para el cálculo del índice RICQI.

M-LN4										
CUADRADOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ALGAE										
Ulva rigida	3	3	0,5	0,5	37,5	0,5	0,5	3	3	15
Cladophora lehmanniana	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladophora sp.	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-
Ralfsia verrucosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
Sphacelaria sp.	-	0,5	-	-	62,5	-	-	-	-	15
Stypocaulon scoparium	15	15	15	-	-	0,5	3	0,5	15	-
Cladostephus spongiosus	-	3	0,5	-	-	-	-	3	0,5	-
Zanardinia typus	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-
Dictyota dichotoma	-	0,5	0,5	-	0,5	0,5	-	-	0,5	0,5
Bifurcaria bifurcata	37,5	15	3	37,5	0,5	-	-	37,5	3	38
Colpomenia peregrina	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-
Asparagopsis armata	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-
Falkenbergia rufolanosa	0,5	-	0,5	0,5	0,5	0,5	-	0,5	0,5	-
Gelidium pulchellum	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-
Gelidium pusillum	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	0,5
Halopithys incurva	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-
Caulacanthus ustulatus	-	-	-	-	0,5	-	0,5	-	-	3
Chondracanthus acicularis	-	-	-	-	-	-	0,5	-	0,5	-
Plocamium cartilagineum	0,5	0,5	-	-	0,5	0,5	-	-	-	0,5
Rhodophyllis divaricata	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-
Gymnogongrus crenulatus	-	0,5	0,5	-	0,5	-	0,5	-	0,5	0,5
Corallina elongata	87,5	37,5	62,5	87,5	37,5	87,5	87,5	62,5	62,5	62,5
Jania rubens	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-
Lithophyllum incrustans	87,5	62,5	37,5	37,5	62,5	37,5	87,5	62,5	62,5	87,5
Mesophyllum lichenoides	-	0,5	-	0,5	-	-	-	0,5	-	-
Lomentaria articulata	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-
Champia parvula	0,5	-	0,5	0,5	0,5	-	-	0,5	-	-
Chondria coerulescens	-	-	0,5	-	0,5	0,5	0,5	-	0,5	-
Scinaia furcellata	-	0,5	-	-	-	-	-	0,5	-	-
Callithamnion corymbosum	-	-	-	-	-	0,5	3	-	-	-
Gayliella flaccida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5
Ceramium echionotum	-	-	-	-	0,5	-	15	-	-	-
Ceramium tenerrimum	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-
Bonnemaisonia sp. (Trailliella intricata)	0,5	0,5	-	-	-	-	-	-	-	0,5
Compsothamnion thuyoides	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-
Acrossorium ciliolatum	-	-	0,5	0,5	-	-	-	3	3	-
Apoglossum ruscifolium	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-
Nitophyllum punctatum	0,5	0,5	-	0,5	-	0,5	0,5	-	-	0,5
Cryptopleura ramosa	3	0,5	3	0,5	-	3	3	3	0,5	-
Hypoglossum hypoglossoides	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pterosiphonia ardreana	-	-	0,5	-	-	0,5	-	-	-	-
Pterosiphonia complanata	0,5	15	3	3	-	15	15	3	0,5	0,5
MACROFAUNA										
Eulalia viridis	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-
Patella intermedia	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	0,5
Patella ulyssiponensis	-	3	-	0,5	0,5	0,5	0,5	-	3	3
Gibbula umbilicalis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5
Mytilus galloprovincialis	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	0,5
Chthamalus sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5
Perforatus perforatus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5
Hyale sp.	-	-	0,5	-	-	-	0,5	-	-	
Clibanarius erythropus	0,5	-	0,5	-	-	-	-	-	0,5	0,5
Paracentrotus lividus	-	-	-	3	-	-	-	3	-	-

Tabla 317 Coberturas específicas en los diez cuadrados elegidos en el transecto M-LN4 para el cálculo del índice RICQI.

TRANSECTO M-LM1

Está situado en Muskiz, entre la Punta de Muskiz, también llamada Punta del Castillo, y la Punta de Pobeña, en las coordenadas 49026-47996 (Figura 397).

El transecto discurre por el extremo occidental de la playa de La Arena, protegido en parte por la Punta de Muskiz. Consiste en una serie de estratos sub-horizontales recortados al pie del monte Pobeña.

La longitud de este transecto es de 12,56 m, situándose la máxima cota a 8,13 m respecto al nivel 0 de marea, con una orientación de 30º y una pendiente de 33º (Foto 1-2012). Presenta un perfil irregular.

En función de las coberturas biológicas presentes, se han establecido nueve zonas. En la Tabla 318 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 399 y de la Figura 400.



	M-LM1								
ZONAS	M-LM11	M-LM12	M-LM13	M-LM14	M-LM15	M-LM16	M-LM17	M-LM18	M-LM19
Longitud (m)	0-0,46	0,46-1,27	1,27-1,43	1,43-3,72	3,72-5,09	5,09-6,28	6,28-7,19	7,19-12,24	12,24-13,31
Altura (m)	0,26-0,54	0,54-0,90	0,90-1,17	1,17-1,62	1,62-2,72	2,72-3,95	3,95-4,86	4,86-7,16	7,16-8,13
Caloplaca marina	---	---	---	---	---	---	---	---	2
Xanthoria parietina	---	---	---	---	---	---	---	---	1
Verrucaria maura	---	---	---	---	---	2	5	5	2
Melarhaphe neritoides	---	---	---	2	3	3	3	3	1
Pelvetia canaliculata	---	---	---	---	---	---	5	2	---
Patella vulgata	---	---	---	2	4	4	1	1	---
Chthamalus sp.	---	---	---	3	5	4	3	1	---
Hildenbrandia rubra	2	2	---	1	2	3	1	1	---
Crassostrea gigas	---	---	---	---	---	---	1	---	---
Mytilus galloprovincialis	3	2	2	3	4	5	3	---	---
Porphyra umbilicalis	---	---	---	---	---	3	---	---	---
Fucus spiralis	---	---	---	---		4	---	---	---
Littorina saxatilis	---	---	---	---	4	4	---	---	---
Caulacanthus ustulatus	---	---	3	5	1	2	---	---	---
Blidingia minima	---	4	1	3	2	2	---	---	---
Ulva compressa	3	6	4	5	3	2	---	---	---
Lithophyllum incrustans	---	---	---	---	2	---	---	---	---
Ralfsia verrucosa	---	---	---	2	2	---	---	---	---
Patella intermedia	---	---	---	3	3	---	---	---	---
Mastocarpus stellatus	---	---	2	4	4	---	---	---	---
Gymnogongrus griffithsiae	---	---	---	2	---	---	---	---	---
Fucus spiralis limitaneus	---	---	2	1	---	---	---	---	---
Ulva rigida	---	---	3	2	---	---	---	---	---
Gelidium pusillum	---	---	6	---	---	---	---	---	---

Tabla 318 Índices de cobertura de las especies más representativas del transecto M-LB1, muestreado el 4 de julio de 2012 (para metodología, ver Tomo 1).

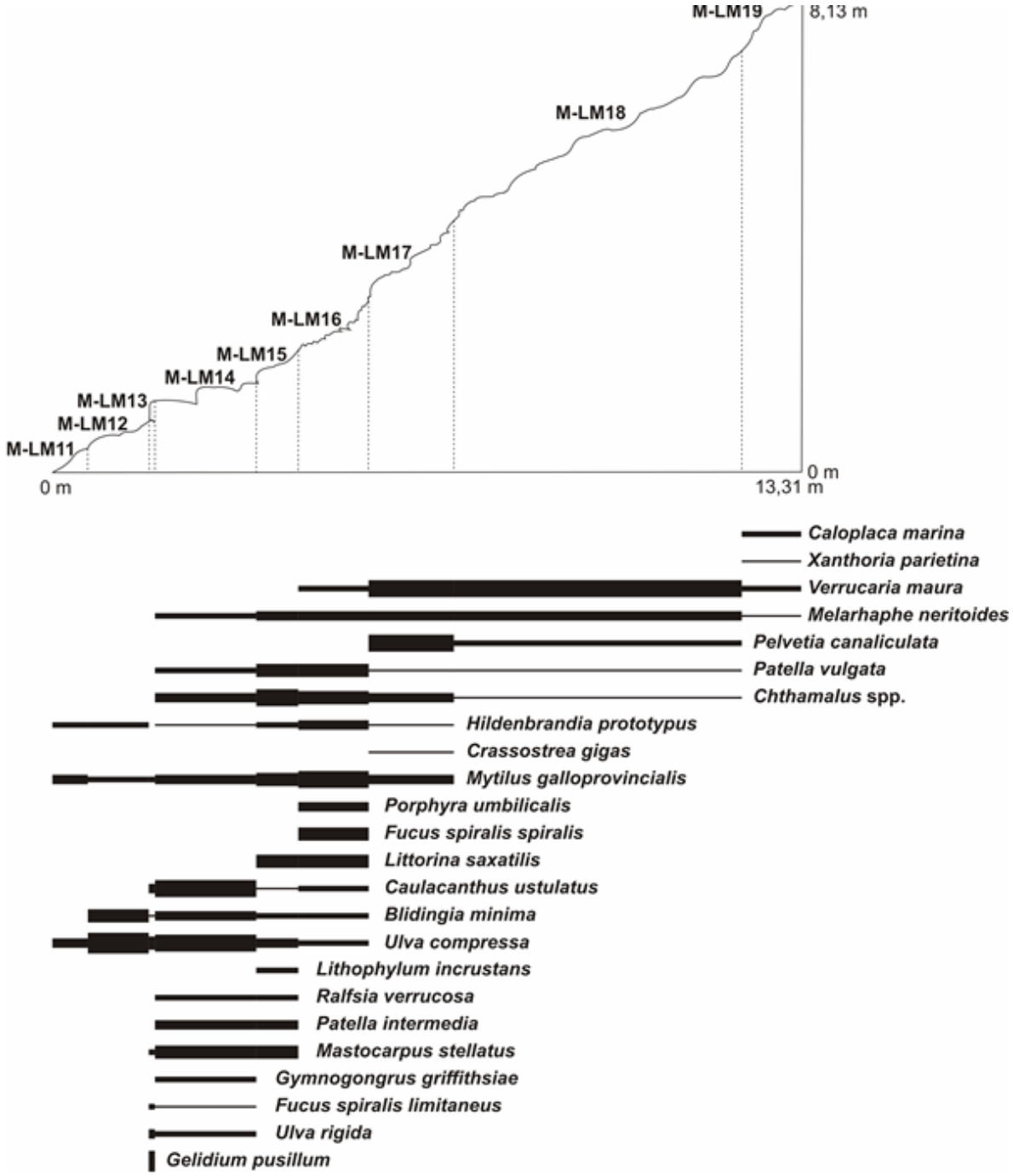


Figura 399 Distribución horizontal de la cobertura de las diferentes especies del transecto M-LM1.

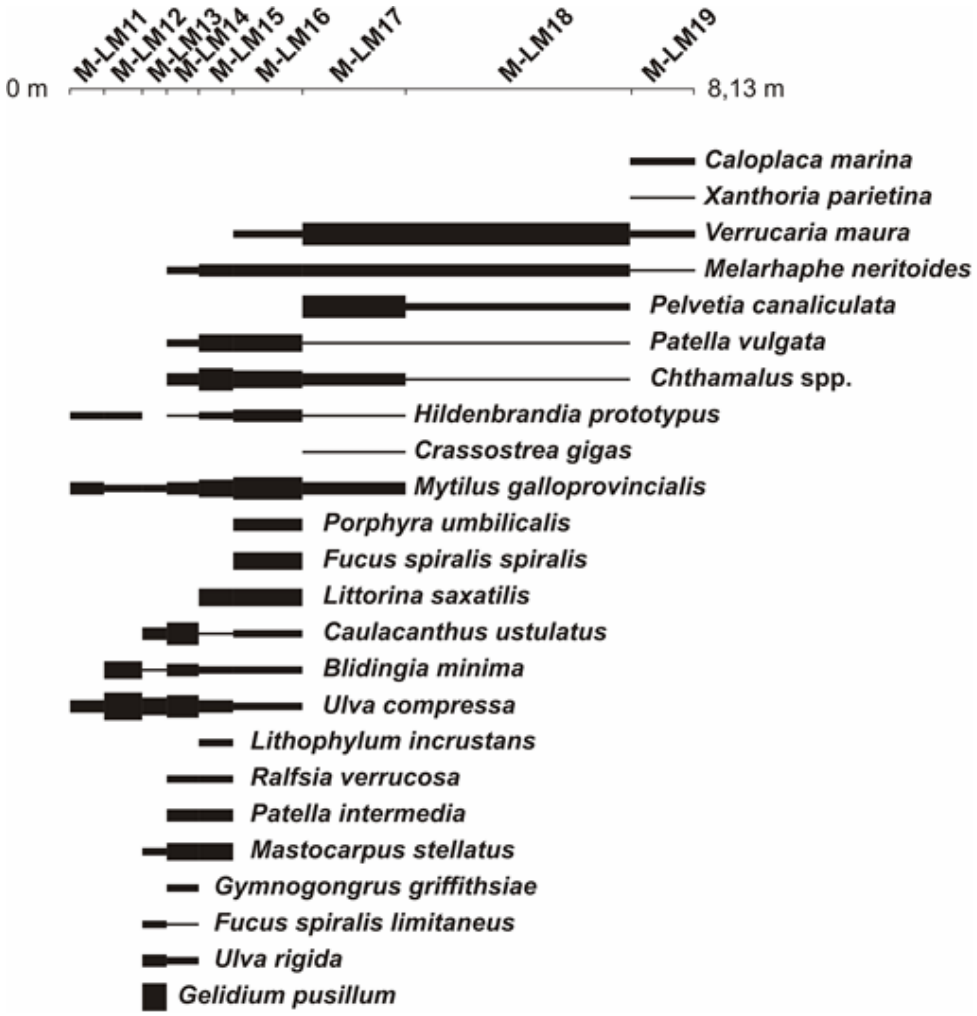
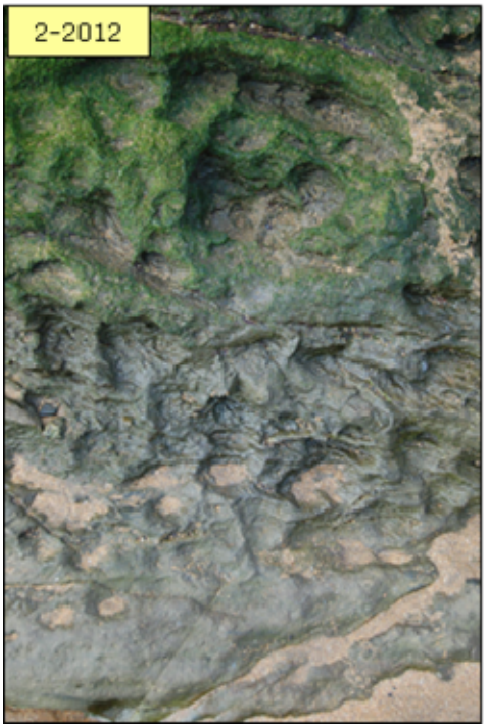


Figura 400 Distribución vertical de la cobertura de las diferentes especies del transecto M-LM1.

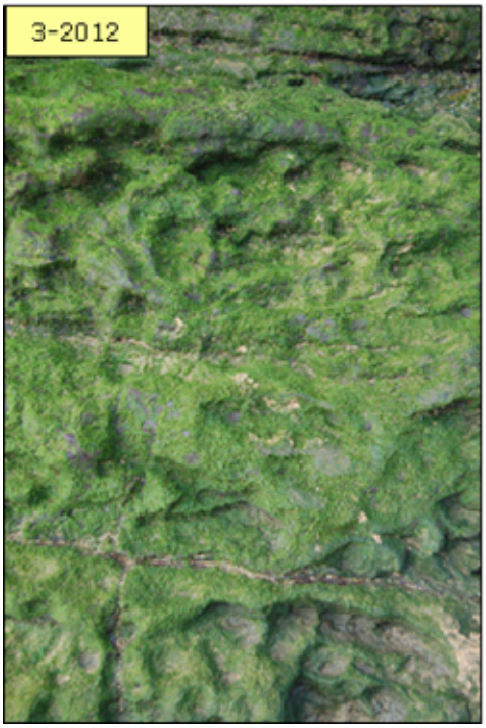
Franja infralitoral (M-LM11; M-LM12)

En 2012, la franja infralitoral del transecto muestra una mayor proporción de sustrato rocoso que en campañas anteriores, debido a un descenso del nivel de arena en la zona adyacente. Esta plataforma arenosa, que queda al descubierto en las bajamares de las mareas vivas, presenta una anchura de unos 21 m. En el sustrato rocoso, la cobertura biológica es muy variable de un año a otro, por estar en parte supeditada a la inestabilidad del sustrato arenoso circundante.

En 2012 se distinguen dos zonas en la franja infralitoral (M-LM11 y M-LM12). En la primera de ellas, las coberturas biológicas son muy escasas (Foto 2-2012). La erosión provocada por los granos de arena sobre la piedra limita el desarrollo de comunidades maduras. Las tres especies identificadas corresponden al alga verde *Ulva compressa* (4-5% de cobertura), al alga roja incrustante *Hildenbrandia rubra* y al mejillón *Mytilus galloprovincialis*, molusco representado por escasos ejemplares aislados y dispersos.



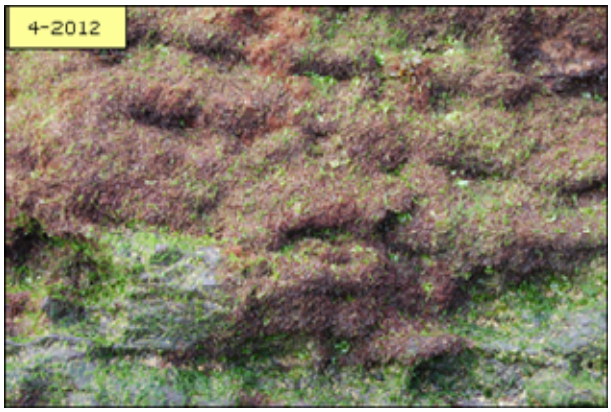
Por encima de la zona M-LM11 se distingue la zona M-LM12, donde, si bien no se aprecia un incremento significativo de especies, sí destacan sus coberturas relativas. Las algas verdes *U. compressa* y *Blidingia minima* caracterizan la vegetación de la zona, con 60-75% y 10-15% de cobertura, respectivamente (Foto 3-2012). Le siguen el alga roja *H. rubra* y el mejillón *M. galloprovincialis*. A diferencia de en 2009, no se aprecian matas de la rodofícea *Gelidium pusillum* (una de las algas más abundantes entonces), ni tampoco aparecen ejemplares del cirrípedo *Chthamalus* sp. o de la lapa *Patella vulgata*.



Zona mediolitoral inferior (M-LM13; M-LM14)

La zona M-LM13, corresponde a una estrecha franja de 0,27 m de altura, localizada en una pared rocosa subvertical.

El aspecto general, es muy diferente al de la franja infralitoral. La zonación concuerda en gran medida con la observada en la zona M-LM12 en la campaña de 2009 a la misma altura mareal. Las algas *G. pusillum* (65%), *U. compressa* (15%) y, en menor medida, *Ulva rigida* (5%) y *Caulacanthus ustulatus* (3%), definen las coberturas biológicas presentes (Foto 4-2012).

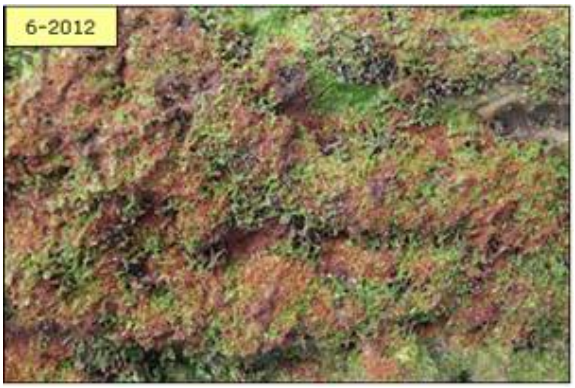


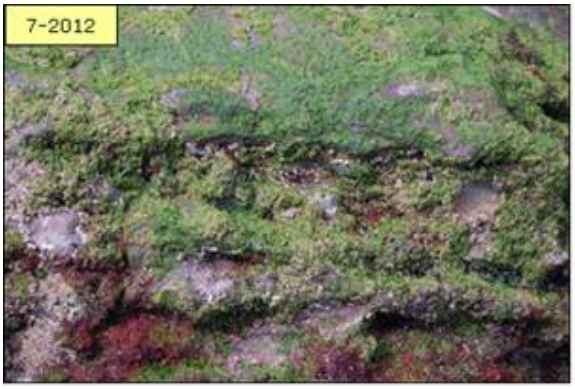
La zona M-LM14 presenta un perfil escalonado, donde se observan diferencias poblacionales entre las partes horizontales y verticales del sustrato rocoso (Foto 5-2012). Consideradas en conjunto, las mayores coberturas corresponden a las algas *U. compressa* (50-55%), *C. ustulatus* (35-40%) y *Mastocarpus stellatus* (5-10%).



La fauna también presenta mayor riqueza en esta zona que en las anteriores. Por orden de importancia destacan los cirrípedos del género *Chthamalus*, las lapas *Patella intermedia* y *P. vulgata*, el mejillón *M. galloprovincialis* y el pequeño gasterópodo *Melarhaphe neritoides*.

Como ya se ha indicado anteriormente, las coberturas de las especies descritas difieren a lo largo de la zona. Como esquema general, en las paredes verticales se observan mayores dominancias de las algas *C. ustulatus* y *M. stellatus* (Foto 6-2012), mientras que las superficies horizontales albergan mayores coberturas de *U. compressa* (Foto 7-2012).





Zona mediolitoral media (M-LM15)

Aunque una pequeña porción de la zona M-LM16 ocupa este nivel mareal, únicamente la zona M-LM15 se considerará como propia del mediolitoral medio. En esta zona comienza a definirse el cinturón del cirrípedo *Chthamalus* sp. (Foto 8-2012).



La situación en 2012 recuerda a la observada en 2006, si bien, a diferencia de dicho año y a 2009, las coberturas de *C. ustulatus* prácticamente desaparecen, limitándose a alguna mancha en la parte inferior de la zona.

Las poblaciones de *Chthamalus* sp. superan los 10.000 ind·m^{-2}, siendo con diferencia el *taxon* más abundante.

Se observa una mayor importancia relativa de la fauna respecto a las algas. Las especies animales más destacadas son *M. galloprovincialis*, mejillón que presenta amplias coberturas en los numerosos recovecos del sustrato rocoso (alrededor del 10%) (Foto 9-2012), la lapa *P. vulgata* (20-30 ind·m^{-2}), el bígaro *M. neritoides*, la lapa *P. intermedia* (10 ind·m^{-2}) y el caracol *Littorina saxatilis* (3-5 ind·m^{-2}).



Entre las algas destacan, por orden de importancia, las matas cespitosas de *M. stellatus* (coberturas estimadas de alrededor de un 10-15%) y de *U. compressa* (4%). Como ya fue comentado en 2009, el alga laminar *Porphyra umbilicalis* parece disminuir gradualmente sus coberturas. De ser una especie muy abundante en 2003 (coberturas en torno a un 10-20%), apenas se encuentran algunas matas aisladas en 2006 y 2009, desapareciendo por completo en la presente campaña de 2012.

Mediolitoral superior (M-LM16)

La comunidad biológica que caracteriza la mayor parte de este nivel mareal corresponde al cinturón formado por el cirrípedo *Chthamalus* sp. y el bivalvo *M. galloprovincialis*. Localmente, se observan en esta zona importantes coberturas de la fucácea *Fucus spiralis spiralis* (8-10%). Las coberturas medias calculadas para las dos especies principales son de 5.000-7.500 ind·m^{-2} para *Chthamalus* sp. y del 25% para *M. galloprovincialis*, valores similares a los registrados en años anteriores (Foto 10-2012).



Entre los aspectos discordantes de esta zona respecto a 2006 y 2009, destaca el notable descenso de la cobertura de *C. ustulatus* en 2012. En la presente campaña sólo se han observado algunas matas sobre las conchas de mejillones, cuando hace tres años se encontraban coberturas de 15-25%.

En la parte más baja del mediolitoral superior habría que destacar, además de las especies anteriormente mencionadas, los recubrimientos del alga verde *U. compressa*. En las zonas media y superior la situación es algo diferente, encontrándose, junto a mejillones y cirrípedos, las algas *P. umbilicalis* (2-3%), *B. minima* y *H. rubra*, y el liquen *Verrucaria maura*.

Franja supralitoral (M-LM17)

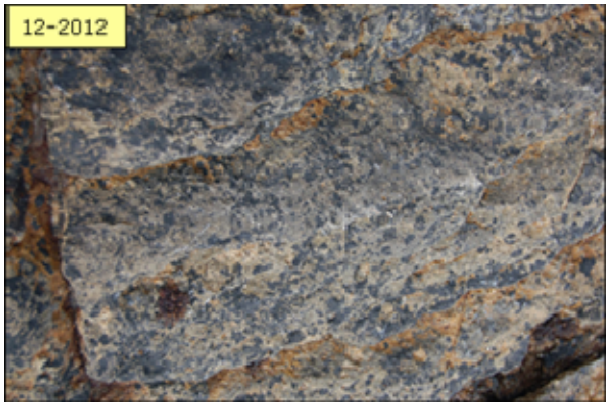
La zonación de la franja supralitoral continúa mostrando en términos generales el mismo esquema que en 2003, 2006 y 2009. El cinturón formado por la fucácea *Pelvetia canaliculata* (50–60%) define este nivel mareal. Entre las matas de esta alga se distinguen manchas de la rodofícea *H. rubra*. Especies como *B. minima* o *F. spiralis spiralis*, que fueron observadas en 2009, no aparecen en 2012. En cambio, sí repite el liquen *V. maura*, especie cuyas coberturas en los tramos superiores continúan siendo muy importantes (30-50%) (Foto 11-2012).



Como suele ser habitual en estos niveles mareales tan elevados, la fauna se encuentra débilmente representada. Las especies identificadas corresponden a los moluscos *M. neritoides*, *P. vulgata*, *M. galloprovincialis* y *Crassostrea gigas*, y a los cirrípedos del género *Chthamalus*. En muchos de los caparazones de estos crustáceos se observan los gránulos negros distintivos de los ascocarpos del hongo *Arthopyrenia* sp.

Zona supralitoral (M-LM18; M-LM19)

Como en la franja supralitoral, no se han hallado en esta zona cambios significativos respecto a lo observado en 2003, 2006 y 2009. Este tramo litoral, de algo más de 6 m de longitud y casi 3,5 m de altura, se caracteriza por el horizonte que forma *V. maura*, liquen negro que presentado un recubrimiento variable del 30–50% y ocupa una extensión próxima a los 2,5 m de altura. Sobre el liquen se divisan algunos ejemplares del gasterópodo *M. neritoides*. De manera más dispersa se encuentran individuos de *Chthamalus* sp. y *P. vulgata*, manchas del alga *H. rubra* y alguna mata de *P. canaliculata* (Foto 12-2012).



Encima del cinturón de *V. maura* apareceb pequeños recubrimientos de *Xanthoria parietina* y *Caloplaca marina*, especies de líquenes de tonalidades amarillentas que marcarían el final de la zona litoral en este transecto.

TRANSECTO M-LM2

Está situado en Muskiz, a la derecha de la playa de La Arena, al pie del monte Lucero, en las coordenadas 49092-48002 (Figura 397).

El transecto consiste, en su mayor parte, en una extensa plataforma rocosa, escasamente irregular y prácticamente horizontal (Foto 13-2012). Se trata de una zona muy batida, con un elevado grado de exposición al oleaje, especialmente en el primer tramo (Foto 14-2012). La longitud total del transecto es de 57,58 m con una altura con respecto al nivel 0 de marea de 5,97 m. Su orientación es de 265º.

En función de las coberturas biológicas, se han delimitado diez zonas distintas. En la Tabla 319 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 401 y de la Figura 402.





ZONAS	M-LM21	M-LM22	M-LM23	M-LM24	M-LM25	M-LM26	M-LM27	M-LM28	M-LM29	M-LM210
Longitud (m)	0-0,35	0,35-2,06	2,06-2,38	2,38-2,50	2,50-3,11	3,11-36,84	36,84-40,87	40,87-45,23	45,23-57,09	57,09-57,58
Altura (m)	0-0,44	0,44-0,75	0,75-2,34	2,34-3,35	3,35-3,98	3,98-3,43	3,43-3,48	3,48-3,15	3,15-4,49	4,49-5,97
Verrucaria maura	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1
Melarhaphe neritoides	---	---	1	2	5	6	6	3	1	4
Ulva intestinalis	---	---	---	---	---	---	---	---	1	---
Blidingia minima	---	---	---	---	---	---	---	3	2	---
Ulva compressa	---	---	---	---	---	---	---	3	1	---
Monodonta lineata	---	---	---	---	---	3	1	1	1	---
Actinia equina	---	---	---	---	---	4	4	---	1	---
Gibbula umbilicalis	---	---	---	---	1	4	3	3	2	---
Patella vulgata	---	---	---	---	4	2	3	2	2	---
Patella intermedia	---	---	1	3	4	4	4	3	3	---
Chthamalus sp.	1	1	1	3	5	5	4	2	2	---
Mytilus galloprovincialis	1	1	2	3	4	4	2	1	2	---
Corallina elongata	2	6	6	5	3	4	4	1	1	---
Lithophyllum incrustans	6	6	7	6	2	4	4	3	2	---
Bangia atropurpurea	---	---	---	---	---	2	1	1	---	---
Ulva clathrata	---	---	---	---	---	2	2	1	---	---
Ceramiales	1	4	3	2	---	1	---	1	---	---
Ulva rigida	2	3	3	3	---	3	3	2	---	---
Monodonta colubrina	---	---	---	---	---	---	1	---	---	---
Hildenbrandia rubra	---	----	---	---	---	1	1	---	---	---
Paracentrotus lividus	---	---	---	---	---	2	2	---	---	---
Crassostrea gigas	---	---	---	---	---	3	2	---	---	---
Corallina officinalis	---	---	---	---	---	3	1	---	---	---
Ralfsia verrucosa	---	---	1	4	4	1	1	---	---	---
Caulacanthus ustulatus	---	---	2	3	1	3	1	---	---	---
Ostrea edulis	---	---	---	---	---	2	---	---	---	---
Ulva pseudocurvata	---	---	---	---	---	1	---	---	---	---
Lithophyllum byssoides	---	---	---	3	4	2	---	---	---	---
Pollicipes pollicipes	---	---	2	2	1	---	---	---	---	---
Gelidium pusillum	---	---	---	2	---	---	---	---	---	---
Patella ulyssiponensis	---	2	2	2	---	---	---	---	---	---
Lomentaria articulata	---	2	3	2	---	---	---	---	---	---
Bryopsis plumosa	2	2	2	1	---	---	---	---	---	---
Plocamium cartilagineum	2	3	4	2	---	---	---	---	---	---
Pterosiphonia complanata	3	4	3	2	---	---	---	---	---	---
Gelidium spinosum	4	4	2	2	---	---	---	---	---	---
Hypoglossum hypoglossoides	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---
Bifurcaria bifurcata	---	2	1	---	---	---	---	---	---	---
Gymnogongrus crenulatus	---	2	1	---	---	---	---	---	---	---
Dictyota dichotoma	---	2	1	---	---	---	---	---	---	---
Chondracanthus acicularis	---	2	2	---	---	---	---	---	---	---
Chondria coerulescens	---	2	2	---	---	---	---	---	---	---
Halurus equisetifolius	---	3	2	---	---	---	---	---	---	---
Perforatus perforatus	1	---	2	---	---	---	---	---	---	---
Acrosorium ciliolatum	1	---	1	---	---	---	---	---	---	---
Cladophora sp.	1	2	2	---	---	---	---	---	---	---
Rhodymenia pseudopalmata	2	1	1	---	---	---	---	---	---	---
Stypocaulon scoparium	2	4	2	---	---	---	---	---	---	---
Cryptopleura ramosa	3	1	2	---	---	---	---	---	---	---
Falkenbergia rufolanosa	3	4	2	---	---	---	---	---	---	---
Mesophyllum lichenoides	4	2	2	---	---	---	---	---	---	---
Jania rubens	---	3	---	---	---	---	---	---	---	---
Calliblepharis jubata	---	3	---	---	---	---	---	---	---	---
Nitophyllum punctatum	---	2	---	---	---	---	---	---	---	---
Champia parvula	---	2	---	---	---	---	---	---	---	---
Cladostephus spongiosus	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---
Colpomenia sinuosa	1	1	---	---	---	---	---	---	---	---
Colpomenia peregrina	2	2	---	---	---	---	---	---	---	---
Asparagopsis armata	3	2	---	---	---	---	---	---	---	---
Codium tomentosum	4	3	---	---	---	---	---	---	---	---
Gelidium corneum	5	4	---	---	---	---	---	---	---	---
Codium adhaerens	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Electra pilosa	2	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Halopithys incurva	2	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Peyssonnelia sp.	3	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabla 319 Índices de cobertura de las especies más representativas del transecto M-LM2, muestreado el 9 de abril de 2012 (para metodología, ver Tomo 1).



Figura 401 Distribución horizontal de la cobertura de las diferentes especies del transecto M-LM2.

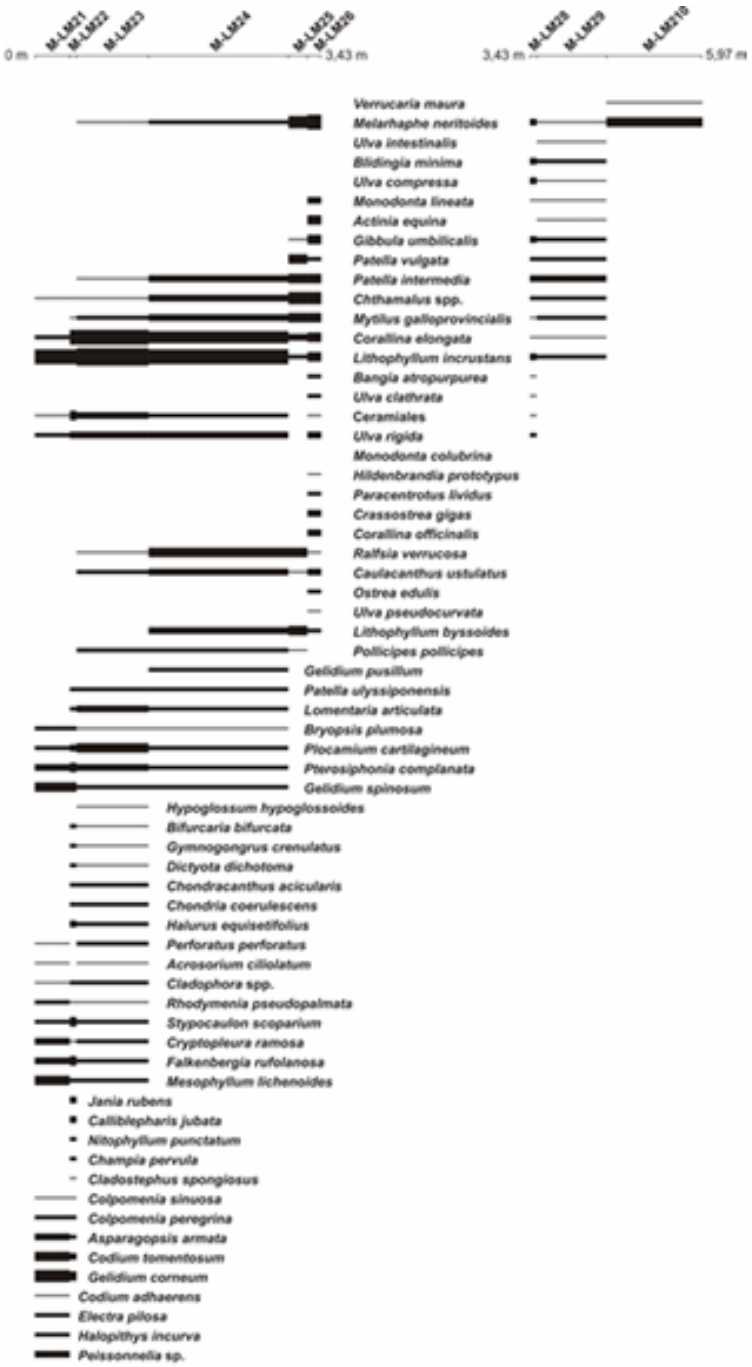


Figura 402 Distribución vertical de la cobertura de las diferentes especies del transecto M-LM2.

Franja infralitoral (M-LM21; M-LM22)

El relieve costero en estas dos zonas consiste en una serie de bloques de considerable tamaño desprendidos de la plataforma rocosa y con elevado grado de exposición al oleaje. En esta franja se siguen diferenciado dos asociaciones biológicas más o menos segregadas.

La primera asociación (zona M-LM21) se sitúa a 0,00-0,44 m respecto al nivel 0 de marea. La zona corresponde a las caras laterales y crestas de unos estratos con elevado grado de exposición al oleaje.

Como en 2006 y 2009, la comunidad dominante en esta zona es la de *Gelidium corneum*, rodofícea cuyo recubrimiento estimado es del 40-50% de la superficie rocosa (Foto 15-2012). El alga calcárea *Lithophylum incrustans*, con una cobertura del 80%, es, sin embargo, la especie que presenta los mayores recubrimientos en este nivel mareal. La tercera especie más abundante es *Gelidium spinosum* (10-15%) alga que llega a entremezclarse con las matas de su congénere *G. corneum*. Fijadas a las ramas de las algas del género *Gelidium*, se distinguen varias algas rojas epífitas, como *Plocamium cartilagineum*, *Pterosiphonia complanata* (2%), *Asparagopsis armata* (2%) y *Falkenbergia rufolanosa* (3-5%), así como el briozoo *Electra pilosa*. (Foto 16-2012).

La macrofauna no es diversa ni abundante. Las cuatro especies que identificadas *in situ* han sido el briozoo *E. pilosa* (forma colonial incrustante que recubre

algunas ramas de *G. corneum*), los cirrípedos *Perforatus perforatus* y *Chthamalus* sp., y el mejillón *M. galloprovincialis*.

La segunda comunidad biológica de esta franja se desarrolla sobre la cara superior de un estrato rocoso horizontal, con algunas cubetas (zona M-LM22).





Las especies más abundantes son las algas *L. incrustans* (60–70%) y *Corallina elongata* (65–75%). También son abundantes algunas Ceramiales (15-20%), *Stypocaulon scoparium* (10%), *F. rufolanosa* (6-10%), *G. corneum* (5–10%), *G. spinosum* (5-10%), *P. complanata* (5-8%), *P. cartilagineum* (3-5%), *Codium tomentosum* (3-5%) y *U. rigida* (2%) (Foto 17-2012).

La macrofauna, al igual que en la zona anterior, continúa estando poco representada. Las especies identificadas presentan escasos ejemplares. Los tres *taxa* registrados son el briozoo *E.* pilo*sa*, la lapa *Patella ulyssiponensis* y los cirrípedos del género *Chthamalus*.



Mediolitoral inferior (M-LM23)

Este nivel ocupa la primera mitad de la zona M-LM23. El perfil vuelve a ser prácticamente vertical y las comunidades biológicas, a pesar de las diferentes características del terreno, presentan una considerable similitud respecto a las de la zona M-LM22.

La zonación coincide con la descrita en 2003, 2006 y 2009. La mayor parte de la cobertura se debe a las algas calcáreas *L. incrustans* y *C. elongata* (60-90%). Algunas especies comunes a la zona anterior presentan menor cobertura (*S. scoparium*, Ceramiales, *G. spinosum*, *H. equisetifolius*, *U. rigida*, *B. bifurcata*, *Gymnogongrus crenulatus* y *Dictyota dichotoma*); otras mantienen coberturas similares (*P. complanata*, *Bryopsis plumosa*, *Chondracanthus acicularis*, *Chondria coerulescens*, *Mesophyllum lichenoides*, *Cladophora* sp. y *Rhodymenia pseudopalmata*); en cambio, otras son más abundantes (*P. cartilagineum*, *Lomentaria articulata* y *Cryptopleura ramosa*). Además, aparecen nuevas algas: *C. ustulatus*, *Ralfsia verrucosa*, *Hypoglossum hypoglossoides* y diversas Ceramiales (Foto 18-2012).

Si bien la macrofauna no es muy abundante, lo es más que en las zonas anteriores. Así, en la parte inferior se observan ejemplares de *M. neritoides*, *P. ulyssiponensis*, *P. intermedia*, *M. galloprovincialis*, *Chathamalus* sp., *P. perforatus* y *Pollicipes pollicipes*.





Zona mediolitoral media (M-LM23; M-LM24)

El nivel mediolitoral medio se extiende a lo largo del segundo tramo de la zona M-LM23 (Foto 19-2012) y el primero de M-LM24. El horizonte definido por las algas calcáreas *L. incrustans* y *C. elongata* continúa definiendo este nivel, aunque sus coberturas son menores.

En el tramo superior de M-LM23 la cobertura de *P. cartilagineum* aumenta respecto al tramo inferior; por el contrario, la mayor parte de las matas de *P. complanata* se restringen a los primeros centímetros de esta zona. El resto de algas y fauna de M-LM23 sigue aproximadamente el patrón al detallado para el mediolitoral inferior.

La zona M-LM24 presenta una reducción general de la cobertura vegetal. El recubrimiento de *L. incrustans* continúa siendo alto (alrededor del 70%). Por encima de las incrustaciones de este alga aparecen numerosas matas de *C. elongata* (cobertura estimada del 50%), encontrándose el resto de especies mucho más repartidas (Foto 20-2012).



Al igual que en 2009, la macrofauna no difiere en gran medida respecto a la de la zona inferior, apreciándose las mismas variaciones. De esta manera, las poblaciones de *Chthamalus* sp., *M. galloprovincialis*, *P. intermedia* y *M. neritoides* adquieren mayor importancia relativa, mientras que las lapas de la especie *P. ulyssiponensis* y los percebes *P. pollicipes* mantienen los mismos valores que en el mediolitoral inferior.

Zona mediolitoral superior (M-LM25; M-LM26; M-LM27; M-LM28)

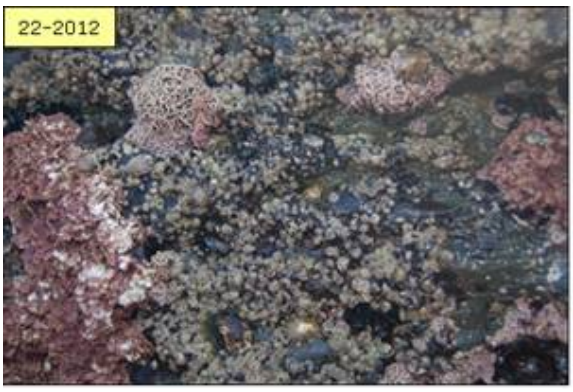
A pesar de que el rango de alturas en que se mueve este nivel en la costa vasca es escaso (3,00–3,70 m), la especial fisiografía de este transecto ha posibilitado el establecimiento de varias comunidades asentadas en este nivel. Entre los factores que parecen discriminar las distintas biocenosis se señalarían como posibles causas la distancia al mar (con la consiguiente variación en cuanto al grado de exposición al oleaje), la morfología del sustrato (existencia de numerosas pozas o cubetas mareales) y la luminosidad (diferente grado de insolación), entre otras.

La situación en 2012 es la misma de las tres anteriores visitas (2003, 2006 y 2009), tanto a nivel cualitativo como cuantitativo. La cobertura vegetal se reduce paulatinamente, pasando a dominar las comunidades faunísticas. Las únicas diferencias apreciables se deben a la presencia esporádica de alguna especie concreta o sutiles variaciones en la cobertura de alguna de las especies presentes.

La primera de las zonas establecida en este nivel mareal (M-LM25 en 2012, M-LM24 en 2009), muy batida por el oleaje, presenta en su parte superior una comunidad definida por los recubrimientos que adquieren el cirrípedo *Chthamalus* sp. (alrededor de 10.000 ind·m^{-2})

y las algas *R. verrucosa* (15-20%), *Lithophyllum byssoides* (5-10%), *C. elongata* (alrededor del 5%), *L. incrustans* y *C. ustulatus* (Fotos 21-2012 y 22-2012).





Como las algas, también la fauna es similar a la de la zona precedente. Los siete *taxa* identificados corresponden a los moluscos *M. neritoides* (100 ind·m^{-2}), *P. intermedia* (5-15 ind·m^{-2}), *P. vulgata* (1-3 ind·m^{-2}), *Gibbula umbilicalis* y *M. galloprovincialis* (5-10%) y a los cirrípedos *Chthamalus* sp. (10.000 ind·m^{-2}) y *P. pollicipes*.

A continuación se diferencia la zona M-LM26, la de mayor extensión del transecto, con 33,73 m de longitud y prácticamente horizontal. La principal característica de esta zona es la presencia de numerosas cubetas mareales (Foto 23-2012). La situación en 2012 es prácticamente idéntica a la de 2006 y 2009.



Los recubrimientos biológicos muestran ciertas diferencias en función de su mayor o menor distancia al mar. Del mismo modo, se pueden distinguir claramente las comunidades presentes en las crestas y bordes de las cubetas de las comunidades que ocupan sus fondos.

Generalizando los resultados, en las zonas 'secas' correspondientes a las crestas y bordes de cubetas (superficie estimada en torno a un 80% del total de la zona), se distinguen densos recubrimientos del cirrípedo *Chthamalus* sp. (mayores en el primer tramo de la zona, donde puede llegar a ser de 95-100%) (Foto 24-2012), de poblaciones variables de *M. galloprovincialis* y *M. neritoides* (100-200 ind·m^{-2}) en los intersticios de las rocas (Foto 25-2012) y de ejemplares más o menos aislados de las lapas *P. intermedia* (15-25 ind·m^{-2}) y *P. vulgata*, y de las ostras *C. gigas* (1-5 ind·m^{-2}) y *Ostrea edulis*.





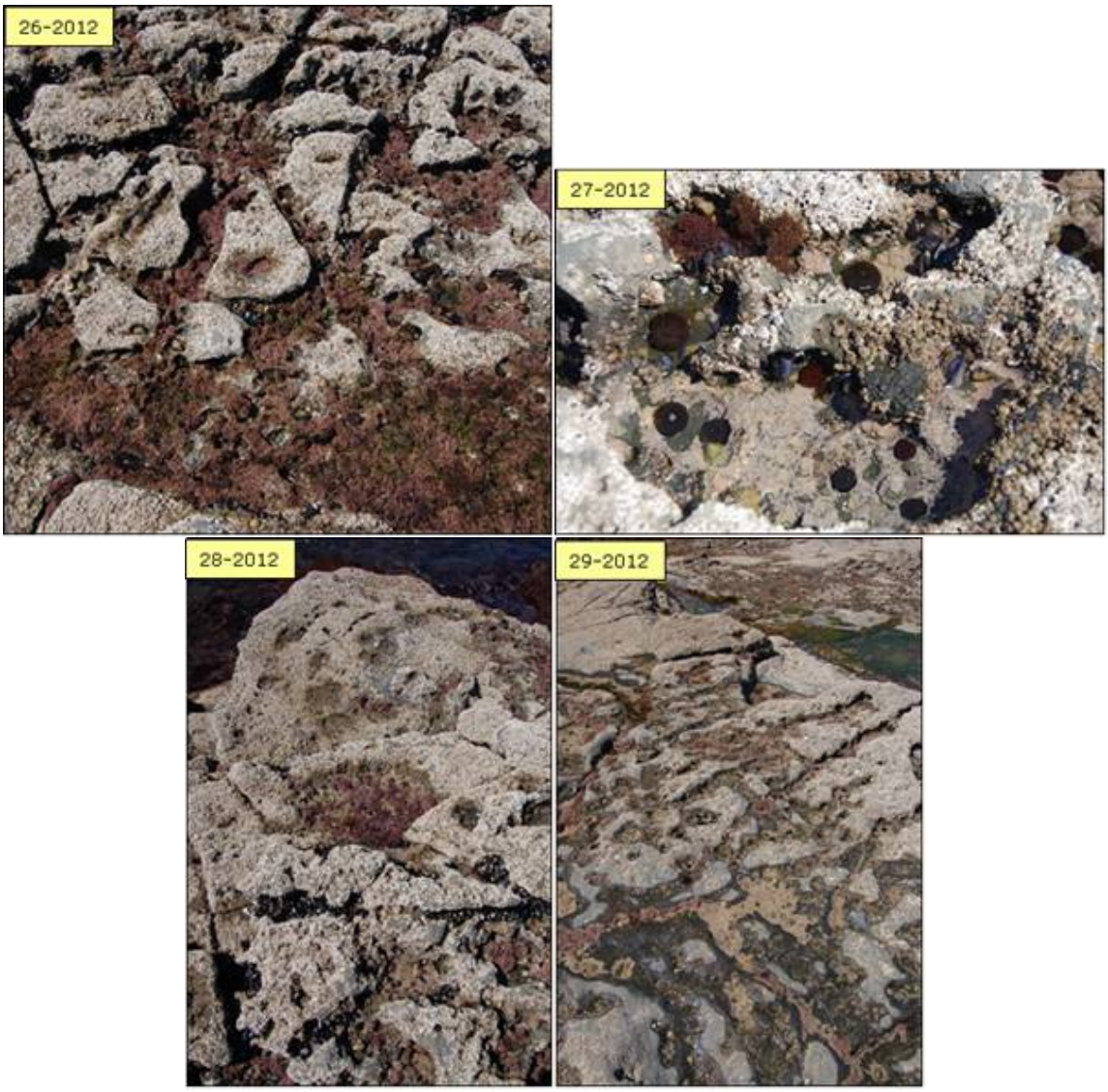
Los fondos de estas pozas (20% de superficie total de la zona) se muestran muy variables en cuanto a su composición biológica. Las especies mejor representadas son las algas *L. incrustans* (90-100%) y *C. elongata* (25-50%). El resto de algas varían de unas pozas a otras, habiéndose identificado, además de las dos anteriores especies, *Corallina officinalis*, *C. elongata*, *C. ustulatus*, *Bangia atropurpurea* (sobre lapas), Ceramiales diversas, *Ulva* sp., *Hildenbrandia rubra*, *Actinia equina*, *G. umbilicalis*, *Monodonta lineata*, *P. intermedia*, *Paracentrotus lividus* (Fotos 26-2012 y 27-2012).

En función de su posición, se observa, en aquellas cubetas que están más próximas a la línea de mar, la presencia de un número mayor de algas, algunas de las cuales no están presentes en el resto de las pozas. Del

mismo modo, debido al mayor número de irregularidades del terreno (grietas, recovecos, fisuras, pozas, etc.) se distingue un mayor número de mejillones en estos primeros metros (Foto 28-2012). En la zona intermedia aparecen además de *L. incrustans*, *C. elongata* y *C. officinalis*, frondes de *C. ustulatus*, *Ulva pseudocurvata* y *Ulva clathrata*, y ejemplares dispersos de *P. intermedia*, *A. equina* y *M. galloprovincialis*. Finalmente, en las pozas más alejadas del mar, se observa una disminución generalizada de las algas (a excepción de *L. incrustans*, que las recubre casi por completo) y una mayor dominancia de ejemplares del gasterópodo *G. umbilicalis*.

En los bordes de las cubetas y zonas de escorrentía se distinguen también recubrimientos variables de *C. elongata*, *C. ustulatus*, *L. byssoides* y *R. verrucosa* (Foto 27-2012).

La zona M-LM27 podría considerarse una continuación de la anterior, siendo la diferencia más notable la mayor homogeneidad del terreno (perfil más suavizado) y la paulatina reducción de las poblaciones del cirrípedo *Chthamalus* sp. y del mejillón *M. galloprovincialis* (Foto 29-2012). Las especies observadas y su distribución no difieren en gran medida de las detectadas en 2003, 2006 y 2009.



Como en la zona M-LM26, las áreas que no coinciden con cubetas presentan abundantes ejemplares de *Chthamalus* sp. (2.000-4.000 ind·m^{-2}) y *M. neritoides* (100-200 ind·m^{-2}). Compartiendo el mismo espacio, se observan ejemplares de las lapas *P. intermedia* y *P. vulgata*, y de la ostra *C. gigas* (Foto 30-2012). Las algas prácticamente desaparecen; tan sólo se observan algunas manchas aisladas del alga parda *R. verrucosa*.

Por su parte, las pozas y grietas aparecen recubiertas de manera variable por las algas *L. incrustans*, *C. elongata*, *U. rigida*, *U. clathrata*, *C. officinalis*, *B. atropurpurea* y *H. rubra*. La fauna tampoco difiere cualitativamente de la observada en la zona

anterior. En función de sus abundancias se identifican la lapa *P. intermedia* (20-30 ind·m^{-2}), el antozoo *A. equina* (6-10 ind·m^{-2}), los moluscos *G. umbilicalis*, *M. galloprovincialis*, *M. lineata* y *Monodonta colubrina*, y el erizo *P. lividus*.



La zona M-LM28, que se encuentra comprendida a 3,15-3,48 m sobre el nivel 0 de marea, es la última contemplada en el nivel mediolitoral superior. A diferencia de las anteriores zonas, la cobertura biológica es muy escasa (Foto 31-2012).



La comunidad del alga verde *B. minima* que en 2006 se encontraba bastante desarrollada en 2006 y en 2009 poco desarrollada, en 2012 se encuentra muy reducida. La cobertura de esta especie es muy limitada, reduciéndose a las áreas donde la humedad se mantiene durante un periodo más prolongado. Entremezclada entre las matas de *B. minima* se identifican otras matas de *Ulva compressa* y filamentos rojizos de *B. atropurpurea*.

Como en 2009, en esta comunidad se encuentran algunos ejemplares de macrofauna, como la peonza plana *G. umbilicalis*, el cirrípedo *Chthamalus montagui*, el mejillón *M. galloprovincialis*, el bígaro *M. neritoides*, las lapas *P. vulgata* y *P. intermedia*, y la peonza dentada *M. lineata*.

Franja supralitoral (M-LM29)

El recubrimiento biológico en esta zona concuerda básicamente con el observado hace tres años. Las únicas diferencias se deben a la ausencia del alga *B. atropurpurea* y a la presencia de un ejemplar de la anémona *A. equina* (ausente en 2009). El resto de algas y animales coinciden y sus abundancias relativas son prácticamente iguales. Las algas identificadas presentan escasas matas y/o recubrimientos. En función de sus abundancias, destacan *B. minima*, *L. incrustans*, *Ulva intestinalis*, *U. compressa* y *C. elongata*.

La fauna identificada sobre las lajas y grietas incluye las lapas *P. intermedia* y *P. vulgata*, el mejillón *M. galloprovincialis*, el bígaro *M. neritoides* y el cirrípedo *Chthamalus* sp., mientras que en las pozas y cubetas se identifican los moluscos *M. lineata*, *P. intermedia* y *G. umbilicalis*, y el antozoo *A. equina*.

Zona supralitoral (M-LM210)

La situación es similar a la de campañas anteriores. Las únicas especies presentes siguen siendo el liquen *V. maura*, distribuido en forma de pequeñas manchas muy espaciadas, y el gasterópodo *M. neritoides*. La densidad de este molusco, en 2012 (alrededor de 25 ind·m^{-2}), es ligeramente superior a las detectadas en 2006 y 2009 (Foto 32-2012).



TRANSECTO M-LN3

Está situado entre Santurtzi y Muskiz, al pie del monte Lucero, en un lugar muy próximo al dique de Poniente en la punta de Lucero. Las coordenadas de este transecto de la margen oeste del Abra son 490906-4800719 y la orientación, 320º N. El muestreo tuvo lugar el 4 de agosto de 2012 (Figura 398).

El transecto discurre a lo largo de una gran laja del *flysh* costero, con un moderado grado de inclinación (14-15º), de perfil muy homogéneo. Presenta una longitud de 19,31 m y la altura máxima respecto al nivel 0 de marea se sitúa a 4,83 m.

La posición que ocupa respecto a los vientos dominantes hace que se trate de un lugar con elevado grado de exposición y muy batido por el oleaje. Sin embargo, la existencia de unos grandes bloques frente a la laja confieren a este transecto un importante grado de protección (Foto 33-2009).

En función de las coberturas biológicas presentes, se han establecido ocho zonas. En la Tabla 320 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 403 y de la Figura 404.



M-LM1								
ZONAS	M-LN31	M-LN32	M-LN33	M-LN34	M-LN35	M-LN36	M-LN37	M-LN38
Longitud (m)	0-2,60	2,60-3,06	3,06-3,83	3,83-5,73	5,73-7,78	7,78-11,03	11,03-15,97	15,97-19,31
Altura (m)	0-0,57	0,57-0,86	0,57-0,39-0,57	0,57-1,43	1,43-2,07	2,07-2,64	2,64-3,63	3,63-4,83
Actinia equina	---	---	---	---	---	---	---	1
Blidingia minima	---	---	---	---	---	---	1	1
Gibbula umbilicalis	---	---	---	---	---	---	2	2
Patella rustica	---	---	---	---	---	2	3	4
Lithophyllum byssoides	---	---	---	---	1	2	2	2
Patella vulgata	---	---	---	---	2	4	5	4
Melarhaphe neritoides	---	---	---	---	4	4	7	7
Chthamalus sp.	---	---	---	2	3	5	6	7
Ralfsia verrucosa	---	---	---	2	6	4	4	2
Patella intermedia	---	1	---	4	5	5	4	2
Caulacanthus ustulatus	---	3	---	4	3	2	2	1
Mytilus galloprovincialis	1	2	---	1	1	2	2	3
Corallina elongata	3	6	3	6	4	4	3	2
Lithophyllum incrustans	4	6	4	6	4	4	4	3
Polysiphonia macrocarpa	---	---	---	---	---	---	2	---
Nemalion helminthoides	---	---	---	---	4	4	2	---
Ulva compressa	---	---	---	1	2	2	2	---
Cladophora sp.	2	1	1	2	---	---	1	---
Patella ulyssiponensis	---	4	2	4	4	2	---	---
Ulva rigida	1	2	2	3	2	2	---	---
Ceramiales	3	4	4	4	3	2	---	---
Colpomenia sinuosa	---	---	---	1	---	---	---	---
Gelidium pulchellum	---	---	---	1	---	---	---	---
Ulva clathrata	---	---	---	1	---	---	---	---
Halurus equisetifolius	---	1	---	1	---	---	---	---
Champia parvula	1	1	---	1	---	---	---	---
Cladostephus spongiosus	1	1	2	2	---	---	---	---
Colpomenia peregrina	1	2	1	2	---	---	---	---
Gelidium spinosum	2	2	1	3	---	---	---	---
Anemonia sulcata	2	2	1	3	---	---	---	---
Jania rubens	2	1	---	1	---	---	---	---
Pterosiphonia complanata	2	2	---	2	---	---	---	---
Corallina officinalis	2	2	2	2	---	---	---	---
Falkenbergia rufolanosa	3	2	3	2	---	---	---	---
Paracentrotus lividus	3	---	1	1	---	---	---	---
Stypocaulon scoparium	4	3	3	3	---	---	---	---
Codium adhaerens	6	---	6	2	---	---	---	---
Liagora viscida	---	---	1	---	---	---	---	---
Halurus flosculosus	---	---	1	---	---	---	---	---
Bryopsis plumosa	---	---	1	---	---	---	---	---
Asparagopsis armata	2	1	1	---	---	---	---	---
Perforatus perforatus	---	1	---	---	---	---	---	---
Sphacelaria sp.	2	1	---	---	---	---	---	---
Polysiphonia sp.	1	---	---	---	---	---	---	---
Chondria coerulescens	2	---	---	---	---	---	---	---

Tabla 320 Índices de cobertura de las especies más representativas del transecto M-LB1, muestreado el 4 de agosto de 2012 (para metodología, ver Tomo 1).

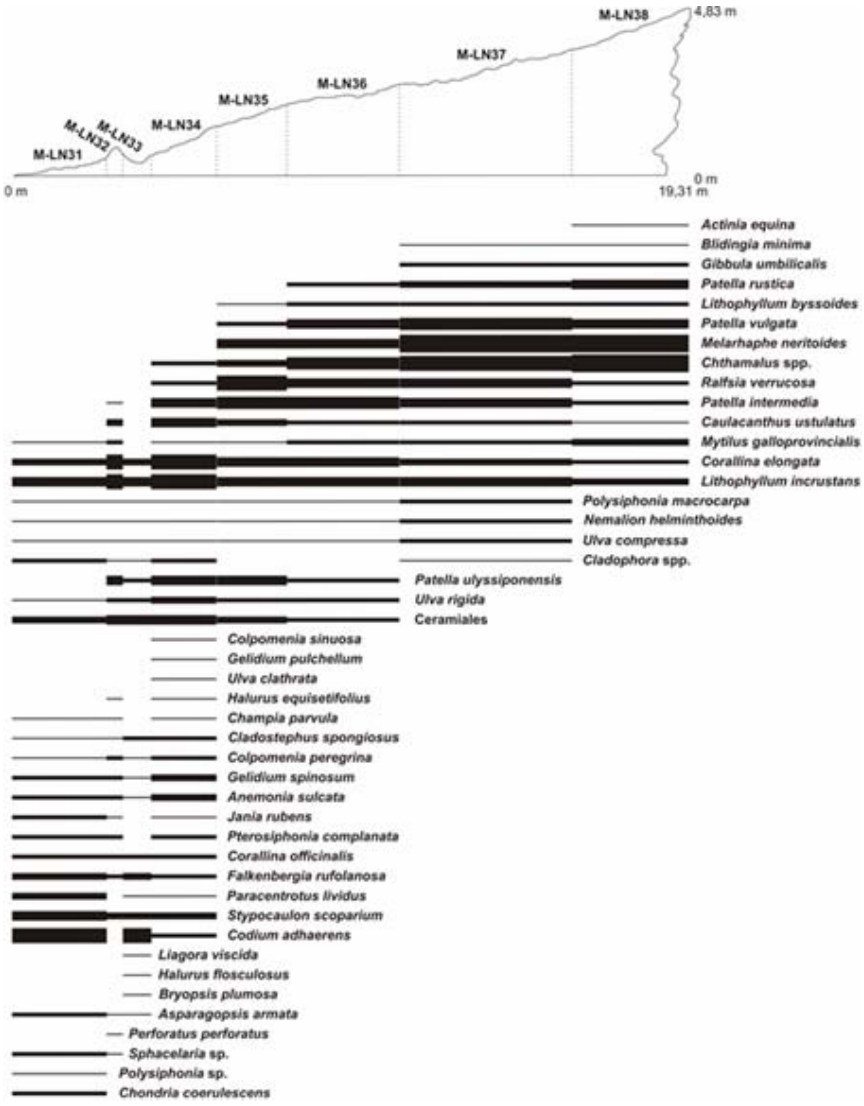


Figura 403 Distribución horizontal de la cobertura de las diferentes especies del transecto M-LM1.

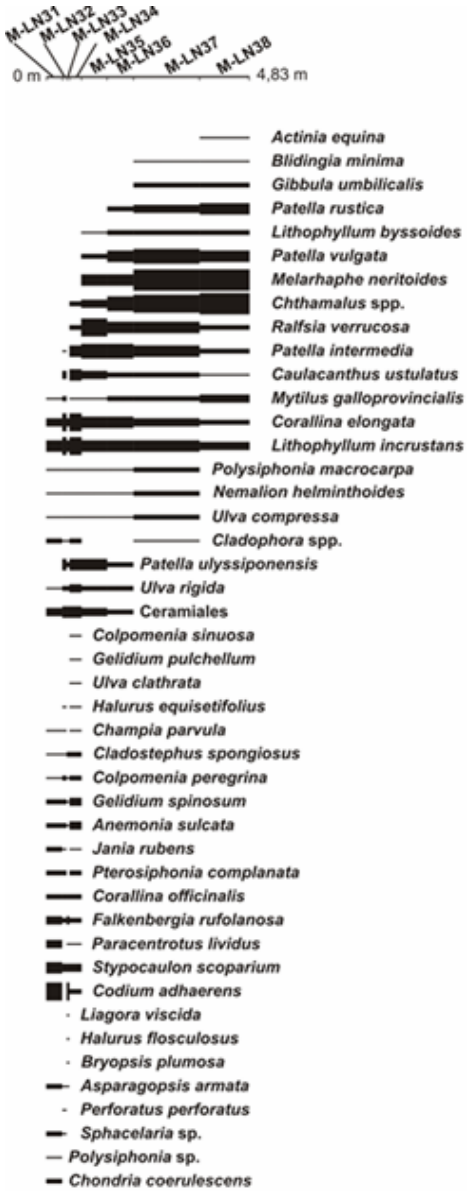


Figura 404 Distribución vertical de la cobertura de las diferentes especies del transecto M-LN3.

Franja infralitoral (M-LN31; M-LN32; M-LN33)

En esta franja se distinguen las mismas tres zonas establecidas en 2009. La primera de ellas, M-LN31, se extiende a lo largo de 2,60 m de longitud y presenta un desnivel entre sus extremos de 0,57 m. La superficie rocosa continúa estando recubierta en su mayor parte (60-75%) por el alga verde *Codium adhaerens*, clorofícea incrustante que se adhiere fuertemente al sustrato. En un segundo plano se encuentran *L. incrustans* (10-20%), *S. scoparium* (5-10%) y *C. elongata* (alrededor del 5%). Además, se distingue un buen número de epífitas sobre *C. elongata*, como *F. rufolanosa*, (alrededor del 3%), diversas Ceramiales (entre las que destacan dos especies del género *Ceramium*: *C. ciliatum* y *Ceramium echionotum*; cobertura conjunta de 3-5%), y algunas matas de *U. rigida*.

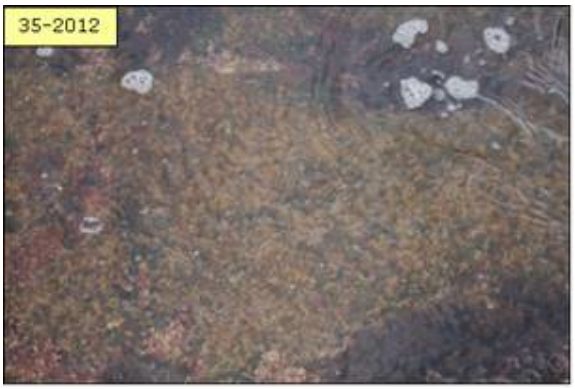
La macrofauna incluye tres especies con densidades muy bajas. De ellas, el mayor número de ejemplares corresponde al erizo *P. lividus*, observado sólo en las fisuras de las lajas. Las otras dos especies identificadas son el cnidario *Anemonia sulcata* y el molusco *M. galloprovincialis*.

La zona M-LN32 apenas cambia respecto a 2009. El sustrato presenta un aspecto totalmente diferente al de la zona precedente. Se trata de una pequeña cresta de la laja en la que el horizonte de *C. adhaerens* es sustituido por el que forman *L. incrustans* (80-90%) y *C. elongata* (75-80%). La diferencia más reseñable respecto a la visita de hace tres años es la reducción de las coberturas de *A. armata* y el incremento relativo de Ceramiales. Compartiendo espacio con *L. incrustans* y *C. elongata*, se distinguen algunas Ceramiales (30%), *C. ustulatus* (5%) y *S. scoparium* (2-4%), entre otros. (Foto 34-2012).



La macrofauna en este saliente también ha sido ligeramente más rica que en la primera zona estudiada. Aunque las poblaciones de erizos desaparecen por completo, encontramos en su lugar un buen número de ejemplares de la lapa P. ulyssiponensis (10-15 ind•m-2). La diversidad faunística se enriquece con algunos individuos de la anémona A. sulcata, de la lapa P. intermedia, del mejillón M. galloprovincialis y del cirrípedo Perforatus perforatus.

La última zona de la franja infralitoral (M-LN33) corresponde a una pequeña hondonada tras la cresta anteriormente comentada. El aspecto general de las comunidades biológicas es similar al de la zona M-LN31. El número de *taxa* es menor, pero no las coberturas de las principales algas. La mayor parte del sustrato rocoso se encuentra recubierto por el alga *C. adhaerens* (65%), seguido por *L. incrustans* (15%) y diversas Ceramiales (5-10%), como *C. ciliatum*, *C. botryocarpum* y *Pterothamnion crispum*. En relación a la primera zona, desaparecen algunas especies, como *Champia parvula*, *Jania rubens*, *C. coerulescens* y *Polysiphonia* sp., mientras que otras, como: Ceramiales, *Cladostephus spongiosus* o *U. rigida*, incrementan su presencia relativa (Foto 35-2012).

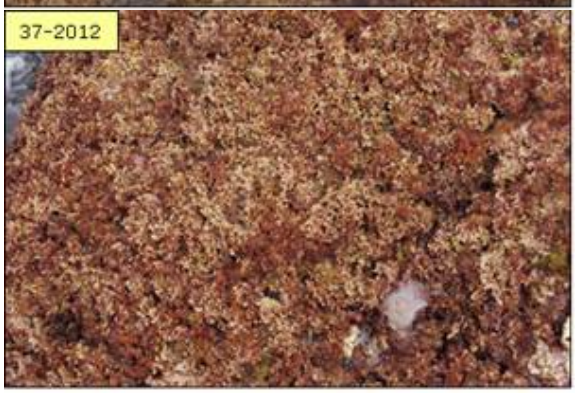


La macrofauna es más pobre que en M-LN31. De las tres especies identificadas, se mantienen, aunque con menores ejemplares, *P. lividus* y *A. sulcata*. La tercera especie, la lapa *P. ulyssiponensis* (ausente en M-LN31), también presenta menores ejemplares que en la zona anterior.

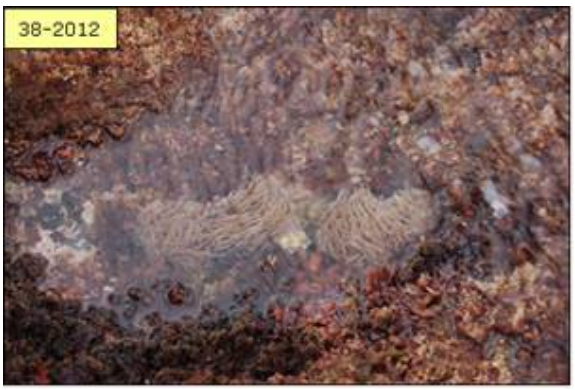
Zona mediolitoral inferior (M-LN34)

La zona M-LN34 marca la transición entre la franja infralitoral y el mediolitoral inferior. Las coberturas biológicas se asemejan en gran medida a las observadas en la pequeña cresta de la laja correspondiente a la zona M-LN32. La comunidad que caracteriza este nivel mareal es la misma que la observada en 2009. Las algas *C. elongata* y *L. incrustans*, definen este nivel mareal, presentando coberturas del 75-90% del sustrato rocoso (Foto 36-2012). Sobre las ramas de *C. elongata* y *C. spongiosus* se fijan abundantes matas de algas epífitas, como *C. ustulatus* (10-15%), *U. rigida* (5%), etc. También son relativamente abundantes *S. scoparium* (alrededor del 5%), *G. spinosum*, *R. verrucosa*, *Colpomenia peregrina*, *C. officinalis*, *P. complanata* y *C. adhaerens*. De manera más aislada observamos: H. equisetifolius (Foto 37-2012).





La macrofauna se incrementa respecto a las zonas anteriores. Las especies coinciden con las observadas en 2009, si bien se registra un mayor número de ejemplares, sobre todo de lapas. En función de sus densidades se distinguen las lapas *P. ulyssiponensis* (50 ind·m^{-2}) y *P. intermedia* (15-25 ind·m^{-2}), los cirrípedos del género *Chthamalus*, la anémona *A. sulcata* (5 ind·m^{-2}), el mejillón *M. galloprovincialis* y algunos ejemplares del erizo *P. lividus* en una poza (Foto 38-2012).



Zona mediolitoral media (M-LN35; M-LN36)

La primera zona del mediolitoral medio se extiende a lo largo de unos 2 m de longitud y se localiza a una altura de 1,43-2,07 m sobre el nivel 0 de marea. En este nivel mareal tiene lugar la sustitución del horizonte *Lithopyllum incrustans-Corallina elongata* por el de *Ralfsia verrucosa-Patella* sp.

En la zona M-LN35 las coberturas de *C. elongata* y *L. incrustans* se reducen a la cuarta parte de las registradas en la zona M-LN34. A diferencia de los niveles mareales inferiores, una considerable proporción de las lajas aparecen desnudas y desprovistas de cobertura biológica. El alga parda incrustante *R. verrucosa* se postula como la especie dominante, cubriendo el 50-60% de la superficie rocosa. A continuación le siguen *L. incrustans* (20-25%) y *C. elongata* (15-20%), con valores similares a los registrados en 2009. Al igual que en las zonas anteriores, las algas epífitas son relativamente abundantes. Sobre las ramas de *C. elongata* crecen *C. ustulatus* (3-5%), especies de la familia Ceramiaceae (*C. ciliatum*, *Ceramium diaphanum*, *C. echionotum* y *Gayliella flaccida*) (3-5%, en conjunto) y *U. rigida*. Los frondes tubulares de *Nemalion helminthoides* aparecen de manera regular por toda la zona, estimándose unas coberturas generales de 5-10%, valores superiores a los registrados en 2009 (Foto 39-2012).

En cuanto a la macrofauna tampoco se observan diferencias significativas respecto a la visita de 2009. Como entonces, destacan las poblaciones de las lapas *P. intermedia* (50-75 ind·m^{-2}), *P. ulyssiponensis* (sobre todo en los tramos inferiores, con 30-50 ind·m^{-2}) y *P. vulgata* (alrededor de 1 ind·m^{-2}). Aunque las lapas son las especies más aparentes, a nivel numérico les superan los cirrípedos del género *Chthamalus* (500-1.000 ind·m^{-2}), si bien no acaban de formar un verdadero horizonte. También se han identificado ejemplares del bígaro *M. neritoides* (25-50 ind·m^{-2}) y del mejillón *M. galloprovincialis*.



La zona M-LN36, que sigue inmediatamente a continuación de la anterior, presenta una longitud de unos 3,5 m y se halla localizada a una altura respecto al nivel 0 de marea de 2,07-2,64 m. La presencia de varias cubetas de tamaño variable (superficie total estimada en la zona de un 20%) constituye uno de los aspectos más característicos. Las coberturas biológicas concuerdan básicamente con las registradas en 2009. Las únicas diferencias reseñables son la ausencia del alga verde oportunista *B. minima*, una ligera disminución de los ejemplares de la lapa *Patella rustica* y de las coberturas de Ceramiales sobre las ramas de *C. elongata*.

El cinturón del cirrípedo *Chthamalus* sp. caracteriza las áreas desprovistas de pozas (80% de la superficie), donde, por primera vez, la importancia relativa de la fauna es mayor que la de las algas. Las mayores densidades corresponden a los cirrípedos del género *Chthamalus* (10.000-30.000 ind·m^{-2}), seguidos por el bígaro *M. neritoides* (25-50 ind·m^{-2}) y las lapas *P. intermedia* (50-75 ind·m^{-2}), *P. vulgata* (10-20 ind·m^{-2}) y *P. rustica* (1-3 ind·m^{-2}). En los bordes de las cubetas se observan concreciones dispersas del alga *L. byssoides* y, de manera más general, se registran por toda la zona amplias coberturas de *N. helminthoides* (10-20%) y *R. verrucosa* (alga cuya cobertura disminuye respecto a la zona anterior, del 50-60% al 15-25%) (Foto 40-2012). Otras algas se fijan a conchas de lapas, caso de la clorofícea *U. compressa* (además de *R. verrucosa*).

En las pozas y fisuras de las lajas la situación es diferente. Como en 2009, el fondo y las paredes de las mismas están ampliamente tapizadas por *L. incrustans* (90%), sobre el que se asientan abundantes matas de *C. elongata* (40-60%) (Foto 41-2012). Como es habitual en este transecto, las ramas de algunas *C. elongata* están epifitadas por *U. rigida*, *C. ustulatus* y varias especies de

Ceramiales. Además de algas, como en 2009, también se observan ejemplares de macrofauna: *P. intermedia*, *P. ulyssiponensis*, *Chthmalus* sp., y *M. galloprovincialis*. Los valores ponderados de todas las especies de la zona se muestran en la Tabla 320.





Mediolitoral superior (M-LN37)

La zona M-LN37, a una altura con respecto al nivel 0 de marea de 2,64-3,63 m, abarca el nivel mediolitoral superior. En 2012 no se detectan diferencias respecto a 2009 y las comunidades biológicas muestran una dominancia mayor de fauna que en la zona anterior. La superficie ocupada por cubetas es menor que en el mediolitoral medio. La facies de *Chthamalus* sp.-*R. verrucosa-N. helminthoides* es sustituida por la de *Chthamalus* sp. (Foto 42-2012). En áreas no ocupadas por pozas, el cinturón de *Chthamalus* sp. es aún más compacto (30.000-50.000 ind·m^{-2}). Aumentan la densidad de *M. neritoides*, *P. vulgata* y *P. rustica* (>200 ind·m^{-2}, 50-75 ind·m^{-2}y 5-10 ind·m^{-2}, respectivamente); mientras que las de *P. intermedia* (10-20 ind·m^{-2}), *R. verrucosa* (10%) y, sobre todo, *N. helmintoides*, se reducen. Las cubetas mantienen más o menos las mismas especies; si bien muestran una reducción significativa de la cobertura de *C.elongata* (no así de *L. incrustans*). No obstante, se observa alguna peculiaridad, como la presencia de una gran mata de *Polysiphonia macrocarpa* y otras, más reducidas, de *Cladophora lehmanniana*.



Franja supralitoral (M-LN38)

Esta zona se localiza en la parte más elevada de la laja escogida, a 3,63-4,83 m sobre el nivel 0 de marea. En este tramo de la franja supralitoral el cinturón de *Chthamalus* presenta su mayor grado de desarrollo (>50.000 ind·m^{-2}) (Foto 43-2012).



Las poblaciones de *P. rustica* (15-25 ind·m^{-2}) se incrementan ligeramente. Las altas densidades de las poblaciones de *M. neritoides* (>200 ind·m^{-2}) registradas en M-LN37 se mantienen sin grandes cambios. Por el contrario, la superficie ocupada por pozas o pequeñas cubetas experimenta una reducción notable. Del mismo modo, las coberturas de *R. verrucosa* y los ejemplares de *P. vulgata* en las zonas "secas"; así como de *L. incrustans*, *C. elongata*, *C. ustulatus* y *P.intermedia* en las pozas, disminuyen. Por otro lado, algas como *N. helminthoides*, *U. compressa*, *P. macrocarpa* y *C. lehmanniana* desaparecen por completo. Otros *taxa* mantienen más o menos los mismos valores, como el alga *L. byssoides*, el mejillón *M. galloprovincialis* y el caracol *G. umbilicalis*. Además, se identifica algún ejemplar de la anémona *A. equina* en una de las pozas.

TRANSECTO M-LN4

Está situado en Getxo, en la margen derecha de la playa de Azkorri, a la vuelta de la punta de Azkorri, en las coordenadas 498819-4803261 (Figura 398).

El transecto discurre a lo largo de una serie de lajas del *flysh* costero, de perfil irregular, que asoman en la margen izquierda de la playa (Foto 44-2012). Se trata de una zona batida, con considerable grado de exposición al oleaje. La longitud total del transecto es de 54,16 m con una altura con respecto al nivel 0 de marea de 4,74 m. Su orientación es de 54º.

En función de las coberturas biológicas, se han delimitado doce zonas distintas. En la Tabla 321 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 405 y de la Figura 406.



M-LN4												
ZONAS	M-LN41	M-LN42	M-LN43	M-LN44	M-LN45	M-LN46	M-LN47	M-LN48	M-LN49	M-LN410	M-LN411	M-LN412
Longitud (m)	0-2,29	2,29-2,66	2,66-4,34	4,34-10,84	10,84-14,58	14,58-24.50	24,50-24,62	24,62-28,35	28,35-28,55	28,55-42.15	42,15-43,55	43,55-46,76
Altura (m)	0-0,92	0,92-1,24	1,24-1,63	1,63-2,45-1,10	1,10-0,72-1,08	1,08-2,67-1,16	1,16-0,91	0.91-0,30-0,91	0,91-1,18	1.18-2.82	2.82-3.77	3.77-6.67
Blidingia minima	---	---	---	---	---	---	---	---		---	---	4
Verrucaria maura	---	---	---	---	---	---	---	---		---	4	4
Patella rustica	---	---	---	---	---	---	---	---		2	4	4
Patella vulgata	---	---	3	3	---	4	4	---	4	4	5	3
Melarhaphe neritoides	---	---	4	4	---	4	---	---	---	5	5	3
Monodonta lineata	---	---	---	---		---	---	---	---	1	2	---
Chthamalus sp.	---	1	4	5	---	5	3	2	4	6	4	---
Mytilus galloprovincialis	---	2	2	3	---	3	---	2	---	2	1	---
Gibbula umbilicalis	1	4	5	5	2	4	5	4	4	3	1	---
Lithothamnion sp.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	2	---	---
Mastocarpus stellatus	---	---	---	---	---	1	2	---	1	3	---	---
Anemonia sulcata	---	---	---	---	1	---	---	4	---	1	---	---
Actinia equina	---	---	1	4	---	3	---	---	---	2	---	---
Hildenbrandia rubra	---	2	1	---	---	---	---	2	---	1	---	---
Ralfsia verrucosa	---	2	4	4		3	3	---	4	2	---	---
Caulacanthus ustulatus	---	3	4	2	3	2	3	1	4	2	---	---
Patella intermedia	---	2	4	4	2	4	4	3	4	4	---	---
Corallina officinalis	2	---	---	---	2	---	---	5	---	2	---	---
Patella ulyssiponensis	1	4	4	4	2	2	3	3	2	2	---	---
Ulva rigida	4	4	2	2	5	---	1	3	2	1	---	---
Corallina elongata	6	5	4	3	5	1	2	4	3	1	---	---
Lithophyllum incrustans	6	6	5	3	5	2	6	6	5	3	---	---
Codium adhaerens	---	---	---	---	---	---	---	1	---	---	---	---
Colpomenia peregrina	---	---	---	---	---	---	---	1	---	---	---	---
Thais haemastoma	---	---	---	1	---	---	---	1	---	---	---	---
Gelidium spinosum	---	1	---	---	2	---	---	2	---	---	---	---
Paracentrotus lividus	1	---	---	---	2	---	---	5	---	---	---	---
Acrosorium ciliolatum	3	---	---	---	---	---	---	3	---	---	---	---
Cryptopleura ramosa	1	---	---	---	---	---	---	2	---	---	---	---
Asparagopsis armata	1	---	---	---	---	---	---	2	---	---	---	---
Gelidium pulchellum	1	---	---	---	---	---	---	1	---	---	---	---
Pterocladiella capillacea	1	---	---	---	---	---	---	1	---	---	---	---
Gymnogongrus crenulatus	1	1	---	---	---	---	---	1	---	---	---	---
Bonnemaisonia sp.	2	1	---	---	---	---	---	1	---	---	---	---
Champia parvula	2	1	---	---	1	---	---	1	---	---	---	---
Plocamium cartilagineum	3	2	---	---	---	---	---	1	---	---	---	
Perforatus perforatus	1	2	2	---	2	---	3	1	3	---	---	---
Dictyota dichotoma	3	2	---	---	1	---	---	1	---	---	---	---
Ceramiales	2	2	1	---	2	---	---	2	---	---	---	---
Pterosiphonia complanata	3	2	---	---	---	---	---	2	---	---	---	---
Falkenbergia rufolanosa	3	2	---	---	1	---	---	2	---	---	---	---
Bifurcaria bifurcata	4	1	1	1	4	---	---	2	---	---	---	---
Clibanarius erythropus	1	1	---	---	1	---	1	1	1	---	---	---
Lithophyllum byssoides	---	---	---	---	---	1	---	---	---	---	---	---
Ostrea edulis	---	---	---	3	---	4	---	---	---	---	---	---
Ocenebrina erinacea	---	---	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---
Gelidium pusillum	---	2	---	---	2	---	---	---	---	---	---	---
Sphacelaria sp.	2	4	---	---	4	---	---	---	---	---	---	---
Chondria coerulescens	3	2	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---
Stypocaulon scoparium	4	2	---	---	2	---	---	---	---	---	---	---
Actinia fragacea	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Herposiphonia secunda tenella	---	2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Cladostephus spongiosus	1	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Apoglossum ruscifolium	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Jania rubens	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Codium fragile	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Actinothoe sphyrodeta	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Halurus equisetifolius	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Nitophyllum punctatum	2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabla 321 Índices de cobertura de las especies más representativas del transecto M-LN4, muestreado el 8 de abril de 2012 (para metodología, ver Tomo 1).



Figura 405 Distribución horizontal de la cobertura de las diferentes especies del transecto M-LN4.

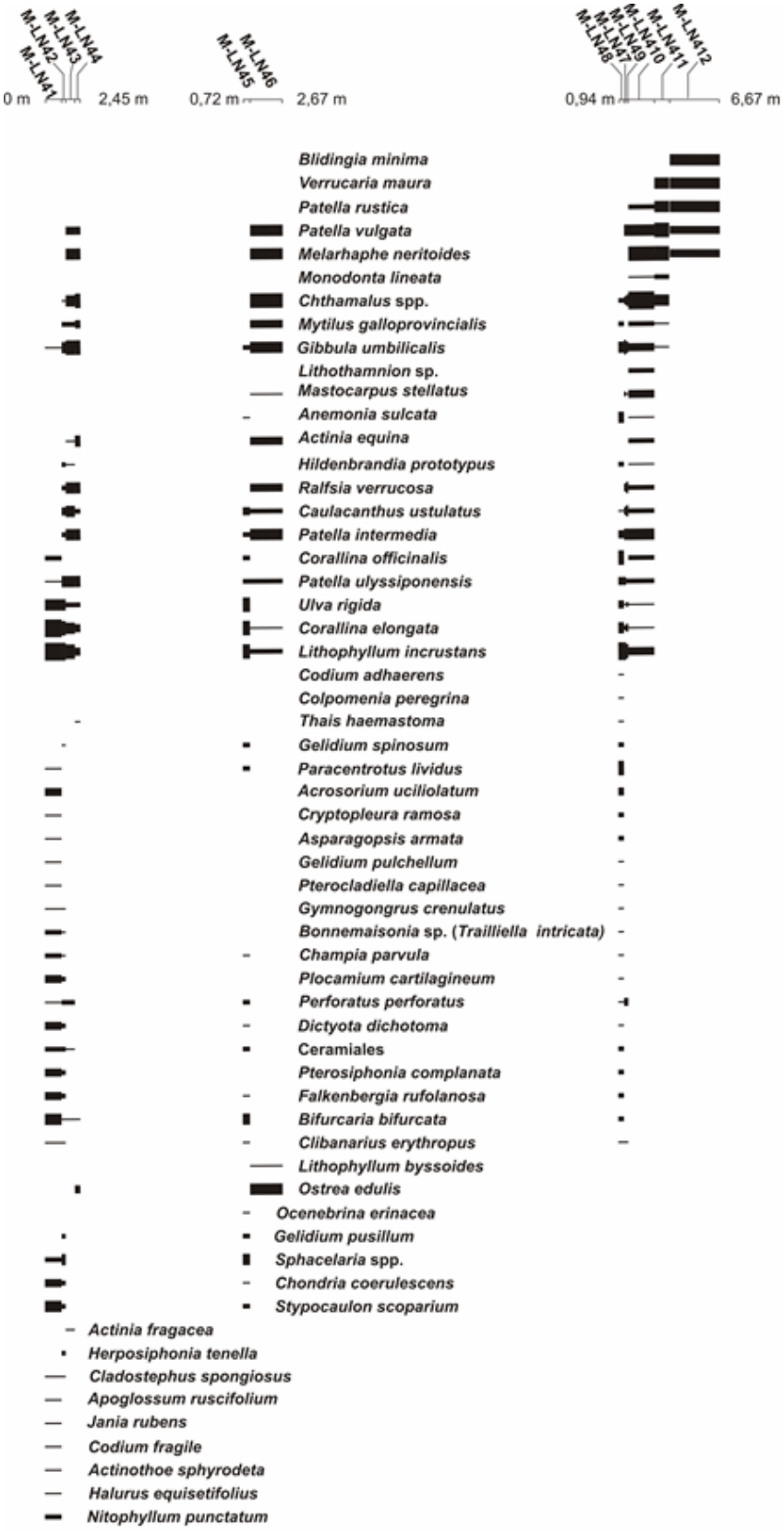


Figura 406 Distribución vertical de la cobertura de las diferentes especies del transecto M-LN4.

Franja infralitoral (M-LN41; M-LN46; M-LN48)

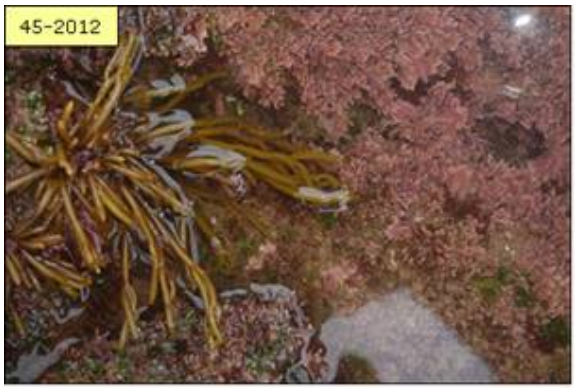
La erosión provocada por el oleaje da lugar a un perfil irregular de la laja. Las subidas y bajadas son constantes a lo largo de todo el transecto, de manera que diferentes niveles mareales están presentes en zonas alejadas unas de las otras. Concretamente, la franja infralitoral aparece en los primeros metros del transecto (zona M-LN41) y en el tramo central del mismo (zonas M-LN46 y M-LN48).

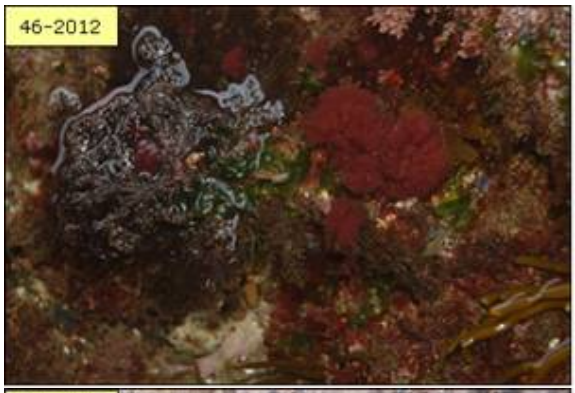
La zona M-LN41 de unos 2,30 m de longitud presenta una máxima altura de 0,92 m sobre el nivel 0 de marea. El sustrato rocoso consiste en la base de la laja principal y una serie de bloques rocosos de pequeño y mediano tamaño. La mayor parte de los bloques se encuentran recubiertos por *L. incrustans* (70-80%), sobre el que se asientan amplias praderas de *C. elongata* (50-70%). Las matas de *B. bifurcata* aparecen de manera regular por toda la zona, alcanzando coberturas aproximadas de 5-10% (Foto 45-2012). Las algas epífitas (especialmente sobre *C. elongata*) son también numerosas. Entre ellas, destacan *U. rigida* (5-10%), *F. rufolanosa* (3-5%), *Acrosorium ciliolatum* (3%) y *P. cartilagineum* (1-3%), entre otras. También se distinguen matas de *S. scoparium* (5-7%), *P. complanata* (3-5%), *C. coerulescens* (1%), etc. El aspecto general recuerda mucho al observado en 2009. Las principales diferencias detectadas se deben a la reducción de las coberturas de *F. rufolanosa*, el incremento de *U. rigida* y la aparición de matas de *S. scoparium* (Foto 46-2012).

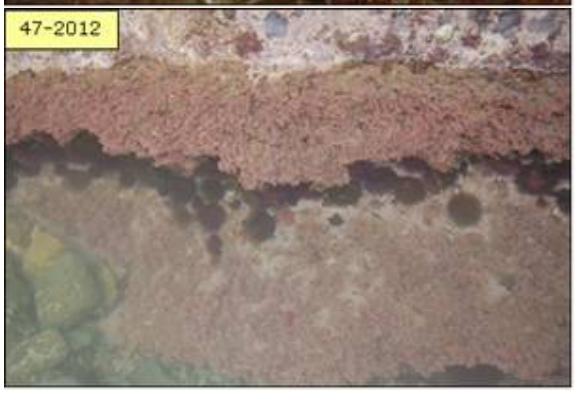
La macrofauna se encuentra representada por *Actinothoe sphyrodeta,* pequeña anémona que habita en las áreas esciáfilas de los bloques, la lapa *P. ulyssiponensis*, el caracol *G. umbilicalis*, el cirrípedo *P. perforatus*, el cangrejo ermitaño *Clibanarius erythropus* y el erizo *P. lividus*, ninguno de ellos con densidades elevadas.

La otra zona de la franja infralitoral se localiza entre los 14,58 m y 28,45 m del transecto. Debido a lo irregular del terreno, entre 14,58 m y 24,50 m está presente en la base de las lajas que conforman la zona M-LN46 del transecto (Foto 47-2012); entre 24,62 m y 28,35 m, en la zona M-LN48, en una serie de bloques de mediano tamaño en una gran cubeta entre lajas (Foto 48-2012).

La comunidad que define esta irregular zona continúa siendo, como en 2009, la formada por *L. incrustans* y *Corallina* sp., especies con 60-90% de recubrimiento. Ninguna de las restantes algas supera el 5%.









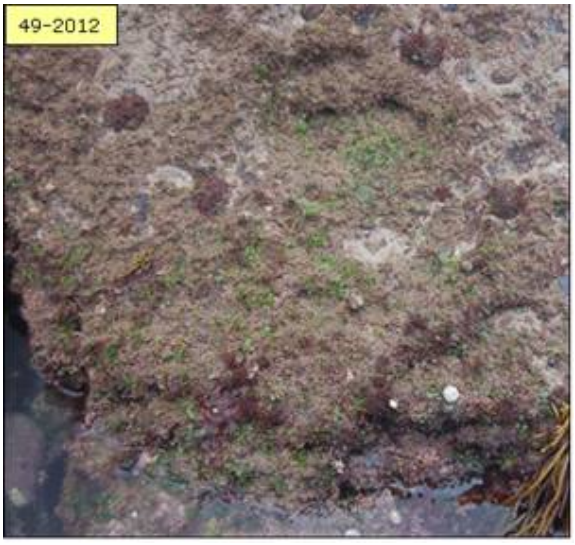
La macrofauna es algo más rica que en la zona anterior, y similar a la observada en 2009. En las grietas de algunas lajas se asientan numerosos ejemplares del erizo *P. lividus* (10-15 ind·m^{-2}) y del mejillón *M. galloprovincialis* (Foto 47-2012). En los tramos medios y superiores se identifican el cangrejo ermitaño *C. erythropus*, las lapas *P. intermedia* y *P. ulyssiponensis*, los cirrípedos *Chthamalus* sp. y *P. perforatus*, y el mejillón

M. galloprovincialis. En la base de las lajas, y entre los bloques diseminados, aparecen otras especies, como la anémona *A. sulcata*, los caracoles *G. umbilicalis* y *Thais haemastoma*, la lapa *P. ulyssiponensis* y el cirrípedo *P. perforatus*.

Mediolitoral inferior (M-LN42; M-LN43; M-LN45; M-LN46; M-LN47; M-LN49)

Hasta seis zonas distintas pueden incluirse dentro de este dominio litoral, algunas con coberturas vegetales muy diferentes entre sí.

La más cercana al mar (M-LN42) se localiza en la cara inferior de la laja principal, a 0,92-1,24 m de altura sobre el nivel 0 de marea. Esta zona presenta una comunidad semejante a la de M-LN41. Las algas *L. incrustans* (70-80%) y *C. elongata* (40-60%) siguen caracterizando las comunidades biológicas. En las ramas de *C. elongata* aparece un buen número de epífitas, como *U. rigida* (15-25%), *Sphacelaria* sp. (10-15%), *C. ustulatus* (5%), etc. Compartiendo espacio con las anteriores, se identifican algunas matas de *S. scoparium*, *P. cartilagineum*, *P. complanata*, *G. pusillum* (sobre *P. ulyssiponensis*), *C. coerulescens*, *R. verrucosa*, *H. rubra*, *B. bifurcata*, *G. spinosum*, *G. crenulatus* y *C. spongiosus* (Foto 49-2012).



Entre las diferencias observadas respecto a 2009, destacan (además de alguna incorporación y/o desaparición de especies minoritarias), la aparición de amplias coberturas de *Sphacelaria* sp. y la reducción de *Herposiphonia secunda tenella*.

La fauna identificada comprende los cirrípedos *P. perforatus* (10-20 ind·m^{-2}) y *Chthamalus* sp., el cangrejo ermitaño *C. erythropus*, las lapas *P. ulyssiponensis* (15-25 ind·m^{-2}) y *P. intermedia* (1-5 ind·m^{-2}); el caracol *G. umbilicalis* y el mejillón *M. galloprovincialis*.

A continuación, pero en una posición superior (1,24-1,63 m sobre el nivel 0 de marea), se establece la zona M-LN43. El aspecto general de las comunidades biológicas es el mismo que en 2009 y muy diferente al de M-LN42. Las coberturas de *L. incrustans* aun siendo importantes (40-50%) disminuyen sustancialmente respecto a las zonas anteriormente comentadas. Lo mismo podría decirse de *C. elongata* (alrededor del 5-10%). En su lugar, las algas *R. verrucosa* (20-25%) y *C. ustulatus* (5-8%) y los cirrípedos *Chthamalus* sp. (2.500-5.000 ind·m^{-2}) experimentan un notable incremento en sus poblaciones (Foto 50-2012).

A diferencia de la visita efectuada en 2009, se observa una reducción mayor de *C. elongata* (especie cuya distribución se limita a las grietas de la laja) y un leve incremento de *R. verrucosa*, *Chthamalus* sp. y *P. ulyssiponensis*.



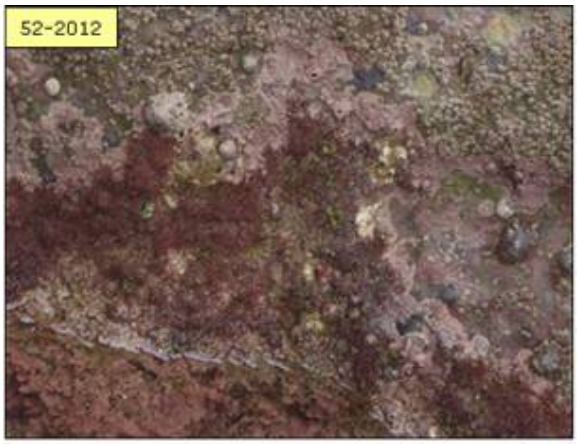
Por su parte, la fauna incluye (además de los cirrípedos *Chthamalus* sp.) ejemplares de las anémonas *A. equina* y *Actinia fragacea*, los moluscos *G. umbilicalis* (10-20 ind·m^{-2}), *P. ulyssiponensis* (20-30 ind·m^{-2}), *P. intermedia* (15-25 ind·m^{-2}), *P. vulgata* (1-5 ind·m^{-2}), *M. neritoides* (10-25 ind·m^{-2}) y *M. galloprovincialis*, y del cirrípedo *P. perfotatus*.

Algunas partes de las zonas M-LN46 y M-LN48 se incluyen en el mediolitoral inferior. En 2012 se distinguen (aparte de la zona basal de toda la zona M-LN46) dos zonas situadas a ambos lados de la cubeta identificada como M-LN48. Las dos zonas se localizan al mismo nivel mareal. La primera de ellas (M-LN47) se sitúa a 0,91-1,16 m sobre el nivel del mar (Foto 51-2012); mientras que la segunda (M-LN49) está a 0,91-1,18 m (Foto 52-2012) Aunque las poblaciones presentes en dichas zonas se asemejan en términos generales a las descritas para la zona M-LN43, destacan la reducción generalizada de las

coberturas o del número de ejemplares de *C. elongata*, *R. verrucosa*, *Chthamalus* sp. y *P. ulyssiponensis*, la desaparición de *M. neritoides*, y el ligero incremento del cirrípedo *P. perforatus* y de la lapa *P. vulgata*.

La última zona del mediolitoral inferior corresponde a la zona M-LN45. Las comunidades biológicas son bastante diferentes a las anteriores. Aunque presenta muchas especies comunes con el resto de las áreas del mediolitoral inferior, difieren en gran medida las coberturas relativas. El terreno consiste en un acúmulo de bloques y cantos sueltos de pequeño y mediano tamaño. Las mayores coberturas vegetales registradas las proporcionan las algas *L. incrustans*, *U. rigida*, *C. elongata* (recubrimientos de 30-40% para cada una de ellas), *Sphacelaria* sp. (25%), *B. bifurcata* (10-20%) y *C. ustulatus* (5%), entre otros (Foto 53-2012).







En comparación con las zonas anteriores, la macrofauna se muestra relativamente diversa. En la zona M-LN45 se identifican hasta ocho especies distintas, si bien las densidades de sus poblaciones son, en general, bajas. La relación de las mismas por orden de abundancia es la siguiente: *C. erythropus*, *G. umbilicalis*, *P. ulyssiponensis*, *P. perforatus*, *P. intermedia*, *P. lividus*, *A. sulcata* y *Ocenebrina erinacea*.

Zona mediolitoral media (M-LN44; M-LN46; M-LN410)

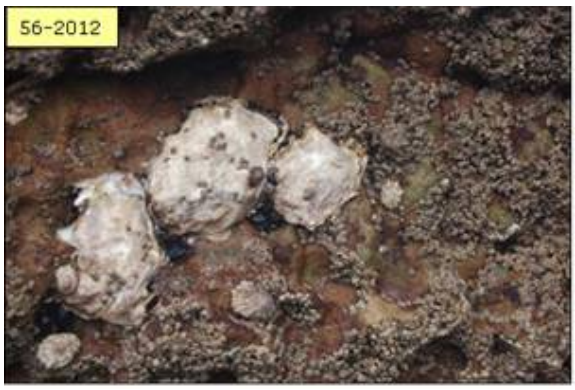
Se observan comunidades similares en las tres zonas, sobre todo en M-LN44 y M-LN46 (Fotos 54-2012 y 55-2012). En esta última zona (a 14,58-24,56 m del mar) sólo se consideran las crestas y partes más elevadas de las lajas. El esquema general es igual en las dos zonas. El horizonte de *Chthamalus* sp. (10.000-30.000 ind·m^{-2}) caracteriza el nivel mareal, destacando también los moluscos *M. neritoides* (25-50 ind·m^{-2}), *P. intermedia* (30-50 ind·m^{-2}), *P. vulgata* (5-10 ind·m^{-2}), *P. ulyssiponensis*, *G. umbilicalis*, *O. edulis* y *M. galloprovincialis*, el cnidario *A. equina* (1-5 ind·m^{-2}) y el alga parda *R. verrucosa*.





Las diferencias más apreciables entre ambas zonas responden, sobre todo, a su distinta ubicación respecto a la línea del mar. Simplificando, se registra mayor presencia en M-LN44 de *A. equina* en las pozas, de *P. ulyssiponensis* en las crestas (10-20 ind·m^{-2}) y de las algas *R. verrucosa*, *C. elongata* y *L. incrustans*. Por el contrario, disminuyen ligeramente las poblaciones de la lapa *P. vulgata* y de la ostra *O. edulis* (Foto 56-2012).

Respecto a 2009, las diferencias más significativas son la disminución de la cobertura de *R. verrucosa*, la ausencia de *M. lineata* y los incrementos ligeros de *P. vulgata* y *G. umbilicalis* (algo mayores de esta última).



En M-LN410 es evidente la mayor lejanía al mar. La presencia de pequeñas pozas permite el establecimiento de especies propias de niveles mareales inferiores, pero con abundancias limitadas. El cinturón de *Chthamalus* sp. presenta las poblaciones más compactas del transecto (30.000-50.000 ind·m^{-2}) (Foto 57-2012) y las abundancias del bígaro *M. neritoides* (75-100 ind·m^{-2}) y de la lapa *P. vulgata* (50-75 ind·m^{-2}) son mayores. Las abundancias de *P. intermedia* (10-15 ind·m^{-2}), *G. umbilicalis* y *M. galloprovincialis*, en cambio, son menores. En las cubetas se identifican las algas *Lithothamnion* sp., *L. incrustans*, *U. rigida*, *C. elongata* y *C. officinalis*, los moluscos *G. umbilicalis* y *M. lineata*, y las anémonas *A. equina* y *A. sulcata* (Foto 58-2012). En el cinturón de *Chthamalus* sp. se registran algunas matas de las algas *M. stellatus*, *R. verrucosa*, *C. ustulatus* y *H.rubra*, junto a ejemplares dispersos del mejillón *M. galloprovincialis* y de la lapa *P. ulyssiponensis* en la parte baja de la zona (Foto 59-2012). La presencia de algunos ejemplares de la lapa *P. rustica* (ausentes en M-LN44 y M-LN46) en los tramos más elevados marca la frontera con el mediolitoral superior.



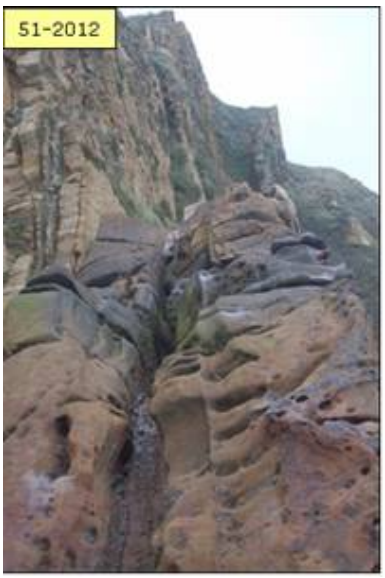
Zona mediolitoral superior (M-LN49)

Las amplias manchas del liquen negro *V. maura* que cubren alrededor del 15-20% de la superficie rocosa, junto a la práctica desaparición del cinturón de *Chthamalus* sp. y la ausencia de algas, constituyen los aspectos más característicos de la zona. La situación en 2012 no experimenta grandes cambios respecto a 2009. Las especies principales son las mismas, aunque las abundancias de algunas especies de macrofauna (*Chthamalus* sp., *M. neritoides* y *P. vulgata*, entre otras) son algo mayores a las registradas hace tres años. Además del liquen *V. maura*, sólo se identifican individuos de las especies *P. rustica* (20-30 ind·m^{-2}), *P. vulgata* (50-75 ind·m^{-2}), *M. neritoides* (75-100 ind·m^{-2}), *Chthamalus* sp. (25-50 ind·m^{-2}), *M. lineata*, *M. galloprovincialis* y *G. umbilicalis* (Foto 60-2012).



Franja supralitoral (M-LN410)

La última zona establecida en el transecto corresponde a una amplia superficie rocosa más o menos regular localizada a 3,77-6,67 m sobre el nivel 0 de marea (Foto 61-2012). Las poblaciones se asemejan en gran medida a las registradas en M-LN49. Las diferencias observadas que justifican su segregación se resumen en las menores coberturas de *V. maura*, el descenso numérico de *P. vulgata*, *P. rustica* y *M. neritoides*, y la total ausencia de *Chthamalus* sp. En términos generales se puede afirmar que no se observan cambios respecto a la visita de 2009.



16.4 INDICADORES FISICOQUÍMICOS

16.4.1 CARACTERIZACIÓN 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-RF 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 322 se muestran los datos medios anuales del 2012 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-RF30-S	L-RF30-F	L-B20-S	L-B20-F
Temperatura	°C	15,93	14,60	15,95	14,73	16,21	15,45	16,66	12,74	16,53	15,69
Salinidad	USP	34,77	35,64	34,62	35,61	34,86	35,60	35,37	35,70	35,48	35,58
Agua fluvial	%	2,33	0,00	2,76	0,00	2,08	0,00	0,66	0,00	0,35	0,05
Saturación O_2	%	103,75	92,94	100,69	92,96	100,31	94,63	100,10	86,71	98,51	94,49
pH		8,24	8,20	8,22	8,19	8,22	8,19	8,24	8,13	8,24	8,21
Clorofila-a	$\mu g.dm^{-3}$	0,82		0,60		0,50		0,32		0,35	
Silicato	$\mu mol.dm^{-3}$	4,34		3,41		3,04		1,56		1,99	
Amonio	$\mu mol.dm^{-3}$	1,44		2,00		1,76		1,81		1,83	
Nitrito	$\mu mol.dm^{-3}$	0,24		0,27		0,20		0,14		0,15	
Nitrato	$\mu mol.dm^{-3}$	5,72		4,94		4,25		2,13		2,47	
Nitrógeno Total	$\mu mol.dm^{-3}$	14,83		13,88		13,55		10,25		10,45	
Fosfato	$\mu mol.dm^{-3}$	0,23		0,27		0,23		0,10		0,13	
Fósforo Total	$\mu mol.dm^{-3}$	0,54		0,63		0,66		0,34		0,44	
Carbono O. Total	$\mu mol.dm^{-3}$	105,49		99,09		97,18		97,48		99,54	

Tabla 322 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.

En 2012, los valores medios de temperatura se sitúan entre 12,7 y 17,7º C. Las temperaturas medias registradas en superficie son superiores a las de fondo. 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 es de 1,6%, 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 2012 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.

En cuanto a la evolución de los nutrientes, tanto los valores de NID como la concentración de fosfato no presentan ninguna tendencia clara. Sin embargo, la estación L-N10, la más próxima a la desembocadura del Abra, en general, es la que mayores concentraciones de nutrientes presenta a lo largo del estudio. En cambio, las estaciones L-RF30 y L-B20 son las que muestran valores más bajos. En 2009, destacó la alta concentración de NID (23 $\mu mol\ dm^{-3}$) detectada en invierno de 2009 en la estación L-N20. Este hecho tal vez podría relacionarse con los dragados que tuvieron lugar en los muelles de Santurtzi y de la Naval y que concluyeron en Mayo 2009, coincidiendo con un descenso de las concentraciones

(Figura 407). En el caso de la concentración de fosfato, al igual que para el NID, no se observa ningún patrón claro a lo largo del tiempo pero las estaciones situadas frente al Ibaizabal presentan valores más altos a los observados en las estaciones cercanas al Butroi (Figura 407).

Los valores de oxigeno disuelto registrados en 2012 en todas las estaciones de la masa de agua Cantabria-Matxitxako casi alcanzan el 100% de saturación (Figura 408).

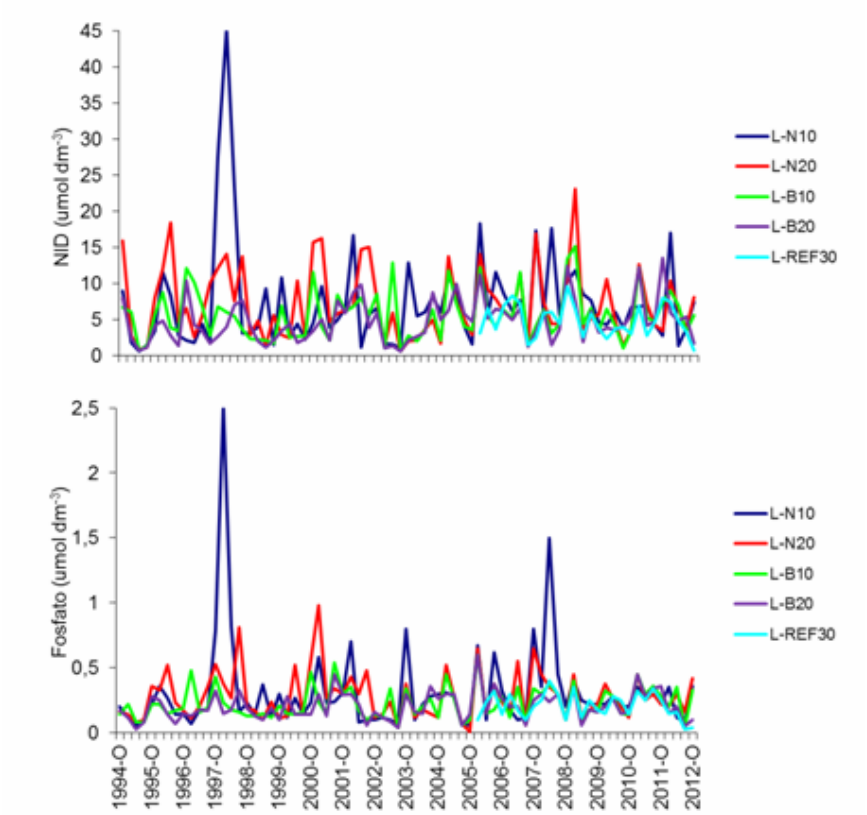


Figura 407 Evolución trimestral, entre otoño 1994 y otoño 2012, de la concentración de Nitrógeno Inorgánico Disuelto (NID) y fosfato, ambos en µmol L^{-1}, en aguas de superficie en las estaciones L-N10, L-N20, L-B10, L-RF30 y L-B20.

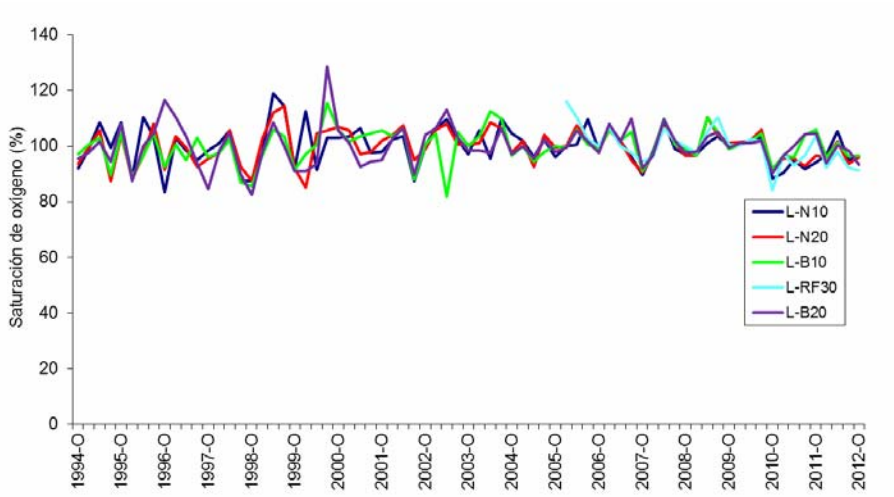


Figura 408 Porcentaje de saturación de oxígeno en la columna de agua en la masa de agua Cantabria-Matxitxako (estaciones L-N10, L-N20, L-B10, L-RF30 y L-B20). Se muestra el promedio para cada época del año (invierno, primavera, verano y otoño) desde 1994 hasta 2012. La media se ha realizado con los datos tomados en superficie y fondo.

METALES DISUELTOS

Las concentraciones de cromo (trivalente) y mercurio se mantienen por debajo de su límite de cuantificación (1-2 $\mu g \cdot l^{-1}$ y 0,01 $\mu g \cdot l^{-1}$, respectivamente).

En la Figura 409, se recoge la evolución de la concentración media del resto de metales para el periodo comprendido entre invierno de 1998 y verano de 2012 para las estaciones que comprenden la zona costera entre Cantabria y Matxitxako (L-N10, L-N20, L-B10, L-B20 y L-REF30).

Como se puede apreciar en la Figura 409, 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.

En la presente campaña, con respecto a la anterior, para algunos metales como el zinc, cadmio y plomo se observa una disminución de los valores promedio anuales. En el caso del zinc la disminución más importante se observa en la estación L-B20, donde las concentraciones promedio anuales disminuyen hasta valores inferiores a la norma de calidad (60 $\mu g \cdot l^{-1}$). En el caso del plomo la disminución más importante se observa en las estaciones L-B10 y L-B20, donde las concentraciones promedio anuales disminuyen hasta valores inferiores a la norma de calidad (7,2 $\mu g \cdot l^{-1}$). También las concentraciones promedio del cadmio disminuyen hasta valores inferiores a la norma de calidad (0,2 $\mu g \cdot l^{-1}$) en las estaciones L-N10, L-N20 y L-REF30.

Por el contrario, en el caso del cobre y níquel se aprecia un ligero aumento, aunque sin superarse en ningún caso el objetivo de calidad correspondiente.

En la presente campaña, excepto el cadmio en la estación L-B10, ningún metal supera su objetivo de calidad correspondiente (NCA-MA) en ninguna de las estaciones de estudio.

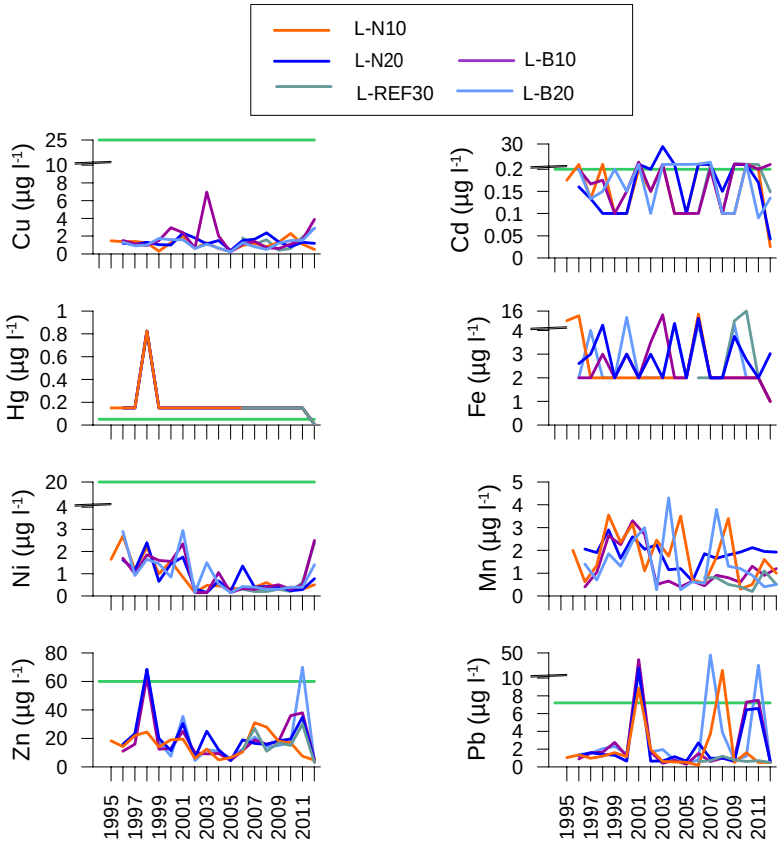


Figura 409 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en las estaciones del litoral de la zona costera correspondiente entre Cantabria y Matxitxako en el periodo que abarca desde 1994 a 2012. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

CONTAMINANTES ORGÁNICOS Y OTROS CONTAMINANTES ESPECÍFICOS

En la campaña de 2012, las concentraciones de los compuestos orgánicos analizados se encuentran por debajo de sus respectivos límites de cuantificación.

16.4.2 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS

PARÁMETROS SEDIMENTOLÓGICOS DE CARÁCTER GENERAL

Desde el año 1995, en las estaciones L-N10, L-N20, L-B10 y L-B20 y desde 2006 en la estación L-RF30, se dispone de la información relativa a la composición granulométrica, contenido en materia orgánica, potencial redox y contenido en carbono y nitrógeno orgánico particulado.

A partir de esta información, en la Figura 410 y en la Figura 411 se representa la evolución temporal para cada estación. Además en la Tabla 323 se recogen los resultados de los análisis realizados en la campaña de invierno de 2012.

En relación a la variabilidad espacial, los sedimentos de estas estaciones costeras se caracterizan por presentar un sedimento predominantemente arenoso, con elevados valores de potencial redox y ratio C/N, y valores bajos de contenido en materia orgánica. En la estación L-B10, debido al escaso porcentaje de finos que presenta la muestra, no ha sido posible realizar el análisis de carbono y nitrógeno particulado y el correspondiente cálculo del ratio C/N.

En cuanto a la evolución temporal, en ninguna estación se aprecian patrones temporales definidos para ninguno de los parámetros sedimentológicos.

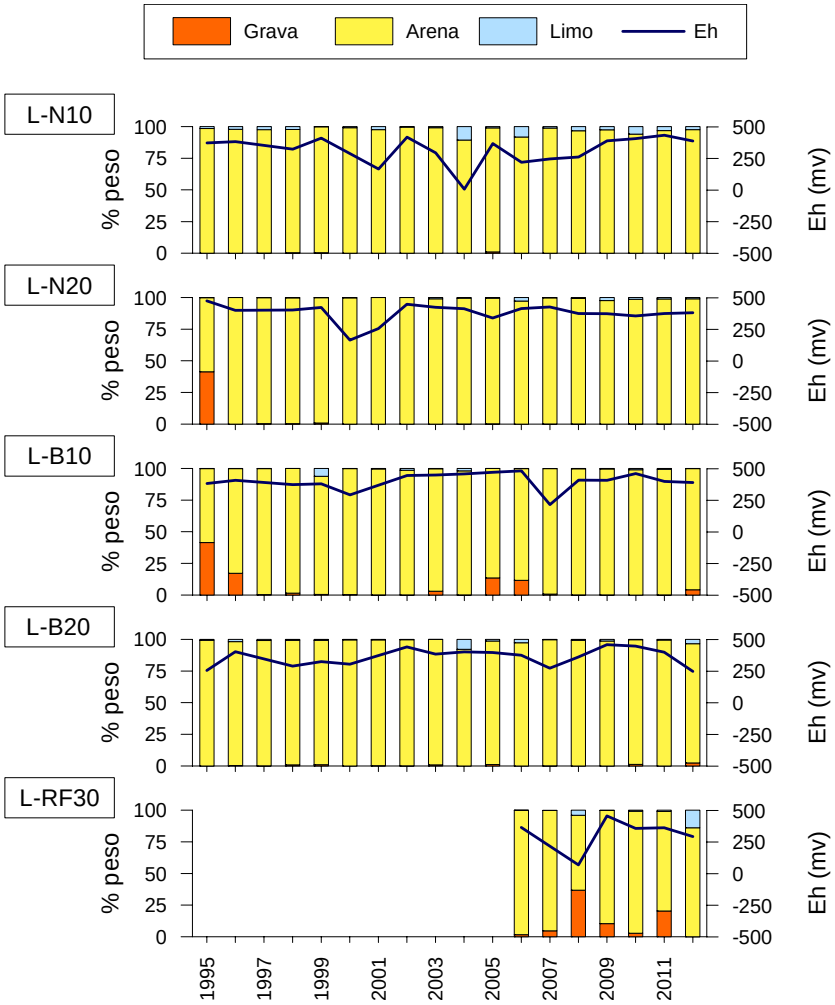


Figura 410 Evolución temporal del potencial redox (Eh) y las fracciones granulométricas (grava, arena y limo) en los sedimentos superficiales (muestreos de invierno)

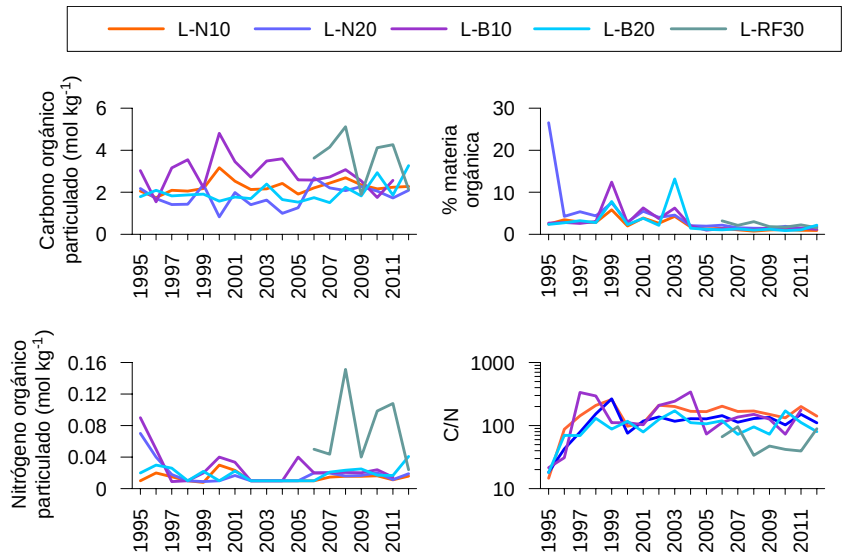


Figura 411 Evolución temporal del contenido en materia orgánica, carbono orgánico particulado y relación carbono/nitrógeno en los sedimentos superficiales (muestreos de invierno).

Estación	Grava (%)	Arena (%)	Limo (%)	M.O. (%)	Eh (mV)	C.O.P. (mol kg^{-1})	N.O.P. (mol kg^{-1})	C/N (mol/mol)
L-N10	0,02	97,61	2,37	0,92	389	2,28	0,02	141
L-N20	0,05	98,88	1,07	1,80	382	2,10	0,02	110
L-B10	4,13	95,79	0,09	1,20	391	nd	nd	nd
L-B20	2,41	94,15	3,44	2,20	248	3,26	0,04	80
L-REF30	0,05	86,11	13,84	1,58	294	2,14	0,02	89

Tabla 323 Parámetros sedimentológicos correspondientes a los muestreos de invierno de 2012. Grava > 2 mm > Arena > 63 µm > Limo; M.O.: materia orgánica; Eh: potencial redox; C.O.P. carbono orgánico particulado; N.O.P.: nitrógeno orgánico particulado; C / N: relación carbono / nitrógeno); nd: no disponible

METALES PESADOS

En la Tabla 324 se recogen las concentraciones de metales pesados analizados en la campaña de invierno de 2012. En la estación L-B10, debido al escaso porcentaje de finos que presenta la muestra, no ha sido posible realizar el análisis de metales.

La Figura 412 muestra la evolución temporal para cada uno de los metales desde el año 1995, en las estaciones L-N10, L-N20, L-B10 y L-B20 y desde 2006 en la estación L-RF30.

Estación	Cd (µg g^{-1})	Cr (µg g^{-1})	Cu (µg g^{-1})	Fe (µg g^{-1})	Hg (µg g^{-1})	Mn (µg g^{-1})	Ni (µg g^{-1})	Pb (µg g^{-1})	Zn (µg g^{-1})
L-N10	0,14	16,6	20,8	61565	0,24	627	29,23	41,26	97
L-N20	0,15	30,2	53,7	136001	0,88	1514	43,88	70,93	225
L-B10	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
L-B20	0,22	21,1	27,2	58569	0,38	644	29,78	42,53	143
L-REF30	0,33	25,05	11,5	27943	0,52	273	26,73	49,12	158
Media	0,21	23,3	28,3	71019	0,51	765	32,40	50,96	155,9
Desv. est.	0,09	5,78	18,13	45908	0,27	528	7,77	13,75	52,99

Tabla 324 Concentración de metales pesados en la fracción fina de los sedimentos en la campaña de invierno de 2012.

Cd, Cu (excepto en la estación L-N20), Cr y Ni en los muestreos más recientes, se mantienen en el rango del nivel de fondo en las cinco estaciones.

Pb y Zn muestran una elevada variabilidad temporal, aunque en los muestreos más recientes, las concentraciones están próximas a los valores de fondo.

Hg, Mn y Fe presentan una elevada variabilidad temporal, con valores por encima del nivel de fondo en la mayoría de las estaciones.

En la Figura 413 se representa la concentración de metales (corregidos por el contenido en finos de los sedimentos), durante los últimos tres años (2010, 2011 y 2012) con el objetivo de conocer el posible efecto adverso sobre la biota asociado a la presencia de dichos metales. De esta manera, durante la última campaña, todos los metales, excepto el Ni, Pb, Zn y Hg en la estación L-B20 y el Hg en la estación L-RF30, se mantienen por debajo del valor TEL, y por lo tanto, no existe riesgo de afección sobre la biota.

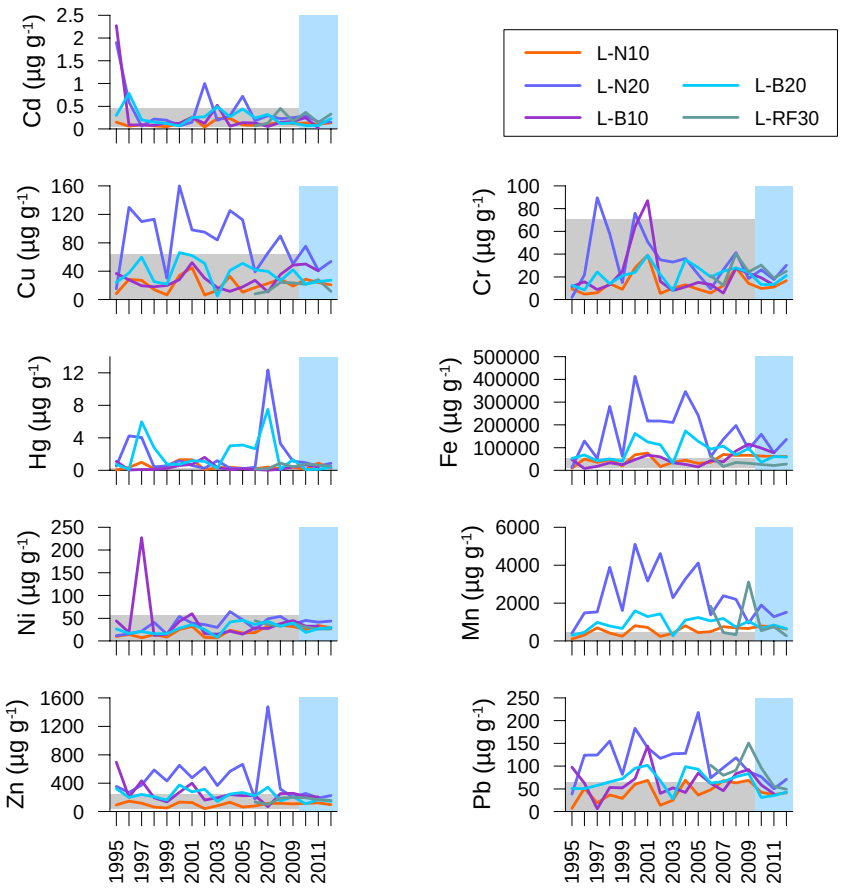


Figura 412 Evolución temporal de la concentración de metales en la fracción fina del sedimento superficial. La franja gris representa el nivel de fondo para cada uno de los metales.

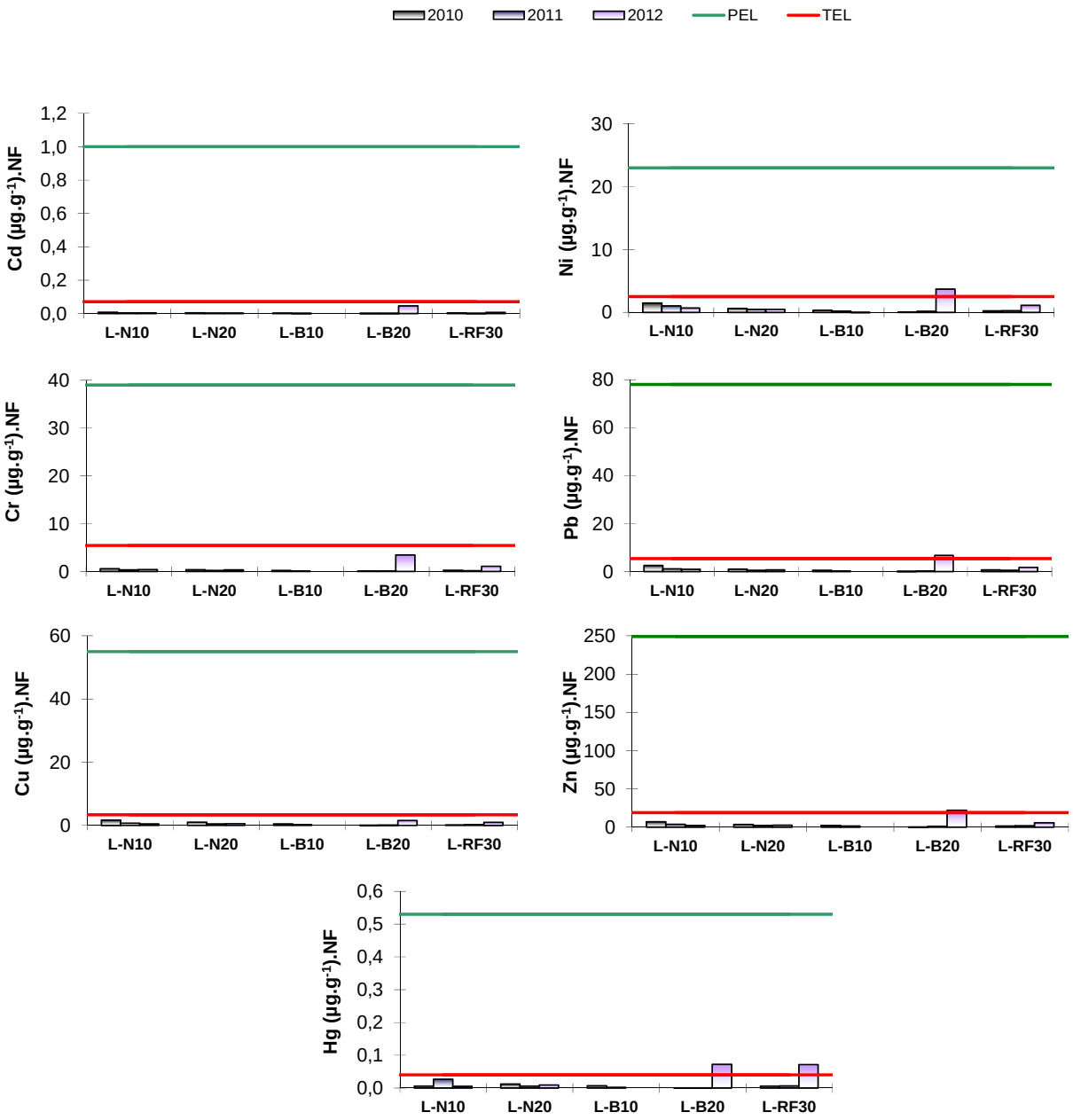


Figura 413 Evolución temporal de la concentración de metales del sedimento de las estaciones de la masa de agua costera Cantabria- Matxitxako, durante los últimos tres años (muestreos de invierno). PEL (Probable Effect Level): concentración con efecto negativo probable en la biota; TEL (Threshold Effect Level): concentración por debajo de la cual no se esperan efectos sobre la biota. Nótese que las concentraciones están corregidas por la fracción fina (NF).

COMPUESTOS ORGÁNICOS

En la Tabla 325 se recogen las concentraciones de compuestos orgánicos analizados en la campaña de invierno de 2012, en las cinco estaciones de estudio. La Figura 414 ilustra la evolución en la concentración de contaminantes orgánicos analizados desde el año 1995, en las estaciones L-N10, L-N20, L-B10 y L-B20 y desde 2006 en la estación L-RF30.

La mayoría de las concentraciones están próximas al nivel de determinación analítico, o inferiores a él, con la excepción de los PAHs, aunque sin superar el objetivo de calidad (44792 $ng.g^{-1}$).

Por lo tanto, las concentraciones de contaminantes orgánicos en las cinco estaciones no implican efectos negativos sobre la biota.

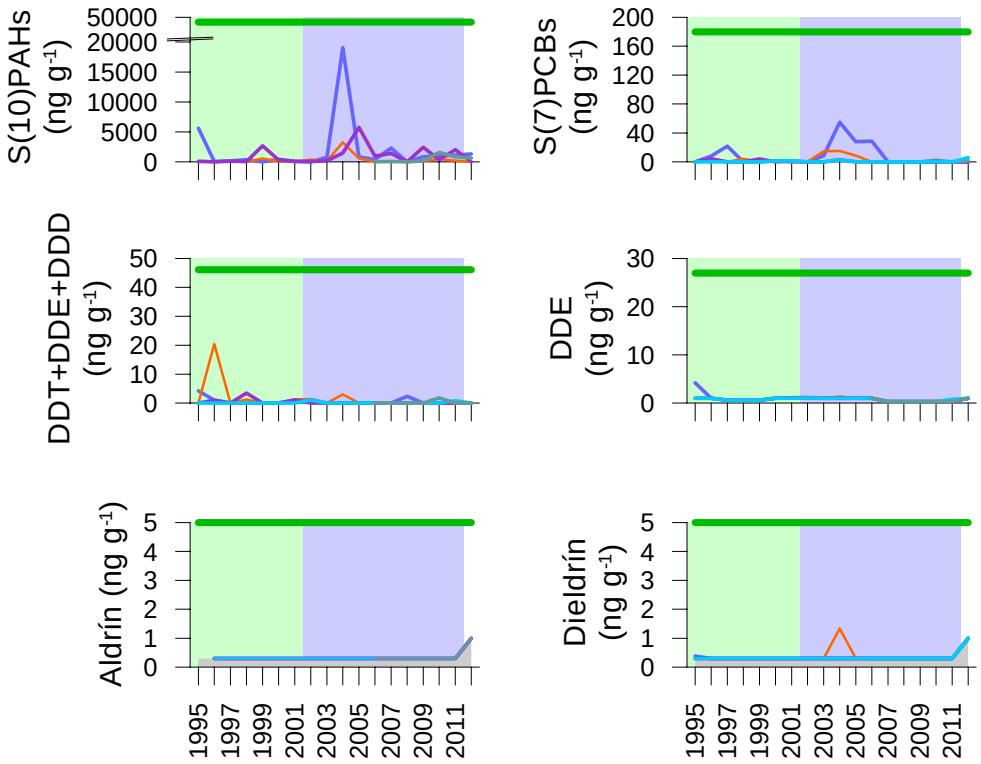


Figura 414 Evolución temporal de la concentración de compuestos orgánicos. La variación en el nivel de cuantificación analítico se muestra sobre fondo gris. ERM: concentración con efecto adversos probables en la biota (del inglés, Effects Range Median, Long *et al.*, 1995). Cabe señalar que las concentraciones inferiores a los límites de detección no se han considerado en el sumatorio. Cambio de color de fondo indica cambio de metodología.

Estación	Aldrín (ng g^{-1})	Dieldrín (ng g^{-1})	Isodrín (ng g^{-1})	DDE (ng g^{-1})	DDD (ng g^{-1})	DDT (ng g^{-1})	*a*HCH (ng g^{-1})	*g*HCB (ng g^{-1})	S.PCB (ng g^{-1})	S.PAH (ng g^{-1})
L-N10	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<LC	<LC
L-N20	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<LC	1273
L-B10	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
L-B20	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	5,6	2010
L-REF30	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1,4	631

Tabla 325 Concentración de compuestos orgánicos en los sedimentos en la campaña de invierno de 2012. *a*HCH: alfa-hexaclorociclohexano; *g*HCH:gamma-hexaclorociclohexano; HCB: hexaclorobenceno; HCB: hexaclorobenceno; S.PCB: suma de las concentraciones de los policlorobifenilos congéneres CB28, CB52, CB101, CB118, CB138,CB153 y CB180; S.PAH: suma de las concentraciones de 10 hidrocarburos poliaromáticos: fenantreno, indeno[1,2,3-cd]pireno, pireno, criseno, benzo[e]pireno, benzo[g,h,i]perileno, fluoranteno, benzo[a]antraceno, benzo[b]fluoranteno y benzo[a]pireno. Cabe señalar que las concentraciones inferiores a los límites de detección no se han considerado en el sumatorio; <LC: inferior al límite de cuantificación.

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

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.

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 centrales del nivel de fondo de metales, calculados por Rodríguez *et al.* (2006), con los encontrados en las zonas estudiadas (Factor de Contaminación, FC). 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 326 se recoge el índice de carga contaminante (ICC) por cada metal en los sedimentos de la masa de agua costera Cantabría-Matxitxako, así como los valores globales de ICC para la campaña de invierno de 2012. Según estos valores de ICC globales, todas las estaciones de estudio presentan contaminación ligera, excepto la estación L-B10, donde no se ha podido realizar el análisis de metales.

En la Figura 415 se presenta la evolución del ICC global de metales, donde se observa que en los muestreos más recientes los valores de ICC se encuentran en el rango de contaminación ligera (*i.e.*, ICC > 1).

Estación	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn	ICC global
L-N10	NC	NC	NC	CL	CL	CL	CL	CL	NC	CL
L-N20	NC	CL	CL	C	C	C	CL	CL	CL	CL
L-B10	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
L-B20	NC	NC	NC	CL	CL	CL	CL	CL	NC	CL
L-REF30	CL	NC	NC	NC	C	CL	NC	CL	CL	CL
Total	NC	NC	NC	CL	C	CL	CL	CL	CL	CL

Tabla 326 Clasificación de la contaminación en los sedimentos superficiales en función de los metales pesados en 2012, 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.

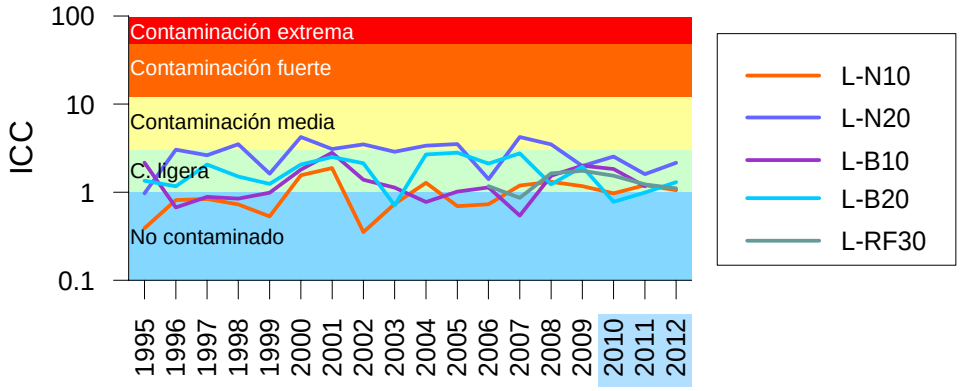


Figura 415 Evolución del Índice de Carga Contaminante (ICC) global de metales en sedimento.

16.5 INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

Esta zona costera no ha realizado 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

TOMO 17 MASA DE AGUA COSTERA MATXITXAKO-GETARIA

Pasaia, junio de 2013

ÍNDICE

TOMO 17 MASA DE AGUA COSTERA MATXITXAKO-GETARIA 515

17.1 Resumen estado. Matxitxako-Getaria 517

17.2 Estaciones de muestreo 521

17.3 Indicadores biológicos 522

17.3.1 Macroinvertebrados bentónicos 522

17.3.2 Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton 527

17.3.3 Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas 530

17.4 Indicadores fisicoquímicos 552

17.4.1 Caracterización físico-química en aguas 552

17.4.2 Caracterización físico-química en sedimentos 556

17.5 Indicadores hidromorfológicos 562

17.1 RESUMEN ESTADO. MATXITXAKO-GETARIA

La masa de agua costera Matxitxako-Getaria en la campaña 2012 alcanza el buen estado puesto que alcanza el buen estado químico y se diagnostica como estado ecológico bueno (Tabla 328 y Figura 416).

Esta situación de cumplimiento de objetivos medioambientales es la habitual en el quinquenio 2008-2012 (Tabla 327).

INDICADOR	2008	2009	2010	2011	2012
Estado ecológico	2	2	2	2	2
Estado químico	2	2	2	2	2
Estado	2	2	2	2	2

Tabla 327 Evolución del periodo 2008-2012. Masa de agua Matxitxako-Getaria. (Claves: *estado ecológico*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde), moderado (3- amarillo), deficiente (4- naranja) y malo (5- rojo). *Estado químico:* bueno (2- azul) y no alcanza el buen estado (3- rojo). *Estado*: bueno (2- azul) y peor que bueno (3-rojo)

COD_ESTACION	ESTACION	MACROINVERTEBRADOS	FAUNA ICTIOLOGICA	FITOPLANCTON	MACROALGAS	BIOLOGICO	CONDICIONES GENERALES	SUSTANCIAS PREFERENTES	ECOLOGICO	QUIMICO	ESTADO
L-OK10	LITORAL DE MUNDAKA (OKA)	1		1	2	2	1	1	2	2	2
L-L10	LITORAL DE ELANTXOBE (KAI ARRI) (LEA)	2		1	2	2	1	1	2	2	2
L-L20	Litoral de Lekeitio (Lea)	1		1		1	1	2	2	2	2
L-A10	Litoral de Ondarroa (Artibai)	1		1	2	2	1	1	2	2	2
L-D10	Litoral de Deba (Deba)	1		1	2	2	1	1	2	2	2
L-U10	LITORAL DE ZUMAIA (UROLA)	1		1	1	1	1	2	2	2	2
	Matxitxako-Getaria	1		1	2	2	1	1	2	2	2
L-RF20	Litoral Deba - plataforma	2		1		2	1	1	2	2	2

Tabla 328 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado en la masa de agua Matxitxako-Getaria en 2012. (Claves: *Macroinvertebrados, fauna ictiológica fitoplancton macroalgas, estado biológico, condiciones generales y estado ecológico*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde), moderado (3- amarillo), deficiente (4- naranja) y malo (5- rojo). *Sustancias preferentes*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde)), y no alcanza el buen estado (3- rojo). *Estado químico:* bueno (2- azul), y no alcanza el buen estado (3- rojo).*Estado*: bueno (2- azul) y peor que bueno (3-rojo).

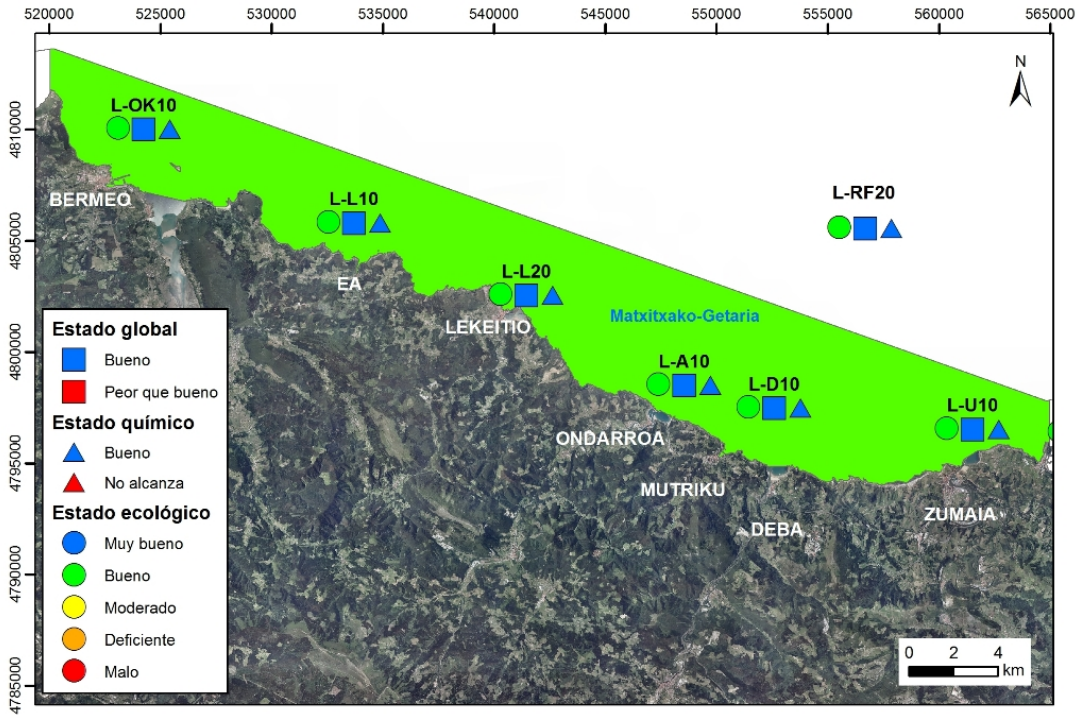


Figura 416 Calificación del Estado Ecológico, estado químico y global de las estaciones en la masa de agua Matxitxako-Getaria (y estado ecológico para la masa de agua), en 2012.

Desde que se realizó en 2004 el estudio de presiones e impactos en esta masa de agua lo más destacable, en cuanto a presiones, han sido algunos vertidos nuevos de depuradoras, como en Ondarroa, Lekeitio o Deba. Fuera de estas presiones no existen otras importantes en la zona.

En general, los elementos biológicos de esta masa de agua de Matxitxako-Getaria, se encuentran en un estado de buena (especialmente macroalgas) o muy buena (bentos y fitoplancton) 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.

En relación con condiciones fisicoquímicas generales, en 2012, la calidad físico-química de la masa de agua costera de Matxitxako-Getaria en función de los indicadores físico-químicos 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). Las estaciónes L-A10 y L-U10 presentan una tendencia estadísticamente significativa al empeoramiento ($p<0,05$) entre 1997 y 2012 para la L-A10 y entre 1995 y 2012 en la L-U10. En cualquier caso, se mantienen en niveles de muy buen estado a lo largo de toda la serie histórica disponible (Figuras 417 y 418).

En cuanto a los objetivos de calidad físico-química generales los valores medios de todas las variables medidas en 2012, indican que en todas las estaciones se cumplen con los objetivos establecidos.

La evaluación de las sustancias preferentes implica que la masa alcanza el muy buen estado de forma global. En los seis puntos de control de esta masa, el estado físico-químico, para las sustancias especificas, es muy bueno en todas la estaciones excepto en el L-U10 y L-L20 que es bueno (Tabla 329). En el caso del punto control del L-REF20 el estado físico-químico para las sustancias específicas es *muy bueno*.

Referente a las sustancias prioritarias (acorde con la Directiva 2008/105/CE), determinadas en 2012 en esta masa de agua, se alcanza en buen estado químico manteniendo tanto la masa de agua como la estación de referencia L-REF20 el estado de cumplimiento desde el 2004 (Tabla 330 y Tabla 331).

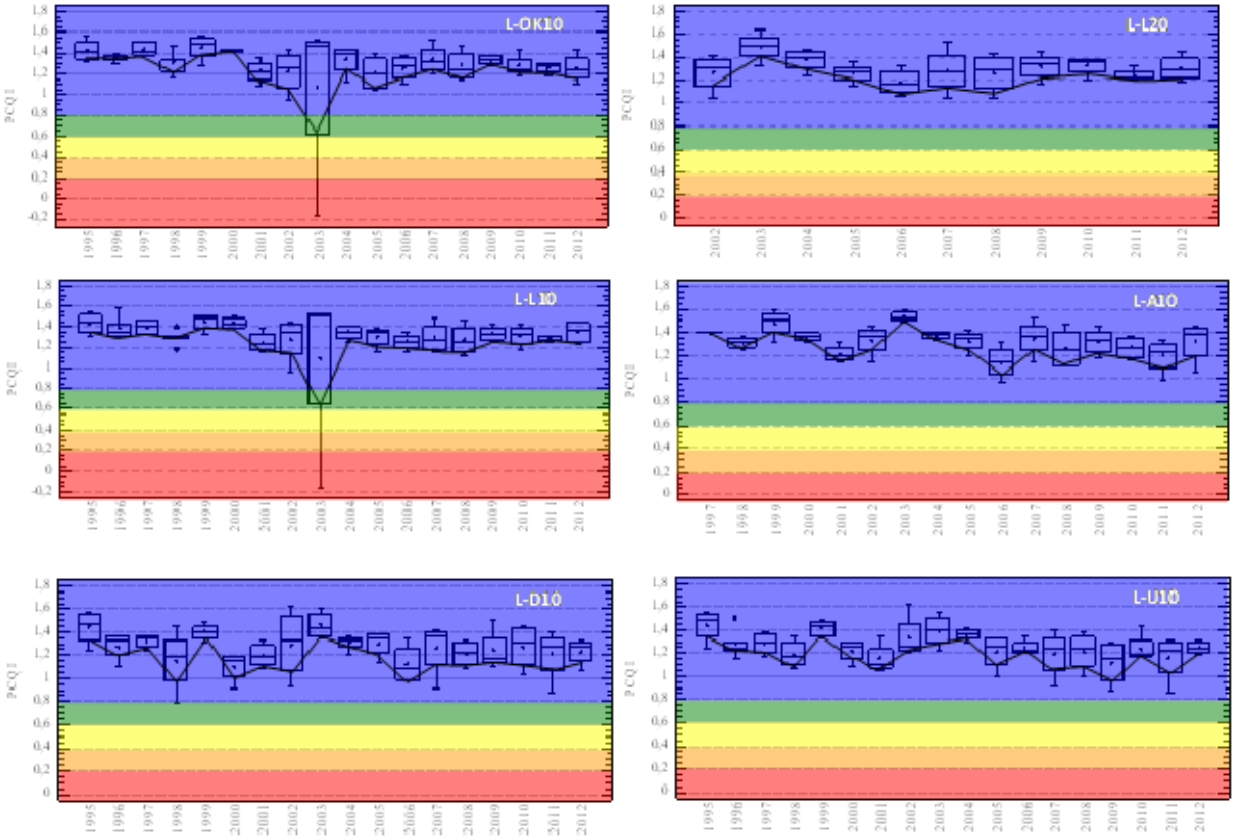


Figura 417 Box and Whisker Plot de la evolución del índice de calidad del estado físico-químico (PCQI) entre 1994 y 2012 de las estaciones de muestreo L-OK10, L-L20, L-L10, L-A10, L-D10 y L-U10 de la masa de agua de costera Matxitxako-Getaria. La línea de color negro señala la evolución anual del percentil 25 del PCQI. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Aceptable; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

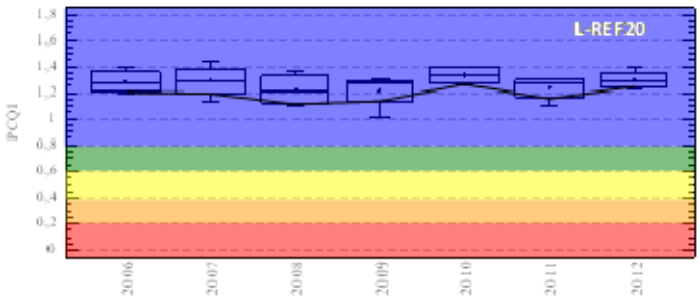


Figura 418 Box and Whisker Plot de la evolución del índice de calidad del estado físico-químico (PCQI) entre 1994 y 2012 de la estación de muestreo L-REF20 de la masa de agua de costera Matxitxako-Getaria. La línea de color negro representa la evolución anual del percentil 25 del PCQI. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Aceptable; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC (µg l^{-1})	L-OK10	L-L10	L-L20	L-A10	L-D10	L-U10	Global	L-REF20
Zinc	Concentración promedio	60 µg l^{-1}	1-2 µg l^{-1}	<LC	3,1	8,9	3,00	4,3	3,1	Muy bueno	2,9
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	0%	0%	0%	0%		0%
Cobre	Concentración promedio	25 µg l^{-1}	1-2 µg l^{-1}	<LC	2,5	6,00	2,7	<LC	3,2	Muy bueno	2,8
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	100%	0%	25%	100%		0%
Estado Físico-Químico (Contaminantes específicos)				Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Muy bueno	Muy bueno

Tabla 329 Evaluación del Estado Físico-Químico (contaminantes específicos).

Sustancia	Criterio	Objetivo (µg l^{-1})	LC (µg l^{-1})	L-OK10	L-L10	L-L20	L-A10	L-D10	L-U10	Global	L-REF20
Benzo(b)fluoranteno+ Benzo(k)fluoranteno	NCA-MA	0,03	0,0005-0,01	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Benzo(g,h,i)perileno+ Indeno(1,2,3-cd)pireno	NCA-MA	0,002	0,0005-0,01	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Antraceno	NCA-MA	0,1	0,01	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Antraceno	NCA-CMA	0,4	0,01	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Fluoranteno	NCA-MA	0,1	0,01	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Fluoranteno	NCA-CMA	1	0,01	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Naftaleno	NCA-MA	1,2	0,05	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Benzo(a)pireno	NCA-MA	0,05	0,01	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Benzo(a)pireno	NCA-CMA	0,1	0,01	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Cadmio	NCA-MA	0,2	0,02-0,05	0,144	0,135	0,178	0,136	0,10	0,177	Cumple	0,158
Cadmio	NCA-CMA	0,45	0,02-0,05	0,144	0,135	0,178	0,136	0,24	0,177	Cumple	0,158
Plomo y sus compuestos	NCA-MA	7,2	1-2	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Mercurio y sus compuestos	NCA-MA	0,05	0,01	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Mercurio y sus compuestos	NCA-CMA	0,07	0,01	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Níquel y sus compuestos	NCA-MA	20	1-2	<LC	<LC	5,2	<LC	<LC	<LC	Cumple	2,4
Estado Químico				Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno

Tabla 330 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de Matxitxako-Getaria en 2012. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible.

Año	Matxitxako-Getaria		L-REF20	
	Estado Químico	Sustancias que superan NCA	Estado Químico	Sustancias que superan NCA
2004	Bueno	-	Bueno	-
2005	Bueno	-	Bueno	-
2006	Bueno	-	Bueno	-
2007	Bueno	-	Bueno	-
2008	Bueno	-	Bueno	-
2009	Bueno	-	Bueno	-
2010	Bueno	-	Bueno	-
2011	Bueno	-	Bueno	-
2012	Bueno	-	Bueno	-

Tabla 331 Estado químico de la masa de agua de transición Matxitxako-Getaria y en la estación de referencia L-REF20, en los años 2004-2012.

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 2005-2012) se analizaron 15 zonas de macroalgas en la zona litoral. Sus posiciones se observan en la Tabla 332 y Figura 419.

Cod_Estación	Estación	UTMX	UTMY	Tipo de Estación
L-OK10	Litoral de Mundaka (Oka)	524250	4810030	Litorales
L-L10	Litoral de Elantxobe (Kai Arri) (Lea)	533699	4805814	Litorales
L-L20	Litoral de Lekeitio (Lea)	541453	4802562	Litorales
L-A10	Litoral de Ondarroa (Artibai)	548544	4798500	Litorales
L-D10	Litoral de Deba (Deba)	548544	4798500	Litorales
L-U10	Litoral de Zumaia (Urola)	561520	4796532	Litorales
L-REF20	Estación de referencia			Litorales
M-LOK1	Oka Zona 01. Litoral Macroalgas	524690	4806489	Litorales (Macroalgas)
M-LOK2	Oka Zona 02. Litoral Macroalgas	524589	4805908	Litorales (Macroalgas)
M-LOK3	Oka Zona 03. Litoral Macroalgas	524976	4804888	Litorales (Macroalgas)
M-LOK4	Oka Zona 04. Litoral Macroalgas	525600	4805754	Litorales (Macroalgas)
M-LL1	Lea Zona 01. Litoral Macroalgas	540840	4801887	Litorales (Macroalgas)
M-LL2	Lea Zona 02. Litoral Macroalgas	540941	4801664	Litorales (Macroalgas)
M-LL3	Lea Zona 03. Litoral Macroalgas	541293	4801498	Litorales (Macroalgas)
M-LA2	Artibai Zona 02. Litoral Macroalgas	547837	4797069	Litorales (Macroalgas)
M-LA1	Artibai Zona 01. Litoral Macroalgas	547757	4796895	Litorales (Macroalgas)
M-LA2	Artibai Zona 02. Litoral Macroalgas	547837	4797069	Litorales (Macroalgas)
M-LA1	Artibai Zona 01. Litoral Macroalgas	547757	4796895	Litorales (Macroalgas)
M-LU1a	Urola Zona 01a. Litoral Macroalgas	560088	4795025	Litorales (Macroalgas)
M-LU1b	Urola Zona 01b. Litoral Macroalgas	560135	4795009	Litorales (Macroalgas)
M-LU1c	Urola Zona 01c. Litoral Macroalgas	560160	4795001	Litorales (Macroalgas)
M-LU2	Urola Zona 02. Litoral Macroalgas	561817	4795562	Litorales (Macroalgas)

Tabla 332 Estaciones de muestreo en la masa de agua costera de Matxitxako-Getaria.

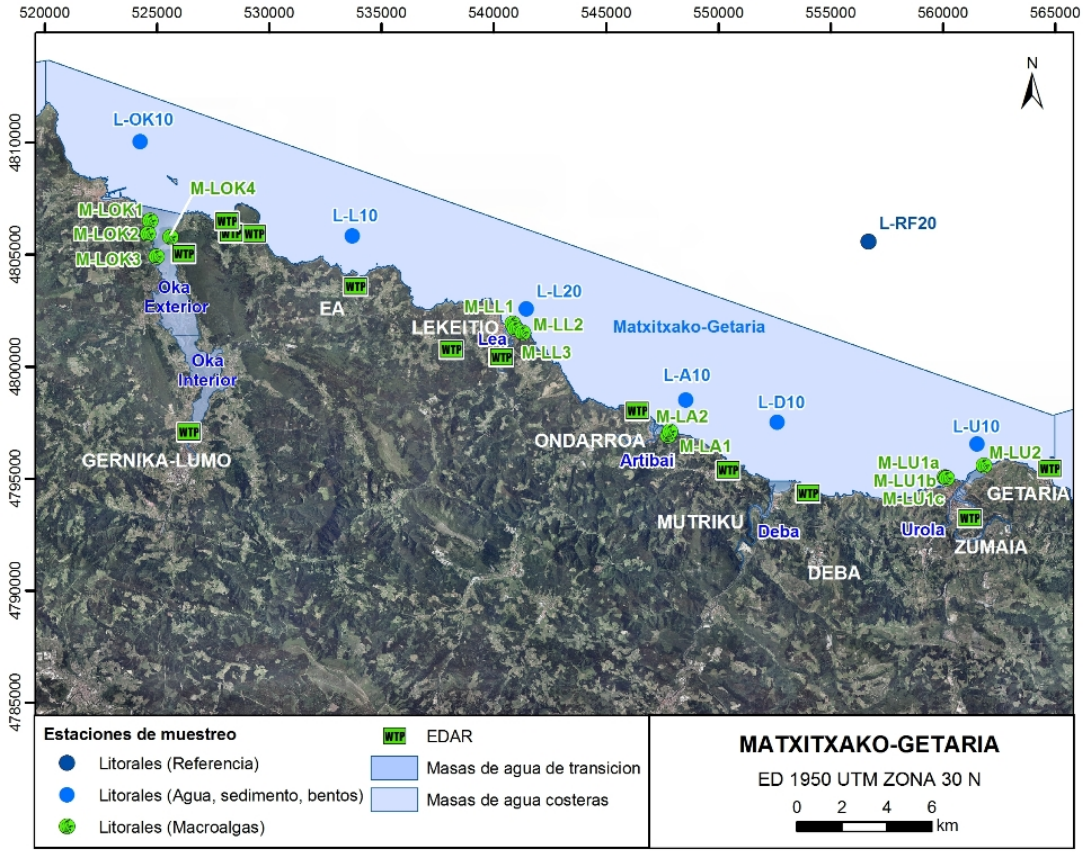


Figura 419 Localización de las estaciones de muestreo en la masa de agua Matxitxako-Getaria.

17.3 INDICADORES BIOLÓGICOS

17.3.1 MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

Los parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua costera Matxitxako-Getaria, en invierno de 2012 pueden verse en la Tabla 333.

La densidad y la riqueza específica (473 ind·m^{-2} y 30 *taxa*) de la estación litoral de la cuenca del Oka (L-OK10) presentan los valores inferiores a los de 2011. La distribución temporal de dichos parámetros presenta un patrón irregular (Figura 420).

PARÁMETRO	UNIDAD	ESTACIÓN						
		L-OK10	L-L10	L-L20	L-A10	L-D10	L-U10	L-REF20
Densidad	nº·m^{-2}	473	14.587	533	280	4.547	617	3.412
Biomasa	g·m^{-2}	32,53	3,80	21,22	31,57	1,47	1,01	3,41
Riqueza	nº	30	44	48	25	50	37	50
Diversidad número	bit·ind^{-1}	4,11	1,93	4,71	3,89	4,31	3,35	4,78
Diversidad biomasa	bit·g^{-1}	0,98	3,51	1,30	1,86	4,45	2,97	2,96
Equitabilidad número		0,84	0,35	0,84	0,84	0,76	0,64	0,85
Equitabilidad biomasa		0,20	0,64	0,23	0,40	0,79	0,57	0,52
Diversidad máxima	bits	4,91	5,46	5,58	4,64	5,64	5,21	5,6
AMBI		0,91	1,56	1,59	1,91	1,53	1,09	1,37
Clasificación AMBI		Alteración Nula	Alteración Ligera	Alteración Ligera	Alteración Ligera	Alteración Ligera	Alteración Nula	Alteración Ligera

Tabla 333 Parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua costera Matxitxako-Getaria.

La biomasa (32,5 g·m^{-2}) es la segunda más alta del ámbito litoral en 2012, aportando 3 ejemplares de *Chamelea striatula* el 76% del total. Por ello, la diversidad para la biomasa (0,98 bit·g^{-1}) es de las más bajas observadas en la presente campaña.

Los datos faunísticos obtenidos, caracterizados por la presencia de especies como *Urothoe pulchella* y *Magelona johnstoni*, parecen indicar que se trata de la comunidad observada años anteriores, y descrita por Borja *et al.* (2004) como Comunidad *Tellina-Venus*, y ampliamente extendida en el SE del Golfo de Vizcaya sobre fondos arenosos a 10-70 m de profundidad.

Todos los grupos tróficos contemplados están representados, dominando los detritívoros superficiales (74%), seguidos por carnívoros (21%), suspensívoros (3%) y, en menor proporción, detritívoros subsuperficiales y omnívoros (ambos 1%).

Por grupos ecológicos las especies sensibles superan a la indiferentes y vuelven a dominar, tal y como ocurrió en 2009 y en 2011, reflejando una situación de Alteración Nula (AMBI=0,9), como en la pasada campaña de 2011 (Figura 421). 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 (excepto en 2010).

En 2012, la estación L-L10, situada en el litoral del Lea, presenta el contenido en limos más bajo (1,1 %) y el contenido en gravas más alto (34%) para la presente campaña.

Se ha registrado la mayor densidad desde el inicio del seguimiento (14.586 ind·m^{-2}). Esta densidad tan alta es debido fundamentalmente a la presencia en una de las réplicas de 752 individuos juveniles de *Eurydice truncata*, que suponen el 69% del total de individuos de la estación. La dominancia del isópodo *E. truncata*, junto con la gran abundancia de ejemplares del *phylum* nematoda (2.080 ind·m^{-2}), hacen que la diversidad de Shannon sea la más baja para la estación y una de las más bajas del ámbito litoral desde el inicio del estudio (1,93 bit·ind^{-1}).

En general, continúa la recuperación reflejada en la campaña 2009, con altos valores de riqueza específica (44 *taxa*). No obstante, teniendo en cuenta su evolución a lo largo del tiempo, tanto la densidad como la riqueza presentan un patrón temporal irregular (Figura 420).

La composición faunística parece caracterizar esta estación como Comunidad de Arenas de *Amphioxus*.

Debido a la abundancia de *E. truncata* y de los nematodos, domina el grupo trófico de los omnívoros (85%), seguido por los carnívoros (9%), detritívoros superficiales (5%) y, en menor medida, detritívoros subsuperficiales.

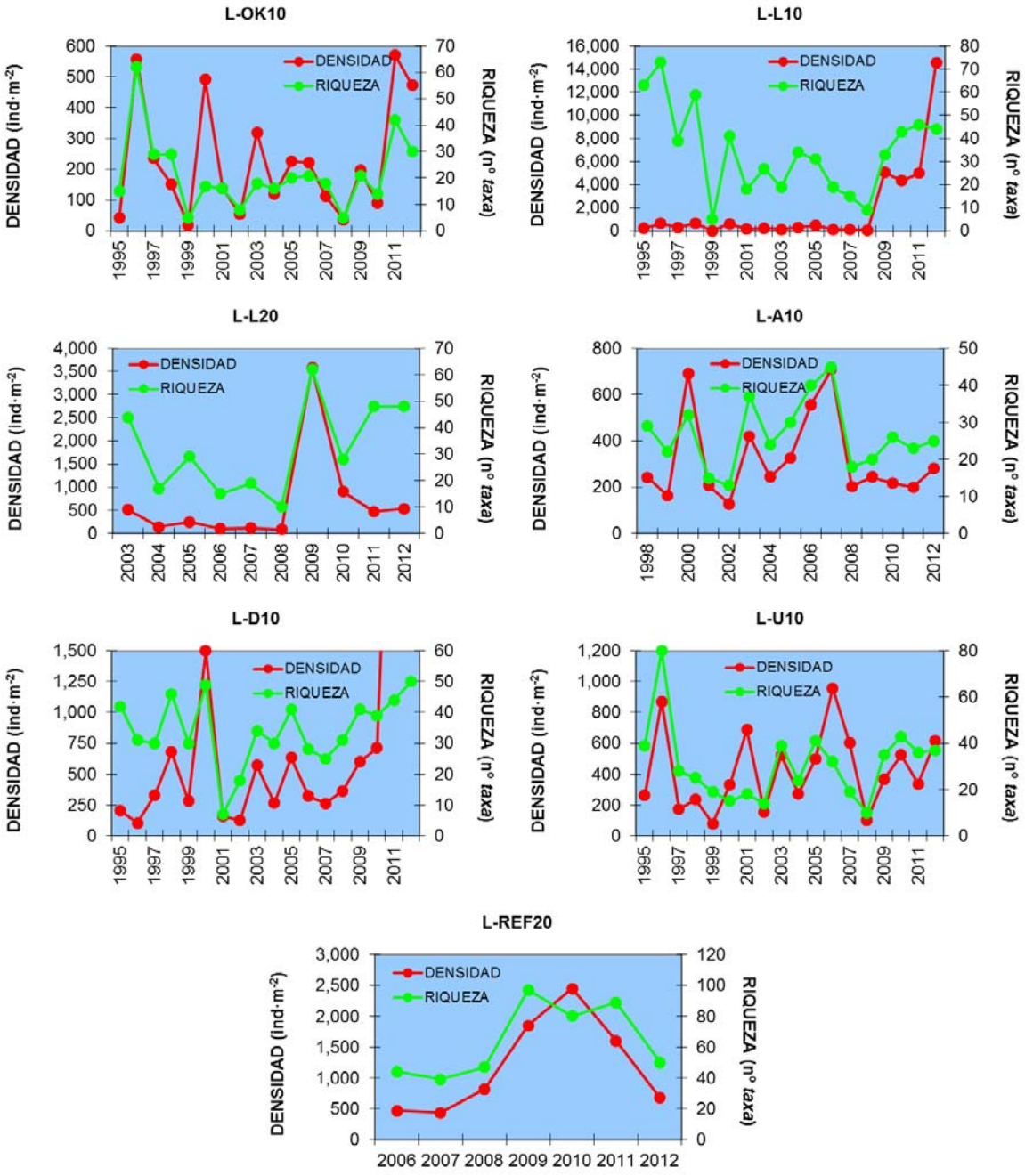


Figura 420 Evolución de la densidad y de la riqueza en las estaciones L-OK10, L-L10, L-L20, L-A10, L-D10, L-U10 y L-REF20 (Matxitxako-Getaria).

La estación presenta alteración ligera, con AMBI=1,6 (Tabla 333).Como es habitual, al menos en las tres últimas campañas, dominan las especies sensibles a la alteración (grupo ecológico I) y las tolerantes al enriquecimiento orgánico (grupo ecológico III) (Figura 421), aunque cambian las tornas, ya que en las dos últimas campañas eran más abundantes las especies tolerantes que las sensibles.

La otra estación litoral del Lea (L-L20), presenta un patrón temporal para los parámetros estructurales muy irregular. Atendiendo a la variabilidad entre las distintas réplicas, parece razonable concluir que es una zona muy heterogénea, probablemente condicionada por un elevado hidrodinamismo, también patente en la distribución granulométrica del sedimento (98% de arenas).

En 2009, esta estación mostró los valores de densidad (3.573 ind·m^{-2}) y riqueza específica (62 *taxa*) más altos desde que se muestreó por vez primera en 2003. Tras el descenso observado en 2010, los parámetros estructurales continúan en 2012 con el aumento observado en la campaña anterior, pudiendo considerarse altos respecto a la serie temporal de la estación (533 ind·m^{-2} y 48 *taxa*) (Figura 420).

La diversidad específica (4,71 bit·ind^{-1}) es la más alta del circalitoral costero en la presente campaña.

La estructura trófica de la comunidad está dominada por los detritívoros superficiales (76%), seguidos por los carnívoros (12%), omnívoros (6%), detritívoros subsuperficiales (4%) y suspensívoros (1%).

La estación presenta alteración ligera, con AMBI=1,6 (Tabla 333). Domina el grupo ecológico I, los grupos II y III tienen relevancia, y no se encuentra ninguna especie oportunista de primer orden (Figura 421). El coeficiente AMBI muestra valores más o menos estables a lo largo del seguimiento, superando ligeramente el valor de 1.

Los parámetros estructurales de la estación L-A10 (280 ind·m^{-2} y 25 *taxa*) son similares a los de las campañas 2008-2011 (Tabla 333; Figura 420) y se sitúan entre los más bajos del ámbito litoral para la presente campaña. Si se estudia la evolución de dichos parámetros a lo largo del tiempo, se ve que tanto densidad como riqueza específica presentan un patrón temporal irregular (Figura 420).

Los moluscos *Dosinia lupinus* y *C. striatula*, y el erizo *Echinocardium cordatum* aportan el 94% de la biomasa de la estación (31,6 g·m^{-2}), que resulta ser de las más altas de las estaciones litorales.

Atendiendo a la composición faunística y a los datos granulométricos se trata de una zona de arenas limpias.

La estructura trófica de la comunidad está dominada por los detritívoros superficiales (70%), seguidos por los omnívoros (15%), carnívoros y suspensívoros (ambos 6%) y detritívoros subsuperficiales (2%).

Según la clasificación de AMBI, la estación presenta alteración ligera (AMBI=1,9) (Tabla 333), con dominancia del grupo ecológico I (39%). A pesar del ligero aumento sufrido en el AMBI en 2010 y, sobre todo, en la presente campaña de 2012, se mantienen la tendencia descendente que se observa desde 2002 (Figura 421).

Tanto el valor de densidad (4.547 ind·m^{-2}), como la riqueza específica (50 *taxa*) de la estación L-D10, son los más altos registrados en la estación desde el inicio del seguimiento, manteniendo la mejora observada desde 2006 (Tabla 333, Figura 420). Se trata de la estación con mayor número de *taxa* del circalitoral costero muestreado en la presente campaña. Asimismo, la diversidad estimada a partir de los datos de biomasa (4,45 bit·g^{-1}) es la mayor de las estaciones litorales.

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, 2009 y 2010 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).

La estructura trófica está dominada por carnívoros (40%), omnívoros (28%), detritívoros superficiales (25%) y, en menor medida, suspensívoros (5%) y detritívoros subsuperficiales (2%).

La estación presenta alteración ligera (AMBI=1,5) (Tabla 333), con dominancia de especies sensibles a la alteración del medio (39%) y de especies tolerantes al enriquecimiento orgánico (33%), y con presencia relevante de especies indiferentes a la alteración (25%). Por otro lado, disminuye la abundancia relativa de las especies oportunistas de primero orden (3%), que en la campaña de 2010 alcanzaron su máximo (20%). Atendiendo a la evolución que sigue la estación desde que se iniciara su seguimiento en 1995 (Figura 421), hasta la campaña de 2007 se venía observando cierta tendencia positiva por la que la dominancia del grupo ecológico I aumentaba gradualmente (del 38% en 1995 al 72% en 2007) y el valor estimado para AMBI disminuía (de 1,5 en 1995 a 0,5 en 2007). Sin embargo, en 2008 la tendencia se interrumpió, y el valor de AMBI aumentó, manteniéndose en torno a 2 en campañas sucesivas. En tiempos recientes en esta zona se ha iniciado el vertido de la EDAR de Galtzuaran, aunque no se cree que pueda afectar, debido a la distancia.

La riqueza específica de la estación litoral del Urola (L-U10), que en el año 2005 había aumentado hasta 40 *taxa*, y descendió en el periodo en 2006-2008, mostró en 2009 signos de recuperación, con 367 ind·m^{-2} y 35 *taxa*. Esta recuperación continuó en 2010 (523 ind·m^{-2} y 43 *taxa*). En 2011, estos parámetros mostraron un retroceso, con valores similaes a los de 2009 (337 ind·m^{-2} y 36 *taxa*). En la presente campaña los valores registrados son de 617 ind·m^{-2} y 37 *taxa* (Tabla 333; Figura 420).

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 estructura trófica está dominada por los detritívoros superficiales, con un 89%, seguidos por los

carnívoros (10%) y, en menor medida, por los detritívoros subsuperficiales y los omnívoros.

La estación presenta alteración nula (Tabla 333), con un valor de AMBI estimado de 1,1 y dominancia del grupo ecológico I, seguido por los grupos III y II. Aunque los valores de AMBI son bastante homogéneos a lo largo de la serie, en el informe correspondiente a la pasada campaña de 2011 se indicaba que parecía romperse la ligera tendencia a la mejora que se observaba desde el comienzo del seguimiento, ya que en 2010 y 2011 se volvía a reflejar el empeoramiento iniciado en 2009 (Figura 421), con una disminución de las especies sensibles y aumento de las oportunistas de segundo orden. Los datos de la presente campaña indican un nuevo incremento de la abundancia relativa de especies sensibles con la consiguiente disminución en el valor de AMBI, por lo que la situación parece revertirse. Habrá que mantener una especial vigilancia en próximas campañas para comprobar que, efectivamente, el episodio de pérdida de calidad ha sido pasajero y ha llegado a su fin.

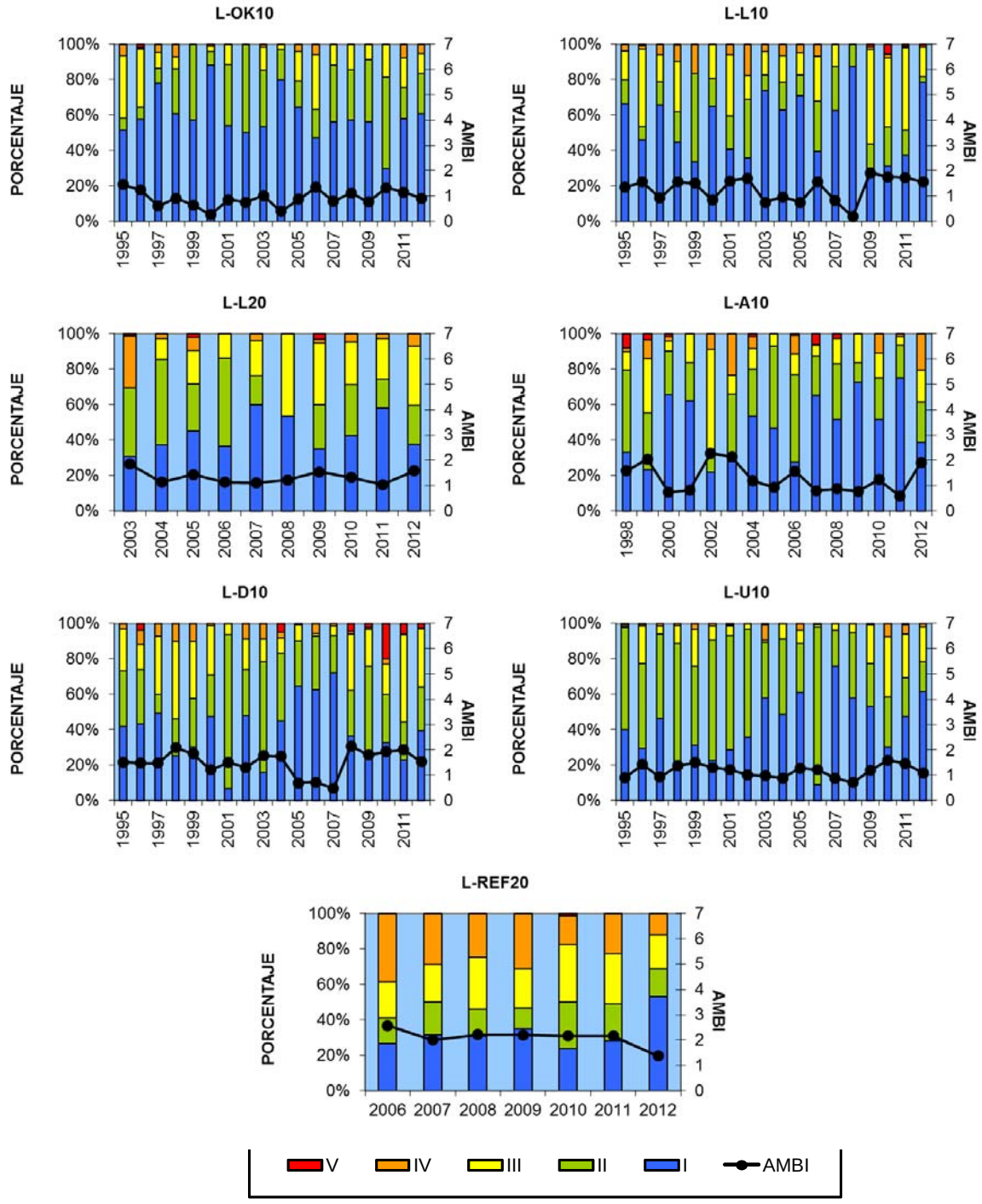


Figura 421 Evolución del porcentaje de cada grupo ecológico y de AMBI en las estaciones L-OK10, L-L10, L-L20, L-A10, L-D10, L-U10 y L-REF20 de la masa de agua costera Matxitxako-Getaria en la campaña de 2012.

Frente a la costa de Zumaia, junto a la isobata de 100 m, se localiza la estación L-REF20. En la presente campaña de 2012, tanto la densidad (677 ind·m^{-2}), como la riqueza específica (50 *taxa*) y la biomasa (3,41 g·m^{-2}), han experimentado un descenso notable respecto a las últimas campañas, volviendo a valores similares a los observados en el periodo 2006-2008 (Figura 420).

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*, *Terebellides stroemii* y *Nephtys* sp.), además de otras especies como *Paradiopatra calliopae*, *Galathowenia 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 (*Amphiura filiformis* y *Amphiura chiajei*), 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 (49%), seguido por el de los carnívoros (43%) y, en menor proporción, detritívoros subsuperficiales (5%), omnívoros (1%) y suspensívoros (1%).

La estación presenta alteración ligera, con AMBI=1,4 (Tabla 333). La estructura por grupos ecológicos muestra dominancia de las especies sensibles a la alteración del medio (53% de los efectivos de la estación), seguidas por las tolerantes al enriquecimiento orgánico (19%), las especies indiferentes a la alteración (16%) y las oportunistas de segundo orden (12%) (Figura 421). El valor de AMBI prácticamente se reduce respecto a las pasadas campañas, en las que se estimaron valores de 2 o mayores.

A continuación se presenta la evaluación del estado ecológico del compartimiento de los macroinvertebrados bentónicos en las siete estaciones de estudio a partir de los valores de M-AMBI. La estación **L-OK10** presenta **Muy Buen Estado** (Figura 422), con una evolución temporal relativamente homogénea, manteniendo esta calificación, en general, a lo largo del seguimiento. Excepcionalmente, en las campañas de 1999 y 2008, la calificación bajó a Buen Estado y en 2002 incluso a Estado Aceptable. Como se comentó en informes anteriores, cabe la posibilidad de que puntualmente esta estación se haya visto afectada por vertidos de dragado del puerto de Bermeo.

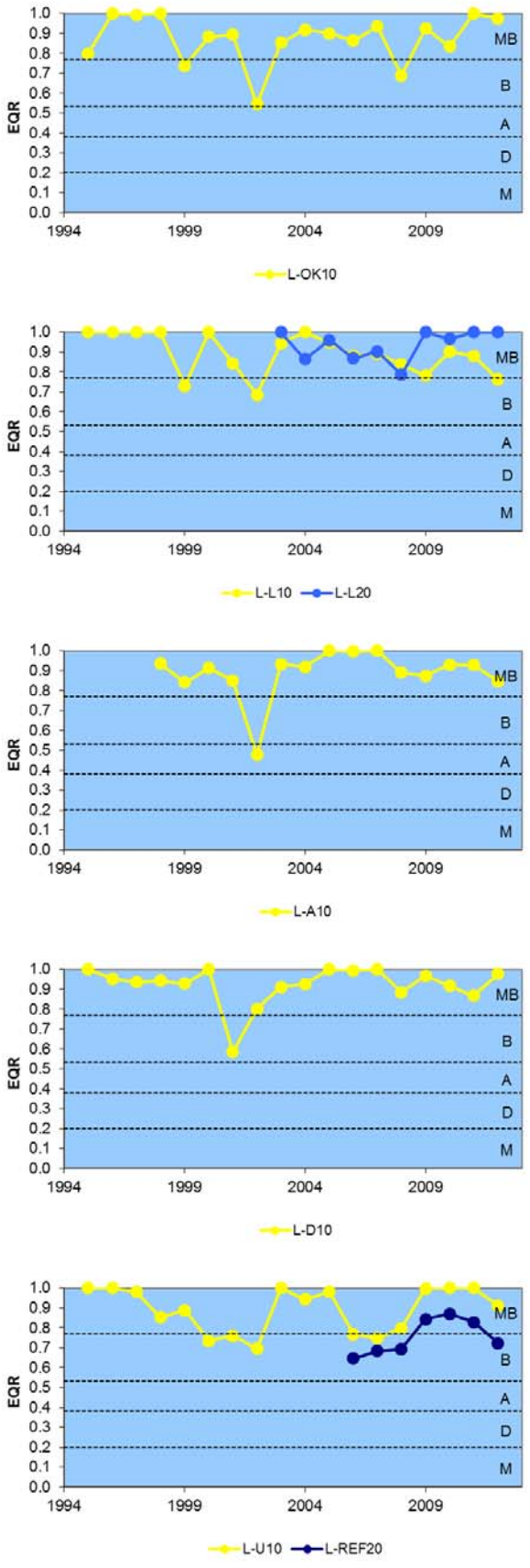


Figura 422 Evolución de M-AMBI para las estaciones de la masa de agua costera Matxitxako-Getaria.

La estación **L-L10** presenta **Buen Estado** (Figura 422). Como ya se indicó en el informe correspondiente a la pasada campaña de 2011, la estación presenta

variaciones posiblemente debidas a causas naturales, entrando dentro de la variabilidad de las propias comunidades. Así, se ha mantenido la calificación de Muy Buen Estado a lo largo de todo el seguimiento, excepto en las campañas de 1999 y 2002, y en la presente campaña de 2012, en que presenta Buen Estado.

La estación **L-L20** presenta **Muy Buen Estado** (Figura 422), manteniéndose esta calificación a lo largo de todo el seguimiento.

La estación **L-A10** presenta **Muy Buen Estado** (Figura 422), manteniéndose esta calificación desde que comenzará su seguimiento en 1998, salvo en 2002, donde se alcanzó el Estado Aceptable (M-AMBI=0,48).

Al igual que la estación L-A10, también **L-D10** presenta **Muy Buen Estado** (Figura 422), manteniendo esta calificación a lo largo de todo el seguimiento, salvo en la campaña de 2001 (Buen Estado; M-AMBI=0,59).

La estación **L-U10** presenta también **Muy Buen Estado** (Figura 422), con una evolución temporal irregular. Así, entre 1995 y 2002 presentó una tendencia negativa, en la que pasó de Muy Buen Estado a Buen Estado. Posteriormente, entre 2003-2005 recuperó la calificación de Muy Buen Estado. En 2006 y 2007, volvió a presentar Buen Estado, pero en las cinco últimas campañas (2008-2012), recupera la calificación máxima.

Por último, la estación **L-REF20** presenta **Buen Estado** (Figura 422), truncándose la tendencia temporal positiva que se venía detectando desde el comienzo de su seguimiento en 2006. Habría que vigilar la evolución de dicha calificación en próximas campañas para comprobar si se trata de un resultado puntual o si la calificación se mantiene en a medio plazo.

17.3.2 VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO. FITOPLANCTON

Al igual que en anteriores informes, el fitoplancton se evalúa con los datos de los últimos seis años, en base a la clorofila y la frecuencia de blooms. El estado global del fitoplancton se calcula promediando los EQRs de ambos indicadores. Por otra parte, recientemente se han cambiado las condiciones de referencia y los límites entre clases de estado del indicador basado en la clorofila, haciéndose más exigentes que en años anteriores. También se ha revisado el umbral para detectar blooms (véase tomo de metodología).

En la Figura 423 se muestra el indicador de biomasa fitoplanctónica. En la estación marina de referencia, el percentil 90 de la clorofila es 1,05 µg l^{-1} (n=16). En las estaciones de la masa de agua costera se sitúa entre 0,69 y 1,34 µg l^{-1} (n=24). El valor mínimo, que es algo inferior al de la estación de referencia, se observa en la estación L-L10, frente a Elantxobe; y el máximo en la estación L-U10, frente a la desembocadura del Urola. Todas las estaciones estudiadas se clasifican en un estado "Muy bueno" en base a la métrica de la clorofila.

En cuanto al valor de percentil 90 calculado a partir de datos de satélite para toda la extensión de la masa de agua éste sería 1,80 µg l^{-1}, muy superior al procedente de los datos "in situ".

En la Figura 424 se muestra el indicador de floraciones, que se basa en la abundancia celular de cada una de las especies identificadas en la muestra. En la estación marina de referencia la frecuencia de blooms es 8,3%. En las estaciones de la masa de agua costera la frecuencia varía entre 13,6 y 20,8%. Con esta métrica, en la estación L-U10 el estado se clasifica como "Bueno", aunque cercano a "Muy Bueno"; en el resto de las estaciones el estado se clasifica como "Muy bueno".

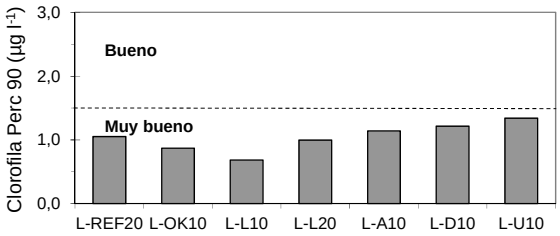


Figura 423 Percentil 90 de la concentración de clorofila en la estación marina de referencia y en las estaciones costeras de Matxitxako-Getaria. Los datos utilizados han sido los de superficie, de las cuatro épocas del año, desde 2007 hasta 2012.

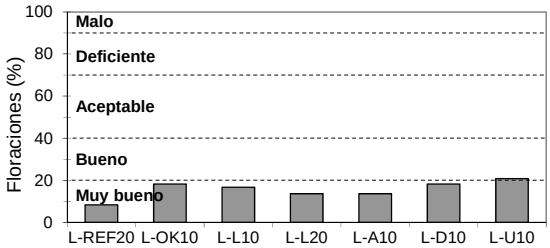


Figura 424 Frecuencia de floraciones fitoplanctónicas (%) en la estación marina de referencia y en las estaciones costeras de Matxitxako-Getaria. Los datos utilizados han sido los de superficie, de las cuatro épocas del año, desde 2007 hasta 2012.

En la Tabla 334 se ha realizado la integración de los dos indicadores para el periodo de evaluación más reciente, en cada una de las estaciones de muestreo. Como puede verse en la Tabla 334, el fitoplancton presenta un estado global "Muy bueno" en la estación

marina de referencia y a lo largo de la masa de agua costera. El EQR alcanza la calificación más alta posible en las estaciones L-L10 y L-L20.

En la Tabla 335 se muestra la evolución temporal del estado del fitoplancton. No se muestran periodos anteriores a 2004-2009 ya que no hay suficiente número de datos para el indicador de frecuencia de floraciones (n<12). En el último periodo (2007-2012) el estado del fitoplancton en la masa de agua Matxitxako-Getaria se clasifica como "Muy bueno", al igual que en los periodos anteriores. El valor del EQR integrado en la masa de agua ha variado poco a lo largo de la serie temporal, aproximadamente entre 0,83 y 0,93.

ESTACIÓN	EQR_1 Biomasa	EQR_2 Floraciones	Estado y EQR Global
L-REF20	0,952	1,000	Muy bueno (0,976)
L-OK10	1,000	0,919	Muy bueno (0,959)
L-L10	1,000	1,000	Muy bueno (1,000)
L-L20	1,000	1,000	Muy bueno (1,000)
L-A10	0,877	1,000	Muy bueno (0,939)
L-D10	0,826	0,919	Muy bueno (0,873)
L-U10	0,746	0,802	Muy bueno (0,774)

Tabla 334 Calificación del estado del fitoplancton en la estación de referencia y en cada estación de muestreo de la masa de agua costera, para el periodo 2007-2012. Se muestran los EQRs parciales de cada indicador y el EQR global.

	04-09	05-10	06-11	07-12
Matxitxako-Getaria	**MB (0,888)**	**MB (0,933)**	**MB (0,830)**	**MB (0,935)**
L-OK10	MB	MB	MB	MB
L-L10	MB	MB	MB	MB
L-L20	MB	MB	MB	MB
L-A10	B	MB	MB	MB
L-D10	B	MB	B	MB
L-U10	MB	MB	B	MB

Tabla 335 Evolución temporal del estado del fitoplancton en la masa de agua costera Matxitxako-Getaria y en cada una de sus estaciones de muestreo, a lo largo de periodos móviles de seis años. Se indica entre paréntesis la evolución del EQR del fitoplancton en la masa de agua.

CLOROFILA

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 invierno, primavera, verano y otoño. Se presentan también los resultados de una estación 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 existían diferencias significativas entre las aguas de superficie y fondo se aplicó un test "t-student". En la masa de agua costera, la clorofila supuso 0,4 ± 0,3 µg l^{-1} en superficie y 0,5 ± 0,2 µg l^{-1} en fondo (media ± desv. típica, n=24). La diferencia entre ambas profundidades no fue estadísticamente significativa. En la estación marina de referencia, aunque el valor promedio de superficie (0,5 ± 0,5 µg l^{-1}) fue superior al de fondo (0,2 ± 0,1 µg l^{-1}), no se detectaron diferencias estadísticamente significativas (n=4).

En la Figura 425 se representa la concentración de clorofila (promedio de los valores de superficie y fondo) en las estaciones situadas en la masa de agua costera y en la estación marina de referencia (L-REF20). En el conjunto de los datos, el rango de variación fue pequeño, de 0,1 a 0,8 µg l^{-1}. Aunque los máximos se observaron en otoño (estación de referencia) y/o en verano (estaciones costeras), la variabilidad anual no fue muy marcada.

En 2012 la clorofila mostró poca variación en el conjunto de aguas costeras y mar abierto. Las concentraciones, incluyendo datos de superficie y fondo, variaron entre 0,0 y 1,3 µg l^{-1}. Los máximos estacionales se localizaron en puntos distintos: en invierno (0,8 µg l^{-1}) en una estación litoral del Oria; en primavera (1,2 µg l^{-1}) y verano (0,9 µg l^{-1}) en el litoral del Ibaizabal; y en otoño (1,3 µg l^{-1}) en la estación marina de referencia L-REF20, situada frente a la masa de agua Matxitxako-Getaria.

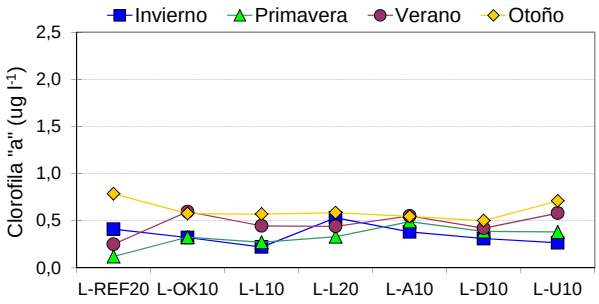


Figura 425 Variación de la concentración de clorofila en la estación marina de referencia y en las estaciones de la masa de agua Matxitxako-Getaria, en el año 2012. Se muestra el promedio de la clorofila medida a dos profundidades (superficie y fondo) para cada época del año.

Para estudiar la evolución a lo largo de los años de la clorofila en las aguas de Matxitxako-Getaria se calcularon los valores del percentil 90 en cada una de las estaciones de muestreo (Figura 426). La mayoría de las estaciones comenzaron a muestrearse en 1995. Sin embargo, las estaciones L-L20 y L-A10 se comenzaron a estudiar años más tarde. Por lo tanto, en éstas se muestran los valores del percentil a partir de la fecha de que se dispone de periodos completos de seis años (2002 y 1998, respectivamente).

En esta masa de agua costera la concentración de clorofila se ha mantenido muy estable a lo largo del tiempo, sin apreciarse tendencias de aumento o disminución en el percentil 90 (Figura 426). Este estadístico ha variado entre 0,7 y 1,5 µg l^{-1}. Aunque los valores del percentil 90 de la clorofila son muy semejantes entre las distintas estaciones de esta masa

de agua, la estación L-L10 ha mostrado siempre valores ligeramente inferiores al resto (<1,0 µg l^{-1}).

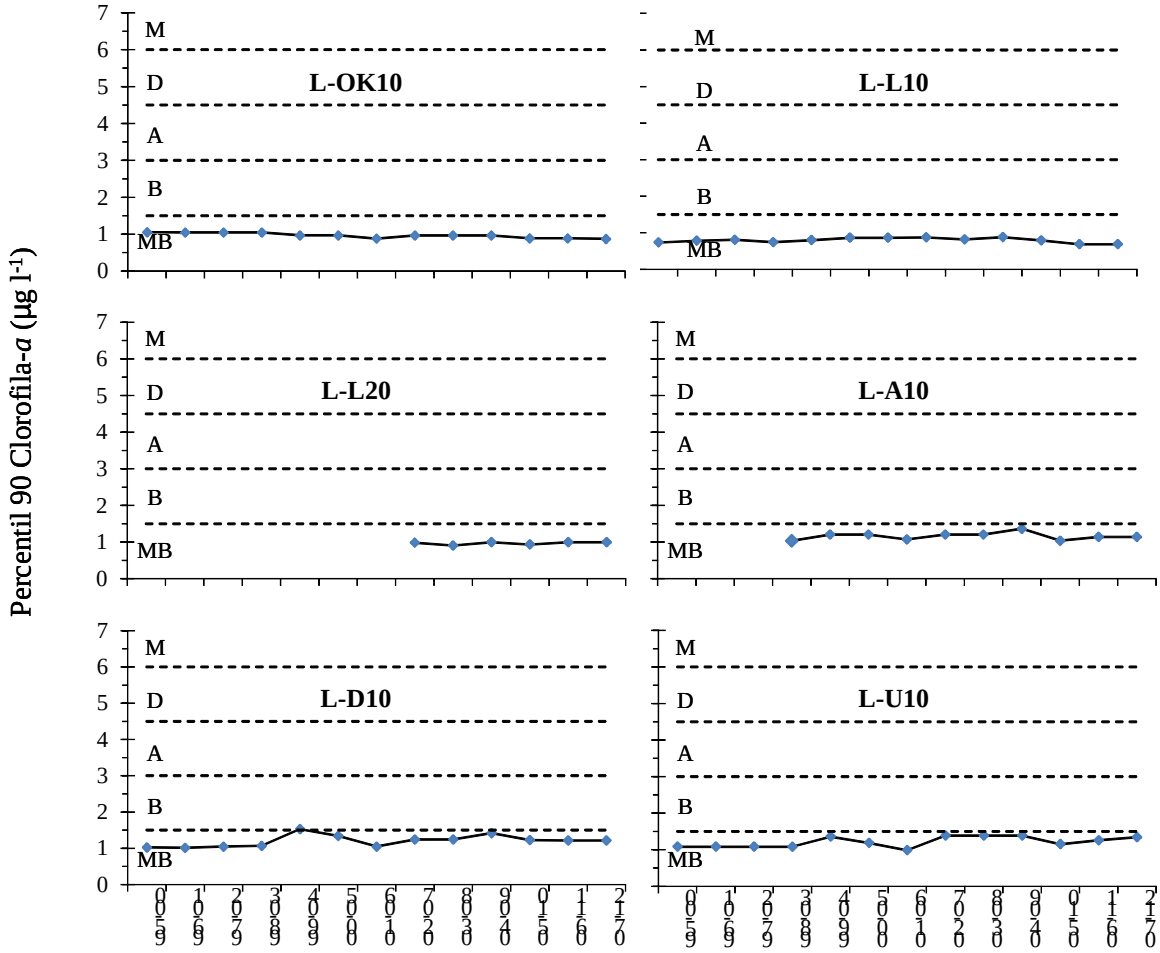


Figura 426 Evolución de la concentración de clorofila en las estaciones de la masa de agua costera Matxitxako-Getaria. Se muestra el percentil 90 calculado con valores de superficie, de las cuatro épocas del año, para periodos móviles de seis años. Las líneas discontinuas indican los límites entre clases de estado dentro de la clasificación que se realiza para la Directiva Marco: MB: Muy Bueno; B: Bueno; A: Aceptable; D: Deficiente; M: Malo.

COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DEL FITOPLANCTON

En la Tabla 336 se indica la abundancia celular, riqueza de especies y diversidad (índice de Shannon) de las comunidades de fitoplancton en la estación marina de referencia L-REF20 y en las estaciones situadas en la masa de agua costera Matxitxako-Getaria. Estas variables se midieron sólo en muestras de superficie.

En la estación de referencia, la abundancia presentó el máximo en otoño, cercano a 600.000 células l^{-1}. Los valores más bajos en esta estación se observaron en primavera y verano (~150.000 células l^{-1}).

En la masa de agua costera la abundancia varió en un rango muy estrecho. Así, el valor más elevado se observó en otoño (~750.000 células l^{-1}) en la estación situada frente a la desembocadura del Urola (L-U10). El resto del año se observaron mínimos en torno a 100.000 células l^{-1} en diferentes puntos de esta masa de agua. Hay que destacar que Matxitxako-Getaria presentó en verano una abundancia celular más baja que la del resto de las masas de agua costeras. Esto es coherente con la baja presión de eutrofización que existe en la zona central de la costa del País Vasco. Así, Borja et al. (2006) identificaron dos zonas con diferente nivel de presión, comparando las cargas de nitrógeno con la sensibilidad de las masas de agua (ésta última estimada a partir de su potencial de dilución) y concluyeron que la zona central podía ser clasificada sin presión (con una carga de 74 kg N d^{-1} km^{-2}); y la zona occidental y oriental, con un nivel de presión bajo (con cargas de 163 y 171 kg N d^{-1} km^{-2}, respectivamente). Por lo tanto, la masa de agua de Matxitxako-Getaria puede considerarse la más cercana a las condiciones de referencia o mínimo impacto en los elementos físico-químicos y fitoplanctónicos.

En cuanto a la composición taxonómica, la estación de referencia se caracterizó en invierno por valores muy bajos en riqueza de especies y por la dominancia de pequeños flagelados y diatomeas pennales de tamaño medio. En primavera y verano la riqueza aumentó notablemente, pero la abundancia celular disminuyó. En

esas épocas los dinoflagelados contribuyeron con el 40% a la abundancia total y las diatomeas con un 10-15%. En otoño, con el repunte de abundancia celular, la contribución de las diatomeas fue mínima (1%) y destacaron la criptofita *Plagioselmis* spp. y la prasinofícea *Pyramimonas* spp.

Respecto a la composición taxonómica en la masa de agua costera, en invierno la riqueza de especies fue muy baja y dominaron haptofitas, criptofitas y pequeños organismos que no pudieron ser identificados. En primavera aunque en muchas estaciones aumentó la abundancia celular, tampoco se observaron floraciones. La riqueza de especies fue muy alta en primavera, las diatomeas fueron relativamente importantes (10-60%) y los dinoflagelados aportaron entre el 2 y 30% de la abundancia celular total. En verano se observó un descenso generalizado de la abundancia, disminuyó el porcentaje de células aportado por las diatomeas a la comunidad y ésta presentó una mayor proporción de dinoflagelados (15-40%).

En otoño, con el repunte de la abundancia a lo largo de esta masa de agua, las diatomeas contribuyeron muy poco (0-10%). En otoño los grupos dominantes fueron criptofitas, dinoflagelados, haptofitas y pequeños formas que no pudieron ser identificadas. En la estación L-U10 el máximo de abundancia lo presentó la criptofita *Plagioselmis* spp. (~240.000 células l^{-1}), y también destacó la prasinofícea *Pyramimonas* spp.

Estación	L-REF20	L-OK10	L-L10	L-L20	L-A10	L-D10	L-U10
Fecha	22/02/2012	23/02/2012	23/02/2012	23/02/2012	23/02/2012	23/02/2012	23/02/2012
Abund. ($x10^3$ céls. l^{-1})	283	229	136	319	188	192	234
Divers. (bit/cel)	2,6	1,8	2,1	2,4	2,4	2,4	2,7
Riqueza (Nº sp.)	10	9	9	12	11	12	14
Estación	L-REF20	L-OK10	L-L10	L-L20	L-A10	L-D10	L-U10
Fecha	10/05/2012	10/05/2012	10/05/2012	10/05/2012	10/05/2012	10/05/2012	10/05/2012
Abund. ($x10^3$ céls. l^{-1})	149	404	268	230	564	315	129
Divers. (bit/cel)	4,3	2,9	4,2	3,6	2,8	3,8	3,8
Riqueza (Nº sp.)	53	36	33	34	35	42	32
Estación	L-REF20	L-OK10	L-L10	L-L20	L-A10	L-D10	L-U10
Fecha	03/09/2012	03/09/2012	03/09/2012	03/09/2012	03/09/2012	03/09/2012	03/09/2012
Abund. ($x10^3$ céls. l^{-1})	144	222	121	162	216	127	181
Divers. (bit/cel)	3,2	3,1	3,1	3,0	3,4	3,4	3,1
Riqueza (Nº sp.)	31	29	26	35	31	34	32
Estación	L-REF20	L-OK10	L-L10	L-L20	L-A10	L-D10	L-U10
Fecha	24/10/2012	23/10/2012	23/10/2012	23/10/2012	23/10/2012	23/10/2012	23/10/2012
Abund. ($x10^3$ céls. l^{-1})	564	351	262	272	481	247	756
Divers. (bit/cel)	3,2	3,7	2,9	2,3	2,8	2,3	3,7
Riqueza (Nº sp.)	35	38	33	25	27	31	38

Tabla 336 Índices relacionados con fitoplancton en cuatro épocas a lo largo de 2012. Se indican para la estación marina de referencia y para las estaciones de la masa de agua costera Matxitxako-Getaria.

17.3.3 VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO. MACROALGAS

Para 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 2012 se han analizado dos transectos próximos a la desembocadura del Deba (Figura 427).

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', D de 'Deba' 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 del resto de áreas dentro de la masa de agua se llevará a cabo combinando los datos de la presente campaña de 2012 con los de las dos campañas previas, que abarcan la totalidad de la masa.

En la Tabla 337 se muestran los datos obtenidos para la masa de agua costera Matxitxako-Getaria en las campañas de 2012 (transectos M-LD1 y M-LD2), de 2011 (transectos M-LOK5, M-LOK6, M-LL1, M-LL2, M-LL3, M-LA1 y M-LA2) y de 2010 (transectos M-LU1a, M-LU1b, M-LU1c y M-LU2, con objeto de calificar su estado. La metodología utilizada se explica en Tomo 1.



Figura 427 Posición de los transectos muestreados para macroalgas y macrofauna en la zona costera del entorno del Deba.

La calificación es de: Estado Aceptable para el transecto M-LL2; Buen Estado para los transectos M-LOK6, M-LA1, M-LA2 y M-LD1; y Muy Buen Estado para los transectos M-LOK5, M-LL1, M-LL3, M-LD2, M-LU1a, M-LU1b, M-LU1c y M-LU2.

Respecto a los transectos analizados la presente campaña, cabe destacar la recuperación del transecto M-LD2 (pasó de Muy Buen Estado en 2003 y 2006, a Buen Estado en 2009, volviendo a Muy Buen Estado en la presente campaña de 2012). Además, el transecto M-LD1 matiene el Buen Estado con el que viene calificándose desde la campaña de 2006, mostrando una mejoría respecto a la campaña de 2003 (Estado Aceptable).

En promedio, la masa de agua costera Matxitxako-Getaria presenta '**Muy Buen Estado**' (EQR=0,82) en la campaña de 2012. El constante incremento en los valores de EQR señalado en el informe correspondiente a la pasada campaña de 2010 (de 0,73 en el trienio 2002-2004, a 0,79 en 2005-2007, y a 0,89 en el trienio 2008-2010) se invierte en 2011 y 2012. Sin embargo, se sigue cumpliendo el objetivo que se indicaba en la campaña de 2009 de alcanzar Muy Buen Estado, por lo que convendría vigilar que la reducción en el valor de EQR no signifique una inversión en la tendencia positiva que se venía detectando para la masa de agua costera Matxitxako-Getaria.

INDICADORES	M-LOK5	M-LOK6	M-LL1	M-LL2	M-LL3	M-LA1	M-LA2
Cobertura	98	17	40	0	47	49	21
Riqueza de poblaciones	5	5	7	0	5	2	3
Especies oportunistas	3	8	6	1	2	2	3
PUNTUACIÓN							
Cobertura	0,45	0,10	0,35	0,00	0,35	0,35	0,20
Riqueza de poblaciones	0,20	0,15	0,20	0,00	0,20	0,10	0,15
Especies oportunistas	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
PUNTUACIÓN TOTAL	1,00	0,60	0,90	0,35	0,90	0,80	0,70
CLASIFICACIÓN	Muy Bueno	Bueno	Muy Bueno	Aceptable	Muy Bueno	Bueno	Bueno

INDICADORES	M-LD1	M-LD2	M-LU1a	M-LU1b	M-LU1c	M-LU2
Cobertura	40	36	78	55	72	60
Riqueza de poblaciones	3	3	5	5	4	5
Especies oportunistas	18	8	5	6	3	1
PUNTUACIÓN						
Cobertura	0,35	0,35	0,45	0,35	0,45	0,45
Riqueza de poblaciones	0,10	0,15	0,20	0,15	0,15	0,20
Especies oportunistas	0,25	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
PUNTUACIÓN TOTAL	0,70	0,85	1,00	0,85	0,95	1,00
CLASIFICACIÓN	Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno

Tabla 337 Calificación de cada indicador de macroalgas y las equivalencias para la calificación de cada transecto, en las campañas de 2012 (M-LD1 y M-LD2), de 2011 (M-LOK5, M-LOK6, M-LL1, M-LL2, M-LL3, M-LA1 y M-LA2) y de 2010 (M-LU1a, M-LU1b, M-LU1c y M-LU2).

En este punto, es importante señalar que en la presente campaña de 2012, por primera vez desde el inicio del seguimiento, se ha realizado un muestreo específico siguiendo una metodología diferente (ver Tomo 1), para el cálculo del índice RICQI, desarrollado para la valoración del estado ecológico de las comunidades bentónicas de sustrato duro (incluyendo algas y fauna) de las costas del País Vasco.

En la Tabla 339 y en la Tabla 340 se muestran las abundancias y coberturas correspondientes a cada uno de los diez cuadrados muestreados en cada una de las dos zonas analizadas en la presente campaña de 2012. Dicha información se usado como base para el cálculo de RICQI, según se muestra en la Tabla 338.

La valoración de las zonas analizadas según el índice RICQI es de Estado Aceptable para ambas. Por tanto, la valoración obtenida con RICQI es más negativa que la obtenida usando el CFR. Con los resultados

obtenidos en la presente campaña, y a falta de completar el resto de zonas que se muestrean en la masa de agua costera Matxitxako-Getaria, la valoración provisional de la masa de agua sería de Estado Aceptable (EQR=0,53).

	M-LD1	M-LD2
Algas morfológicamente complejas		
Cobertura (%)	3,60	5,45
Riqueza	24	38
Fauna		
Riqueza	9	10
Cobertura respecto a cobertura total (%)	3,31	5,29
Cobertura de herbívoros (%)	3,20	4,80
Cobertura de suspensívoros (%)	1,75	1,30
PUNTUACION		
ESS	0,30	0,40
PC	-0,05	-0,05
MCA	0,05	0,05
Ra	0,06	0,08
Rf	0,01	0,02
Pf	0,03	0,05
Ch	0,00	0,00
Cs	0,05	0,05
RICQI	0,45	0,60
CLASIFICACION	Aceptable	Aceptable

Tabla 338 Indicadores incluidos en el cálculo del RICQI para la definición del estado de las comunidades bentónicas de sustrato duro, junto con la puntuación correspondiente a cada una de las métricas y valor de EQR (=RICQI) y clasificación correspondiente para cada una de las dos zonas analizadas en 2012 en la Masa de Agua Costera Matxitxako-Getaria.

	M-LD1									
CUADRADOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ALGAE										
Ulva compressa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5
Ulva rigida	0,5	0,5	0,5	0,5	-	0,5	0,5	0,5	-	0,5
Cladophora albida	0,5	-	-	0,5	0,5	-	-	-	-	-
Cladophora lehmanniana	0,5	3	0,5	0,5	0,5	3	3	0,5	3	0,5
Ralfsia verrucosa	-	-	0,5	-	0,5	-	-	0,5	0,5	0,5
Sphacelaria spp.	37,5	0,5	0,5	-	0,5	-	-	0,5	-	0,5
Stypocaulon scoparium	-	-	-	-	0,5	0,5	-	0,5	3	-
Falkenbergia rufolanosa	-	0,5	-	-	0,5	-	-	-	0,5	-
Gelidium pusillum	0,5	-	0,5	0,5	-	-	-	-	-	0,5
Caulacanthus ustulatus	-	-	3	0,5	-	-	-	-	-	15
Chondracanthus acicularis	-	0,5	-	-	-	-	-	-	0,5	-
Chondria coerulescens	0,5	0,5	-	-	-	0,5	0,5	-	0,5	-
Hildenbrandia rubra	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-
Corallina elongata	37,5	62,5	87,5	87,5	62,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5
Lithophyllum incrustans	87,5	62,5	87,5	62,5	87,5	62,5	87,5	62,5	62,5	62,5
Callithamnion corymbosum	-	0,5	-	-	-	0,5	0,5	-	-	-
Aglaothamnion gallicum	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-
Ceramium botryocarpum	-	-	-	3	0,5	-	15	-	3	-
Ceramium ciliatum	3	15	3	15	3	15	15	37,5	37,5	-
Monosporus pedicellatus	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-
Bonnemaisonia sp. (Trailliella intricata)	0,5	-	-	-	0,5	0,5	0,5	0,5	-	0,5
Dasya rigidula	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-
Pterosiphonia ardreana	0,5	0,5	0,5	-	0,5	-	0,5	0,5	0,5	-
Pterosiphonia pennata	0.5	0,5	0.5	0.5	-	0.5	0.5	0.5	-	0.5
MACROFAUNA										
Eulalia viridis	-	-	-	0,5	-	-	-	0,5	0,5	0,5
Acanthochitona crinita	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-
Patella ulyssiponensis	3	3	3	3	3	3	3	3	0,5	3
Patella intermedia	0,5	-	0,5	0,5	-	-	-	-	-	0,5
Melarhaphe neritoides	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5
Mytilus galloprovincialis	3	0,5	3	0,5	3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Chthamalus sp.	-	-	0,5	0,5	0,5	0,5	-	-	-	3
Hyale sp.	-	-	-	0,5	-	-	0,5	-	-	-
Clibanarius erythropus	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-

Tabla 339 Coberturas específicas en los diez cuadrados elegidos en el transecto M-LD1 para el cálculo del índice RICQI.

M-LD2										
CUADRADOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ALGAE										
Chorda filum	-	-	-	0,5	0,5	-	-	-	-	-
Ulva rigida	3	0,5	0,5	0,5	3	0,5	-	0,5	-	0,5
Cladophora sp.	0,5	-	0,5	-	0,5	-	-	-	-	-
Codium adhaerens	0,5	-	-	-	-	3	15	-	-	-
Bryopsis plumosa	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-
Ralfsia verrucosa	-	-	0,5	-	-	-	-	0,5	3	0,5
Sphacelaria sp.	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-
Stypocaulon scoparium	3	-	-	3	-	3	-	-	-	-
Colpomenia peregrina	0,5	-	-	-	-	-	0,5	-	-	--
Asparagopsis armata	-	-	-	0,5	-	0,5	-	-	-	-
Bonnemaissonia hamifera	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-
Falkenbergia rufolanosa	3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	3	-	-	-
Gelidium pusillum	-	0,5	0,5	-	0,5	-	-	-	-	0,5
Gelidium spinosum	3	3	-	0,5	-	-	15	-	0,5	-
Pterocladiella capillacea	3	3	-	-	-	-	0,5	-	-	-
Ahnfeltia plicata	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Caulacanthus ustulatus	-	-	0,5	0,5	0,5	-	-	3	0,5	3
Chondracanthus acicularis	0,5	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-
Chondria coerulescens	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-
Corallina elongata	62,5	62,5	37,5	62,5	62,5	62,5	37,5	15	15	15
Corallina officinalis	-	0,5	-	-	-	-	3	-	-	-
Lithophyllum incrustans	87,5	87,5	62,5	87,5	62,5	87,5	37,5	37,5	37,5	15
Mesophyllum lichenoides	0,5	3	-	-	-	-	0,5	-	-	-
Champia parvula	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	0,5
Lomentaria articulata	-	-	0,5	0,5	-	-	0,5	-	-	-
Callithamnion tetragonum	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gayliella flaccida	0,5	-	0,5	-	-	-	-	-	0,5	-
Ceramium botryocarpum	-	-	-	-	0,5	-	-	-	0,5	-
Ceramium ciliatum	3	3	3	3	3	3	0,5	0,5	0,5	0,5
Ceramium echionotum	3	0,5	-	0,5	-	-	0,5	0,5	-	-
Ceramium secundatum	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-
Centroceras clavulatum	-	-	-	0,5	-	-	-	0,5	-	-
Bonnemaisonia sp. (Trailliella intricata)	0,5	-	-	0,5	0,5	-	0,5	-	-	-
Cryptopleura ramosa	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-
Nitophyllum punctatum	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-
Hildenbrandia rubra	-	0,5	-	0,5	-	-	-	0,5	-	0,5
Polysiphonia sp.	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-
Pterosiphonia complanata	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-
Ophidocladus simpliciusculus	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-
MACROFAUNA										
Anemonia sulcata	-	-	-	3	-	-	0,5	-	-	-
Urticina felina	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-
Eulalia viridis	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-
Patella intermedia	-	-	0,5	-	0,5	-	0,5	3	3	3
Patella ulyssiponensis	0,5	3	3	3	3	0,5	-	3	3	0,5
Melarhaphe neritoides	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,5	0,5
Gibbula umbilicalis	-	-	-	-	0,5	-	0,5	-	0,5	-
Mytilus galloprovincialis	-	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-
Chthamalus sp.	-	-	3	-	0,5	-	-	3	3	3
Paracentrotus lividus	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 340 Coberturas específicas en los diez cuadrados elegidos en el transecto M-LD2 para el cálculo del índice RICQI.

TRANSECTO M-LD1

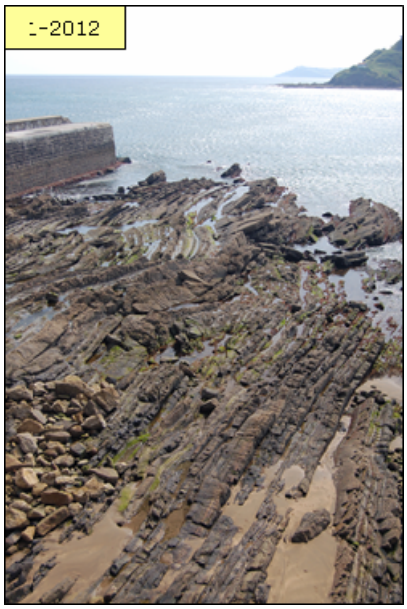
Está situado en Deba, en la margen izquierda de la playa de Ondarbeltz, en las coordenadas 55227-47948. El muestreo tuvo lugar el 6 de Mayo de 2012.

El transecto discurre longitudinalmente a lo largo de una serie de lajas del *flysh* costero, con una orientación de 75º N.

Aunque, en un principio, se trata de una zona batida y con elevado grado de exposición al oleaje, la presencia del espigón que cierra la ensenada de Deba por el Oeste, otorga a esta zona una considerable protección, especialmente en el tramo más cercano a tierra (Foto 1-2012).

La longitud del transecto es de 91,33 m, situándose la máxima cota a 4,05 m respecto al nivel 0 de marea.

En función de las coberturas biológicas presentes, se establecen seis zonas distintas. En la Tabla 341 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 428 y de la Figura 429.



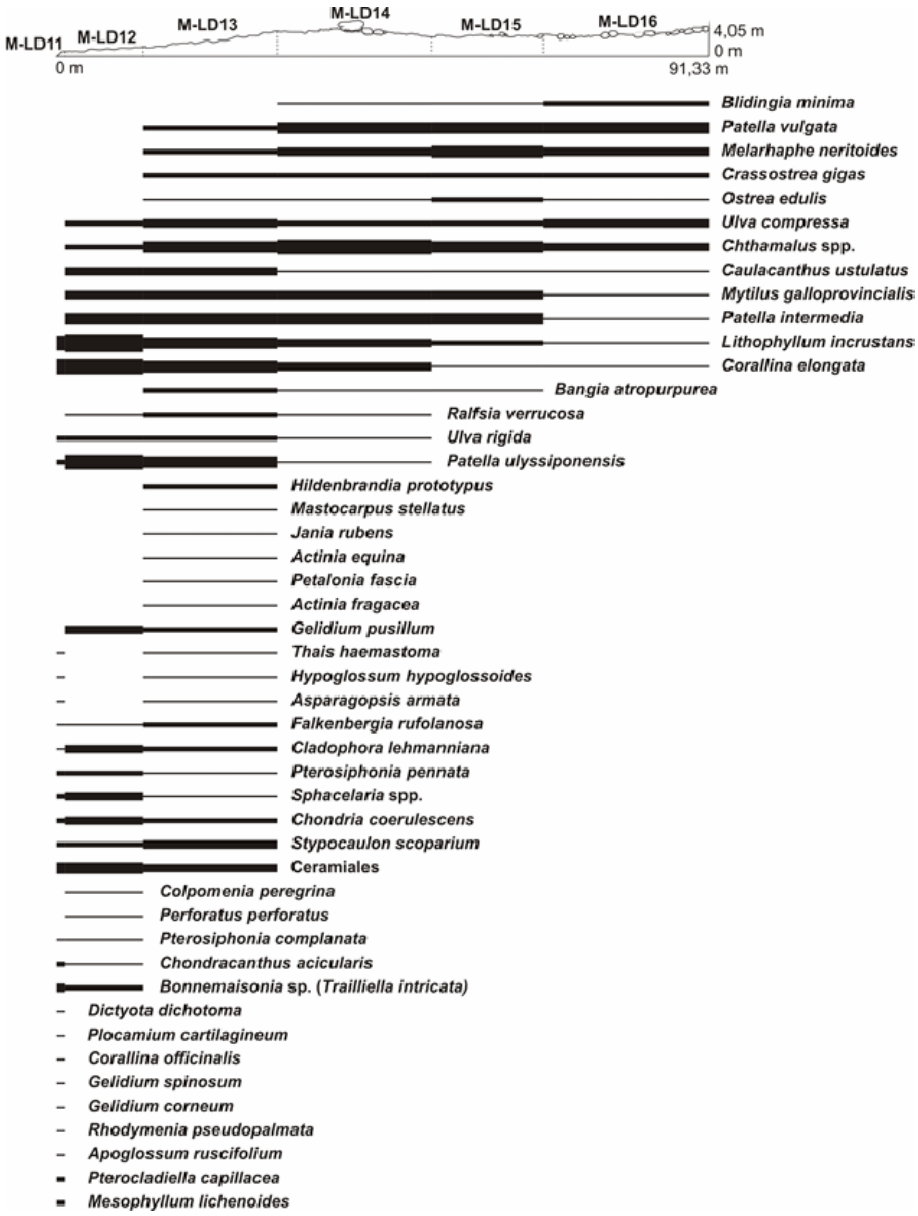


Figura 428 Distribución horizontal de la cobertura de las diferentes especies del subtransecto M-LD1.



Figura 429 Distribución vertical de la cobertura de las diferentes especies del transecto M-LD1.

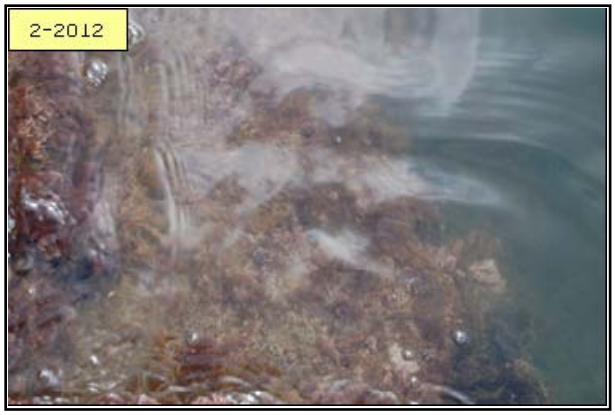
	M-LD1					
ZONAS	M-LD11	M-LD12	M-LD13	M-LD14	M-LD15	M-LD16
Longitud (m)	0-1,20	1,20-12,53	12,53-31,02	31,02-52,80	52,80-68,58	68,58-91,33
Altura (m)	0-0,67	0,67-1,38	1,38-3,31	2,49-4,50	2,49-2,91	2,91-4,05
Blidingia minima	---	---	---	1	1	2
Patella vulgata	---	---	2	4	4	4
Melarhaphe neritoides	---	---	2	3	4	3
Crassostrea gigas	---	---	2	2	2	2
Ostrea edulis	---	---	1	1	2	1
Ulva compressa	---	2	3	2	2	3
Chthamalus sp.	---	2	4	5	4	3
Caulacanthus ustulatus	---	3	3	1	1	1
Mytilus galloprovincialis	---	3	3	3	3	1
Patella intermedia	---	4	4	4	4	1
Lithophyllum incrustans	5	6	4	3	2	1
Corallina elongata	5	5	4	3	1	1
Bangia atropurpurea	---	---	2	1	1	---
Ralfsia verrucosa	---	1	2	1	---	---
Ulva rigida	2	2	2	1	---	---
Patella ulyssiponensis	2	5	4	1	---	---
Hildenbrandia rubra	---	---	2	---	---	---
Mastocarpus stellatus	---	---	1	---	---	---
Jania rubens	---	---	1	---	---	---
Actinia equina	---	---	1	---	---	---
Petalonia fascia	---	---	1	---	---	---
Actinia fragacea	---	---	1	---	---	---
Gelidium pusillum	---	3	2	---	---	---
Thais haemastoma	1	---	1	---	---	---
Hypoglossum hypoglossoides	1	---	1	---	---	---
Asparagopsis armata	1	---	1	---	---	---
Falkenbergia rufolanosa	1	1	2	---	---	---
Cladophora lehmanniana	1	3	2	---	---	---
Pterosiphonia pennata	2	2	1	---	---	---
Sphacelaria sp.	2	3	1	---	---	---
Chondria coerulescens	2	3	2	---	---	---
Stypocaulon scoparium	2	2	3	---	---	---
Ceramiales	4	4	3	---	---	---
Colpomenia peregrina	---	1	---	---	---	---
Perforatus perforatus	---	1	---	---	---	---
Pterosiphonia complanata	1	1	---	---	---	---
Chondracanthus acicularis	2	1	---	---	---	---
Bonnemaisonia sp. (Trailliella intricata)	3	2	---	---	---	---
Dictyota dichotoma	1	---	---	---	---	---
Plocamium cartilagineum	1	---	---	---	---	---
Corallina officinalis	1	---	---	---	---	---
Gelidium spinosum	1	---	---	---	---	---
Gelidium corneum	1	---	---	---	---	---
Rhodymenia pseudopalmata	1	---	---	---	---	---
Apoglossum ruscifolium	1	---	---	---	---	---
Pterocladiella capillacea	2	---	---	---	---	---
Mesophyllum lichenoides	2	---	---	---	---	---

Tabla 341 Índices de cobertura de las especies más representativas del subtransecto M-LD1, muestreado el 6 de mayo de 2012 (para metodología, ver Tomo 1).

Franja infralitoral (M-LD11)

El número de *taxa* de macroalgas en esta primera zona es relativamente alto, mostrando valores de cobertura similares a los observados en 2003, 2006 y 2009. A simple vista se identifican al menos 24 *taxa*, número que se incrementa hasta 28 a partir de las submuestras identificadas en el laboratorio. La asociación definida por *Corallina. elongata* (50-60% de recubrimiento) y *Lithophyllum incrustans* (40-50%) vuelve a caracterizar este nivel mareal. Le siguen un grupo de algas formado por *Trailliella intricata* (tetrasporofito del alga *Bonnemaisonia* sp.) y diversas Ceramiales (*Ceramium ciliatum*, *Ceramium botryocarpum*, *Pterothamnion crispum* y *Compsothamnion thuyoides*). (Foto 2-2012).

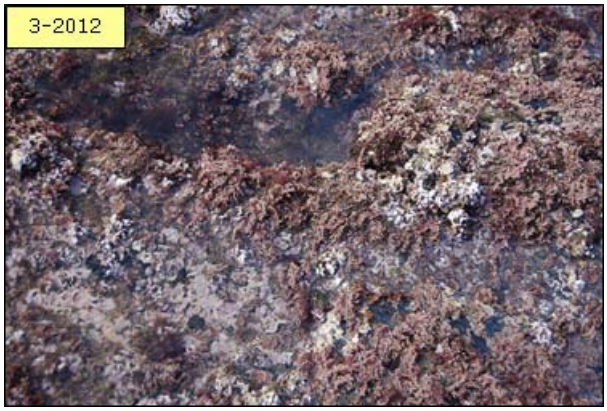
Al igual que en 2009, la macrofauna es menos abundante que en 2006. Como hace tres años, únicamente se identifican dos especies animales, en concreto, los gasterópodos *Thais haemastoma* (un ejemplar) y *Patella ulyssiponensis* (dos ejemplares). En la presente campaña de 2012, no se observan las colonias del briozoo *Electra pilosa* detectadas sobre *Gelidium* sp. en 2009.



Zona mediolitoral inferior (M-LD12)

Las comunidades biológicas siguen la misma tendencia que las observadas en las tres campañas anteriores. Aunque se asemejan en cierta medida a las de la franja anterior, se observan ciertas variaciones más o menos evidentes. Las algas con porte relativamente elevado (*Gelidium* sp., *Pterocladiella capillacea* o incluso *Plocamium cartilagineum*), desaparecen por completo, quedando (a excepción de algunas matas de *Stypocaulon scoparium* o *Asparagopsis armata*) especies cespitosas de pequeño tamaño. Además de estos cambios, se produce la inversión en las abundancias de *L. incrustans* y *C. elongata* (75-90% y 50-60%, respectivamente), y un aumento considerable en el número de ejemplares de la lapa *P. ulyssiponensis* (Foto 3-2012). En esta zona también abundan las especies epífitas sobre *C. elongata* (Foto 4-2012). En este sentido, se vuelven a identificar, a partir de submuestras llevadas al laboratorio, un considerable número de rodofíceas de pequeño tamaño de la familia Ceramiaceae. Además, sobre matas de *C. elongata* y *S. scoparium* se observan también *Caulacanthus ustulatus*, *T. intricata*, *Falkenbergia rufolanosa*, *Ulva rigida* y *Sphacelaria* sp. Junto a ellas, y sobre piedras, se distinguen matas y frondes de *Gelidium pusillum* (principalmente sobre lapas), *C. ustulatus*, *Cladophora lehmanniana*, *Chondria coerulescens*, *S. scoparium*, *Chondracanthus acicularis*, *Pterosiphonia pennata*, *Ulva compressa*, *Colpomenia peregrina*, *U. rigida*, *Pterosiphonia complanata* y alguna mancha de la incrustante *Ralfsia verrucosa*.

La macrofauna aparece mejor representada que en la zona anterior. La presencia de algunas crestas desprovistas de algas favorece el establecimiento de macrofauna. De los cinco *taxa* identificados, destacan las poblaciones de lapas. En 2012 se registran densidades de 50-75 ind·m-2 de *P. ulyssiponensis* (10-20 ind·m-2 en 2009) y 20-30 ind·m-2 de *Patella. intermedia* (<10 ind·m-2 en 2009). Además de estas dos lapas, se distinguen pequeñas piñas del mejillón *Mytilus galloprovincialis* e individuos dispersos de los cirrípedos *Chthamalus* sp. y *Perforatus perforatus*. A la vista de las muestras cualitativas, es posible que los valores de *M. galloprovinciales* estén infravalorados ya que se recogió una gran cantidad de ejemplares juveniles de muy pequeño tamaño en las submuestras llevadas a laboratorio, difíciles de ver *in situ* entre las algas.



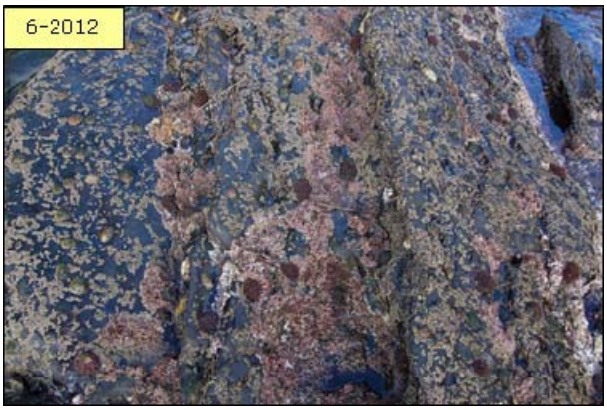


Zona mediolitoral media (M-LD13; M-LD14; M-LD15)

La zona M-LD13 presenta una longitud que supera los 18 m y se sitúa a una altura de 1,38-3,31 m sobre el nivel del mar. Se caracteriza por la alternancia de una serie de crestas y pasillos modelados por la acción erosiva del mar. Las comunidades en cada uno de estos biotopos son totalmente diferentes y, tal y como se hizo en las tres campañas anteriores, en la Tabla 341 se reflejan los valores ponderados medios a partir de ambas comunidades, en función de la extensión relativa que ocupan en esta zona (Foto 5-2012).



En las crestas, que ocupan un 60% de la superficie de la zona, la comunidad presente es la de *Chthamalus* sp.–*Patella* sp. En esta comunidad, pobre en especies debido a la ausencia de grietas o recovecos, y charcos que ofrezcan protección frente a desecación e insolación, las únicas especies animales identificadas son *Chthamalus montagui* (10.000 ind·m-2), *P. ulyssiponensis* (25-50 ind·m-2), *P. intermedia* (15-25 ind·m-2), *Patella vulgata* (1-5 ind·m-2), *M. galloprovincialis*, *Crassostrea gigas*, *Ostrea edulis* y *Melarhaphe neritoides*. Además, se observan matas de las algas *R. verrucosa*, *Hildenbrandia rubra*, *L. incrustans*, *C. elongata*, *Bangia atropurpurea* y *U. compressa* (estas dos últimas sobre conchas de lapas) (Foto 6-2012).



En los pasillos entre lajas, con una extensión del 30-35% de la superficie total de la zona, aproximadamente, se observan (con alguna excepción) las mismas comunidades que en la zona M-LD12. Los principales recubrimientos y abundancias relativas corresponden a *L. incrustans* (70-90%), *C. elongata* (60-80%), *C. ustulatus* y Ceramiales (5-10%), y *P. ulyssiponensis* (20-30 ind·m^{-2}).

En las cubetas (alrededor del 5-10% de la superficie de la zona) se identifican ejemplares de *Actinia fragacea*, *Actinia equina*, *T. haemastoma*, *P. intermedia* y *M. galloprovincialis*, y coberturas de las algas *L. incrustans* (50%) y *C. elongata* (35%), entre otras (Foto 7-2012).



Los primeros metros de la zona M-LD14 también ocupan el nivel mediolitoral medio. Las comunidades de las crestas son similares a las de M-LD13. En las cubetas, menos abundantes, las coberturas de *L .incrustans* y *C. elongata* son altas, aunque el número de *taxa* es menor a los de dicha zona (Foto 8-2012).



La zona M-LD15 se halla en la parte posterior media del transecto, junto al muro de la carretera general. Por su posición respecto al mar, la principal diferencia respecto a las zonas M-LD13 y M-LD14 es la gradual disminución de la superficie ocupada por macroalgas. Al igual que en las visitas anteriores, las comunidades se van empobreciendo hacia el muro. La facies que define la zona sigue siendo la de *Chthamalus* sp.–*Patella* sp. A nivel numérico los *taxa* más abundantes son *Chthamalus* sp. (5.000-10.000 ind·m-2), *P. vulgata* (40-50 ind·m-2), *M. neritoides* (40-50 ind·m-2), *P. intermedia* (20-30 ind·m-2), *M. galloprovincialis*, *C. gigas* y *O. edulis* (Foto 9-2012).



En las pozas a se encuentran, salvo la lapa *P. ulyssiponensis*, las mismas especies que en 2009. En los fondos se distinguen *C. elongata*, *L. incrustans* y *U. rigida*; en bordes y grietas, *C. ustulatus*; y sobre la concha de algunas lapas se fijan pequeños frondes de las algas *Blidingia minima*, *U. compressa* y *B. atropurpurea*.

Zona mediolitoral superior (M-LD14; M-LD16)

Este nivel se encuentra en el tramo central de la zona L-MD14 y en los primeros metros de la zona M-LD16. El aspecto de las comunidades biológicas no experimenta diferencias significativas respecto a las observaciones realizadas en 2003, 2006 y 2009.

En el primer caso se trata de una zona batida muy expuesta. El *taxon* dominante es *Chthamalus* sp., que, como en las tres campañas previas, alcanza densidades de 10.000-30.000 ind·m-2. A continuación, y por orden de importancia, se observan poblaciones de *P. intermedia* (25-50 ind·m-2), *P. vulgata* (10-20 ind·m-2), *M. neritoides*, *M. galloprovincialis* y *C. gigas* (Foto 10-2012). Como en 2009, las únicas algas que presentan cierta importancia son la feofícea incrustante *R. verrucosa* y la clorofícea *B. minima*, que crece sobre conchas de *P. intermedia*.



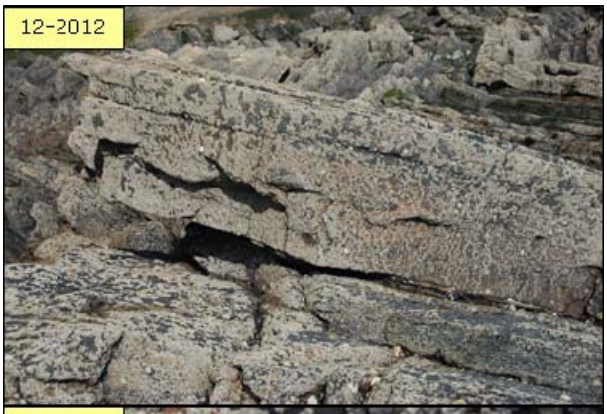
En el segundo caso también los moluscos constituyen el grupo dominante. En 2012 también las poblaciones de *Chthamalus* sp. (2.500-5.000 ind·m-2) y de las lapas *P. vulgata* (25-50 ind·m-2) y *P. intermedia* (3-10 ind·m-2) caracterizan este primer tramo de M-LD16, si bien las poblaciones de *Chthamalus* sp. son mucho menores que en el caso anterior (Foto 11-2012). Son menos abundantes son el mejillón *M. galloprovincialis*, y las ostras *C. gigas* y *O. edulis*. Sobre las piedras, cantos redondeados y conchas de lapas, se observan coberturas variables del alga *B. minima* y, en alguna poza o recoveco, *L. incrustans*, *C. elongata* y *C. ustulatus*.

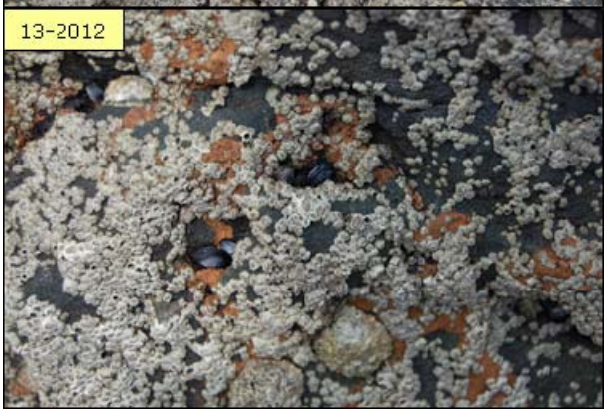


Franja supralitoral (M-LD14; M-LD16)

Lo anteriormente dicho para el mediolitoral superior podría aplicarse también a este nivel mareal.

La presencia de un bloque rocoso de gran tamaño en la zona M-LD14 permite posicionar la franja supralitoral en la parte central del transecto (Foto 12-2012). La biota se ve claramente condicionada por el fuerte hidrodinamismo. La comunidad reinante sigue siendo, al igual que en 2003, 2006 y 2009, la de *Chthamalus* sp. con densidades similares a las que aparecen en las crestas de las lajas de la zona mediolitoral superior. En pequeños recovecos y fisuras se obserban pequeñas piñas y ejemplares aislados del mejillón *M. galloproviincialis*. De manera más regular, se distribuyen las lapas *P. vulgata* y *P. intermedia*, alguna ostra y pequeños bígaros (*M. neritoides*) en el interior de caparazones vacíos de *Chthamalus* sp. (Foto 13-2012).

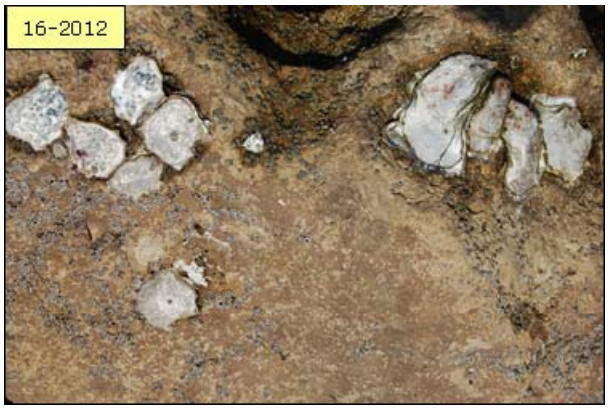




En la zona M-LD16 la franja supralitoral ocupa el último tramo. El terreno consiste en una serie de lajas y bloques sueltos de diversos tamaños diseminados por la zona (Foto 14-2012). Las especies animales más características corresponden a las poblaciones dispersas de *Chthamalus* sp. y a los ejemplares de la lapa *P. vulgata*. Como en 2003, 2006 y 2009, las poblaciones de esta lapa muestran una distribución muy variable. Aunque sus abundancias medias se estiman en 25-50 ind·m-2, localmente, en las caras laterales de los bloques, se pueden observar agrupaciones muy compactas (Foto 15-2012). Las ostras *C. gigas* y *O. edulis* se comportan de manera análoga, pero con menores densidades (Foto 16-2012).







TRANSECTO M-LD2

El segundo transecto de la cuenca del Deba está situado en la margen derecha de la ensenada de Deba, en la punta Aitzandi, en las coordenadas 55321-47947 (Figura 427). El muestreo tuvo lugar el 5 de abril de 2012.

El relieve costero donde se localiza el transecto consiste en una extensa plataforma de abrasión mareal sobre la que descansan gran cantidad de bloques rocosos de mediano y gran tamaño desprendidos del acantilado. Su orientación es de 300º N (Foto 17-2012).

La longitud total del transecto es de 64,63 m, con una altura máxima con respecto al nivel 0 de marea de 7,77 m. En función de los diversos recubrimientos, se mantienen las mismas trece zonas que se establecieron en campañas anteriores.



En la Tabla 342 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 430 y de la 0.

	M-LD2												
ZONAS	M-LD21	M-LD22	M-LD23	M-LD24	M-LD25	M-LD26	M-LD27	M-LD28	M-LD29	M-LD210	M-LD211	M-LD212	M-LD213
Longitud (m)	0-2,03	2,03-10,40	10,40-23,95	23,95-29,30	29,30-37,96	37,96-39.,0	39,50-45,91	45,91-46,12	46,12-50,80	50,80-60,09	60,09-62,26	62,26-64,49	64,49-64,63
Altura (m)	0-0,69	0,69-1,76	1,25-4,14	1,25-1,30	1,30-2,82	2,04-2,17	2,17-2,92	2,92-3,57	3,57-4,05	4,05-4,66	4,66-6,83	6,83-7,38	7,38-7,77
Verrucaria maura	---	---	---	---	---	---	1	---	---	---	1	---	4
Melarhaphe neritoides	---	2	4	---	4	---	2	2	3	2	2	2	1
Chthamalus sp.	2	4	6	1	4	2	3	3	4	2	2	1	1
Porphyra linearis	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1	---
Monodonta lineata	---	---	---	---	---	4	---	---	---	4	3	1	---
Blidingia minima	---	---	---	---	2	---	2	---	---	---	2	3	---
Lithothamnion sp.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	2	---	---
Patella rustica	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1	---	---
Patella vulgata	---	1	2	---	2	---	2	3	2	3	4	---	---
Mytilus galloprovincialis	---	3	3	---	3	---	---	---	1	2	2	---	---
Hildenbrandia rubra	1	---	---	---	---	1	---	---	---	---	1	---	---
Patella intermedia	1	4	5	2	5	4	4	4	4	4	2	---	---
Lithophyllum incrustans	5	5	3	6	3	7	---	3	3	5	1	---	---
Gibbula umbilicalis	---	2	1	2	2	---	---	4	2	4	---	---	---
Caulacanthus ustulatus	---	3	2	---	2	3	---	---	---	2	---	---	---
Corallina officinalis	1	---	---	5	---	6	---	---	---	5	---	---	---
Anemonia sulcata	2	1	---	5	---	4	---	---	---	4	---	---	---
Paracentrotus lividus	3	---	---	6	---	---	---	---	---	6	---	---	---
Ulva rigida	2	2	1	3	2	3	---	---	---	3	---	---	---
Ceramiales	3	4	1	3	2	3	---	---	---	2	---	---	---
Lichina pygmaea	---	---	---	---	---	---	---	---	3	---	---	---	---
Cereus pedunculatus	---	---	---	2	---	---	---	---	3	---	---	---	---
Ralfsia verrucosa	---	2	3	---	---	---	2	---	---	---	---	---	---
Ulva compressa	---	2	1	---	---	---	1	---	---	---	---	---	---
Ulva clathrata	---	---	---	2	2	2	---	---	---	---	---	---	---
Champia parvula	1	1	---	1	---	1	---	---	---	---	---	---	---
Colpomenia peregrina	1	1	1	2	2	1	---	---	---	---	---	---	---
Pterocladiella capillacea	2	1	---	2	---	1	---	---	---	---	---	---	---
Patella ulyssiponensis	3	4	2	2	2	1	---	---	---	---	---	---	---
Corallina elongata	5	4	3	3	3	4	---	---	---	---	---	---	---
Gelidium pulchellum	---	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Ahnfeltia plicata	---	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Halopithys incurva	---	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Apoglossum ruscifolium	---	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Colpomenia sinuosa	---	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Lomentaria articulata	---	1	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	
Marthasterias glacialis	---	1	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Perforatus perforatus	---	1	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Dictyota dichotoma	1	---	---	2	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Chondracanthus acicularis	1	1	1	2	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Cystoseira tamariscifolia	1	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Bryopsis plumosa	1	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Chondria coerulescens	1	1	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Bonnemaisonia sp.	1	1	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Plocamium cartilagineum	1	1	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---

	M-LD2												
ZONAS	M-LD21	M-LD22	M-LD23	M-LD24	M-LD25	M-LD26	M-LD27	M-LD28	M-LD29	M-LD210	M-LD211	M-LD212	M-LD213
Codium adhaerens	1	1	1	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Mesophyllum lichenoides	2	---	---	2	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Jania rubens	2	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Asparagopsis armata	2	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Bonnemaisonia hamifera	2	2	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Stypocaulon scoparium	3	2	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Gelidium spinosum	3	---	---	2	---	---	---	---	---	---	---	---	
Falkenbergia rufolanosa	3	3	---	3	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Sphacelaria sp.	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Gelidium pusillum	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Hildenbrandia rubra	---	1											
Centroceras clavulatum	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Thais haemastoma	1	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Cladophora prolifera	1	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Pterosiphonia complanata	2	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Nitophyllum punctatum	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Gymnogongrus crenulatus	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Cladophopra sp.	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Rhodophyllis divaricata	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Gelidium corneum	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabla 342 Índices de cobertura de las especies más representativas del subtransecto M-LD2, muestreado el 5 de abril de 2012 (para metodología, ver Tomo 1).



Figura 430 Distribución horizontal de la cobertura de las diferentes especies del transecto M-LD2.

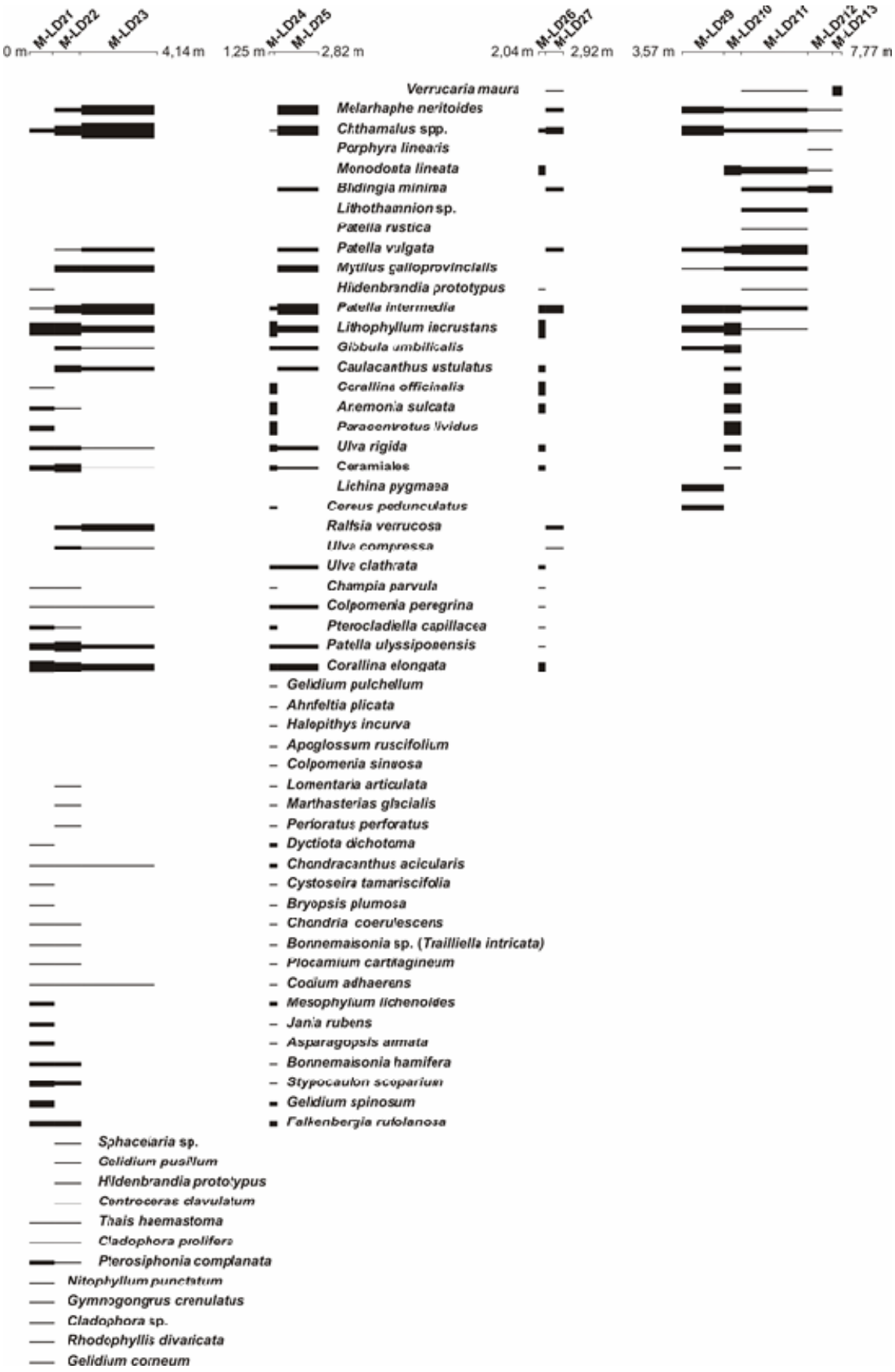


Figura 431 Distribución vertical de la cobertura de las diferentes especies del transecto M-LD2.

Franja infralitoral (M-LD21)

Esta zona presenta una gran diversidad biológica y unos niveles de cobertura destacados. La fisiografía del terreno consiste en una serie de bloques de mediano tamaño dispuestos en una zona con elevado grado de exposición (Foto 18-2012).



Las principales especies que definen la comunidad en la franja infralitoral continúan siendo las algas calcáreas *C. elongata* (30-40%) y *L. incrustans* (40-50%). Además de ellas, sobre los estratos y bloques depositados en esta primera zona, se identifica una gran variedad de algas.

En cuanto a la fauna, los principales representantes en esta zona son la lapa *P. ulyssiponensis* (5-10 ind·m-2), el erizo *Paracentrotus lividus*, el cirrípedo *Chthamalus* sp., el antozoo *Anemonia sulcata*, la lapa *P. intermedia* y algún caracol *T. haemastoma*.

Como diferencias más notables respecto a 2009 destacan una mayor presencia de las algas *F. rufolanosa*, *S. scoparium* y *Gelidium spinosum*, del *P. lividus*, de los cirrípedos *Chthamalus* sp. y de la anémona *A. sulcata*, a la vez que disminuyen las coberturas de la lapa *P. intermedia* y de las algas *Dictyota dichotoma*, *A. armata* y *P. cartilagineum*.

Zona mediolitoral inferior (M-LD22, M-LD24)

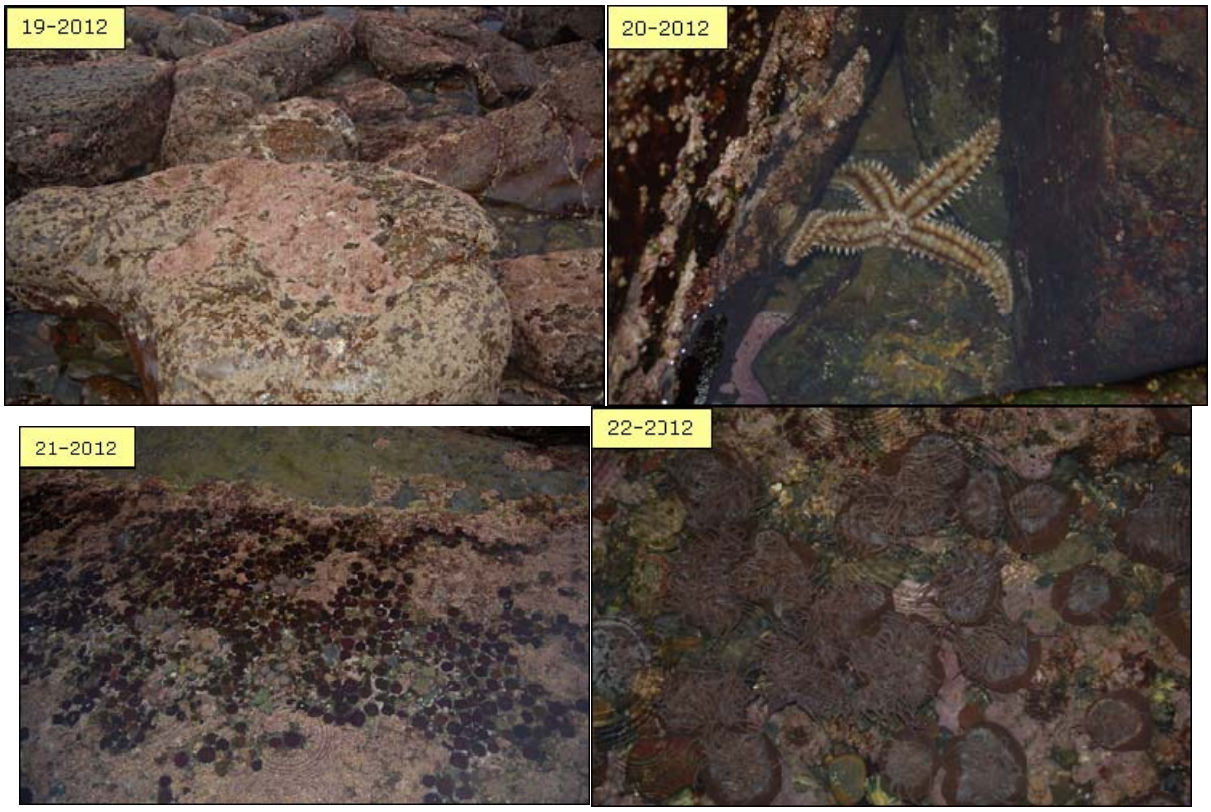
Como en campañas anteriores, la zona M-LD22 presenta coberturas algales menos desarrolladas que en la franja infralitoral, si bien la comunidad o facies que define esta zona continúa siendo más o menos la misma. Las especies dominantes son las algas *L. incrustans* y *C. elongata* (con recubrimientos de 30-50% y 20-30%), y las lapas *P. ulyssiponensis* (40-50 ind·m^{-2}) y *P.intermedia* (30-50 ind·m^{-2}). Las altas coberturas de *C. ustulatus* registradas en 2009 (alrededor del 20%) se reducen en 2012 a sólo (1-3%). Sin embargo, los datos registrados para las pequeñas Ceramiales epífitas de *C. elongata*, como *Ceramium tetragonum*, *C. botryocarpum*, *C. ciliatum*, *Ceramium echionotum*, *Ceramium secundatum*, *Gayliella flaccida* y *Centroceras clavulatum*, son similares a los de 2009 (en torno a un 5-10%).

Las principales modificaciones de esta zona respecto a M-LD21 se resumen en el incremento de las poblaciones del cirrípedo *Chthamalus* sp. en las caras laterales y superiores de los bloques rocosos, la aparición de pequeñas piñas del mejillón *M. galloprovincialis* ocupando grietas y recovecos entre las piedras, la presencia de algas más propias de niveles mareales superiores (como *R. verrucosa*), y la desaparición de especies típicamente infralitorales (*Gelidium corneum*, *Cystoseira tamariscifolia*, *Nitophyllum punctatum*, *Rhodophyllis divaricata*, *P. lividus*, etc.) (Foto 19-2012). La fauna, en cambio, es más diversa que en la zona anterior. Además de las poblaciones de *Chthamalus* sp., *P. ulyssiponensis*, *P. intermedia* y *M. galloprovincialis*, se registran ejemplares del cnidario *A. sulcata*, de los moluscos *Patella vulgata*, *M. neritoides*, *Gibbula umbilicalis* y *T. haemastoma*, el cirrípedo *P. perforatus* y la estrella de mar *Marthasterias glacialis* (Foto 20-2012).

La zona M-LD24 corresponde a una gran poza localizada en un nivel mareal inferior al de las zonas adyacentes. Como en 2003, 2006 y 2009, la protección de los bloques de la zona M-LD23 permite que se establezca una comunidad rica y variada (Foto 21-2012). En esta cubeta, la mayor parte del fondo se encuentra recubierto por el alga calcárea *L. incrustans* (70-90%). Por encima del tapiz de esta alga calcárea destaca el mismo grupo de especies que lo viene haciendo desde el inicio del estudio en 2003. Las coberturas conjuntas de *Corallina officinalis* y *C. elongata* suponen alrededor del 50-60% de la superficie de la poza. A nivel numérico destacan el erizo *P. lividus* (75-100 ind·m-2) y la anémona *A. sulcata* (20-30 ind·m-2). Las densidades de ambas especies superan las registradas en 2009 (50-75 ind·m-2 y 10-15 ind·m-2, respectivamente) (Foto 22-2012).

Además de las anteriores especies, en el fondo, bordes y márgenes de la poza se encuentran matas de un gran número de algas.

Entre las especies de macrofauna se identifican, además de los erizos y anemonas, las lapas *P. intermedia* y *P. ulyssiponensis*, los caracoles *T haemastoma* y *G. umbilicalis*, los cirrípedos *P. perforatus* y *Chthamalus* sp., el antozoo *Cereus pedunculatus* y la estrella *M. glacialis*.



Zona mediolitoral media (M-LD23; M-LD25; M-LD26; M-LD27)

Tanto los primeros metros de la zona M-LD23, como la zona M-LD25, podrían asimilarse a una misma biocenosis: comunidad de *Chthamalus* sp.–*Patella* sp. Los mayores periodos de emersión respecto a las zonas anteriores son la principal causa de que ambas zonas presenten un recubrimiento corológico inferior al de la zona anterior.

La zona M-LD23 presenta un aspecto similar al de las tres campañas anteriores. En la cara superior de los bloques rocosos destacan *Chthamalus* sp., *M. neritoides* y *Patella* sp. Entre los caparazones de *Chthamalus* crecen, regularmente, manchas del alga *R. verrucosa* (Foto 23-2012). En los bloques con irregularidades debidas a la erosión, también se encuentran las algas *L. incrustans*, *C. elongata* y, en menor medida, *C. ustulatus*. (Foto 24-2012). En la base y los laterales de los bloques, por regla general, las coberturas de las algas aumentan (Foto 25-2012), mientras que las de *Chthamalus* sp. y *R. verrucosa* disminuyen. Los cantos sueltos entre bloques albergan frondes de *U. compressa* y *U. rigida*. La cobertura de *C. ustulatus* en estos bloques se mantiene; no así las de *L. incrustans* y *C. elongata*, que disminuyen.

Como en 2006 y 2009, las especies animales más abundantes en M-LD23 son los cirrípedos *Chthamalus* sp. (10.000-50.000 ind·m-2) y las lapas *P. intermedia* (50-100 ind·m-2). Les siguen los moluscos *M. neritoides*, *M. galloprovincialis*, *P. ulyssiponensis*, *P. vulgata* y *G. umbilicalis*.

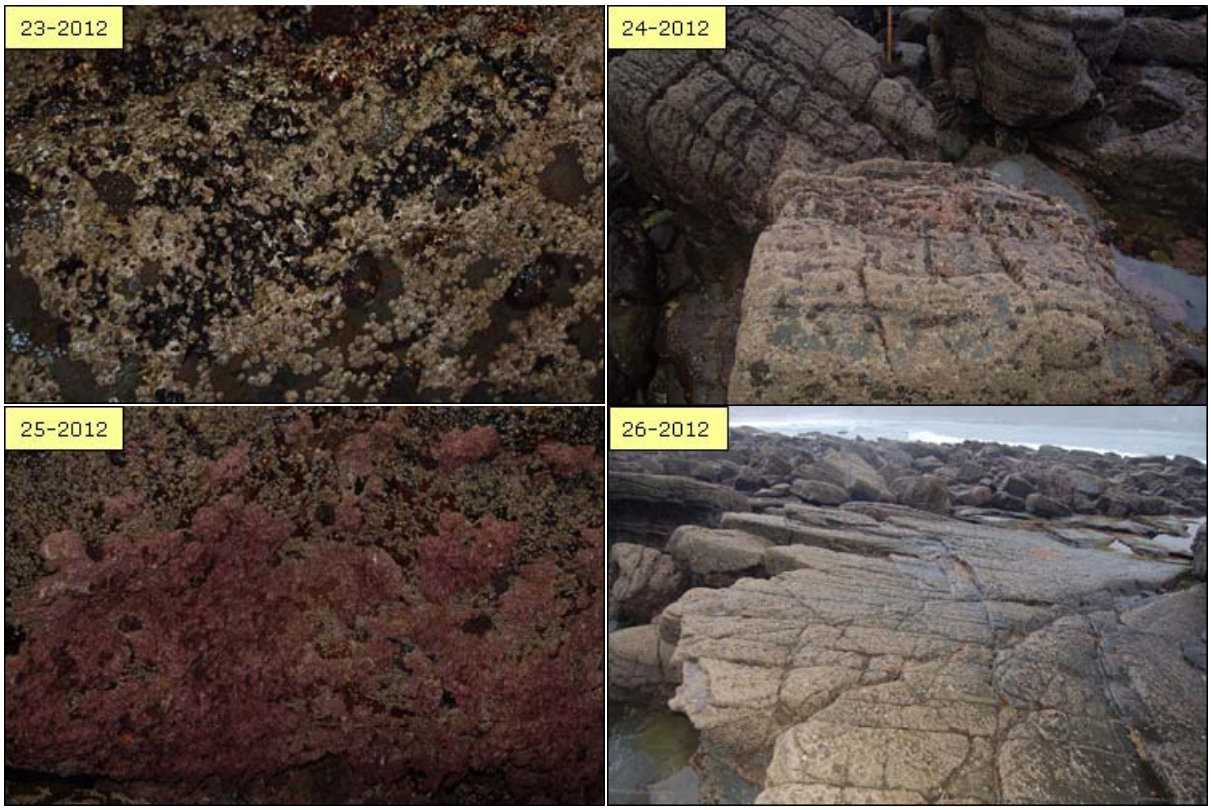
A partir de la poza (zona M-LD24), los cantos y bloques dan paso a estratos del *flysch* con pendiente suave. La zona M-LD25 se localiza en la cara superior de una gran laja de relieve uniforme (Foto 26-2012). Esta zona muestra una comunidad dominada por las mismas especies que se encuentran en las caras superiores de los bloques de la zona anterior. Las mayores diferencias se deben a la disminución de las poblaciones de *Chthamalus* sp. (1.000-10.000 ind·m-2), al mayor número de ejemplares de *P. intermedia* (75-100 ind·m-2), a la ausencia de *R. verrucosa* y a la mayor presencia de clorofíceas (*B. minima*, *U. rigida* y *Ulva clathrata*). En las grietas y pasillos se distribuyen las algas *L.incrustans*, *C. elongata*, Ceramiales y *C. ustulatus*, y las piñas de pequeños ejemplares del mejillón *M. galloprovincialis*.

Por su parte, la zona M-LD26 presenta unas características distintas, ya que se trata de una pequeña poza entre dos lajas. El aspecto general de las comunidades no experimenta grandes cambios respecto a 2003, 2006 y 2009. Las principales diferencias se deben a las variaciones en las proporciones relativas de las dos especies de *Corallina* (*C. elongata* y *C. officinalis*), a la reducción de las coberturas de *U. rigida*, a la ausencia de ejemplares del erizo *P. lividus* y al mayor número de ejemplares de la anémona *A. sulcata*. Las

especies que definen la comunidad siguen siendo las mismas. En función de sus abundancias quedarían ordenadas de la siguiente manera: *L. incrustans* (80-90%), *Corallina* sp. (70-90%), *C. ustulatus* (5%), *U. rigida* (2%), *C. ciliatum* (2%), *U. clathrata*, *C. peregrina*, *P. capillacea*, *H. rubra* y *Champia parvula* (Foto 27-2012).

Los representantes faunísticos más evidentes en esta poza son la anémona *A. sulcata*, las lapas *P. intermedia* y *P. ulyssiponensis*, y el tróquido *Monodonta lineata*. En la cresta de las lajas que bordean la poza se observan poblaciones del cirrípedo *Chthamalus* sp.

La zona M-LD27, que sigue a continuación de la cubeta anterior, se asemeja físicamente a la zona M-LD25. El terreno consiste en una sucesión de estratos de poca pendiente y bastante lisos en sus caras superiores (Foto 28-2012). Las comunidades biológicas son muy pobres, hecho ya observado en campañas anteriores. El número de especies de algas identificadas en 2012 (3 *taxa*), supera al registrado en 2006 pero es menor al de 2009 (2 *taxa* y 5 *taxa*, respectivamente). Las pobres coberturas relativas de las mismas se repiten, sin embargo, en las cuatro campañas realizadas hasta la fecha. Por orden de abundancia destacan *B. minima*, *R. verrucosa* y *U. compressa*. La comunidad presente, que coincide con la observada en 2003, 2006 y 2009, es la de *Chthamalus* sp.-*P. intermedia*. Ambas especies aparecen representadas por densidades inferiores a las de 2003, y similares a las de 2006 y 2009 (100-1.000 ind·m-2 y 2.500-5.000 ind·m-2, respectivamente). El resto de *taxa* identificados corresponden a los moluscos *Patella vulgata* (1-3 ind·m-2) y *M. neritoides*, y a *Verrucaria maura*, liquen ausente en 2003 y 2006, pero presente ya en 2009.





Zona mediolitoral superior (M-LD23; M-LD28)

Este nivel mareal, que se localiza en un tramo de la zona M-LD23, se caracteriza por la asociación de las mismas especies que en 2006 y 2009: *Chthamalus* sp. (10.000-50.000 ind·m-2), *P. intermedia* (10-20 ind·m-2) y *M. neritoides* (5.000-10.000 ind·m^{-2}). La presencia de otras especies es reducida y de escasa consideración.

La zona M-LD28, que corresponde a un pasillo entre lajas, continúa mostrando diferencias notables respecto a la campaña de 2003. Entonces no se encontró especie alguna; en 2006 se identificaron 5 *taxa* entre algas y fauna; en 2009 fueron 7 los *taxa* encontrados; y en 2012 se reducen a 6. La biota presente se asemeja a la encontrada en 2009. Los ejemplares de *Chthamalus* sp., *P. intermedia* y *P. vulgata* caracterizan las crestas y caras laterales de los estratos y también de las piedras (100-1.000 ind·m-2, 20-40 ind·m-2 y 5-10 ind·m-2, respectivamente). En las pequeñas oquedades y pozas se observan coberturas de *L. incrustans*, y ejemplares de *P. intermedia* y *G. umbilicalis* (Foto 29-2012).



Franja supralitoral (M-LD23; M-LD29; M-LD210)

El tramo de la zona M-LD23 correspondiente a este nivel mareal es similar al que tenía lugar en el mediolitoral superior y al encontrado en 2009. Como entonces, las especies que definen la comunidad son los cirrípedos *Chthamalus* sp., el bígaro *M. neritoides* y, en menor proporción, las lapas *P. intermedia* y *P. vulgata*.

La zona M-LD29 corresponde a un área de estratos plegados (Foto 30-2012). Las comunidades biológicas se asemejan mucho a las registradas en 2006 y algo menos a las de 2009. La presencia de fisuras y grietas permite la existencia de agujeros y pozas, en los que el alga *L. incrustans*, las lapas *P. intermedia* y *P. vulgata*, el caracol *G. umbilicalis*, y el mejillón *M. galloprovincialis* encuentran un hábitat apropiado. Las paredes y caras de los bloques están colonizados por las mismas especies que en 2003 y 2006: el liquen *Lichina pygmaea*, los cirrípedos *C. montagui* y *Chthamalus. stellatus* (5.000-10.000 ind·m-2, entre ambos) y los moluscos *M. neritoides*, *P. intermedia* y *P. vulgata*. La excepción viene dada por la presencia, en una de las pozas, de varios ejemplares del antozoo *C. pedunculatus* (Foto 31-2012).

La zona M-LD210 corresponde a una explanada ocupada en gran parte por una charca mareal que se mantiene cubierta de agua durante el correspondiente ciclo mareal. Debido a ello, las comunidades faunísticas y vegetales son totalmente distintas a las adyacentes del mismo nivel mareal. En el interior de esta cubeta, las algas que presentan las mayores abundancias son *L. incrustans* (40-50%) y *C. officinalis* (30-40%). Sobre las ramas de *C. officinalis* aparecen diversas matas de *U. rigida*, *C. ustulatus* y algunas especies de Ceramiales (*C. clavulatum*, *C. secundatum*, *Ceramium tenerrimum*, etc.).

En cuanto a la fauna, se identifican varios ejemplares de la anémona *A. sulcata*, de los moluscos *P. intermedia*, *G. umbilicalis*, *M. lineata* y *M. galloprovincialis*, y, sobre todo, del erizo *P. lividus* (50-75 ind·m^{-2}) (Foto 32-2012).

En la superficie que rodea a la cubeta se encuentran las mismas algas que en 2006 y 2009, es decir: *C. ustulatus*, *U. rigida* y *L. incrustans*. Se identifican también cirrípedos del género *Chthamalus*, las lapas *P. intermedia* y *P. vulgata*, y los caracoles *G. umbilicalis* y *M. neritoides*. Los valores ponderados para la totalidad de esta zona se reflejan en la Tabla 342.



Zona supralitoral (M-LD211; M-LD212; M-LD213)

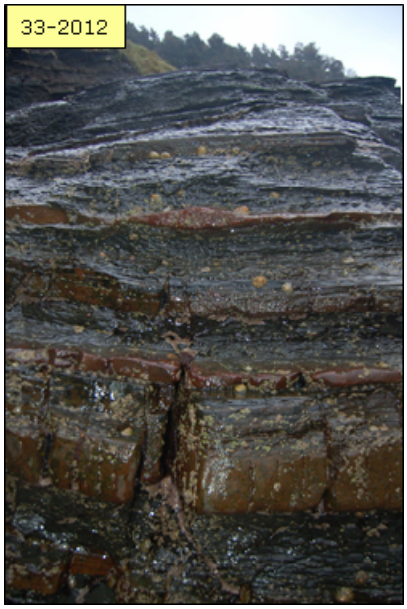
En la primera de estas zonas (M-LD211), situada a 4,66-6,83 m sobre el nivel 0 de marea, no se observan diferencias notables respecto a la situación encontrada en 2003, 2006 y 2009. El terreno consiste en una serie de estratos horizontales quebradizos (Foto 33-2012). El número de *taxa* se mantiene constante a lo largo de los últimos nueve años (11 *taxa* en 2006, 13 en 2009 y 12 en 2012). A pesar de no ser numéricamente la especie más abundante, la lapa *P. vulgata* (20-30 ind·m-2) constituye el *taxon* más representativo de la zona. Le siguen *Chthamalus* sp., *M. neritoides*, *P. intermedia*, *M. galloprovincialis* y *P. rustica* (ésta última sólo en las zonas más elevadas). En las zonas umbrías se vuelven a identificar pequeñas manchas de las algas. *Lithothamnion* sp. y de *H. rubra*, y, en pequeños recovecos, *L. incrustans*, *M. lineata* y *M. galloprovincialis*. En la parte superior comienza a divisarse alguna mancha del liquen *V. maura*.

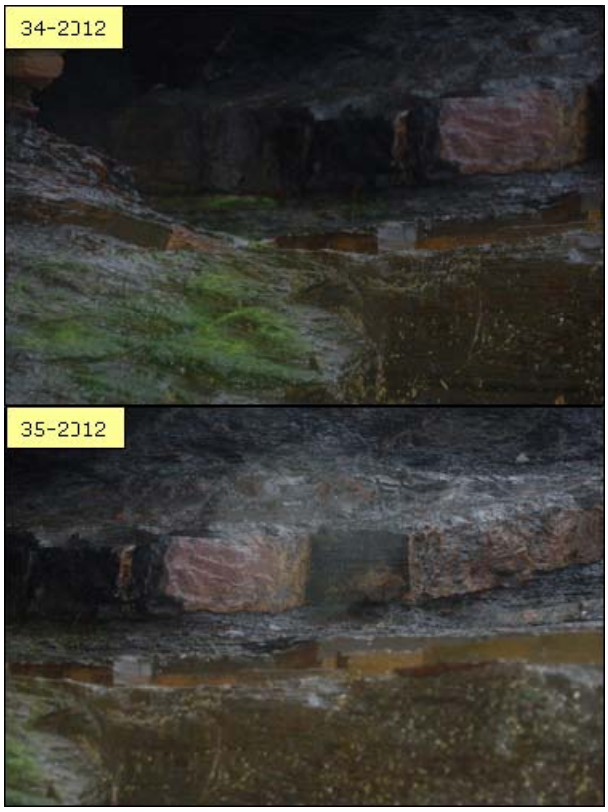
En la zona M-LD212 se encuentra el mismo grado de desarrollo de las poblaciones que en 2009 (mayor que en 2003 y 2006), si bien tampoco se alcanzan niveles muy importantes, debido a la posición tan elevada que ocupa. Las únicas algas identificadas son *B. minima* (ausente en 2009) y *Porphyra linearis* (Foto 34-2012).

Por su parte, la fauna está compuesta por escasos ejemplares de los moluscos *M. neritoides* y *M. lineata*, y del cirrípedo *Chthamalus* sp.

La zona más elevada del transecto corresponde a M-LD213. La situación es prácticamente idéntica a la de las campañas 2006 y 2009. Comienza a vislumbrarse la aparición del cinturón del liquen *V. maura* dispuesto en forma de manchas de tamaño variable (Foto 35-2012).

Como únicos *taxa* acompañantes habría que citar a *M. neritoides* y *Chthamalus* sp., aunque con menos ejemplares que en M-LD212.





17.4 INDICADORES FISICOQUÍMICOS

17.4.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA EN AGUAS

CONSIDERACIONES GENERALES

La zona costera desde Matxitxako hasta Getaria está 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 Artibai), L-D10 (en frente del estuario Deba) y L-RF20 y L-U10 (en frente del estuario Urola). En la Tabla 343 se recogen los datos medios anuales para las diferentes variables básicas analizadas en la zona costera Matxitxako-Getaria durante el año 2012. 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 2012 se observa un aporte escaso de agua dulce presentando un valor medio anual de superficie considerando todas las estaciones de 0,9% de agua fluvial. Para el nivel de fondo se puede decir que el agua presente es completamente marina.

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 2012 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 2012 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	16,73	16,06	16,82	16,06	16,70	15,53	16,92	15,90
Salinidad	USP	35,42	35,60	35,41	35,63	35,39	35,58	35,36	35,58
Agua fluvial	%	0,52	0,00	0,54	0,00	0,59	0,05	0,68	0,06
Saturación O_2	%	97,57	94,30	100,11	94,70	99,95	95,45	99,11	95,94
pH		8,23	8,21	8,23	8,20	8,23	8,21	8,23	8,21
Clorofila	$\mu g.dm^{-3}$	0,39		0,33		0,33		0,44	
Silicato	$\mu mol.dm^{-3}$	1,80		1,37		1,53		2,07	
Amonio	$\mu mol.dm^{-3}$	2,51		1,60		2,05		1,63	
Nitrito	$\mu mol.dm^{-3}$	0,14		0,13		0,13		0,15	
Nitrato	$\mu mol.dm^{-3}$	2,38		1,84		1,89		2,47	
Nitrógeno Total	$\mu mol.dm^{-3}$	10,50		11,10		10,00		11,05	
Fosfato	$\mu mol.dm^{-3}$	0,11		0,13		0,13		0,16	
Fósforo Total	$\mu mol.dm^{-3}$	0,46		0,56		0,53		0,49	
Carbono O. Total	$\mu mol.dm^{-3}$	102,47		133,87		146,91		132,80	

Variables	Unidades	L-D10-S	L-D10-F	L-RF20-S	L-RF20-F	L-U10-S	L-U10-F
Temperatura	°C	16,58	15,88	16,93	13,09	16,68	15,82
Salinidad	USP	35,01	35,60	35,23	35,71	34,82	35,60
Agua fluvial	%	1,67	0,00	1,03	0,00	2,19	0,01
Saturación O_2	%	100,48	94,35	100,05	89,64	100,24	93,43
pH		8,23	8,21	8,23	8,15	8,22	8,20
Clorofila	$\mu g.dm^{-3}$	0,35		0,54		0,54	
Silicato	$\mu mol.dm^{-3}$	3,62		1,59		2,99	
Amonio	$\mu mol.dm^{-3}$	2,09		1,57		1,64	
Nitrito	$\mu mol.dm^{-3}$	0,24		0,19		0,18	
Nitrato	$\mu mol.dm^{-3}$	3,95		2,29		4,37	
Nitrógeno Total	$\mu mol.dm^{-3}$	14,55		9,85		13,63	
Fosfato	$\mu mol.dm^{-3}$	0,20		0,17		0,19	
Fósforo Total	$\mu mol.dm^{-3}$	0,56		0,51		0,55	
Carbono O. Total	$\mu mol.dm^{-3}$	121,76		136,72		134,68	

Tabla 343 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.

En cuanto a la evolución de los nutrientes, no se observa ninguna tendencia clara en ninguna estación de la masa de agua Matxitxako-Getaria. Las estaciones que muestran valores más altos, sobre todo en los últimos años, son las estaciones L-D10 y L-U10 situadas frente al estuario del Deba y del Urola, respectivamente (Figura 432).

Los valores de oxígeno disuelto de todas las estaciones alcanzan generalmente valores próximos al 100% de saturación. Esta tendencia se mantiene estable en los últimos años (Figura 433).

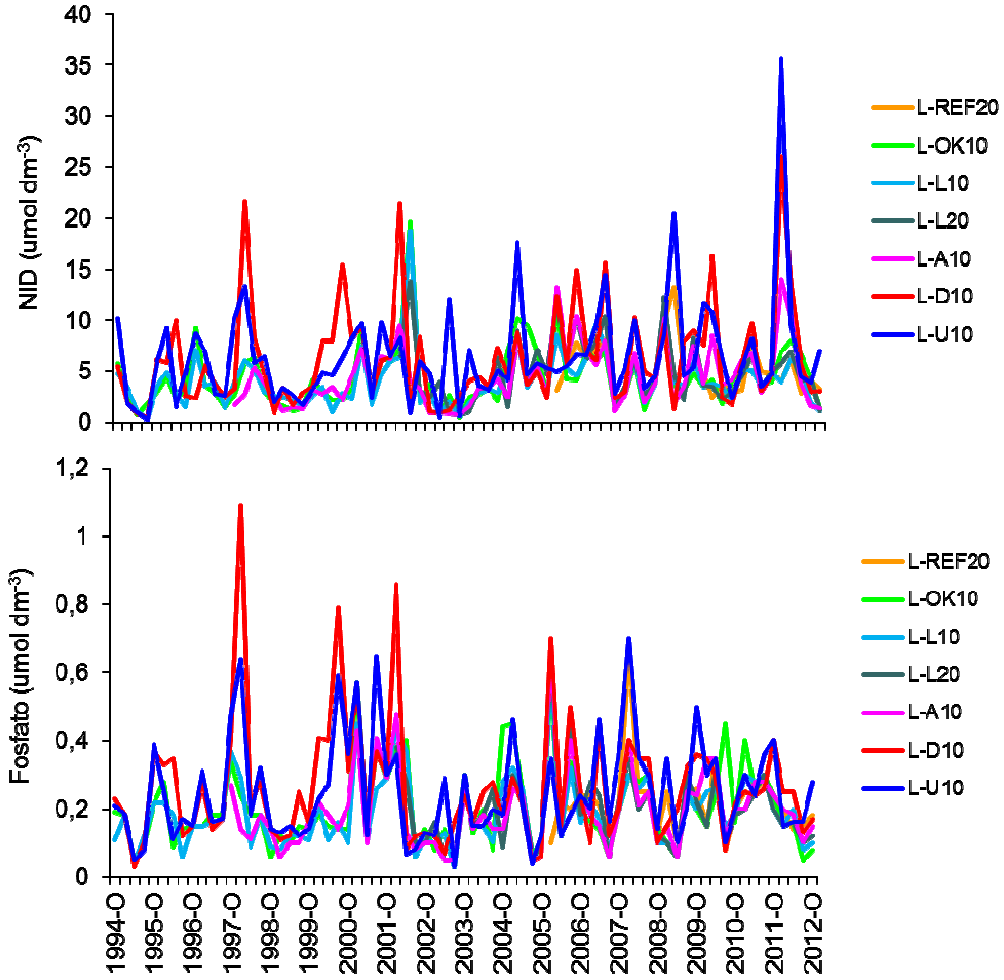


Figura 432 Evolución trimestral, entre otoño 1994 y otoño 2012, de la concentración de Nitrógeno Inorgánico Disuelto (NID) y fosfato, ambos en µmol L^{-1}, en aguas de superficie en las estaciones L-OK10, L-L10, L-L20, L-A10, L-D10, L-RF20 y L-U10.

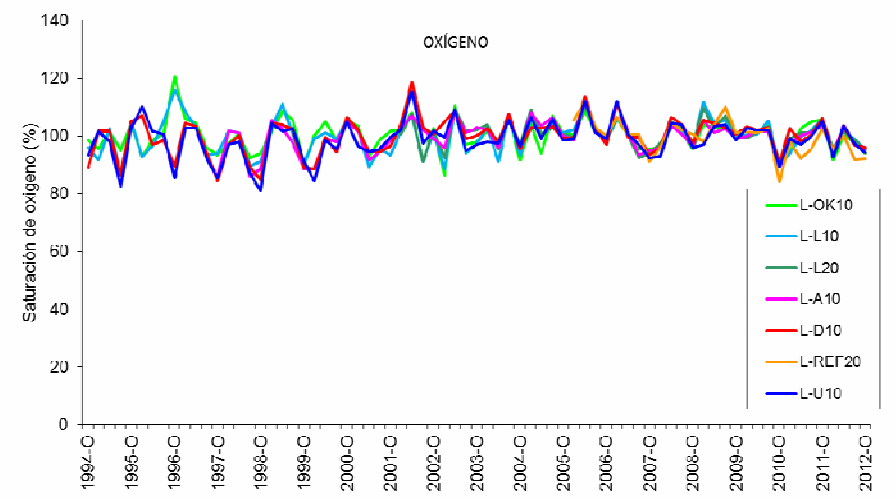


Figura 433 Porcentaje de saturación de oxígeno en la columna de agua en la masa de agua Cantabria-Matxitxako (estaciones L-OK10, L-L10, L-L20, L-A10, L-D10, L-RF20, L-U10). Se muestra el promedio para cada época del año (invierno, primavera, verano y otoño) desde 1994 hasta 2012. La media se ha realizado con los datos tomados en superficie y fondo.

METALES DISUELTOS

Las concentraciones de cromo (trivalente) y mercurio en las aguas de superficie en las estaciones de la masa de agua costera entre Matxitxako y Getaria se mantienen por debajo de su límite de cuantificación (1-2 $\mu g \cdot l^{-1}$ y 0,01 $\mu g \cdot l^{-1}$, respectivamente).

En la Figura 434 se muestra la evolución de la concentración media del resto de metales para el periodo comprendido entre otoño de 1996 y verano de 2012.

Como se puede apreciar en la Figura 434, en las campañas más recientes, se observa una disminución de los valores promedio anuales. Esta disminución es importante en la estación L-L20 para el zinc, el cobre, el hierro y el plomo, donde los valores promedio anuales disminuyen hasta alcanzar valores por debajo de la norma de calidad ambiental correspondiente. Esta situación se repite para el plomo y el hierro en la estación L-OK10 y para el cadmio de forma general.

Por el contrario, en el caso del níquel se aprecia un ligero aumento, aunque sin superarse en ningún caso el objetivo de calidad correspondiente.

En la presente campaña, ningún metal supera su objetivo de calidad correspondiente (NCA-MA) en ninguna de las estaciones de estudio.

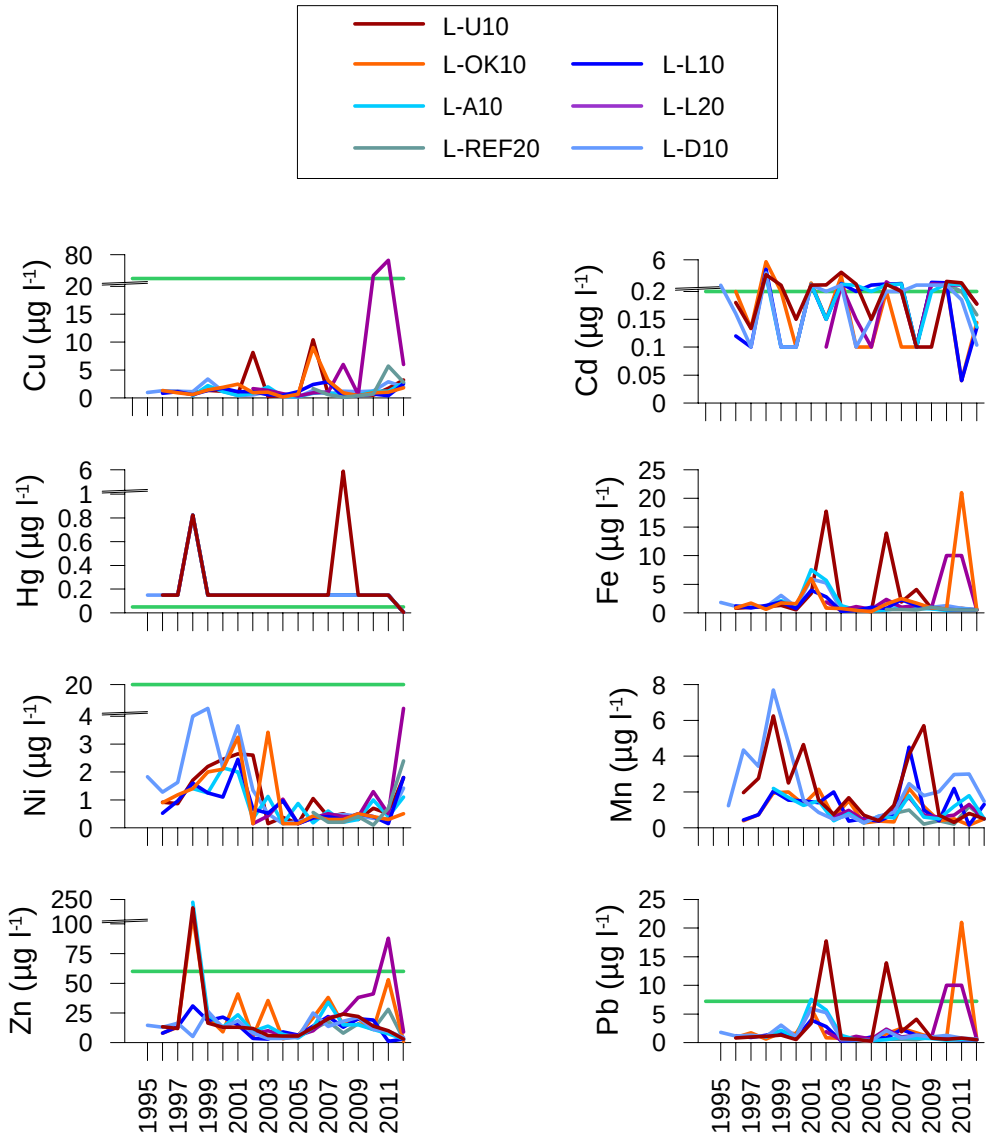


Figura 434 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en las estaciones de la zona costera desde Matxitxako hasta Getaria en el periodo que abarca desde 1994 a 2012. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

CONTAMINANTES ORGÁNICOS Y OTROS CONTAMINANTES ESPECÍFICOS

En la campaña de 2012, las concentraciones de los compuestos orgánicos analizados se encuentran por debajo de sus respectivos límites de cuantificación.

17.4.2 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS

PARÁMETROS SEDIMENTOLÓGICOS DE CARÁCTER GENERAL

Desde el año 1995, en las estaciones L-OK10, L-L10, L-D10 y L-U10, desde 1998 en la L-A10, desde 2004 en la estación L-L20 y desde 2006 en la L-RF20 se dispone de la información relativa a la composición granulométrica, contenido en materia orgánica, potencial redox y contenido en carbono y nitrógeno orgánico particulado.

A partir de esta información, en la Figura 435 y en la Figura 436 se representa la evolución temporal para cada estación. Además en la Tabla 344 se recogen los resultados de los análisis realizados en la campaña de invierno de 2012. En las estaciones L-L10 y L-D10, debido al escaso porcentaje de finos que presenta la muestra, no ha sido posible realizar el análisis de carbono y nitrógeno particulado y el correspondiente cálculo del ratio C/N

Estación	Grava (%)	Arena (%)	Limo (%)	M.O. (%)	Eh (mV)	C.O.P. (mol kg-1)	N.O.P. (mol kg-1)	C/N (mol/mol)
L-OK10	0,01	98,70	1,29	1,06	371	1,65	0,02	75,9
L-L10	34,00	64,90	1,10	1,42	407	nd	nd	nd
L-L20	0,04	97,80	2,16	1,22	342	2,55	0,03	75,4
L-A10	0,01	99,75	0,24	1,02	379	2,26	0,04	60,3
L-D10	4,37	95,56	0,07	1,87	424	nd	nd	nd
L-RF20	0,03	35,34	64,63	2,69	67	2,85	0,06	49,5
L-U10	0,02	95,68	4,31	1,65	410	2,29	0,05	46,6

Tabla 344 Parámetros sedimentológicos correspondientes a los muestreos de invierno de 2012. Grava > 2 mm > Arena > 63 µm > Limo; M.O.: materia orgánica; Eh: potencial redox; C.O.P. carbono orgánico particulado; N.O.P.: nitrógeno orgánico particulado; C / N: relación carbono / nitrógeno); nd: no disponible.

En relación a la variabilidad espacial, los sedimentos de estas estaciones costeras se caracterizan por presentar un sedimento predominantemente arenoso, con elevados valores de potencial redox y ratio C/N, y valores bajos de contenido en materia orgánica y nitrógeno orgánico particulado. Como excepción, la estación L-RF20 que mantiene valores promedio de finos, carbono, nitrógeno y materia orgánica ligeramente mayores que el resto de las estaciones. Como ya se ha comentado en informes anteriores, estas diferencias granulométricas son consecuencia de su localización a mayor profundidad, y menor hidrodinámica en fondo.

En cuanto a la evolución temporal, en las campañas más recientes, no se aprecian patrones temporales definidos para ninguno de los parámetros sedimentológicos analizados en ninguna de las estaciones de estudio.

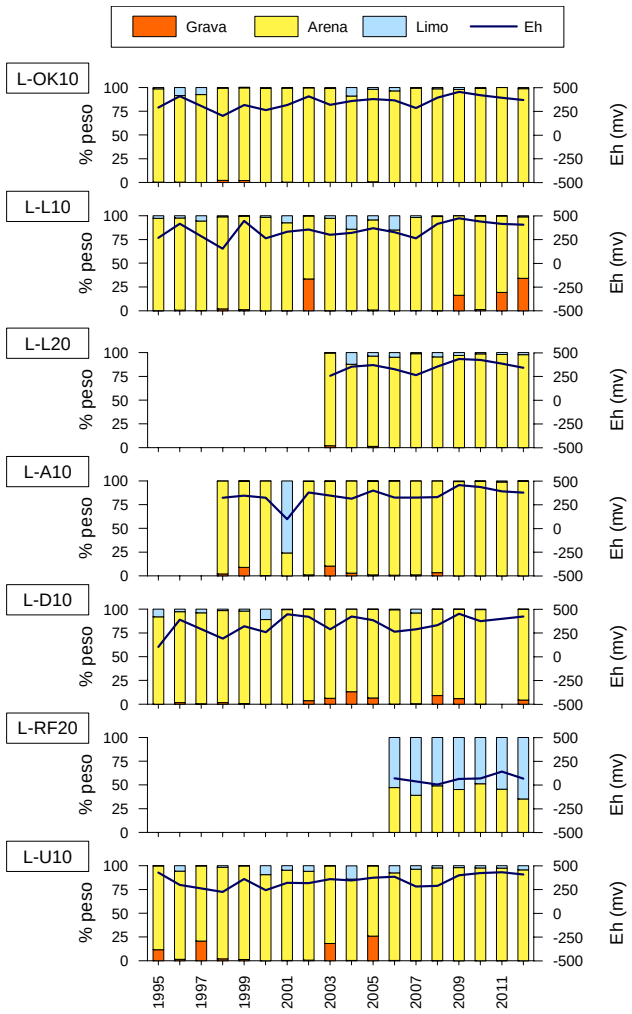


Figura 435 Evolución temporal del potencial redox (Eh) y las fracciones granulométricas (grava, arena y limo) en los sedimentos superficiales (muestreos de invierno.

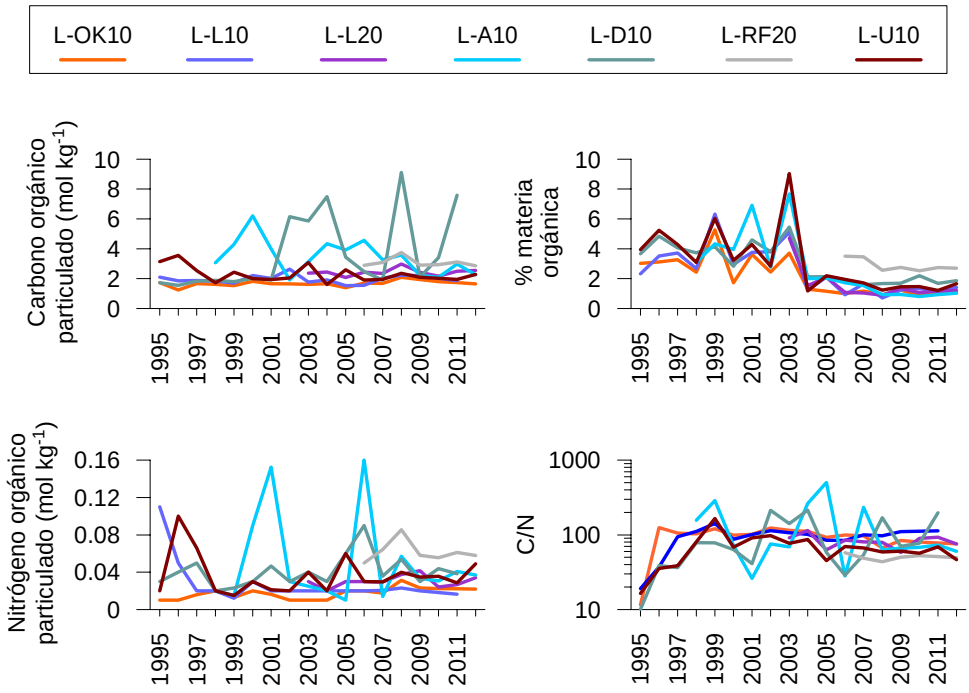


Figura 436 Evolución temporal del contenido en materia orgánica, carbono orgánico particulado y relación carbono/nitrógeno en los sedimentos superficiales (muestreos de invierno).

METALES PESADOS

En la Tabla 345 se recogen las concentraciones de metales pesados analizados en la campaña de invierno de 2012. No se dispone de datos de metales en la estación L-D10 debido a la no disponibilidad de fracción fina suficiente para realizar dicha analítica. La Figura 437 muestra la evolución temporal para cada uno de los metales.

Cd, Cu, Cr, Ni y Zn mantienen concentraciones promedio, en los muestreos más recientes, en el rango del nivel de fondo.

El Hg (excepto en las estaciones L-OK10, L-RF20 y L-L20) y el Pb (excepto en la estación L-RF20), en los muestreos más recientes, presenta valores en el rango del nivel de fondo.

Fe y Mn, con la excepción de la estaciones L-OK10, generalmente están dentro de los niveles de fondo.

En la Figura 438 se representa la concentración de metales (corregidos por el contenido en finos de los sedimentos), durante los últimos tres años (2010, 2011 y 2012) con el objetivo de conocer el posible efecto adverso sobre la biota asociado a la presencia de dichos metales. En este sentido, durante la última campaña, todos los metales, a excepción de la estación L-RF20, se encuentran por debajo del valor TEL, y por lo tanto, no existe riesgo de afección sobre la biota.

Estación	Cd ($\mu g\ g^{-1}$)	Cr ($\mu g\ g^{-1}$)	Cu ($\mu g\ g^{-1}$)	Fe ($\mu g\ g^{-1}$)	Hg ($\mu g\ g^{-1}$)	Mn ($\mu g\ g^{-1}$)	Ni ($\mu g\ g^{-1}$)	Pb ($\mu g\ g^{-1}$)	Zn ($\mu g\ g^{-1}$)
L-OK10	0,20	31,70	27,68	78900	2,08	723	32,82	50,41	166,81
L-L10	0,17	20,55	7,62	24895	0,21	518	28,49	26,65	78,53
L-L20	0,17	29,68	10,97	34540	0,15	294	28,57	31,03	84,44
L-A10	0,07	25,53	12,88	30228	0,10	257	26,18	27,56	75,26
L-D10	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
L-RF20	0,27	29,05	18,68	38573	0,78	333	29,21	64,07	140,97
L-U10	0,13	44,33	14,79	39021	0,12	330	36,35	30,78	99,63
Media	0,17	30,14	15,44	41026	0,57	409	30,27	38,42	107,61
Desv. est.	0,07	7,98	7,05	19304	0,78	178	3,67	15,30	37,71

Tabla 345 Concentración de metales pesados en la fracción fina de los sedimentos en la campaña de invierno de 2012; nd: no disponible

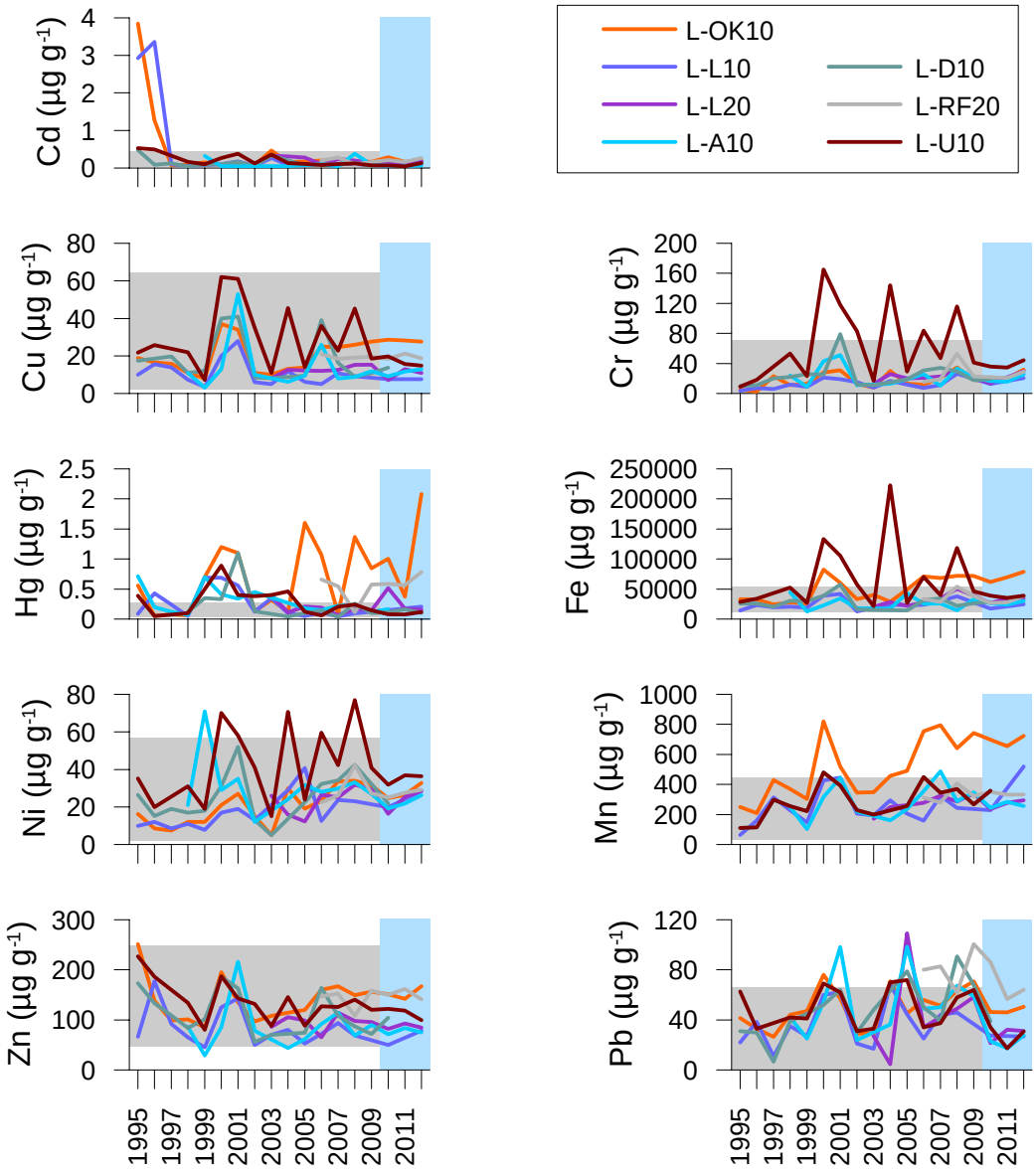


Figura 437 Evolución temporal de la concentración de metales en la fracción fina del sedimento superficial. La franja gris representa el nivel de fondo para cada uno de los metales.

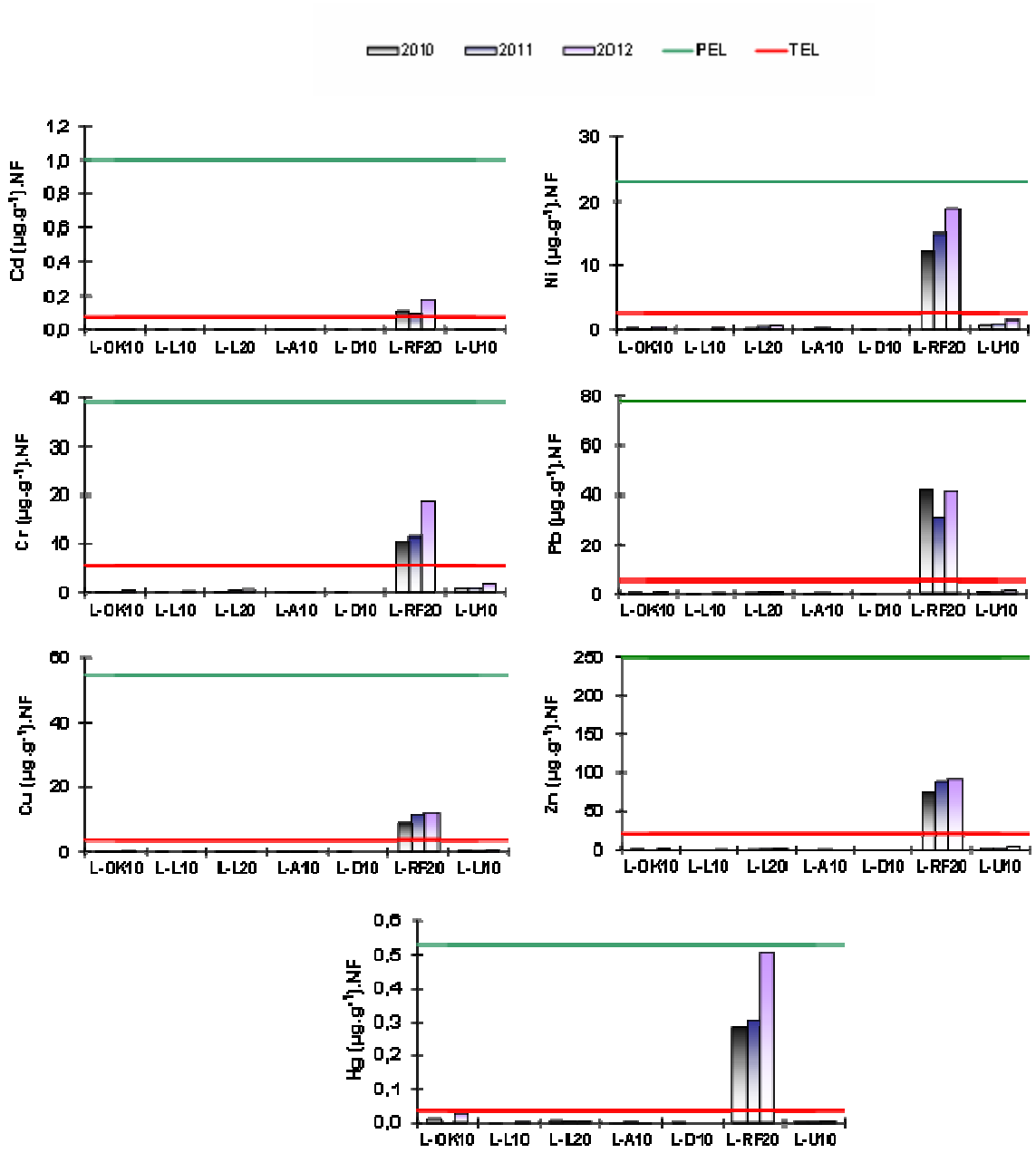


Figura 438 Evolución temporal de la concentración de metales del sedimento de las estaciones de la masa de agua costera Matxitxako-Getaria, durante los últimos tres años (muestreos de invierno). PEL (Probable Effect Level): concentración con efecto negativo probable en la biota; TEL (Threshold Effect Level): concentración por debajo de la cual no se esperan efectos sobre la biota. Nótese que las concentraciones están corregidas por la fracción fina (NF).

COMPUESTOS ORGÁNICOS

En la Tabla 346 se recogen las concentraciones de compuestos orgánicos analizados en la campaña de invierno de 2012.

En la Figura 439 se ilustra la evolución en la concentración de contaminantes orgánicos analizados.

En la última campaña, la mayoría de las concentraciones están próximas al nivel de determinación analítico, o inferiores a él, con la excepción de los PAHs en las estaciones L-OK10, L-L20, L-RF20 y L-U10, aunque en ningún caso se supera el objetivo de calidad (44792 $ng.g^{-1}$).

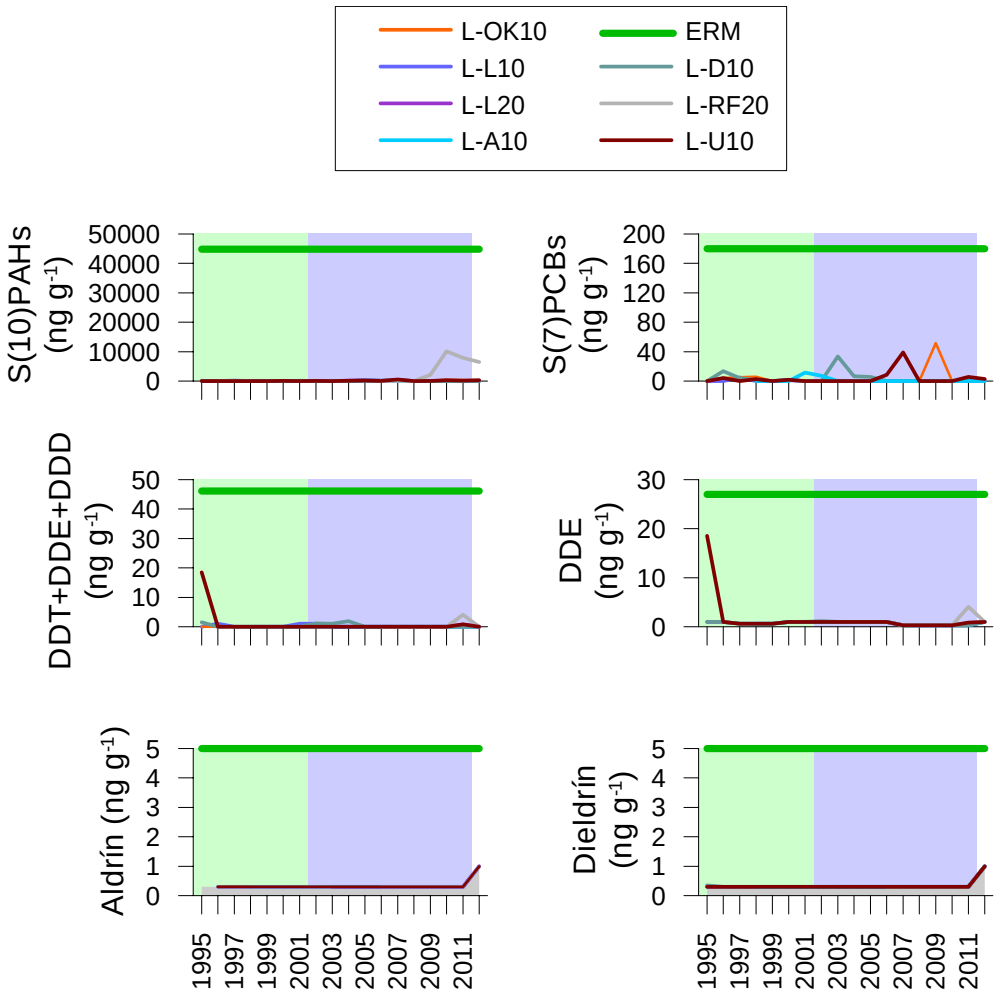


Figura 439 Evolución temporal de la concentración de compuestos orgánicos. La variación en el nivel de cuantificación analítico se muestra sobre fondo gris. ERM: concentración con efecto adversos probables en la biota (del inglés, Effects Range Median, Long et al., 1995). Cabe señalar que las concentraciones inferiores a los límites de detección no se han considerado en el sumatorio. Cambio de color de fondo indica cambio de metodología.

Estación	Aldrín (ng g^{-1})	Dieldrín (ng g^{-1})	Isodrín (ng g^{-1})	DDE (ng g^{-1})	DDD (ng g^{-1})	DDT (ng g^{-1})	*a*HCH (ng g^{-1})	*g*HCH (ng g^{-1})	HCB (ng g^{-1})	S.PCB (ng g^{-1})	S.PAH (ng g^{-1})
L-OK10	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<LC	241
L-L10	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<LC	<LC
L-L20	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1,00	199
L-A10	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<LC	<LC
L-D10	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<LC	<LC
L-RF20	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1,3	11,4	6500
L-U10	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	2,8	263

Tabla 346 Concentración de compuestos orgánicos en los sedimentos en la campaña de invierno de 2012. *a*HCH: alfa-hexaclorociclohexano; *g*HCH:gamma-hexaclorociclohexano; HCB: hexaclorobenceno; HCB: hexaclorobenceno; S.PCB: suma de las concentraciones de los policlorobifenilos congéneres CB28, CB52, CB101, CB118, CB138,CB153 y CB180; S.PAH: suma de las concentraciones de 10 hidrocarburos poliaromáticos: fenantreno, indeno[1,2,3-cd]pireno, pireno, criseno, benzo[e]pireno, benzo[g,h,i]perileno, fluoranteno, benzo[a]antraceno, benzo[b]fluoranteno y benzo[a]pireno. Cabe señalar que las concentraciones inferiores a los límites de detección no se han considerado en el sumatorio.

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

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.

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 centrales del nivel de fondo de metales, calculados por Rodríguez *et al.* (2006), con los encontrados en las zonas estudiadas (Factor de Contaminación, FC). 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 347 se recoge el índice de carga contaminante (ICC) por cada metal en los sedimentos de

la masa de agua costera Matxitxako-Getaria, así como los valores globales de ICC para la campaña de invierno de 2012. Según estos valores de ICC globales, ninguna estación, excepto L-OK10 y L-RF20, presenta contaminación por metales.

En la Figura 440 se presenta la evolución del ICC global de metales, donde se observa que en los muestreos más recientes, todos los valores de ICC se encuentran en el rango de no contaminado, a excepción de las estaciones L-OK10 y L-RF20, que muestran valores de contaminación ligera (*i.e.*, ICC > 1).

Estación	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn	ICC global
L-OK10	CL	NC	NC	CL	C	CL	NC	CL	CL	CL
L-L10	NC	NC	NC	NC	CL	NC	NC	NC	NC	NC
L-L20	NC	NC	NC	NC	C	NC	NC	NC	NC	NC
L-A10	NC	NC	NC	NC	NC	CL	NC	NC	NC	NC
L-D10	NC	NC	NC	NC	CL	CL	NC	CL	NC	NC
L-RF20	NC	NC	NC	NC	C	CL	NC	CL	CL	CL
L-U10	NC	CL	NC	CL	NC	CL	CL	CL	NC	NC
Total	NC	NC	NC	CL	CL	CL	NC	CL	NC	NC

Tabla 347 Clasificación de la contaminación en los sedimentos superficiales en función de los metales pesados en 2012, 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.

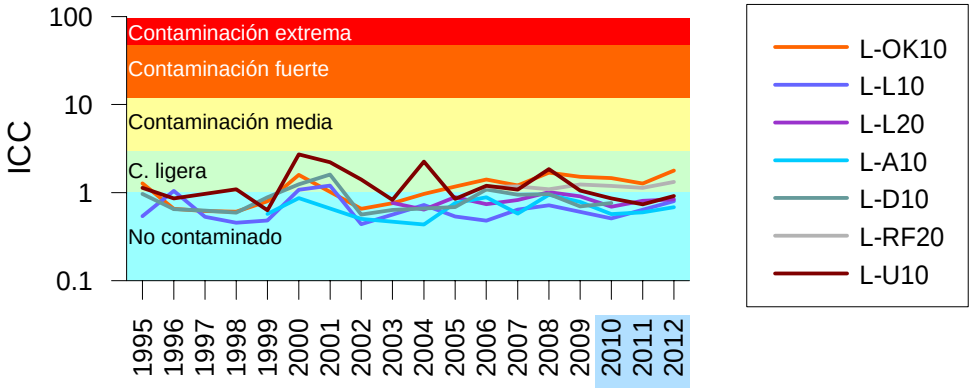


Figura 440 Evolución del Índice de Carga Contaminante (ICC) global de metales en sedimento.

17.5 INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

Esta zona costera no ha presentado 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

TOMO 18 MASA DE AGUA COSTERA GETARIA-HIGER

Pasaia, junio de 2013

ÍNDICE

TOMO 18 MASA DE AGUA COSTERA GETARIA-HIGER 563

18.1 Resumen estado. Getaria-Higer 565

18.2 Estaciones de muestreo 568

18.3 Indicadores biológicos 569

18.3.1 Macroinvertebrados bentónicos 569

18.3.2 Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton 573

18.3.3 Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas 576

18.4 Indicadores fisicoquímicos 594

18.4.1 Caracterización físico-química en aguas 594

18.4.2 Caracterización físico-química en sedimentos 598

18.5 Indicadores hidromorfológicos 603

18.1 RESUMEN ESTADO. GETARIA-HIGER

La masa de agua costera Getaria-Higer en la campaña 2012 alcanza el buen estado puesto que alcanza el buen estado químico y se diagnostica como estado ecológico bueno (Tabla 349 y Figura 441).

Esta situación de cumplimiento de objetivos medioambientales es la habitual en el quinquenio 2008-2012 (Tabla 348).

INDICADOR	2008	2009	2010	2011	2012
Estado ecológico	1	1	1	1	1
Estado químico	2	2	2	2	2
Estado	2	2	2	2	2

Tabla 348 Evolución del periodo 2008-2012. Masa de agua Getaria-Higer. (Claves: *estado ecológico*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde), moderado (3- amarillo), deficiente (4- naranja) y malo (5- rojo). *Estado químico:* bueno (2- azul) y no alcanza el buen estado (3- rojo). *Estado*: bueno (2- azul) y peor que bueno (3-rojo)

COD_ESTACION	ESTACION	MACROINVERTEBRADOS	FAUNA ICTIOLOGICA	FITOPLANCTON	MACROALGAS	BIOLOGICO	CONDICIONES GENERALES	SUSTANCIAS PREFERENTES	ECOLOGICO	QUIMICO	ESTADO
L-O20	Litoral de Getaria (Oria)	1		1	1	1	1	2	2	2	2
L-O10	LITORAL DE ORIO (ORIA)	1		1	3	3	1	1	3	2	3
L-OI10	Litoral de Pasaia (Oiartzun)	1		2	2	2	1	1	2	2	2
L-OI20	Litoral de Pasaia (Asabaratza)(Oiartzun)	2		2	2	2	1	1	2	2	2
L-BI10	LITORAL DE HONDARRIBIA (BIDASOA)	1		2	1	2	1	1	2	2	2
	Getaria-Higer	1		1	2	2	1	1	2	2	2
L-RF10	Litoral Oiartzun - plataforma	2		1		2	1	1	2	2	2

Tabla 349 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado en la masa de agua Getaria-Higer en 2012. (Claves: *Macroinvertebrados, fauna ictiológica fitoplancton macroalgas, estado biológico, condiciones generales y estado ecológico*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde), moderado (3- amarillo), deficiente (4- naranja) y malo (5- rojo). *Sustancias preferentes*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde)), y no alcanza el buen estado (3- rojo). *Estado químico:* bueno (2- azul), y no alcanza el buen estado (3- rojo).*Estado*: bueno (2- azul) y peor que bueno (3-rojo).

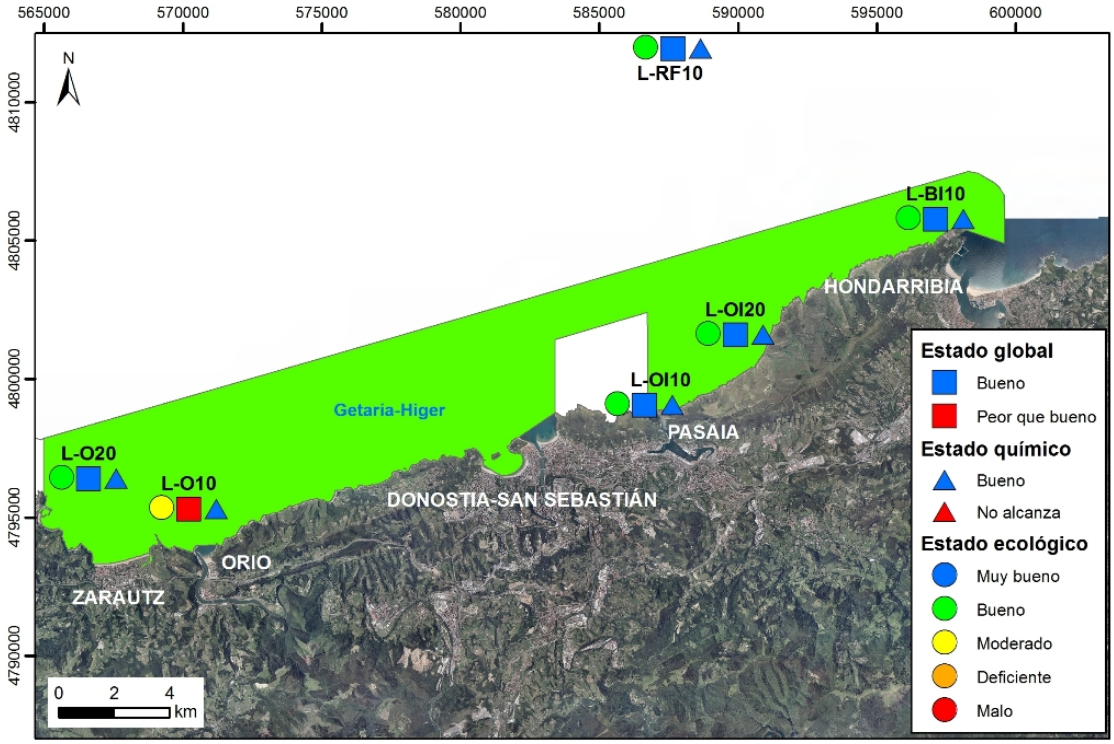


Figura 441 Calificación del Estado Ecológico, estado químico y global de las estaciones en la masa de agua Getaria-Higer (y estado ecológico para la masa de agua), en 2012.

Desde que se realizó en 2004 el estudio de presiones e impactos en esta masa de agua lo más destacable, en cuanto a presiones, han sido algunos vertidos de dragado desde el puerto de Pasaia, y los emisarios submarinos de Zarautz y Atalerreka.

En la Tabla 349 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 moderado 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). 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, resultando en un estado ecológico entre bueno y muy bueno, dependiendo de las estaciones (Figura 441).

En cuanto a la estación de referencia (L-REF10), frente a Pasaia, en la plataforma continental, la calidad de todos los elementos b iológicos es buena o muy buena.

En relación con condiciones fisicoquímicas generales, en 2012, la calidad físico-química de la masa de agua 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)

Las estaciones L-BI10, L-O10 y L-O20 presentan una tendencia significativa al empeoramiento ($p<0,05$) entre 1997-2002 para la L-BI10, entre 1995-2012 para la L-O10 y entre 2002 y 2012 para la L-O20. A pesar de ello, todas ellas se mantienen en niveles de muy buen estado a lo largo de toda la serie histórica disponible (Figura 442).

En cuanto a los objetivos de calidad físico-química generales los valores medios de todas las variables medidas en 2012, indican que en todas las estaciones se cumplen con los objetivos establecidos, a excepción de la L-BI10 que no cumple para el nitrato, el fosfato y la turbidez.

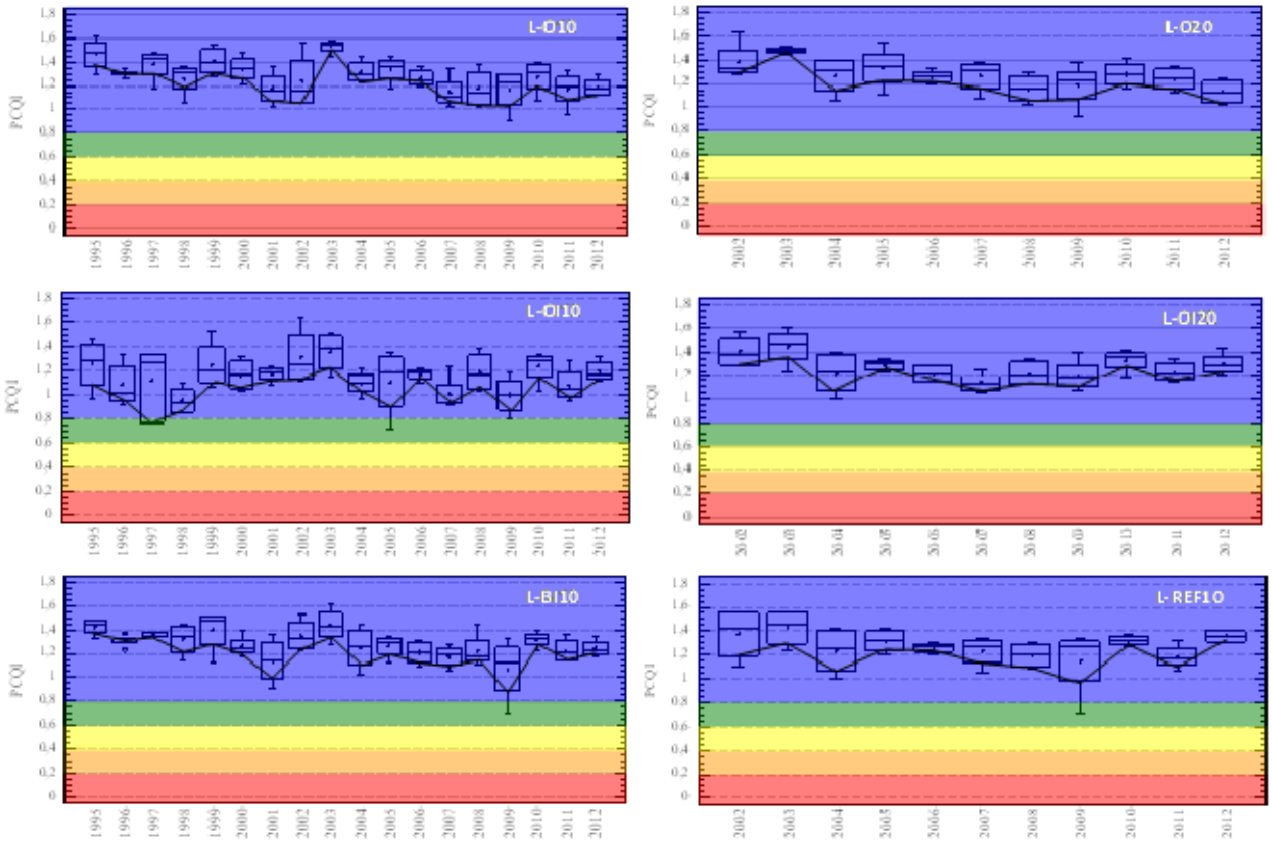


Figura 442 Box and Whisker Plot de la evolución del índice de calidad del estado físico-químico (PCQI) entre 1994 y 2012 de las estaciones de muestreo L-O10, L-O20, L-OI10, L-OI20, L-REF10 y L-BI10 de la masa de agua de costera Getaria-Higer. La línea negra señala la evolución anual del percentil 25 del PCQI. Se indican los rangos de calidad: azul: Muy bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Aceptable; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

La evaluación de las sustancias preferentes implica que la masa alcanza el muy buen estado de forma global. En los puntos de control de esta masa, el estado físico-químico, para las sustancias específicas, es *muy bueno* en L-O10, L-OI10, L-OI20 y L-BI10 y *bueno* en L-O20 (Tabla 350). En el caso del punto control L-REF10 el estado físico-químico para los contaminantes específicos es *muy bueno.*

Referente a las sustancias prioritarias (acorde con la Directiva 2008/105/CE), determinadas en 2012 en esta masa de agua, de forma global, se alcanza el buen estado químico (Tabla 351). La tendencia de buen estado químico que se venía obserbando desde 2004, tanto en la masa de agua como en la estación L-REF10 (Tabla 352), además, el buen estado químico se mantiene en todos los años de estudio, excepto en 2008 en L-REF10, que no alcanzó el buen estado, por presencia de mercurio en sedimento

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC (µg l^{-1})	L-O10	L-O20	L-OI10	L-OI20	L-BI10	Global	L-REF10
Zinc	Concentración promedio	60 µg l^{-1}	1-2 µg l^{-1}	4,1	8,1	2,4	<LC	2,4	Muy bueno	<LC
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	0%	0%	0%		0%
Cobre	Concentración promedio	25 µg l^{-1}	1-2 µg l^{-1}	2,9	6,9	<LC	<LC	<LC	Muy bueno	<LC
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	100%	0%	0%	0%		0%
Estado Físico-Químico (Contaminantes específicos)				Muy bueno	Bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno

Tabla 350 Evaluación del Estado Físico-Químico (contaminantes específicos).

Sustancia	Criterio	Objetivo (µg l^{-1})	LC (µg l^{-1})	L-O10	L-O20	L-OI10	L-OI20	L-BI10	Global	L-REF10
Benzo(b)fluoranteno+ Benzo(k)fluoranteno	NCA-MA	0,03	0,0005-0,01	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Benzo(g,h,i)perileno+ Indeno(1,2,3-cd)pireno	NCA-MA	0,002	0,0005-0,01	<LC	<LC	<LC	<LC	0,002	Cumple	<LC
Antraceno	NCA-MA	0,1	0,01	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Antraceno	NCA-CMA	0,4	0,01	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Fluoranteno	NCA-MA	0,1	0,01	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Fluoranteno	NCA-CMA	1	0,01	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Naftaleno	NCA-MA	1,2	0,05	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Benzo(a)pireno	NCA-MA	0,05	0,01	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Benzo(a)pireno	NCA-CMA	0,1	0,01	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Cadmio	NCA-MA	0,2	0,02-0,05	0,143	0,19	0,091	0,104	0,057	Cumple	0,1
Cadmio	NCA-CMA	0,45	0,02-0,05	0,143	0,19	0,091	0,104	0,128	Cumple	0,1
Plomo y sus compuestos	NCA-MA	7,2	1-2	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Mercurio y sus compuestos	NCA-MA	0,05	0,01	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Mercurio y sus compuestos	NCA-CMA	0,07	0,01	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Níquel y sus compuestos	NCA-MA	20	1-2	<LC	5.1	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Estado Químico				Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno

Tabla 351 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de Getaria-Higer en 2012. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible.

Año	Getaria-Higer		L-REF10	
	Estado Químico	Sustancias que superan NCA	Estado Químico	Sustancias que superan NCA
2004	Bueno	-	Bueno	-
2005	Bueno	-	Bueno	-
2006	Bueno	-	Bueno	-
2007	Bueno	-	Bueno	-
2008	Bueno	-	No alcanza buen estado	Hg(sedimento)
2009	Bueno	-	Bueno	-
2010	Bueno	-	Bueno	-
2011	Bueno	-	Bueno	-
2012	Bueno	-	Bueno	-

Tabla 352 Estado químico de la masa de agua costera Getaria-Higer en los años 2004-2012.

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) (Tabla 353, Figura 443). Por otro lado, cada año se analizan varias estaciones para macroalgas litorales, de forma que en el período 2005-2010 se tienen datos de todas ellas para hacer las valoraciones, ya que en 2011 no correspondía hacer muestreos en esta masa.

Cod_Estación	Estación	UTMX	UTMY	Tipo de Estación
L-O10	Litoral de Orio (Oria)	570210	4795302	Litorales
L-O20	Litoral de Getaria (Oria)	566590	4796395	Litorales
L-OI10	Litoral de Pasaia (Oiartzun)	586643	4799065	Litorales
L-OI20	Litoral de Pasaia (Asabaratza)(Oiartzun)	589906	4801607	Litorales
L-BI10	Litoral de Hondarribia (Bidasoa)	597114	4805780	Litorales
L-RF10	Litoral Pasaia - D2 (Oiartzun)	587651	4811945	Litorales
M-LO1	Orio Zona 01. Litoral Macroalgas	570510	4793947	Litorales (Macroalgas)
M-LO2	Orio Zona 02. Litoral Macroalgas	571075	4793794	Litorales (Macroalgas)
M-LOI1	Oiartzun Zona 01. Litoral Macroalgas	585333	4798457	Litorales (Macroalgas)
M-LOI2	Oiartzun Zona 02. Litoral Macroalgas	587047	4798870	Litorales (Macroalgas)
M-LBI1	Bidasoa Zona 01. Litoral Macroalgas	597630	4805393	Litorales (Macroalgas)
M-LBI2	Bidasoa Zona 02. Litoral Macroalgas	598045	4805173	Litorales (Macroalgas)

Tabla 353 Estaciones de muestreo en la masa de agua costera de Getaria-Higer.

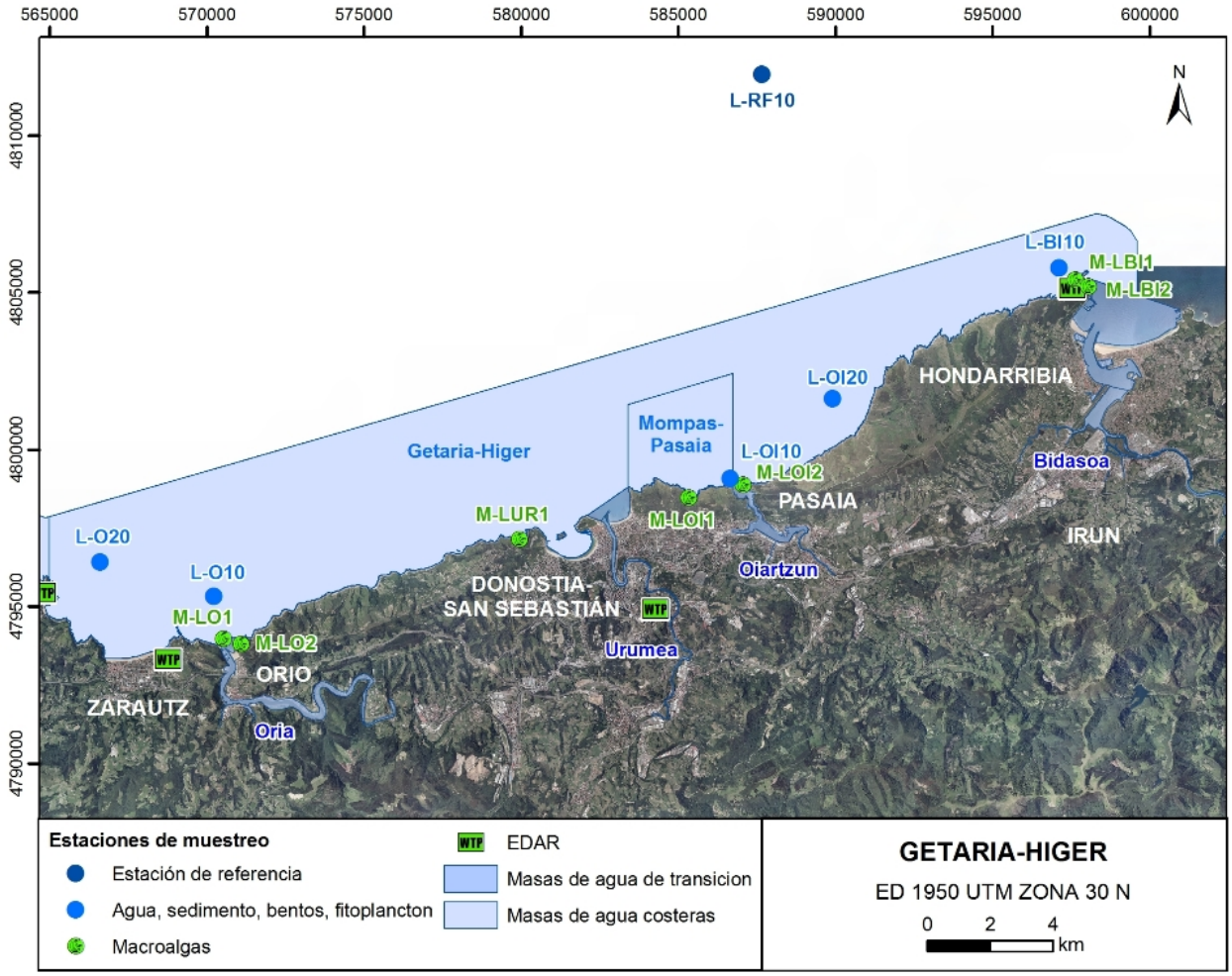


Figura 443 Localización de las estaciones de muestreo en la masa de agua Getaria-Higer.

18.3 INDICADORES BIOLÓGICOS

18.3.1 MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

Los parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua costera Getaria-Higer, en invierno de 2012 pueden verse en la Tabla 354.

La estación litoral más próxima a la desembocadura del río Oria (L-010) mantiene la recuperación observada en 2009-2011, con un valor de densidad de 723 ind·m^{-2} y una riqueza específica de 45 *taxa* en la presente campaña, valores similares a los del periodo 2004-2007 (Tabla 354 y Figura 444).

La composición faunística, con especies como *Tellina fabula*, *Nephtys hombergii*, *Echinocardium cordatum*, *Cumopsis fagei* y *Diogenes pugilator*, caracteriza esta estación como comunidad boreo-lusitánica de *Tellina*.

Los detritívoros superficiales constituyen la categoría dominante (77%); el siguiente grupo trófico en importancia es el de los carnívoros, con un 16%, seguido por los detritívoros subsuperficiales (5%) y por los omnívoros (2%).

Por grupos ecológicos, dominan las especies sensibles a la alteración (Figura 445), lo cual permite un ligero descenso del valor de AMBI (1,5) respecto a las campañas anteriores. Este valor corresponde a una situación de alteración ligera, y no se detecta tendencia temporal clara, aunque desde 2007 el valor de AMBI ha ido aumentando progresivamente al disminuir la importancia de las especies sensibles y aumentar la de las especies tolerantes.

PARÁMETRO	UNIDAD	ESTACIÓN					
		L-O10	L-O20	L-OI10	L-OI20	L-REF10	L-BI10
Densidad	nº·m^{-2}	723	610	370	147	627	5.573
Biomasa	g·m^{-2}	11,90	15,05	4,43	0,55	4,98	1.365,76,
Riqueza	nº	45	31	32	13	59	37
Diversidad número	bit·ind^{-1}	4,43	4,03	4,21	3,00	5,04	4,01
Diversidad biomasa	bit·g^{-1}	1,84	1,07	0,78	1,94	2,90	0,03
Equitabilidad número		0,81	0,81	0,84	0,81	0,86	0,77
Equitabilidad biomasa		0,34	0,22	0,16	0,52	0,49	0,01
Diversidad máxima	bits	5,49	4,95	5,00	3,40	5,88	5,21
AMBI		1,54	1,36	1,76	1,88	1,83	1,22
Clasificación AMBI		Alteración Ligera	Alteración Ligera	Alteración Ligera	Alteración Ligera	Alteración Ligera	Alteración Ligera

Tabla 354 Parámetros estructurales medidos en las estaciones de la masa de agua costera Getaria-Higer.

La estación L-O20, situada en la zona de Zarautz, ha registrado un leve aumento de la densidad (610 ind·m^{-2}) y un descenso de la riqueza específica (31 *taxa*) (Tabla 354 y Figura 444).

Tal y como sucedía en campañas anteriores, la presencia de *Spiophanes bombyx*, *Magelona johnstoni*, *Paradoneis armata*, *Ampelisca brevicornis* y *Urothoe pulchella* permite caracterizar esta comunidad faunística dentro de la biocenosis de arenas finas bien calibradas.

Todos los grupos tróficos se hallan presentes en esta estación: detritívoros superficiales (80%), carnívoros (15%), omnívoros y suspensívoros (ambos, 2%), y detritívoros subsuperficiales (1%).

Por grupos ecológicos, dominan las especies sensibles (46%), como venían haciendo desde 2004 hasta que la pasada campaña de 2010 fueron superadas por las especies tolerantes (Figura 445). Esta modificación en la dominancia, y la menor abundancia relativa de especies tolerantes y oportunistas de segundo orden, permite que el valore de AMBI sea menor que entonces (1,4 en 2012, frente a 2,0 en 2010), aunque se mantiene la calificación de alteración ligera (Tabla 354).

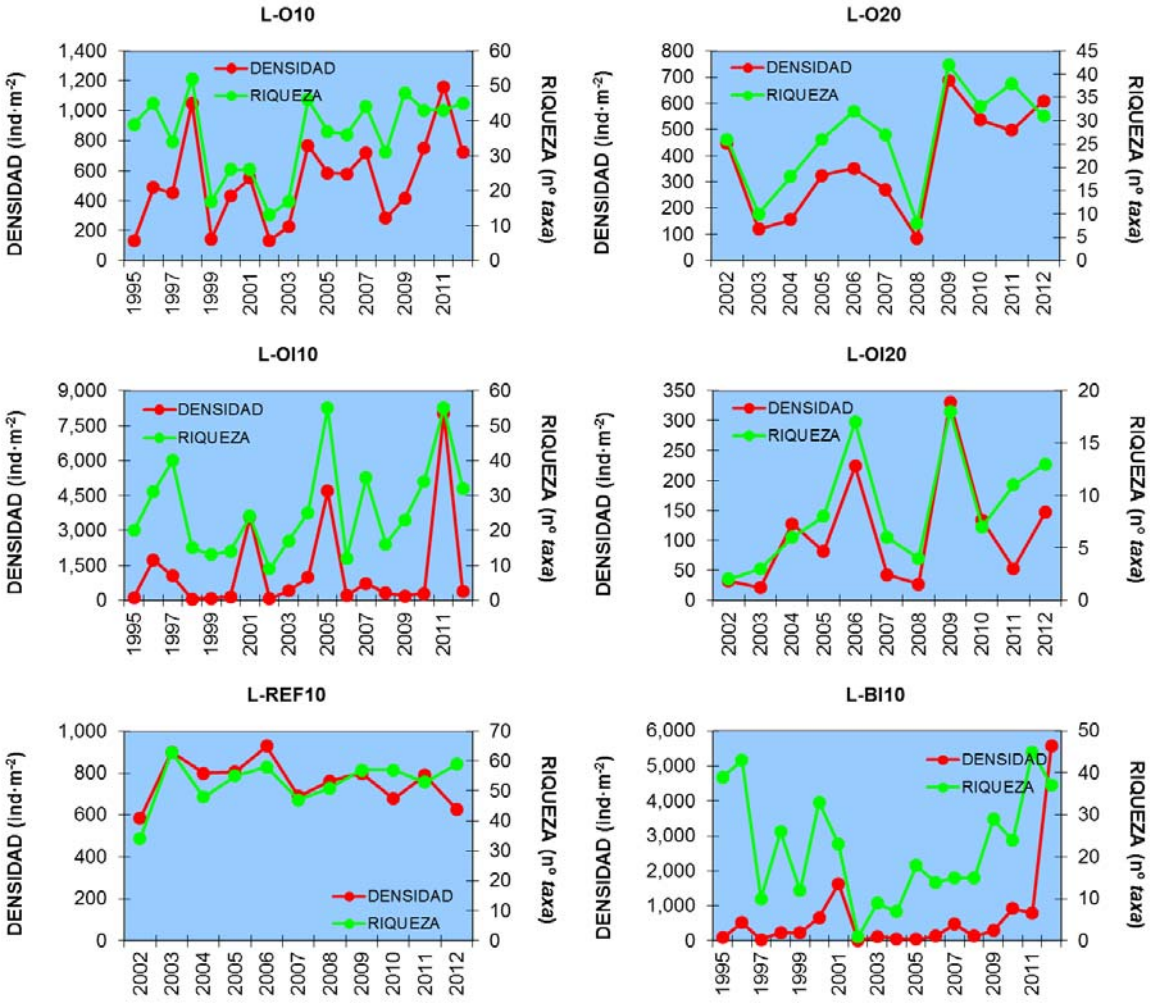


Figura 444 Evolución de la densidad y riqueza en las estaciónes L-O10, L-O20, L-OI10, L-OI20, L-REF10 y L-BI10 (Getaria-Higer).

Tras el aumento de riqueza y densidad observados en 2007, la estación litoral L-OI10 sufrió en 2008 un fuerte retroceso en sus parámetros estructurales, pasando de 715 ind·m^{-2} en 2007 a 299 ind·m^{-2} en 2008, de 35 a 16 *taxa* y de una diversidad de 4,15 bit·ind^{-1} a 2,97 bit·ind^{-1} (Figura 444). En 2009, disminuyó el número de individuos (177 ind·m^{-2}), pero aumentaron considerablemente la riqueza específica (23 *taxa*) y, en menor medida, la diversidad específica (3,87 bit·ind^{-1}). En 2010, aumentaron tanto la densidad (290 ind·m^{-2}), como la riqueza específica (34 *taxa*) y la diversidad específica (4,46 bit·ind^{-1}, valor máximo para esta estación desde el inicio del estudio). En 2011, se registró en esta estación el valor máximo de la densidad (8.027 ind·m^{-2}) de las estaciones litorales y también el máximo del seguimiento para la estación. La riqueza específica (55 *taxa*) era también la mayor de entre las estaciones circalitorales costeras.

En la presente campaña de 2012, los valores de densidad (370 ind·m^{-2}) y de riqueza específica (32 *taxa*) se asemejan a los obtenidos en 2010.

Esta estación, caracterizada por un alto contenido en arenas (99% en 2012) presentó en 2011 una composición granulométrica anómala (50% de gravas).

El patrón irregular que muestra esta zona a lo largo del tiempo indica cierta perturbación, probablemente debida a la proximidad del punto de vertido de los dragados del puerto de Pasaia.

La estructura trófica está dominada por el grupo de los detritívoros superficiales (80%). Las otras categorías tróficas representadas son la de los carnívoros (14%), la de los detritívoros subsuperficiales (3%), la de los omnívoros (2%) y la de los suspensívoros (1%).

Sigue la tendencia a negativa de la densidad relativa de las especies tolerantes, que en la pasada campaña de 2011 fueron superados por las especies indiferentes a la alteración del medio (Figura 445), en la presente campaña de 2012 son superados por las especies sensibles, que llegan a ser el grupo dominante. Esto provoca un ligero descenso del valor de AMBI (de 2,1 en 2011 a 1,8 en 2012), aunque se mantiene la calificación de Alteración Ligera (Tabla 354). No se detecta ninguna

tendencia temporal clara desde el inicio del seguimiento en 1995 y en las últimas siete campañas los valores de AMBI se muestran muy estables, con valores cercanos a 2, aunque se detecta una progresiva disminución del conjunto de especies oportunistas.

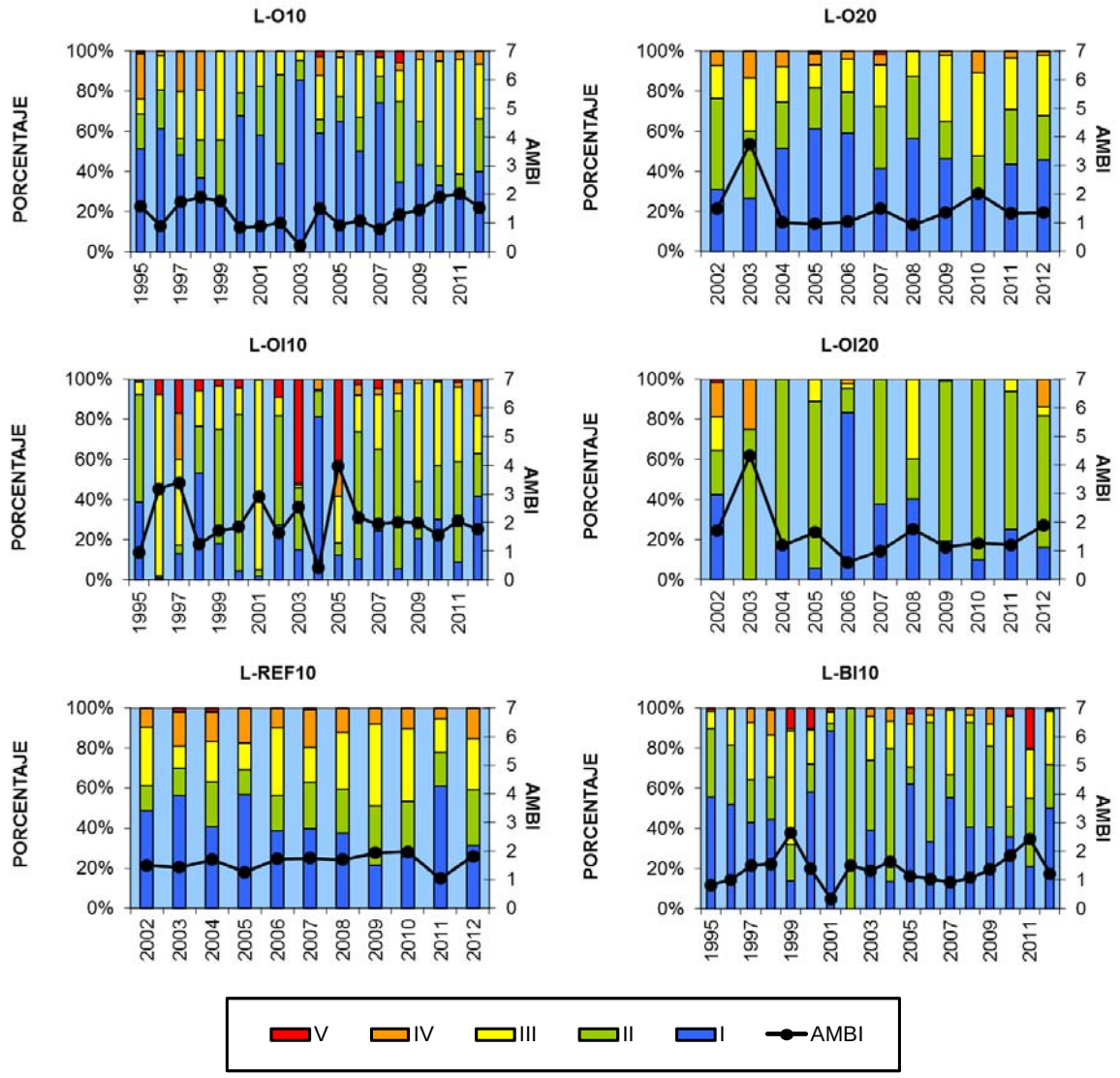


Figura 445 Evolución del porcentaje de cada grupo ecológico y de AMBI en las estaciones L-O10, L-O20, L-OI10, L-OI20, L-REF10 y L-BI10 de la masa de agua costera Matxitxako-Higer.

La estación litoral L-OI20, situada frente a la cala de Asabaratza en Jaizkibel, es la más pobre de la presente campaña (147 ind·m^{-2}; 13 *taxa*; 0,55 g·m^{-2}) (Tabla 354).

La composición faunística de esta estación y la heterogeneidad observada entre réplicas, que parece indicar un fuerte hidrodinamismo en la zona, caracterizan la comunidad como Comunidad empobrecida de arenas limpias infralitorales, descrita a menor profundidad por Martínez *et al.* (2007).

Únicamente están representadas tres categorías tróficas: detritívoros superficiales (64%), omnívoros (23%) y carnívoros (14%).

La estación presenta alteración ligera, con AMBI=1,9. Como en 2009-2011, dominan las especies indiferentes a la alteración del medio (66%), seguidas por las especies sensibles. Al contrario de lo que viene ocurriendo desde la campaña de 2007 (Figura 445), en la presente campaña sí se han encontrado especies oportunistas de segundo orden (14%), aunque siguen sin detectarse especies oportunistas de primer orden.

La estación L-REF10 se encuentra situada a 7 millas frente a la desembocadura del Oiartzun, sobre fondos de 120 m, con elevado porcentaje de fango (79%, valor máximo de las estaciones litorales) y contenido en materia orgánico máximo de entre las estaciones litorales (4,1%).

Los parámetros ecológicos medidos en esta estación siguen el patrón de los obtenidos en campañas anteriores: diversidad, 5,04 bit·ind^{-1}; riqueza específica, 59 *taxa*; equitabilidad, 0,86; y densidad, 327 ind·m^{-2} (Tabla 354).

La biocenosis presente, caracterizada por su alta diversidad específica, podría clasificarse como una facies de fangos con *Galathowenia oculata-Prionospio* sp., que tiene lugar en áreas de transición entre la comunidad típica de *Amphiura* y la biocenosis de fangos detríticos con *Paradiopatra calliopae* (Martínez *et al.*, 2007).

En relación con los grupos tróficos, el dominante es el de los detritívoros superficiales (52%), seguido por el de los carnívoros, con un 39%. Peor representados están los detritívoros subsuperficiales (7%), suspensívoros (2%) y omnívoros (1%).

El valor estimado de AMBI (1,8) corresponde a Alteración Ligera (Tabla 354). Domina el grupo ecológico I, anque también presentan abundancias relativas de más del 15% las especies indiferentes a la alteración del medio, las tolerantes al enriquecimiento orgánico y los oportunistas de segundo orden. Con algunas variaciones, esta composición se mantenido a lo largo de todo el seguimiento, lo que ha dado lugar a valores de AMBI muy homogéneos (1,0-2,0), sin tendencia temporal clara (Figura 445).

La estación litoral correspondiente a la cuenca del río Bidasoa (L-BI10) presenta 37 *taxa* y una densidad de 5.573 ind·m^{-2} (Tabla 354). El valor de biomasa (1,365,8 g·m^{-2}) es el máximo de entre todas las muestras tomadas desde 1995, debido a la presencia de un ejemplar del erizo *Spatangus purpureus* que aporta el 99,8% de la biomasa total.

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. Sin embargo, en la presente campaña, las especies presentes caracterizan la estación como de comunidad de arenas de *Amphioxus.*

Todas las categorías tróficas contempladas están presentes en esta estación, dominando los carnívoros (39%), seguidos por omnívoros (29%), detritívoros superficiales (26%) y, en menor proporción, suspensívoros (5%) y detritívoros subsuperficiales (1%).

En cuanto al índice AMBI, la estación presenta alteración ligera (AMBI=1,2) (Tabla 354), con presencia mayoritaria de especies sensibles a la alteración del medio, aunque con densidades relativas mayores del 20% de especies indiferentes y tolerantes. Por el contrario, la abundancia relativa de especies oportunistas es prácticamente despreciable. Destaca que, a partir de la campaña de 2007, se venía observando una tendencia con valores cada vez mayores de AMBI, que hizo que la pasada campaña de 2011 se obruviera un valor próximo al máximo del seguimiento (2,4 en 2011; 2,6 en 1999). En la presente campaña se detecta un descenso importante hacia un valor en el rango de los más habituales. Sin embargo, conviene mantener la vigilancia sobre la estación para determinar si la tendencia indicada es consecuencia de la propia variabilidad natural de las comunidades bentónicas presentes en la zona o si se mantiene en el futuro, lo cual indicaría una posible causa externa.

A continuación se presenta la evaluación del estado ecológico del compartimiento de los macroinvertebrados bentónicos en las seis estaciones de estudio a partir de los valores de M-AMBI.

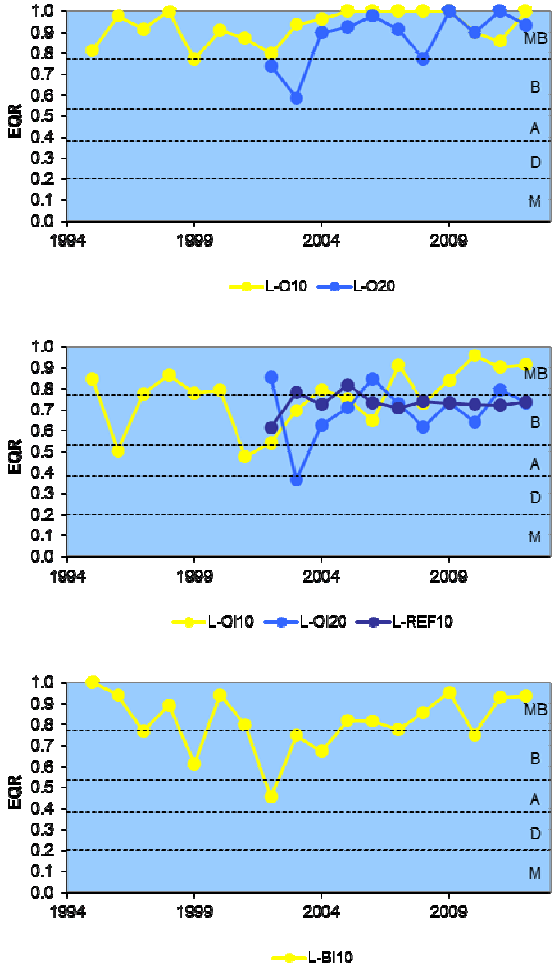


Figura 446 Evolución de M-AMBI para las estaciones de la masa de agua costera Getaria-Higer.

La estación **L-O10** presenta **Muy Buen Estado**. (Figura 446). Esta estación mantiene dicha calificación desde el comienzo de su seguimiento en 1995.

La estación **L-O20** presenta también **Muy Buen Estado**, con una tendencia temporal, en general, positiva desde el comienzo de su seguimiento en 2002.

La estación **L-OI10** presenta **Muy Buen Estado**, mostrando una evolución temporal bastante irregular desde el inicio de su seguimiento en 1995, donde episodios de mejora se alternan con episodios de empeoramiento. Sin embargo, desde 2001 se aprecia una tendencia general positiva hasta alcanzar el máximo valor de la serie en la pasada campaña de 2010.

La estación **L-OI20** presenta **Buen Estado**, con una variabilidad temporal alta desde el comienzo de su seguimiento 2002. A partir de 2003 se aprecia una tendencia positiva desde valores de M-AMBI de 0,36 (Estado Deficiente, en el límite con Aceptable) a valores de 0,85 en 2006 (Muy Buen Estado). Posteriormente, se aprecia un ligero descenso de la calidad, que hace que se mantenga Buen Estado en el resto de campañas, salvo en la pasada campaña de 2011, en que se alcaza Muy Buen Estado.

La estación **L-REF10** presenta también **Buen Estado,** en el límite con el Muy Buen Estado, manteniendo esta calificación desde el inicio de su seguimiento en 2002 (salvo en 2003 y 3005, en que se alcanzó Muy Buen Estado).

Por último, la estación **L-BI10** presenta **Muy Buen Estado**, mostrando una clara tendencia negativa entre 1995 y 2002 en que obtuvo la calificación de Estado Aceptable. Posteriormente, se aprecia una tendencia positiva, alcanzando el Muy Buen Estado en 2009, 2011 y 2012. Como ya se ha comentado en informes anteriores, esta situación de empeoramiento y posterior mejora de la calidad parece estar en relación con los vertidos de la depuradora y el posterior funcionamiento de la depuración biológica.

18.3.2 VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO. FITOPLANCTON

Al igual que en anteriores informes, el fitoplancton se evalúa con los datos de los últimos seis años, en base a dos métricas: el percentil 90 de la clorofila y el porcentaje de blooms. El estado global del fitoplancton se calcula promediando los EQRs de ambos indicadores. Por otra parte, recientemente se han cambiado las condiciones de referencia y los límites entre clases de estado del indicador basado en la clorofila, haciéndose más exigentes que en años anteriores. También se ha revisado el umbral para detectar blooms (véase tomo de metodología)

En la Figura 447 se muestra el indicador de biomasa durante el último periodo de evaluación. En la estación marina de referencia (L-REF10), el percentil 90 de la clorofila es 0,86 µg l^{-1} (n=16). En las estaciones de la masa de agua costera los valores del percentil son más altos, entre 1,06 y 1,51 µg l^{-1} (n=24).

Todas las estaciones estudiadas se clasifican en un estado “Muy bueno” o están en el límite con “Bueno”, en base a la métrica de la clorofila (Figura 447).

En cuanto al valor de percentil 90 calculado a partir de datos de satélite para toda la extensión de la masa de agua éste sería 3,00 µg l^{-1}, muy superior al procedente de los datos “in situ”.

En la Figura 448 se muestra el indicador de floraciones. En la estación de referencia la frecuencia es 8,3%. En las estaciones de la masa de agua costera oscila en un rango bastante amplio, entre 10 y 33,3%. Las estaciones cercanas a la cuenca del Oria se clasifican en estado “Muy Bueno”, mientras que las situadas entre la desembocadura del Oiartzun y la del Bidasoa se clasifican en un estado “Bueno”.

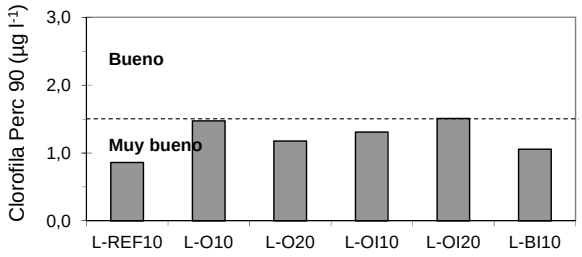


Figura 447 Percentil 90 de la concentración de clorofila en la estación marina de referencia y en las estaciones costeras de Getaria-Higer. Los datos utilizados han sido los de superficie, de las cuatro épocas del año, desde 2007 hasta 2012.

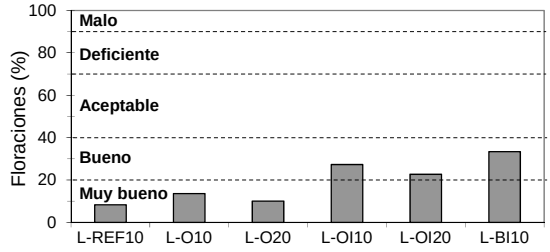


Figura 448 Frecuencia de floraciones fitoplanctónicas (%) en la estación marina de referencia y en las estaciones costeras de Getaria-Higer. Los datos utilizados han sido los de superficie, de las cuatro épocas del año, desde 2007 hasta 2012.

En la Tabla 355 se presenta el estado del fitoplancton integrando los resultados de ambos indicadores, en cada una de las estaciones. En el periodo 2007-2012, el estado se clasifica con el máximo EQR posible en la estación de referencia. En las estaciones costeras el EQR es inferior e indica un estado “Muy

Bueno" o "Bueno". Los valores más bajos corresponden a la zona de influencia de la cuenca del Oiartzun y del Bidasoa (Tabla 355).

ESTACIÓN	EQR_1 Biomasa	EQR_2 Floraciones	Estado y EQR Global
L-REF10	1,000	1,000	Muy Bueno (1,000)
L-O10	0,680	1,000	Muy Bueno (0,840)
L-O20	0,847	1,000	Muy Bueno (0,924)
L-OI10	0,763	0,612	Bueno (0,688)
L-OI20	0,662	0,735	Bueno (0,698)
L-BI10	0,943	0,501	Bueno (0,722)

Tabla 355 Calificación del estado del fitoplancton en la estación de referencia y en cada estación de muestreo de la masa de agua costera, para el periodo 2007-2012. Se muestran los EQRs parciales de cada indicador y el EQR global.

En la Tabla 356 se muestra la evolución temporal del estado del fitoplancton a lo largo de periodos de seis años móviles. No se muestran periodos anteriores a 2004-2009 ya que no hay suficiente número de datos para el indicador de frecuencia de floraciones (n<12). El estado integrado en la masa de agua **Getaria-Higer** se clasifica como "**Muy bueno**" a lo largo de la serie temporal. Al igual que en el resto de las masas de agua costeras, el EQR integrado en la masa de agua ha variado muy poco, entre aproximadamente 0,79 y 0,81.

	04-09	05-10	06-11	07-12
Getaria-Higer	MB (0,805)	MB (0,814)	MB (0,786)	MB (0,787)
L-O10	MB	MB	MB	MB
L-O20	MB	MB	MB	MB
L-OI10	MB	MB	B	B
L-OI20	MB	MB	B	B
L-BI10	B	B	B	B

Tabla 356 Evolución temporal del estado del fitoplancton en la masa de agua costera Getaria-Higer y en cada una de sus estaciones de muestreo, a lo largo de periodos móviles de seis años. Se indica entre paréntesis la evolución del EQR del fitoplancton en la masa de agua.

CLOROFILA

En esta masa de agua la concentración de clorofila se midió en cinco puntos (L-O10, L-O20, L-OI10, L-OI20 y L-BI10) y a dos profundidades. También se estudió una estación considerada de referencia para esta masa de agua (L-REF10) y situada en mar abierto.

Con objeto de averiguar si la biomasa fitoplanctónica se distribuía homogéneamente en la columna de agua, se utilizó un test "t-student" y se comparó la concentración de clorofila entre superficie y fondo. En el conjunto de la masa de agua costera, la clorofila supuso 0,5 ± 0,2 µg l^{-1} en superficie (media ± desv. típica, n=20) y lo mismo en fondo. Aplicando el análisis a la estación marina de referencia (L-REF10) la concentración media en superficie (0,3 ± 0,1 µg l^{-1}) fue superior a la de fondo (0,1 ± 0,1 µg l^{-1}), aunque no pudieron detectarse diferencias estadísticamente significativas quizá debido al reducido número de datos (n=4).

Los valores de clorofila de superficie y fondo se han promediado en cada una de las estaciones de muestreo en la Figura 449. Considerando también la estación de referencia, la clorofila osciló en un rango estrecho (0,1-0,8 µg l^{-1}; n=24), de forma muy similar a los últimos años. En Getaria-Higer, las concentraciones más altas se observaron en verano en las estaciones L-OI10 y L-BI10. Sin embargo, en la estación de referencia L-REF10 el máximo se registró en otoño.

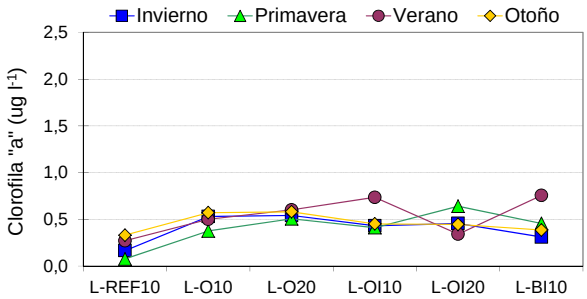


Figura 449 Variación de la concentración de clorofila en la estación marina de referencia y en las estaciones de la masa de agua Getaria-Higer, en el año 2012. Se muestra el promedio de la clorofila medida a dos profundidades (superficie y fondo) para cada época del año.

En 2012 la clorofila mostró poca variación en las aguas costeras y de mar abierto del País Vasco. Las concentraciones, incluyendo todos los datos de superficie y fondo, variaron entre 0,0 y 1,3 µg l^{-1}. Los máximos estacionales se observaron en distintas zonas: en invierno (0,8 µg l^{-1}) en un punto de la masa de agua Getaria-Higer cercano al Oria; en primavera (1,2 µg l^{-1}) y verano (0,9 µg l^{-1}) en estaciones del litoral del Ibaizabal en la masa de agua Cantabria-Matxitxako; y en otoño (1,3 µg l^{-1}) en la estación marina de referencia L-REF20, frente a la masa de agua Matxitxako-Getaria.

Para estudiar la evolución de la clorofila a lo largo de los años se ha calculado el percentil 90 en cada una de las estaciones de muestreo. En la masa de agua costera los valores oscilan entre 1,0 y 1,9 µg l^{-1}. En la estación marina L-REF10 varían entre 0,9 y 1,3 µg l^{-1} (Figura 450).

La estación cercana a la desembocadura del Oiartzun (L-OI10) muestra una leve tendencia de descenso a partir del periodo 1997-2002, durante aproximadamente una década (Figura 450). Esto podría estar relacionado con la depuración de las aguas residuales urbanas en la cuenca del Oiartzun, ya que en 1997 comienza a eliminarse el vertido del estuario, dirigiéndolo a Cala Murguita. En el año 2001 el emisario submarino de Mompás comienza a recoger parte del

vertido de Cala Murguita y, finalmente, en el año 2006 el emisario recoge ya prácticamente todas las aguas residuales de Cala Murguita salvo en situaciones de rebose (Muxika *et al.*, 2009). Sin embargo, ocasionalmente se detectan todavía altas concentraciones de nutrientes de origen antropogénico en algunas zonas del estuario. Por lo tanto, no debe descartarse que estos aportes afecten al fitoplancton de la zona litoral del Oiartzun.

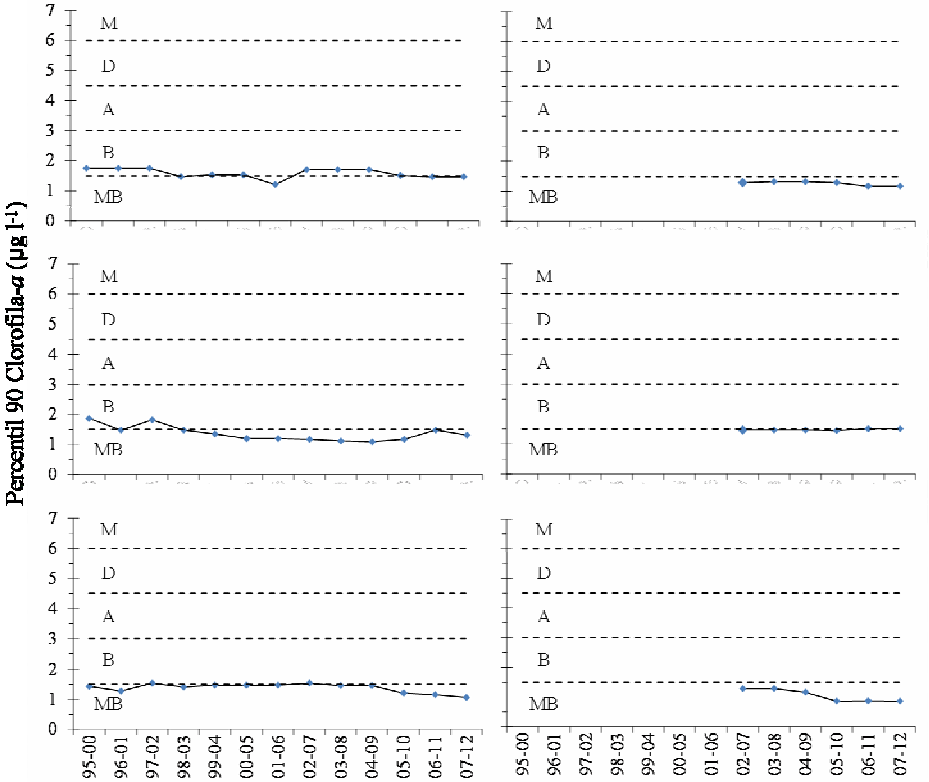


Figura 450 Evolución de la concentración de clorofila en las estaciones de la masa de agua costera Getaria-Higer y en la estación marina de referencia, L-REF10. Se muestra el percentil 90 calculado con valores de superficie, de las cuatro épocas del año, para periodos móviles de seis años. Las líneas discontinuas indican los límites entre clases de estado dentro de la clasificación que se realiza para la Directiva Marco: MB: Muy Bueno; B: Bueno; A: Aceptable; D: Deficiente; M: Malo.

COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DEL FITOPLANCTON

En la Tabla 357 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. Estas variables se midieron únicamente en superficie.

La estación L-REF10 mostró un rango de variación en la abundancia celular muy similar al de la estación marina L-REF20, con valores comprendidos entre 100.000 y 500.000 células l^{-1}, aproximadamente. La estación L-REF10 presentó la abundancia más alta en invierno, así como los mínimos en primavera y otoño. En el máximo de invierno los taxones más abundantes fueron pequeños organismos no silíceos.

Al contrario que en la estación marina de referencia, en la masa de agua costera se midieron en varias ocasiones abundancias cercanas o superiores a $1 \cdot 10^6$ células l^{-1}. En 2012 se observaron valores de este orden en mayo, en todas las masas de agua excepto en la de Matxitxako-Getaria, que fueron debidos a blooms de diatomeas, entre las que destacó *Chaetoceros* spp.

En verano la masa de agua costera Getaria-Higer presentó menor densidad fitoplanctónica que en primavera, aunque se observaron valores moderados en la estación L-OI10, situada frente a la desembocadura del Oiartzun y en la estación L-BI10, situada frente a la del Bidasoa. En éstas dominaron las criptofitas (*Plagioselmis* spp. y *Teleaulax* spp.), las haptofitas primnesiofíceas y otras pequeñas formas que no pudieron ser identificadas. Además, los dinoflagelados presentaron una mayor abundancia relativa en verano (15-30%) que durante el resto del año.

La abundancia total en otoño fue muy similar a la de invierno en la masa de agua Getaria-Higer, presentando valores bajos, especialmente en la zona oriental (L-OI10, L-OI20 y L-BI10). Las comunidades de fitoplancton en esas campañas presentaron una baja contribución de diatomeas, salvo en la estación L-O20 donde en invierno alcanzaron el 40% de la abundancia total.

Estación	L-REF10	L-O10	L-O20	L-OI10	L-OI20	L-BI10
Fecha	28/02/2012	24/02/2012	24/02/2012	28/02/2012	28/02/2012	28/02/2012
Abund. ($x10^3$ céls. l^{-1})	516	383	287	251	176	176
Divers. (bit/cel)	2,9	2,6	3,3	2,1	2,9	2,3
Riqueza (Nº sp.)	17	12	14	8	13	10
Estación	L-REF10	L-O10	L-O20	L-OI10	L-OI20	L-BI10
Fecha	11/05/2012	10/05/2012	10/05/2012	11/05/2012	11/05/2012	11/05/2012
Abund. ($x10^3$ céls. l^{-1})	146	768	148	913	5.013	1.769
Divers. (bit/cel)	3,7	1,9	3,4	2,2	1,8	2,3
Riqueza (Nº sp.)	40	40	22	44	43	41
Estación	L-REF10	L-O10	L-O20	L-OI10	L-OI20	L-BI10
Fecha	06/09/2012	03/09/2012	03/09/2012	06/09/2012	06/09/2012	06/09/2012
Abund. ($x10^3$ céls. l^{-1})	366	350	262	738	239	1.160
Divers. (bit/cel)	2,3	3,3	3,3	3,9	2,4	2,8
Riqueza (Nº sp.)	25	38	31	47	29	43
Estación	L-REF10	L-O10	L-O20	L-OI10	L-OI20	L-BI10
Fecha	08/11/2012	23/10/2012	23/10/2012	08/11/2012	08/11/2012	08/11/2012
Abund. ($x10^3$ céls. l^{-1})	138	388	465	127	139	129
Divers. (bit/cel)	1,9	3,4	3,2	2,0	2,1	1,7
Riqueza (Nº sp.)	27	28	30	34	26	22

Tabla 357 Índices relacionados con fitoplancton en cuatro épocas a lo largo de 2012. Se indican para la estación marina de referencia y para las estaciones de la masa de agua costera Getaria-Higer.

18.3.3 VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO. 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 2012 se han analizado dos transectos próximos a la desembocadura del Oria (Figura 451).



Figura 451 Posición de los transectos muestreados para macroalgas y macrofauna en la zona costera del entorno del Oria.

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', O de 'Oria' 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 del resto de áreas dentro de la masa de agua se llevará a cabo combinando los datos de la presente campaña de 2012 con los de las dos campañas previas, que abarcan la totalidad de la masa.

En la Tabla 358 se muestran los datos obtenidos para la masa de agua costera Getaria-Higer en las campañas de 2012 (transectos M-LO3 y M-LO4) y de 2010 (transectos M-LUR1, M-LOI1, M-LOI2, M-LBI1 y M-LBI2), con objeto de calificar su estado. La metodología utilizada se explica en Tomo 1 del informe.

La calificación es de: Estado Aceptable para el transecto M-LO4; Buen Estado para los transectos M-LOI1, M-LOI2 y M-LBI2; y Muy Buen Estado para el resto de transectos.

En promedio, la masa de agua costera Getaria-Higer presenta **'Buen Estado'** (EQR=0,78). Los principales cambios registrados en el Estado de Calidad correspondiente al compartimento de las macroalgas desde que se iniciara el seguimiento de la masa de agua, se han producido en las zonas litorales próximas a las desembocaduras del Oria y del Oiartzun. Así, en el caso concreto de la zona próxima al estuario del Oria se pasa de estado Aceptable (M-LO1) y Deficiente (M-LO2) en 2003 a Muy Bueno (M-LO3) y Aceptable (M-LO4). Sin embargo, como ya se indicó en el informe correspondiente a la pasada camapaña de 2009, es importante señalar que los transectos muestreados cambiaron de posición debido a que las zonas muestreadas en 2003 y en 2006 no eran aptas para el establecimiento de comunidades naturales de macroalgas (M-LO1 se situaba en la escollera del espigón de la margen izquierda; M-LO2 se situaba en una zona rocosa junto a la playa sometida a una fuerte

abrasión por la arena). Por otro lado, como se indicó en los informes correspondientes a las pasadas campañas de 2009-2011, cabe destacar que, a pesar del cambio de posición, el transecto M-LO4 se encuentra en un acanatilado muy lábil, lo cual impide el desarrollo de comunidades bentónicas de sustrato duro maduras. En el caso de los transectos muestreados en la zona próxima a la desembocadura del Oiartzun, en cambio, se ha detectado una regresión en la calidad, ya que los dos transectos esudiados han pasado de Muy Buen Estado en 2004 y 2007 a Buen Estado en 2010. Esta regresión viene motivada por un importante descenso en la riqueza de macroalgas características, que pasa de 40-50 en 2004 y 2007 a 16-20 en 2010, por lo que convendría vigilar dichos transectos y comprobar que se trata de valores negativos puntuales y que no marcan tendencias temporales asociadas a presiones no identificadas.

En este punto, es importante señalar que en la presente campaña de 2012, por primera vez desde el inicio del seguimiento, se ha realizado un muestreo específico siguiendo una metodología diferente (ver Tomo 1), para el cálculo del índice RICQI, desarrollado para la valoración del estado ecológico de las comunidades bentónicas de sustrato duro (incluyendo algas y fauna) de las costas del País Vasco.

En la Tabla 359 y en la Tabla 360 se muestran las abundancias y coberturas correspondientes a cada uno de los diez cuadrados muestreados en cada una de las dos zonas analizadas en la presente campaña de 2012. Dicha información se usado como base para el cálculo de RICQI, según se muestra en la Tabla 361.

La valoración de las zonas analizadas según el índice RICQI es de Estado Aceptable para ambas. Por tanto, la valoración obtenida con RICQI es más negativa que la obtenida usando el CFR.

Con los resultados obtenidos en la presente campaña, y a falta de completar el resto de zonas que se muestrean en la masa de agua costera Getaria-Higer, la valoración provisional de la masa de agua sería de Estado Aceptable (EQR=0,49).

INDICADORES	M-LO3	M-LO4	M-LUR1	M-LOI1	M-LOI2	M-LBI1	M-LBI2
Cobertura	102	15	58	16	20	39	129
Riqueza de poblaciones	8	1	6	8	3	4	7
Especies oportunistas	6	18	2	8	1	4	23
PUNTUACIÓN							
Cobertura	0,45	0,20	0,45	0,10	0,20	0,35	0,45
Riqueza de poblaciones	0,20	0,05	0,20	0,20	0,15	0,20	0,20
Especies oportunistas	0,35	0,25	0,35	0,35	0,35	0,35	0,15
PUNTUACIÓN TOTAL	1,00	0,50	1,00	0,65	0,70	0,90	0,80
CLASIFICACIÓN	Muy Bueno	Aceptable	Muy Bueno	Bueno	Bueno	Muy Bueno	Bueno

Tabla 358 Calificación de cada indicador de macroalgas y las equivalencias para la calificación de cada transecto, en las campañas de 2012 (M-LO1 y M-LO2) y 2010 (M-LUR1, M-LOI1, M-LOI2, M-LBI1 y M-LBI2).

M-LO3										
CUADRADOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ALGAE										
Ulva compressa	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-
Ulva rigida	-	0,5	0,5	0,5	-	-	0,5	-	-	-
Cladophora hutchinsiae	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Codium adhaerens	30	-	0,5	-	0,5	15	-	0,5	15	62,5
Giffordia granulosa	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-
Ralfsia verrucosa	-	-	0,5	0,5	0,5	-	-	-	-	-
Stypocaulon scoparium	-	0,5	-	-	-	0,5	-	-	-	-
Cladostephus spongiosus	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-
Zanardinia typus	0,5	0,5	-	-	-	0,5	-	0,5	-	3
Asparagopsis armata	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-
Falkenbergia rufolanosa	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-
Gelidium corneum	-	-	-	-	-	15	-	-	-	3
Gelidium pusillum	-	-	0,5	-	-	-	-	0,5	-	-
Gelidium spinosum	-	-	-	-	-	3	0,5	-	-	-
Pterocladiella capillacea	-	-	-	-	-	3	-	-	0,5	-
Caulacanthus ustulatus	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-
Plocamium cartilagineum	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-
Hildenbrandia rubra	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Corallina elongata	47,5	87,5	62,5	62,5	62,5	62,5	87,5	87,5	62,5	15
Lithophyllum incrustans	52,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	37,5
Mesophyllum lichenoides	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-
Laurencia pinnatifida	-	0,5	-	-	-	0,5	0,5	-	0,5	-
Chondria coerulescens	0,5	-	-	-	-	-	-	0,5	0,5	-
Chondria dasyphylla	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-
Ceramium ciliatum	15	15	3	3	3	15	15	0,5	15	0,5
Ceramium echionotum	15	15	3	15	15	3	15	15	15	-
Ceramium secundatum	0,5	-	3	-	-	0,5	-	-	-	0,5
Monosporus pedicellatus	-	-	-	-	-	-	-	0,52	-	-
Pleonosporium borreri	-	0,5	-	-	-	-	-	0,5	-	-
Cryptopleura ramosa	0,5	-	-	-		0,5	-	-	-	3
Pterosiphonia ardreana	0,5	0,5	-	-	-	0,5	-	-	0,5	-
Pterosiphonia complanata	15	15	3	3	3	15	3	3	3	3
Pterosiphonia parasitica	-	0,5	-	-	-	0,5	-	0,5	-	-
MACROFAUNA										
Patella intermedia	-	-	0,5	0,5	-	-	-	-	-	-
Patella ulyssiponensis	0,5	3	3	3	0,5	-	3	3	0,5	3
Mytilus galloprovincialis	-	0,5	0,5	0,5	-	-	-	0,5	-	-
Chthamalus sp.	-	-	0,5	0,5	-	-	-	-	-	-

Tabla 359 Coberturas específicas en los diez cuadrados elegidos en el transecto M-LO3 para el cálculo del índice RICQI.

M-LO4										
CUADRADOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ALGAE										
Ulva compressa	37,5	37,5	37,5	62,5	3	0,5	37,5	3	0,5	0,5
Rhizoclonium riparium	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ectocarpales	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ralfsia verrucosa	-	3	0,5	0,5	3	3		0,5	3	-
Gelidium pusillum	-	0,5	0,5	15	0,5	-	15	0,5	0,5	-
Petrocelis cruenta	-	-	0,5	0,5	62,5	15	0,5	37,5	15	15
Mastocarpus stellatus	-	-	-	-	0,5	0,5	-	0,5	-	-
Hildenbrandia rubra	0,5	0,5	3	0,5	-	-	0,5	-	0,5	-
MACROFAUNA										
Patella intermedia	-	-	-	0,5	0,5	0,5	-	-	0,5	0,5
Patella ulyssiponensis	-	-	-	-	0,5	-	-	3	0,5	-
Patella vulgata	-	-	0,5	-	-	0,5	-	0,5	-	0,5
Mytilus galloprovincialis	-	0,5	0,5	0,5	0,5	-	-	0,5	-	0,5
Chthamalus sp.	0,5	0,5	-	0,5	3	0,5	-	0,5	0,5	-

Tabla 360 Coberturas específicas en los diez cuadrados elegidos en el transecto M-LO4 para el cálculo del índice RICQI.

	M-LO3	M-LO4
Algas morfológicamente complejas		
Cobertura (%)	10,15	3,40
Riqueza	32	8
Fauna		
Riqueza	4	5
Cobertura respecto a cobertura total (%)	1,21	3,22
Cobertura de herbívoros (%)	2,05	0,55
Cobertura de suspensívoros (%)	0,30	0,85
PUNTUACIÓN		
ESS	0,40	0,30
PC	-0,05	-0,05
MCA	0,05	0,05
Ra	0,08	0,02
Rf	0,00	0,01
Pf	0,03	0,03
Ch	0,00	0,00
Cs	0,05	0.05
RICQI	0,56	0,41
CLASIFICACIÓN	Aceptable	Aceptable

Tabla 361 Indicadores incluidos en el cálculo del RICQI para la definición del estado de las comunidades bentónicas de sustrato duro, junto con la puntuación correspondiente a cada una de las métricas y valor de EQR (=RICQI) y clasificación correspondiente para cada una de las dos zonas analizadas en 2012 en la Masa de Agua Costera Getaria-Higer.

TRANSECTO M-LO3

Está situado entre la margen derecha de la regata de Inurritza y la margen izquierad de la ría del Oria, a la derecha del antiguo cargadero de Mollarri, en las coordenadas 569074-4793827. El muestreo tuvo lugar el 6 de abril de 2012.

El transecto discurre longitudinalmente a lo largo de una serie de lajas y bloques de gran tamaño al pie del monte Mollarri, con una orientación de 40º N. A pesar de la portección que brinda al oeste la punta de Mollarri, se trata de una zona con un considerable grado de exposición al oleaje. El transecto tiene una longitud de 16,55 m y la cota más elevada se sitúa a 6,98 m sobre el nivel 0 de marea.

En función de las coberturas biológicas presentes, se establecen catorce zonas distintas en lugar de las diez que se establecieron en 2009, primera campaña en la que se analizó este transecto. En la Tabla 362 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 452 y de la Figura 453.

	M-LO3											
ZONAS	M-LO31	M-LO32	M-LO33	M-LO34	M-LO35	M-LO36	M-LO37	M-LO38	M-LO39	M-LO310	M-LO311	M-LO312
Longitud (m)	0-1,16	1,16-3,14	3,14-3,44	3,44-4,49	4,49-5,16	5,16-5,92	5,92-8,03	8,03-8,61	8,61-10,26	10,26-12,07	12,07-16,20	16,20-16,42
Altura (m)	0-1,01	1,01-2,55	2,55-2,96	2,96-3,46	3,46-3,68	3,46-3,27-3,46	3,46- 3,72-3,46	3,46-4,26	4,26-5,26-4,76	4,76-5,16-3,59	3,59-4,03	4,03-4,53
Verrucaria maura	---	---	---	---	---	---	---	---	4	2	---	---
Melarhaphe neritoides	---	---	---	2	2	---	---	---	3	2	---	---
Monodonta colubrina	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1	1
Patella rustica	---	---	---	---	---	---	---	---	4	4	---	3
Patella vulgata	---	---	---	---	---	---	3	4	3	4	4	4
Patella intermedia	---	---	2	3	4	1	4	4	4	3	4	3
Chthamalus sp.	---	1	1	2	4	---	2	4	4	3	2	4
Catenella caespitosa	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	3
Ralfsia verrucosa	---	2	3	3	4	---	2	4	2	---	2	2
Hildenbrandia rubra	---	1	---	---	---	---	---	3	2	2	3	---
Ulva compressa	---	---	---	---	2	---	3	---	---	---	2	---
Mytilus galloprovincialis	---	1	---	2	---	---	2	---	---	---	2	---
Corallina elongata	4	6	4	5	3	6	3	---	---	---	1	---
Lithophyllum incrustans	5	6	4	5	3	6	3	---	---	---	2	---
Lithothamnion sp.	---	---	---	---	---	---	---	3	---	---	---	---
Mastocarpus stellatus	---	---	---	---	---	---	---	1	---	---	---	---
Lithophyllum byssoides	---	---	---	1	---	---	---	1	---	---	---	---
Caulacanthus ustulatus	---	1	1	4	1	2	2	1	---	---	---	---
Ulva rigida	1	2	---	2	---	3	2	1	---	---	---	---
Gibbula umbilicalis	---	---	---	---	---	---	4	---	---	---	---	---
Scytosiphon lomentaria	---	---	---	---	---	---	2	---	---	---	---	---
Bangia atropurpurea	---	---	---	---	2	---	3	---	---	---	---	---
Gelidium pusillum	---	---	3	2	2	1	2	---	---	---	---	---
Thais haemastoma	---	1	1	3	---	---	1	---	---	---	---	---
Patella ulyssiponensis	2	4	3	4	3	1	3	---	---	---	---	---
Petalonia fascia	---	---	---	---	---	1	---	---	---	---	---	---
Jania rubens	---	---	---	1	---	1	---	---	---	---	---	---
Nitophyllum punctactum	---	1	---	---	---	1	---	---	---	---	---	---
Chondria coerulescens	---	1	---	1	---	1	---	---	---	---	---	---
Gelidium spinosum	2	2	---	1	---	1	---	---	---	---	---	---
Ceramiales	2	4	1	3	---	3	---	---	---	---	---	---
Pterosiphonia complanata	3	4	---	---	---	2	---	---	---	---	---	---
Codium adhaerens	4	3	5	1	---	4	---	---	---	---	---	---
Paracentrotus lividus	---	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---
Lomentaria articulata	---	---	1	1	---	---	---	---	---	---	---	---
Asparagopsis armata	2	2	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---
Gymnogongrus crenulatus	---	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---
Falkenbergia rufolanosa	3	1	1	2	---	---	---	---	---	---	---	---
Hypoglossum hypoglossoides	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Zanardinia typus	2	1	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Pterosiphonia pennata	2	1	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Pterocladiella capillacea	---	2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Laurencia pinnatifida	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Cladostephus spongiosus	2	2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Dictyota dichotoma	2	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Stypocaulon scoparium	4	2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Plocamium cartilagineum	2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Cryptopleura ramosa	2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Apoglossum ruscifolium	2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Gelidium corneum	4	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabla 362 Índices de cobertura de las especies más representativas del transecto M-LO3, muestreado el 6 de abril de 2012 (para metodología, ver Tomo 1).

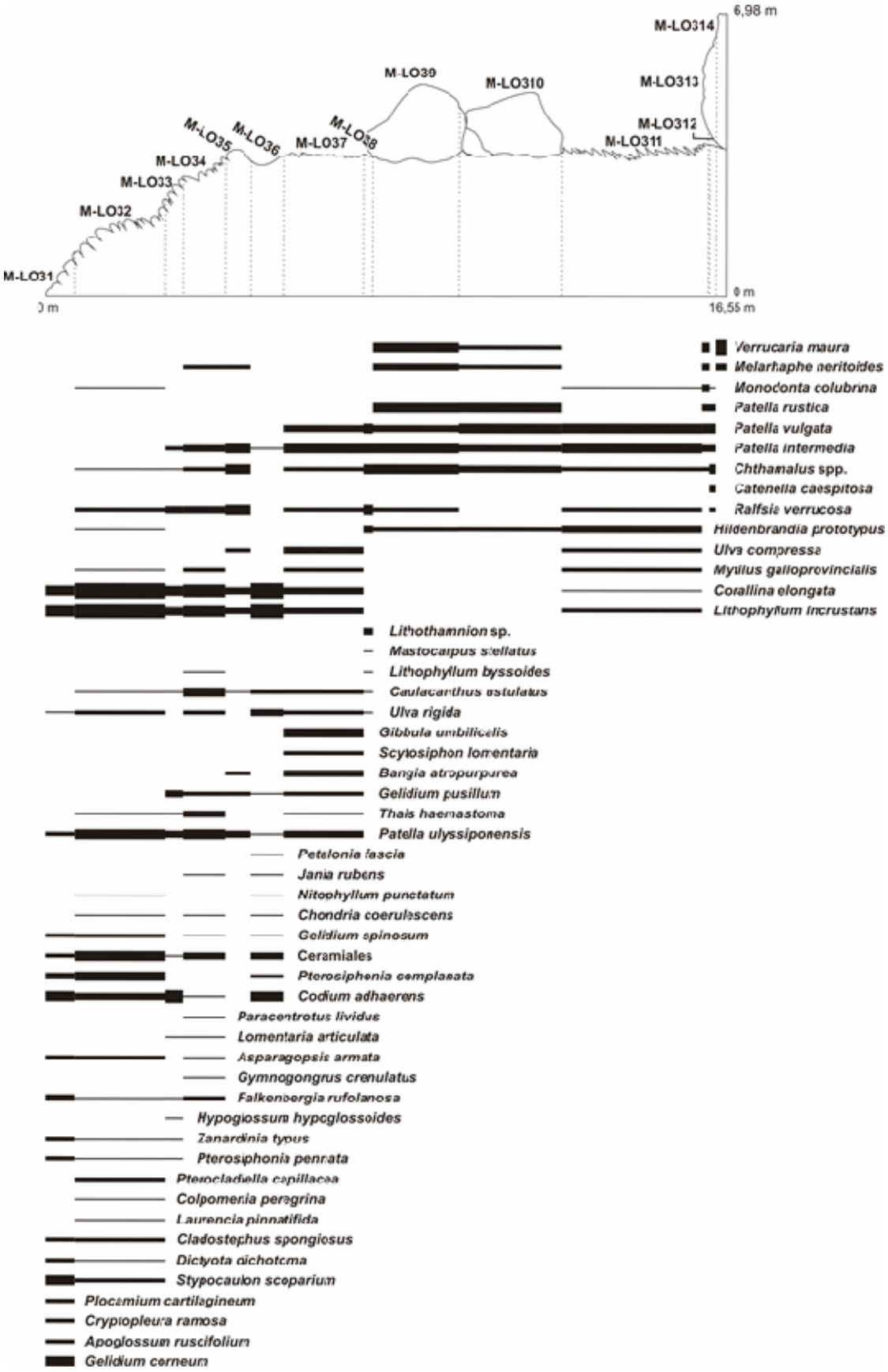


Figura 452 Distribución horizontal de la cobertura de las diferentes especies del transecto M-LO3.

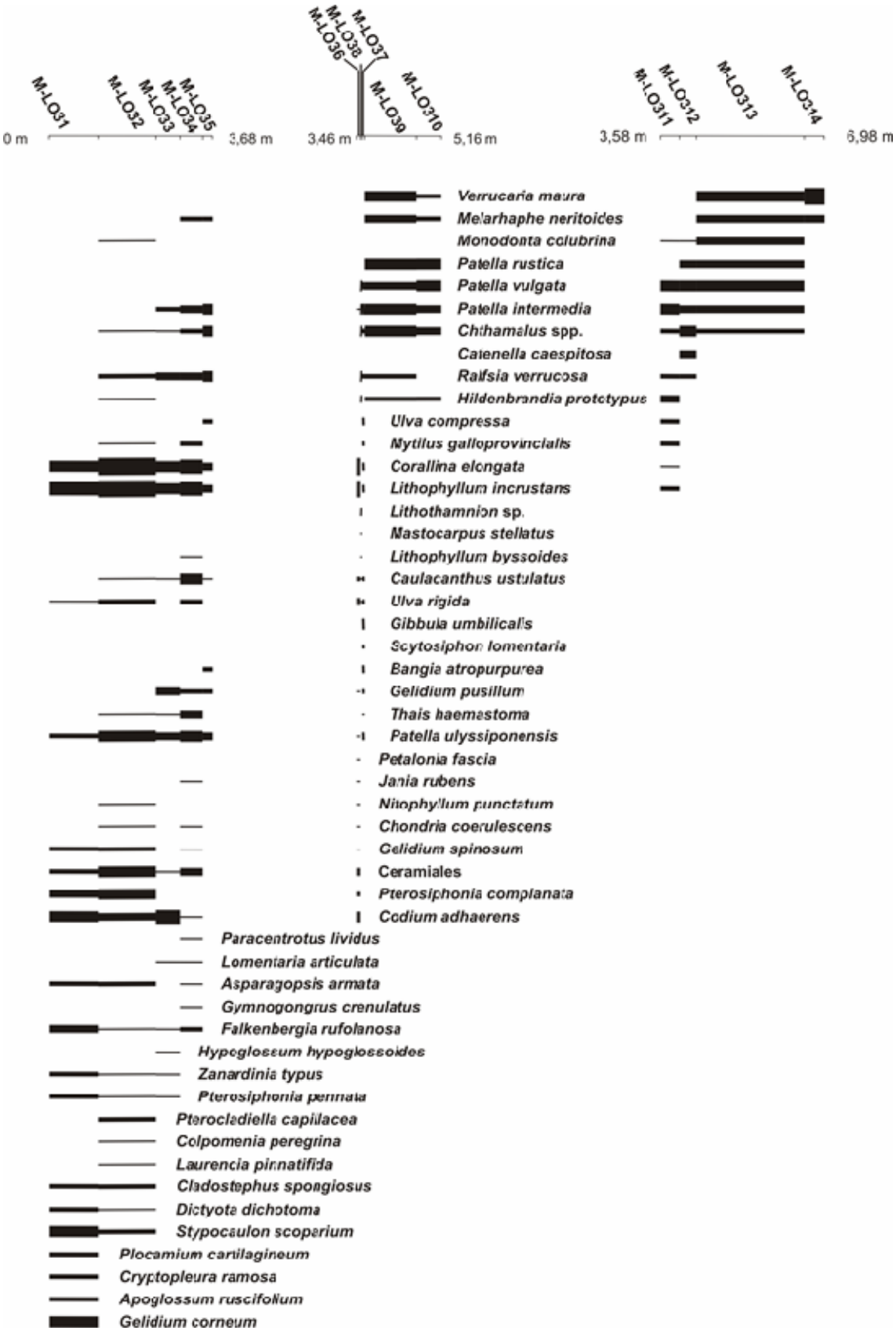


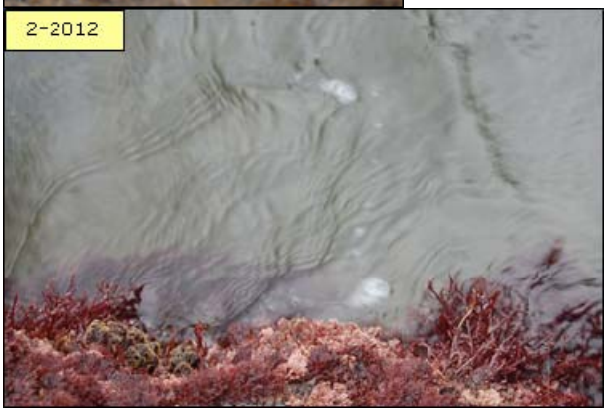
Figura 453 Distribución vertical de la cobertura de las diferentes especies del transecto M-LO3.

Franja infralitoral (M-LO31)

La primera de estas zonas (M-LO31) se localiza en una sucesión de estratos bastante inclinados y paralelos a la línea de costa. En 2012 se amplía la zona respecto a 2009. Las comunidades biológicas no siguen un patrón definido. La presencia de estratos inclinados de distinta longitud y con diferente grado de exposición dificulta el establecimiento de patrones homogéneos de la biota (Foto 1-2012).

En las áreas menos expuestas aparecen importantes coberturas del alga verde incrustante *Codium adhaerens*, mientras que en las zonas de mayor exposición destacan las coberturas de *Lithophyllum incrustans*, *Corallina elongata*, *Gelidium corneum* o *Stypocaulon scoparium*. Consideradas conjuntamente, las algas más abundantes en esta franja infralitoral son *L. incrustans* (50-60%), *C. elongata* (20-30%), *C. adhaerens* (15-25%), *G. corneum* (alrededor del 15%), *S. scoparium* (10%), *Pterosiphonia complanata* (5%) y *Falkenbergia rufolanosa* (2%) (Foto 2-2012).

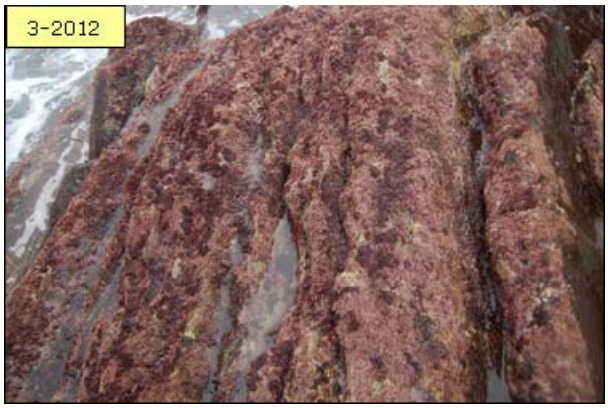




La macrofauna observada no es muy abundante. De hecho, únicamente se distingue algún ejemplar de la lapa *Patella ulyssiponensis*. Esta pobreza específica ya fue registrada en 2009, año en que sólo se identificaron individuos del erizo *Paracentrotus lividus*.

Zona mediolitoral inferior y mediolitoral media (M-LO32; M-LO33)

A continuación, y en una posición más elevada, se diferencia la zona M-LO32, una amplia zona rica en especies y con importante grado de cobertura corológica. En 2009 esta zona era más amplia, abarcando desde 0,75 m hasta 2,96 m sobre el nivel del mar. En 2012 este tramo se divide en dos, el primero de ellos M-LO32 comprende desde 1,01 m hasta y 2,55 m y el segundo (zona M-LO33), desde 2,55 m hasta 2,96 m., La primera de estas zonas abarca el mediolitoral inferior y parte del medio. El terreno, como en la zona anterior, consiste en una sucesión de estratos inclinados entre los que aparecen pequeñas cubetas (Foto 3-2012). El horizonte que define este tramo de la costa se incluye dentro de una comunidad de *C. elongata–L. incrustans*.



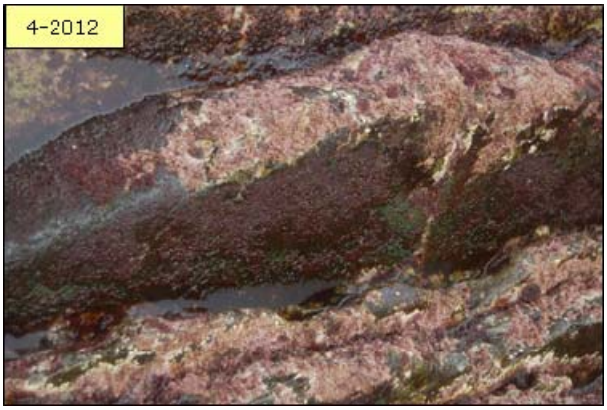
La macrofauna, aunque más abundante que en la zona precedente, sigue siendo bastante pobre. Además de la lapa *P. ulyssiponensis* (10-15 ind·m^{-2}) y del cirrípedo *Chthamalus* sp. anteriormente comentados, se identifican ejemplares del mejillón *Mytilus galloprovincialis* y del murícido *Thais haemastoma*.

El tramo de esta zona M-LO32 que queda enclavada en el mediolitoral inferior presenta en el horizonte *L. incrustans-C. elongata* un mayor porcentaje de *P. complanata* (hasta un 10-15%), mientras que en la parte que queda en el mediolitoral medio aparecen las mayores coberturas de Ceramiales (*Ceramium ciliatum* y *Ceramium echionotum*, especialmente), *Ralfsia verrucosa* y *Chthamalus* sp.

La segunda zona del mediolitoral medio, zona M-LO33, que, como ya se ha comentado, en 2009 se incluyó en de la zona M-LO32, presenta características diferentes. La diversidad de algas y animales es inferior. En este pequeño tramo de estratos, las coberturas de *L. incrustans* y *C. elongata* disminuyen notablemente (25-

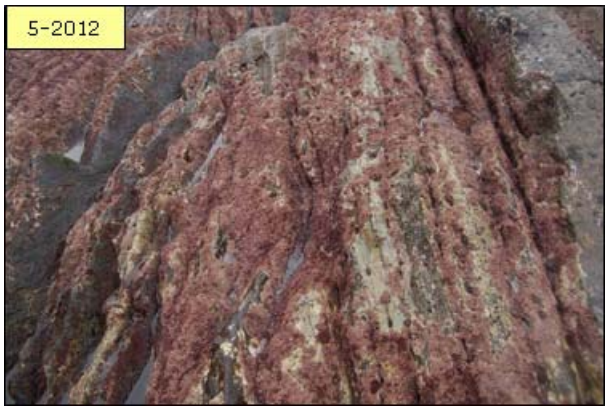
35% y 15-20%, respectivamente), apareciendo en su lugar amplios recubrimientos de la clorofícea *C. adhaerens* (50-60%) (Foto 4-2012). El resto de algas presentan coberturas sustancialmente menores. En función de sus abundancias relativas, destacan *Gelidium pusillum* (3-5%), *R. verrucosa* (alrededor del 1%), *Caulacanthus ustulatus*, *F. rufolanosa*, Ceramiales, *Zanardinia typus*, *Hypoglossum hypoglossoides*, *Lomentaria articulata* y *Pterosiphonia pennata*.

Por su parte, la fauna aparece compuesta por ejemplares de las lapas *P. ulyssiponensis* (5 ind·m^{-2}) y *Patella intermedia*; del cirrípedo *Chthamalus* sp. y de la cañeta *T. haemastoma*.



Zona mediolitoral superior (M-LO34; M-LO35; M-LO36; M-LO37)

Al igual que en 2009, en este nivel mareal se establecen cuatro zonas con características diferentes. La primera zona sigue a continuación de M-LO33. Las comunidades en esta zona M-LO34, frontera entre el mediolitoral medio y superior, muestran una importante semejanza con los últimos tramos de M-LO32 (Foto 5-2012). Las algas *C. elongata* y *L. incrustans* continúan presentando las mayores coberturas, si bien los recubrimientos son algo menores (alrededor del 50%; valores similares a los de 2009). Las poblaciones del alga de tendencia meridional *C. ustulatus* y la incrustante *R. verrucosa* ocupan también el tercer y cuarto lugar, si bien lo hacen con coberturas menores a las registradas hace tres años (10% y 3-5%, frente a casi 20% y 10%, respectivamente). Las pequeñas Ceramiales que aparecen como epífitas de diversas algas ocupan el quinto lugar, con alrededor del 3%.

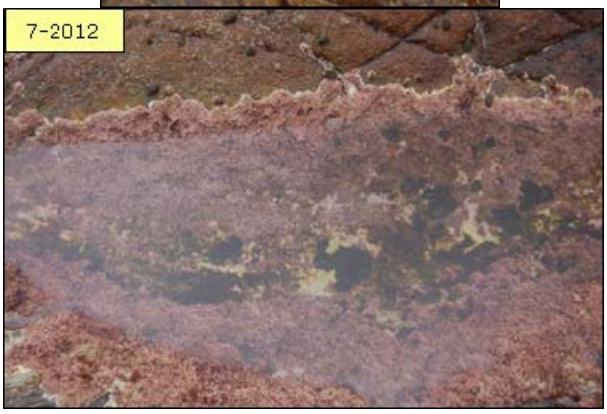


En cuanto a la macrofauna, las especies tampoco varían mucho respecto a 2009. Entre los aspectos a destacar se encuentra el notable incremento de las poblaciones de *P. ulyssiponensis*Los siete *taxa* identificados en esta zona son las lapas *P. ulyssiponensis* (25-50 ind·m^{-2}) y *P. intermedia* (1-5 ind·m^{-2}), el murícido *T. haemastoma* (1-5 ind·m^{-2}), el mejillón *M. galloprovincialis*, el erizo *P. lividus*, los cirrípedos *Chthamalus* sp. y el caracolillo *Melarhaphe neritoides*.

La zona M-LNO35 se sitúa sobre el borde de un estrato que sobresale ligeramente del resto y presenta un aspecto diferente a las tres anteriores. En los gruesos estratos de esta zona la distribución de las comunidades es la misma de 2009. Las poblaciones del cirrípedo *Chthamalus* sp. (5.000-7.500 ind·m^{-2}) y de la lapa *P. intermedia* (30-50 ind·m^{-2}), junto al alga *R. verrucosa* (10%), caracterizan las comunidades de la mayor parte de la superficie (Foto 6-2012). Además de las dos anteriores especies se identifican ejemplares dispersos de los moluscos *M. neritoides* y *P. ulyssiponensis*. Las poblaciones de algas experimentan una reducción muy acusada respecto a niveles mareales inferiores. Entre las grietas y fisuras de la laja destacan *C. elongata* (en torno al 3%) y de *L. incrustans* (alrededor del 4-5%). Sobre las conchas de *Patella* sp. se identifican matas de *G. pusillum*, *Ulva compressa* y *Bangia atropurpurea*.

A continuación de la laja, la erosión propicia la presencia de una pequeña cubeta entre los estratos. La permanencia de una lámina constante de agua permite el establecimiento de una relativa riqueza corológica (Foto 7-2012). En esta cubeta (identificada como zona M-LO36), el alga *L. incrustans* recubre la mayor parte del fondo, con un 75-90% de la superficie, seguida, de lejos, por *C. adhaerens* (10%). Por encima de ella, se encuentran abundantes matas de *C. elongata* (alrededor del 60-70%) y, en menor medida, *U. rigida*, diversas Ceramiales (ambas con un 3-5%), entre otras.





Por el contrario, la macrofauna es muy pobre. En esta poza únicamente se encuentran algunos ejemplares de las lapas *P. ulyssiponensis* (dentro de la poza) y *P. intermedia* (en sus márgenes).

El terreno donde se ubica la última zona del mediolitoral superior corresponde a una sucesión de láminas de finos estratos subverticales erosionados, sin apenas pendiente (Foto 8-2012). Al igual que en 2009, el aspecto general de esta zona M-LO37 (M-LO36 en 2009) es el de una zona pelada y carente de coberturas biológicas reseñables. En los pasillos y grietas de los estratos se encuentran pequeñas coberturas de las algas *L. incrustans*, *C. elongata*, *C. ustulatus*, *R. verrucosa*, *U. rigida*, *Scytosiphon lomentaria* y ejemplares del mejillón *M. galloprovincialis*. En las crestas se asientan ejemplares más o menos aislados de *Chthamalus* sp. y del alga *B. atropurpurea*, mientras que, de manera más general, aparecen bastantes individuos de *Gibbula umbilicalis* (10-20 ind·m^{-2}), *P. intermedia* (15-25 ind·m^{-2}) y algunos de *P. ulyssiponensis* (5-10 ind·m^{-2}), *Patella vulgata* (1-5 ind·m^{-2}) y *T. haemastoma* (un ejemplar).



Franja supralitoral (M-LO38; M-LO311; M-LO312)

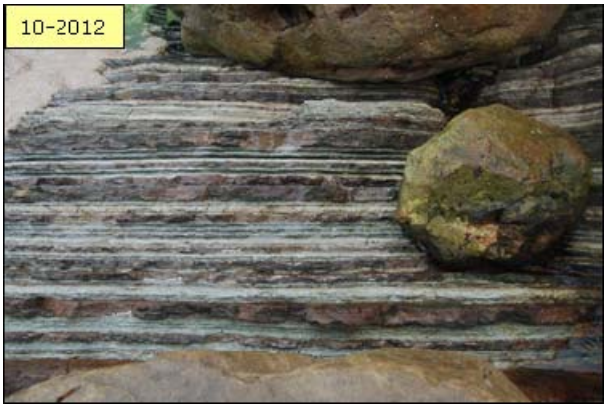
La parte más alta de este transecto experimenta en 2012 una serie de cambios respecto a 2009. Algunos bloques cambian de posición y despejan parte del tramo final del mismo. En función de la altura respecto al nivel 0 de marea, la franja supralitoral aparece en tres áreas distintas. La primera de ellas, la zona M-LO38 se localiza en la base de un gran bloque rocoso desprendido del acantilado (zona M-LO37 en 2009) y depositado al final de la zona M-LO37 (Foto 9-2012). Sobre la piedra, las algas aparecen representadas por *R. verrucosa* (10%), *Lithothamnion* sp. e *Hildenbrandia rubra* (ambas con coberturas menores al 5%, pero con zonas aparentes) y, en menor medida, por *Lithophyllum byssoides* y *Mastocarpus stellatus*.

En cuanto a la fauna, destacan los cirrípedos *Chthamalus* sp. (2.500-5.000 ind·m^{-2}), y las lapas *P. intermedia* (25-50 ind·m^{-2}) y *P. vulgata* (10-20 ind·m^{-2}). En algunas de estas lapas se observa alguna mata de las algas *U. rigida* y *C. ustulatus*.



La segunda zona de este nivel mareal, denominada M-LO311 no se contempló en 2009 al encontrarse tapada por grandes bloques rocosos. El aspecto recuerda al de la zona M-LO37. Como en ella, el terreno consiste en una sucesión de finos estratos cuyo desgaste proporciona una zona prácticamente horizontal (Foto 10-2012). Las comunidades serían una continuación de la misma; aunque la mayor lejanía con el mar limita el desarrollo de

especies marinas. Las especies animales más abundantes corresponden a las lapas *P. intermedia* (25-50 ind·m^{-2}) y *P. vulgata* (10-15 ind·m^{-2}), los cirrípedos *Chthamalus* sp., el mejillón *M. galloprovincialis* y el bígaro *Monodonta colubrina*. Por su parte, las algas están representadas por *H. rubra*, *L. incrustans*, *R. verrucosa*, *U. compressa* y *C. elongata*.



La útima zona de la franja supralitoral se localiza en la base de un gran bloque rocoso al pie del monte Mollarri (Foto 11-2012). En esta zona, de pendiente casi vertical, sólo se identifican seis *taxa* distintos, cuatro de fauna y únicamente dos de algas. Los dos *taxa* más representativos son los cirrípedos *Chthamalus* sp. (2.500-5.000 ind·m^{-2}) y la lapa *P. vulgata* (20-40 ind·m^{-2}). El resto de especies se completa con la lapa *Patella rustica*, el bígaro *M. colubrina* y las algas *Catenella caespitosa* y *R. verrucosa* (Foto 12-2012).





Zona supralitoral (M-LO39; M-LO310; M-LO313; M-LO314)

La primera zona de este dominio litoral se localiza en el mismo bloque rocoso correspondiente a la zona M-LO38, pero a una altura de 4,26-5,26 m. A excepción de la ausencia de los escasos frondes de *Nemalion helminthoides* observados en 2009, la situación en 2012 apenas cambia. Por las especies presentes, la facies que define la zona es la de *Chthamalus* sp.–*Patella* sp. Las poblaciones de *Chthamalus* sp. son inferiores a las de la base de la roca (1.000-2.500 ind·m^{-2}), mientras que las densidades de las lapas se mantienen o aumentan (25-50 ind·m^{-2} para *P. intermedia*, 10-20 ind·m^{-2} para *P. rustica* y 5-10 ind·m^{-2} para *P. vulgata*). Entre las diferencias respecto a M-LO38, destaca la aparición de ejemplares de la lapa *P. rustica* (10-20 ind·m^{-2}) y de manchas variables del liquen *Verrucaria maura*. En cambio, las coberturas de *R. verrucosa* y de todas las algas, en general, disminuyen (Foto 13-2012).

La zona M-LO310 comprende un bloque de considerable tamaño, que sigue a continuación del otro, donde se establecen las zonas M-LO38 y M-LO39. Las poblaciones biológicas apenas experimentan cambios respecto a dichas zonas. Los cirrípedos *Chthamalus* sp. (100-500 ind·m^{-2}), las lapas *P. rustica* (25-50 ind·m^{-2}), *P. vulgata* (10-20 ind·m^{-2}) y *P. intermedia* (5-10 ind·m^{-2}), el bígaro *M. neritoides*, el alga *H. rubra* y el liquen *V. maura* conforman la biota presente. La principal diferencia que justifica la segregación de la zona es el descenso generalizado de las poblaciones de *Chthamalus* sp. y de las coberturas de *V. maura* (Foto 14-2012).





Las dos últimas zonas del transecto se localizan en el mismo bloque rocoso, al pie del monte Mollarri, donde se sitúa la zona M-LO312 (Foto 11-2012).

La zona M-LO313 ocupa la parte central del bloque. La biota presente recuerda a la observada en M-LO39. En las áreas superiores aparecen manchas variables del liquen *V. maura*. En algunos recovecos de la piedra se observan ejemplares del bígaro *M. colubrina*, y, de manera más dispersa, también de los cirrípedos *Chthamalus* sp., del bígaro *M. neritoides* y de las lapas *P. vulgata* (10-15 ind·m^{-2}), *P. rustica* (10 ind·m^{-2}) y *P. intermedia* (1-5 ind·m-2) (Foto 15-2012).



Por encima de la anterior, a 6,29-6,98 m sobre el nivel 0 de marea, se distingue la zona M-LO314, fin del transecto. Las manchas del liquen *V. maura*, que cubren parte de la superficie rocosa (coberturas de más de 50%), y los dispersos ejemplares de *M. neritoides* constituyen los aspectos más característicos (Foto 16-2012).



TRANSECTO M-LO4

El segundo transecto de la cuenca del Oria está situado en la margen derecha de la playa de San Juan, entre la punta Talaikoegia y la punta Anarri, en las coordenadas 570786-4793372 (Figura 427). El muestreo tuvo lugar el 5 de mayo de 2012.

La orografía por donde discurre este transecto consiste en una serie de bloques de tamaño variable desprendidos del monte Talaimendi (Foto 17-2012). Se trata de una zona muy batida, donde el efecto del fuerte oleaje se deja sentir en el sustrato rocoso. En este sentido, resulta llamativo el pulido de las rocas más cercanas al mar, como consecuencia del continuo choque de los granos de arena removidos por las olas y corrientes.



La longitud total del transecto es de 5,19 m, con una altura máxima respecto al nivel 0 de marea de 6,51 m, una orientación de 305º N y 55º de pendiente. En función de los diversos recubrimientos, se establecen seis zonas.

En la Tabla 363 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 454 y de la 0.

M-LO4						
ZONAS	M-LO41	M-LO42	M-LO43	M-LO44	M-LO45	M-LO46
Longitud (m)	0-0,13	0,13-0,46	0,46-1,33	1,33-1,72	1,72-4,89	4,89-5,19
Altura (m)	0-0,55	0,55-1,07	1,07-2,52	2,52-2,97	2,97-4,30	4,30-6,51
Lithothamion sp.	---	---	---	---	---	1
Verrucaria maura	---	---	---	---	3	3
Patella rustica	---	---	---	---	2	2
Blidingia minima	---	---	---	---	1	1
Patella vulgata	---	---	1	2	4	3
Melarhaphe neritoides	---	1	3	4	4	2
Chthamalus sp.	---	2	3	5	6	2
Lithophyllum incrustans	---	---	---	3	3	---
Hildenbrandia rubra	---	1	---	---	1	---
Mastocarpus stellatus	---	1	4	3	1	---
Patella intermedia	---	1	4	4	2	---
Mytilus galloprovincialis	---	2	2	3	3	---
Caulacanthus ustulatus	---	---	3	2	---	---
Petrocelis cruenta	---	2	5	3	---	---
Ralfsia verrucosa	---	3	3	2	---	---
Ulva rigida	---	1	1	---	---	---
Patella ulyssiponensis	---	3	3	---	---	---
Gelidium pusillum	---	3	---	---	---	---
Ulva compressa	---	2	---	---	---	---
Polysiphonia macrocarpa	---	1	---	---	---	---

Tabla 363 Índices de cobertura de las especies más representativas del transecto M-LO4, muestreado el 5 de mayo de 2012 (para metodología, ver Tomo 1).

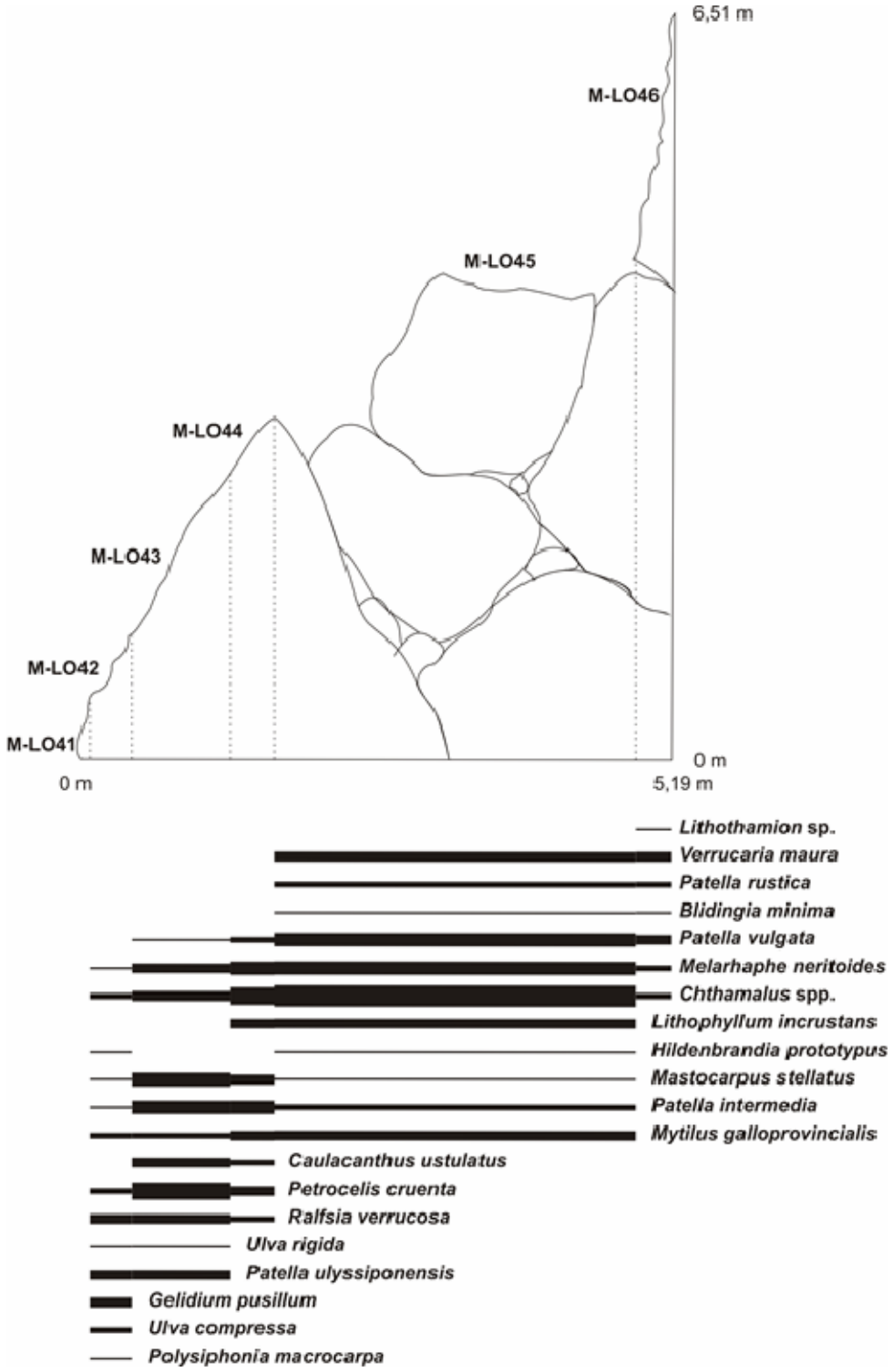


Figura 454 Distribución horizontal de la cobertura de las diferentes especies del transecto M-LO4.

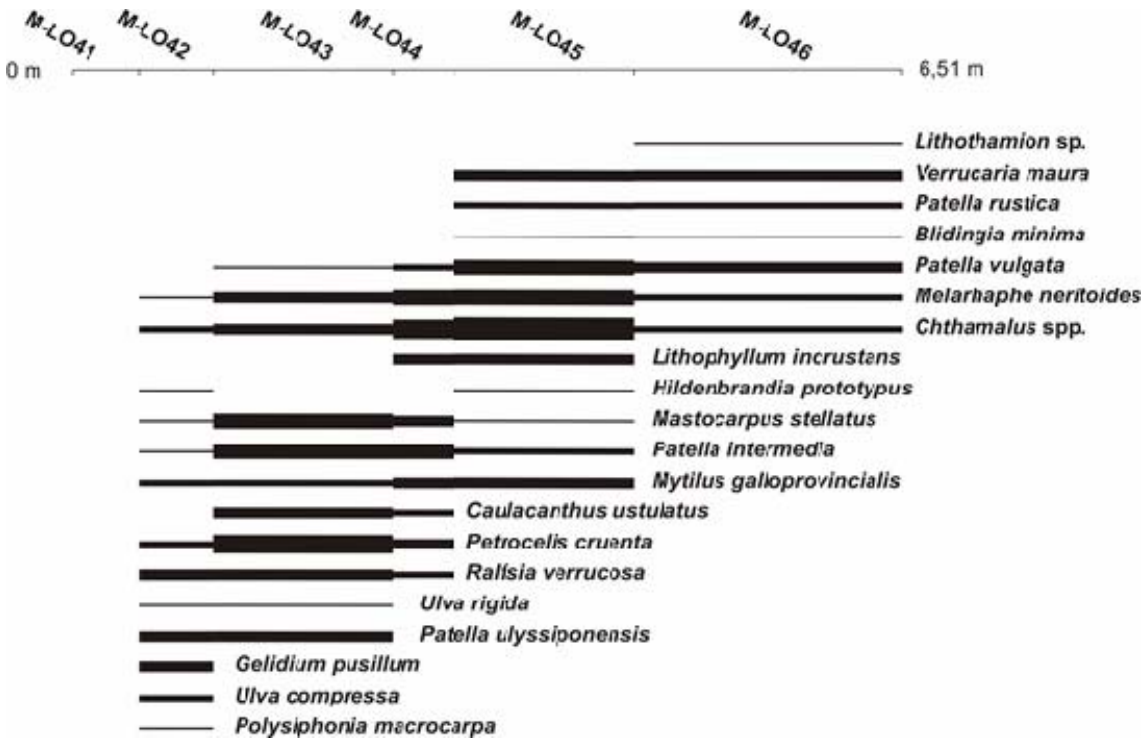


Figura 455 Distribución vertical de la cobertura de las diferentes especies del transecto M-LO4.

Franja infralitoral (M-LO41; M-LO42)

Hasta el mediolitoral medio, todos los niveles intermareales inferiores se localizan en una pared subvertical de un gran bloque rocoso de casi 3 m de altura. De ellos, la franja infralitoral aparece representada en dos zonas claramente distintas.

La primera de ellas (M-LO41) se localiza en su mayor parte en un extraplomo de la roca. Este tramo, que se localiza a 0-0,55 m sobre el nivel del mar, está en contacto directo con la arena de la playa de San Juan. La presencia frontal de una piedra firmemente enterrada en la arena la protege en parte de la insolación directa y del embate directo del oleaje (Foto 18-2012). La pendiente general de la zona es prácticamente vertical. El efecto combinado de la escasa iluminación solar directa por un lado, junto a la abrasión de los granos de arena por el otro, provoca la ausencia total de cobertura biológica en 2012 (Foto 19-2012). Aunque en 2009 las coberturas biológicas no fueron importantes, sí se registraron varias especies de algas (*G. pusillum*, Ceramiales, *Cladophora* sp., *U. compressa* y *Polysiphonia macrocarpa*) y de animales (*Perforatus perforatus*, *M. galloprovincialis* y diversas colonias de hidrozoos).





Por encima de M-LO41 y hasta una altura de 1,07 m sobre el nivel 0 de marea se establece la segunda zona de la franja infralitoral (M-LO42). En 2009 el esquema fue algo diferente, ya que se establecieron dos zonas diferenciadas entre los 0,30 m y 1,07 m sobre el nivel del mar. La pulida superficie rocosa, consecuencia del desgaste continuo provocado por el oleaje, sí acoge coberturas vegetales. Todas las especies identificadas en 2012 también lo fueron en la anterior visita a la zona. En las grietas y recovecos se encuentran pequeñas coberturas de *G. pusillum* (<5%) y matas dispersas de *U. compressa* y *U.rigida*, además de algunos ejemplares del mejillón *M. galloprovincialis*. Sobre la pulida superficie aparecen diversas manchas y/o matas dispersas de las algas *R. verrucosa*, *Petrocelis cruenta* (tetrasporofito de *M. stellatus*), *H. rubra*, *P. macrocarpa* y *M. stellatus* (gametofito). La fauna aparece representada por las lapas *P. ulyssiponensis*, *P. intermedia*, el bígaro *M. neritoides* y los cirrípedos *Chthamalus* sp. (Foto 20-2012).

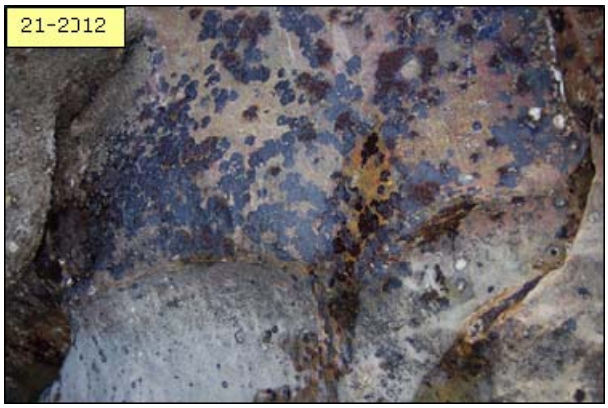


Respecto a 2009 no se observa el mismo grado de desarrollo del horizonte de *G. pusillum* (30-40%), ni tampoco las altas coberturas de *R. verrucosa* y *U. compressa* (10-15%) que se encontraron en los primeros centímetros de esta zona. Del mismo modo, el número de lapas en el tramo superior de la zona es notablemente inferior en la presente campaña.

Zona mediolitoral inferior (M-LO43)

Este nivel mareal estaría presente en el primer tercio de la zona M-LO43 (M-LO44 en 2009). Como ocurre en la franja infralitoral, la inestabilidad ambiental impide la fijación de algas de gran y mediano porte. Todas las especies vegetales corresponden a formas adherentes, incrustantes o cespitosas con apenas unos centímetros de altura.

Las escasas coberturas biológicas de la zona M-LO42 son sustituidas por un horizonte bien definido compuesto por las algas *P. cruenta*, *R. verrucosa* y *M. stellatus* (gametofito). A pesar de su notable similitud morfológica a primera vista, las dos primeras son especies totalmente distintas. *R. verrucosa* es un alga marrón incrustante muy común en el nivel mediolitoral de la costa vasca, mientras que *P. cruenta* corresponde al tetrasporófito incrustante del alga roja *M. stellatus* (Foto 21-2012). Otras dos algas presentes, aunque con escasa importancia, son *C. ustulatus* (epífita de *M. stellatus*) y *U. rigida*.



Las matas de *P. macrocarpa* y *G. pusillum*, así como las pequeñas manchas de *L. incrustnas* e *H.rubra* registradas en 2009 no se observan en 2012.

La macrofauna es algo más rica que en la zona anterior. A pesar de ello, tampoco se registra la cantidad y variedad de 2009. En la presente campaña se observan algunos ejemplares de las lapas *P. ulyssiponensis*, *P. intermedia* y *P. vulgata*, del mejillón *M. galloprovincialis*, del caracolillo *M. neritoides* y del cirrípedo *Chthamalus* sp. Los ejemplares del cirrípedo *P. perforatus* encontrados entonces no se observan en 2012.

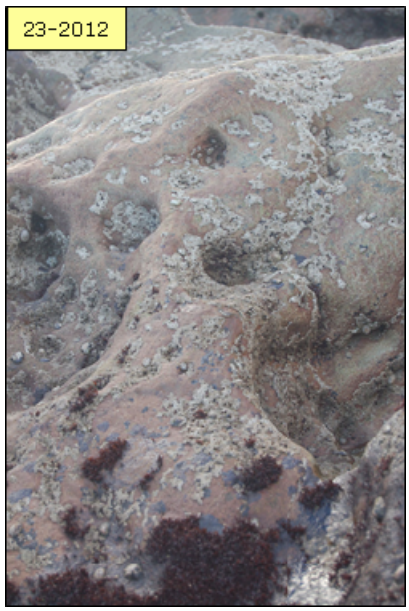
Zona mediolitoral media (M-LO43; M-LO44)

El paso del mediolitoral inferior al mediolitoral medio se refleja en la zona M-LO43. En esta zona, que ocupa la mitad de la piedra anteriormente comentada, el recubrimiento corológico presenta en 2012 importantes variaciones cuantitativas respecto a 2009. El horizonte se encuentra formado por las mismas especies, si bien las proporciones varían. La especie claramente dominante es *P. cruenta*, seguida por *M. stellatus* (gametofito), *C. ustulatus* (epífita del *M. stellatus*) y *R. verrucosa*. La especie dominante en 2009, *C. ustulatus* con alrededor del 25%, baja a un 5% en 2012. Por el contrario *M. stellatus* y, sobre todo, *P. cruenta* incrementan sustancialmente sus coberturas (Foto 22-2012).



En cuanto a la fauna, salvo modificaciones en las densidades de algunas especies, no difiere en gran medida de la observada en la zona inferior, ni con la registrada en 2009. Como entonces, en los tramos superiores se incrementa el número de ejemplares de *Chthamalus* sp. (1.500-2.500 ind·m^{-2}) y *M. neritoides* (unos 10 ind·m^{-2}). La lapa *P. intermedia* (10-20 ind·m^{-2}) y el mejillón *M. galloprovincialis* mantienen más o menos sus densidades, mientras que la lapa *P. ulyssiponensis* disminuye su densidad.

La segunda zona del mediolitoral medio, y última que se sitúa en la piedra, la zona M-LO44 (M-LO45 en 2009), apenas difiere respecto a 2009. En esta zona, el dominio de las coberturas vegetales es sustituido por el de las poblaciones animales. La superficie de la roca adquiere una mayor rugosidad debido a las poblaciones de *Chthamalus* sp. (Foto 23-2012). Las altas densidades de estos cirrípedos (unos 10.000 ind·m^{-2}) caracterizan el tramo final de la piedra. Compartiendo espacio con ellos, se observan numerosos individuos de *M. neritoides* (25-50 ind·m^{-2}), *P. intermedia* (20-30 ind·m^{-2}), *M. galloprovincialis* y menores de *P. vulgata*.



Según lo comentado, las coberturas vegetales son más bien escasas. En las áreas no ocupadas por los caparazones de *Chthamalus* se encuentran recubrimientos variables de las algas incrustantes *P. cruenta* y *R. verrucosa*, así como matas dispersas de *M. stellatus*. En las escasas oquedadesn que retienen agua durante periodos prolongados de tiempon se observan manchas de *L. incrustans*, mientras que sobre las conchas de *M. galloprovincialis* se fijan algunas matas de *C. ustulatus*.

Zona mediolitoral superior y franja supralitoral (M-LO45)

La siguiente zona delimitada se extiende entre los 2,97 m y 4,30 m sobre el nivel 0 de marea. Las comunidades biológicas caracterizan, por tanto, el mediolitoral superior y la franja supralitoral. La situación en 2012 es la misma que la encontrada en 2009. El aspecto general de esta zona recuerda en gran medida al de M-LO44. La comunidad de *Chthamalus* sp. también caracteriza la zonación observada (Foto 24-2012), si bien la ausencia de ciertas especies del nivel mareal inferior, como *C. ustulatus*, *R. verrucosa* o *P. cruenta*, unido a la presencia de otras nuevas, como *V. maura* o *P. rustica*, justifican su segregación.



Al igual que en M-LO44, la macrofauna supera ampliamente las coberturas vegetales. En amplias áreas de la superficie rocosa se encuentran densas poblaciones de los cirrípedos *Chthamalus* sp. (30.000-50.000 ind·m^{-2}) y algo menores de los moluscos *M. neritoides* (10-25 ind·m^{-2}), *P. vulgata* (25-40 ind·m^{-2}) y *P. rustica* (10-15 ind·m^{-2}). En grietas y pequeñas fisuras de la roca aparecen pequeñas piñas y ejemplares aislados del mejillón *M. galloprovincialis*, mientras que por toda la zona se distribuyen abundantes manchas negras del liquen *V. maura*.

La nota discordante se debe a una cubeta cuya superficie en la zona se estima en torno a un 3%. En el fondo se observan amplios recubrimientos de *L. incrustans*, manchas de *H. rubra*, ejemplares de las lapas *P. intermedia* y *P. vulgata*, y también del mejillón *M. galloprovincialis*. En la concha de una de las lapas se identifican frondes del alga verde *B. minima* (Foto 24-2012).

Zona supralitoral (M-LO46)

Los últimos metros del transecto siguen la tónica general de las áreas supralitorales expuestas de la costa vasca. En 2012 no se registran cambios significativos respecto a 2009. La comunidad de *Chthamalus* sp. desaparece progresivamente, quedando un su lugar un conjunto de especies con escasas densidades. Las amplias manchas espaciadas del liquen *V. maura* ocupan la parte superior del sustrato rocoso. Por debajo, aparecen ejemplares diseminados de los cirrípedos *Chthamalus* sp. (25-50 ind·m^{-2}) y, en menor medida, de los moluscos *P. vulgata*, *P. rustica* y *M. neritoides* (Foto 25-2012).



18.4 INDICADORES FISICOQUÍMICOS

18.4.1 CARACTERIZACIÓN 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-RF10 (en frente del estuario Oiartzun) y el L-BI10 (en frente del estuario Bidasoa). En la Tabla 364 se muestran los datos medios anuales para las diferentes variables básicas analizadas en la zona costera Getaria-Higer durante el año 2012. 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	16,75	16,29	16,87	16,08	16,96	15,98
Salinidad	USP	34,80	35,59	34,93	35,62	34,92	35,55
Agua fluvial	%	2,24	0,02	1,89	0,00	1,92	0,14
Saturación O_2	%	100,15	96,29	101,19	96,64	98,53	95,70
pH		8,23	8,21	8,23	8,21	8,19	8,19
Clorofila	$\mu g.dm^{-3}$	0,56		0,56		0,52	
Silicato	$\mu mol.dm^{-3}$	2,44		4,01		3,40	
Amonio	$\mu mol.dm^{-3}$	2,68		3,41		2,35	
Nitrito	$\mu mol.dm^{-3}$	0,24		0,28		0,24	
Nitrato	$\mu mol.dm^{-3}$	4,61		6,50		3,47	
Nitrógeno Total	$\mu mol.dm^{-3}$	15,23		18,65		13,68	
Fosfato	$\mu mol.dm^{-3}$	0,24		0,30		0,32	
Fósforo Total	$\mu mol.dm^{-3}$	0,65		0,69		0,82	
Carbono O. Total	$\mu mol.dm^{-3}$	147,29		114,29		150,53	

Variables	Unidades	L-RF10-S	L-RF10-F	L-OI20-S	L-OI20-F	L-BI10-S	L-BI10-F
Temperatura	ºC	16,52	13,25	16,84	16,14	16,82	16,00
Salinidad	USP	35,37	35,70	35,17	35,52	35,17	35,50
Agua fluvial	%	0,65	0,00	1,20	0,21	1,22	0,27
Saturación O_2	%	101,27	84,35	101,01	98,32	99,87	96,43
pH		8,24	8,14	8,22	8,21	8,22	8,21
Clorofila	$\mu g.dm^{-3}$	0,29		0,47		0,50	
Silicato	$\mu mol.dm^{-3}$	1,17		1,65		3,03	
Amonio	$\mu mol.dm^{-3}$	1,08		1,68		1,91	
Nitrito	$\mu mol.dm^{-3}$	0,15		0,18		0,19	
Nitrato	$\mu mol.dm^{-3}$	1,43		2,24		3,05	
Nitrógeno Total	$\mu mol.dm^{-3}$	9,03		12,03		12,55	
Fosfato	$\mu mol.dm^{-3}$	0,25		0,28		0,31	
Fósforo Total	$\mu mol.dm^{-3}$	0,63		0,65		0,75	
Carbono O. Total	$\mu mol.dm^{-3}$	145,11		136,55		140,18	

Tabla 364 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 13,3 y 17º 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 2012, el porcentaje medio de agua fluvial en superficie es de 1,5 %, 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 alcanzan casi los valores de 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 2012 no se registran floraciones importantes. 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 nurtrientes

de 2012 de todas las estaciones se encuentran, en general, 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.

En cuanto a la evolución de los nutrientes, en general, el rango de los valores de NID en la masa de agua Getaria-Higer oscila entre 0,29 y 29,45 µmol L^{-1} a lo largo del estudio (Figura 456). No se observa ninguna tendencia inter-anual generalizada en los valores de NID.

En cuanto a la evolución de la concentración de fosfato, la mayor parte de los valores de los años más recientes son inferiores a 0,6 µmol L^{-1}, sin tendencias inter-anuales predominantes. El valor más alto registrado en el estudio se registró en invierno de 2006 llegando a alcanzar 13 µmol L^{-1} en la estación L-OI10 pero desde entonces, no se han alcanzado valores tan elevados (Figura 456).

Los valores de oxigeno disuelto en general presentan promedios anuales próximos al 100% de saturación (Figura 457). Una excepción es la estación L-REF10, con valores inferiores al resto de estaciones de esta masa de agua en los muestreos más recientes.

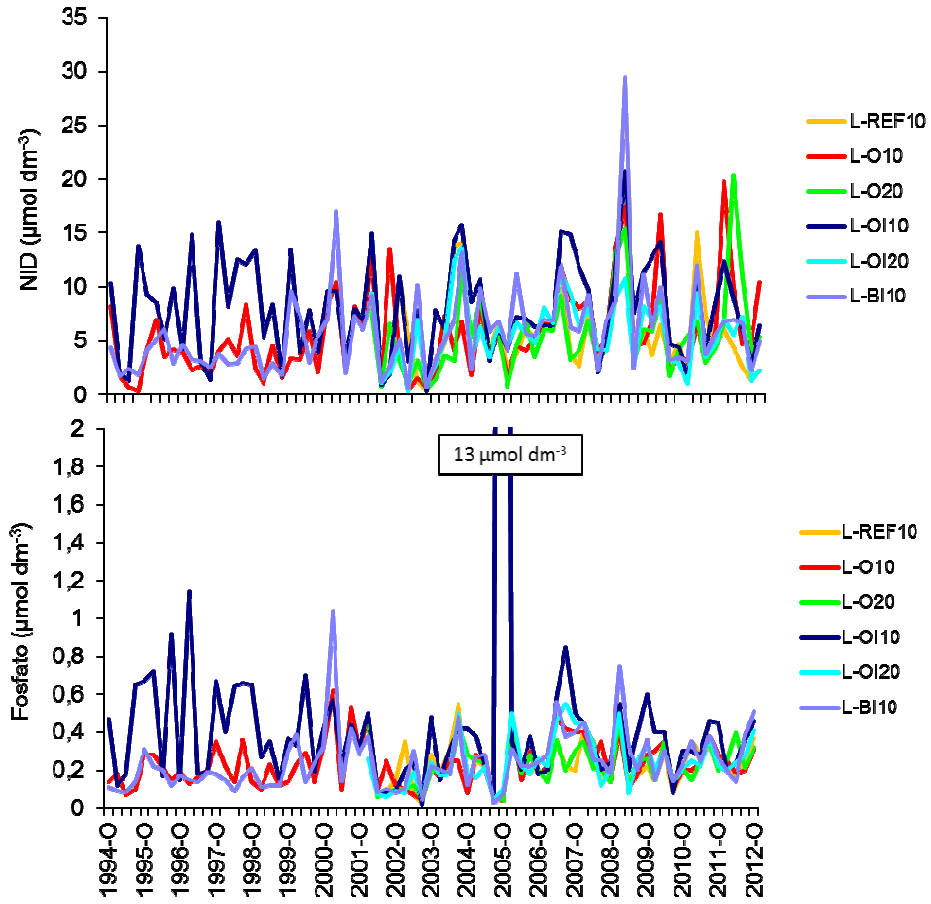


Figura 456 Evolución trimestral, entre otoño 1994 y otoño 2012, de la concentración de Nitrógeno Inorgánico Disuelto (NID) y fosfato, ambos en µmol L^{-1}, en aguas de superficie en las estaciones L-O10, L-O20, L-OI10, LRF10, L-OI20 y L-BI10.

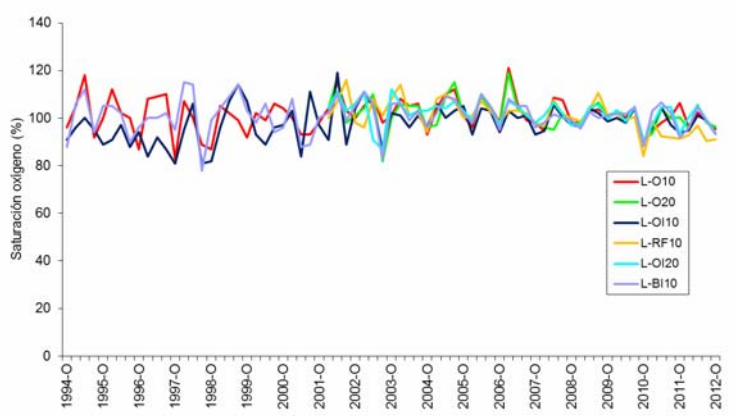


Figura 457 Porcentaje de saturación de oxígeno en la columna de agua en la masa de agua Getaria-Higer (estaciones L-O10, L-O20, L-OI10, L-RF10, L-OI20 y L-BI10). Se muestra el promedio para cada época del año (invierno, primavera, verano y otoño) desde 1994 hasta 2012. La media se ha realizado con los datos tomados en superficie y fondo.

METALES DISUELTOS

Las concentraciones de cromo (trivalente) y mercurio en las aguas de superficie en las estaciones de la masa de agua costera entre Getaria e Higer se mantienen por debajo de su límite de cuantificación (1-2 $\mu g \cdot l^{-1}$ y 0,01 $\mu g \cdot l^{-1}$, respectivamente).

Por otra parte, en la Figura 458 se muestra la evolución de la concentración media anual del resto de los metales para el periodo comprendido entre otoño de 1994 y verano de 2012.

Para el caso del cadmio en 2012, se observa un descenso respecto a los valores del año anterior hasta alcanzar concentraciones inferiores al objetivo de calidad (0,2 $\mu g \cdot l^{-1}$) en todas las estaciones de estudio, aunque se supera el limite de detección (0,02-0,05 $\mu g \cdot l^{-1}$).

En la presente campaña, también se observa una disminución de los valores promedio anuales de zinc hasta alcanzar concentraciones inferiores al objetivo de calidad (60 $\mu g \cdot l^{-1}$), especialmente en las estaciones L-OI10 y L-OI20, superándose en la mayoría de las estaciones el límite de cuantificación (1-2 $\mu g \cdot l^{-1}$).

Por el contrario, en el caso del cobre y el niquel, en las estaciones L-O10 y L-O20 se observa un ligero aumento de los valores promedio anuales, superándose el limite de cuantificación (1-2 $\mu g \cdot l^{-1}$) pero sin alcanzar el objetivo de calidad (25 $\mu g \cdot l^{-1}$ y 20 $\mu g \cdot l^{-1}$, respectivamente).

En el caso del plomo se mantiene la tendencia descendente, hasta alcanzar, en la presente campaña, valores inferiores al límite de cuantificación (1-2 $\mu g \cdot l^{-1}$).

Para el resto de metales, los valores promedio anuales no superan su objetivo de calidad correspondiente (NCA-MA) en ninguna de las estaciones de estudio.

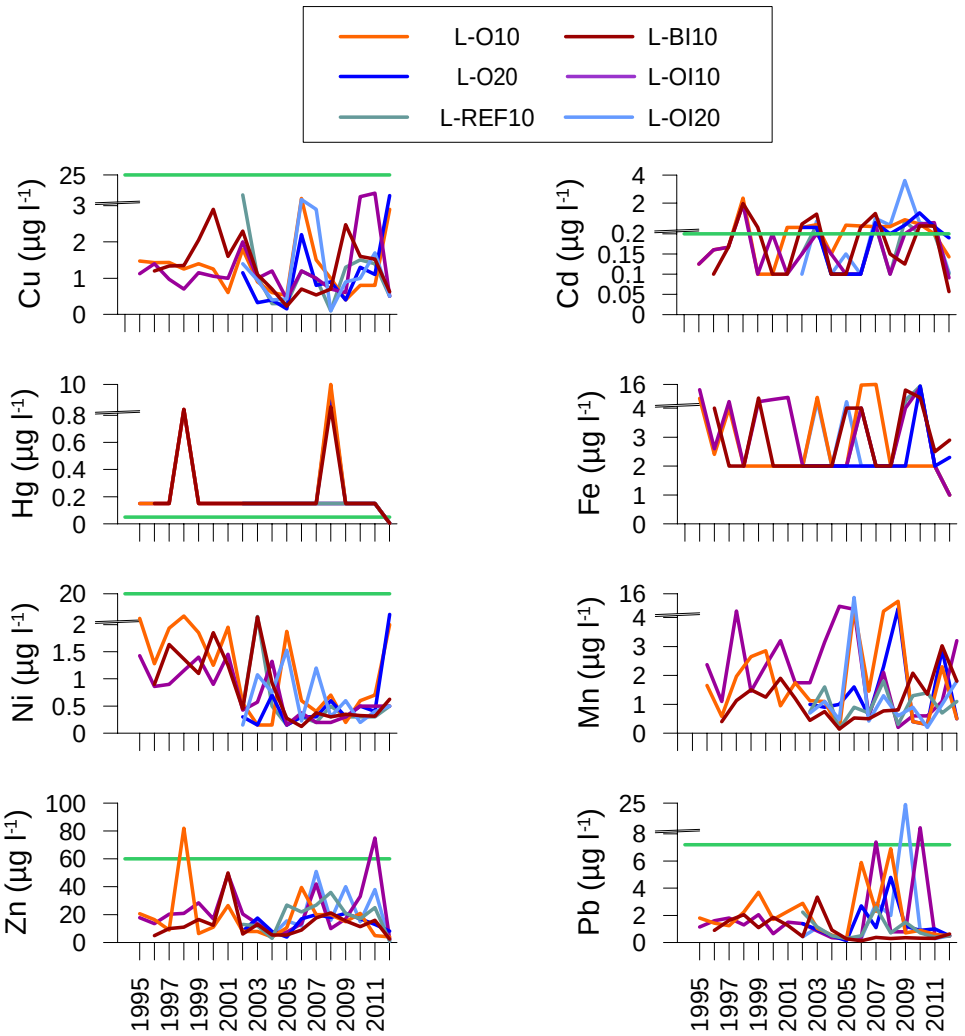


Figura 458 Evolución temporal temporal de la concentración media anual para cada metal en las estaciones de la entre Getaria y el cabo Higer en el periodo que abarca desde 1994 a 2012. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

CONTAMINANTES ORGÁNICOS Y OTROS CONTAMINANTES ESPECÍFICOS

En la campaña de 2012, las concentraciones de los compuestos orgánicos analizados se encuentran por debajo de sus respectivos límites de cuantificación, excepto en el caso del Indeno(1,2,3-cd)pireno en la estación L-BI10 en el mes de febrero.

18.4.2 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS

PARÁMETROS SEDIMENTOLÓGICOS DE CARÁCTER GENERAL

Desde el año 1995 en las estaciones L-O10, L-OI10 y L-BI10 y desde 2002 en la estación L-O20, L-OI20 y L-RF10 se dispone de la información relativa a la composición granulométrica, contenido en materia orgánica, potencial redox y contenido en carbono y nitrógeno orgánico particulado.

A partir de esta información, en la Figura 459 y en la Tabla 365 se representa la evolución temporal para cada estación. En las estaciones L-OI20 y L-BI10, debido al escaso porcentaje de finos que presentan ambas muestras, no ha sido posible realizar el análisis de carbono y nitrógeno particulado y el correspondiente cálculo del ratio C/N. Además, en la Figura 460 se recogen los resultados de los análisis realizados en la campaña de invierno de 2012.

En relación a la variabilidad espacial, los sedimentos de estas estaciones costeras se caracterizan por presentar un sedimento predominantemente arenoso, con elevados valores de potencial redox y ratio C/N, y valores bajos de contenido en materia orgánica y nitrógeno orgánico particulado. Como excepción, la estación L-RF10 que mantiene valores promedio de finos, carbono, nitrógeno y materia orgánica mayores y el ratio C/N menores que el resto de las estaciones. Como ya se ha comentado en informes anteriores, estas diferencias granulométricas son consecuencia de su localización a mayor profundidad, y menor hidrodinámica en fondo.

En cuanto a la evolución temporal, en las campañas más recientes, no se aprecia ningún patrón temporal definido para ninguno de los parámetros sedimentológicos en ninguna de las estaciones de estudio.

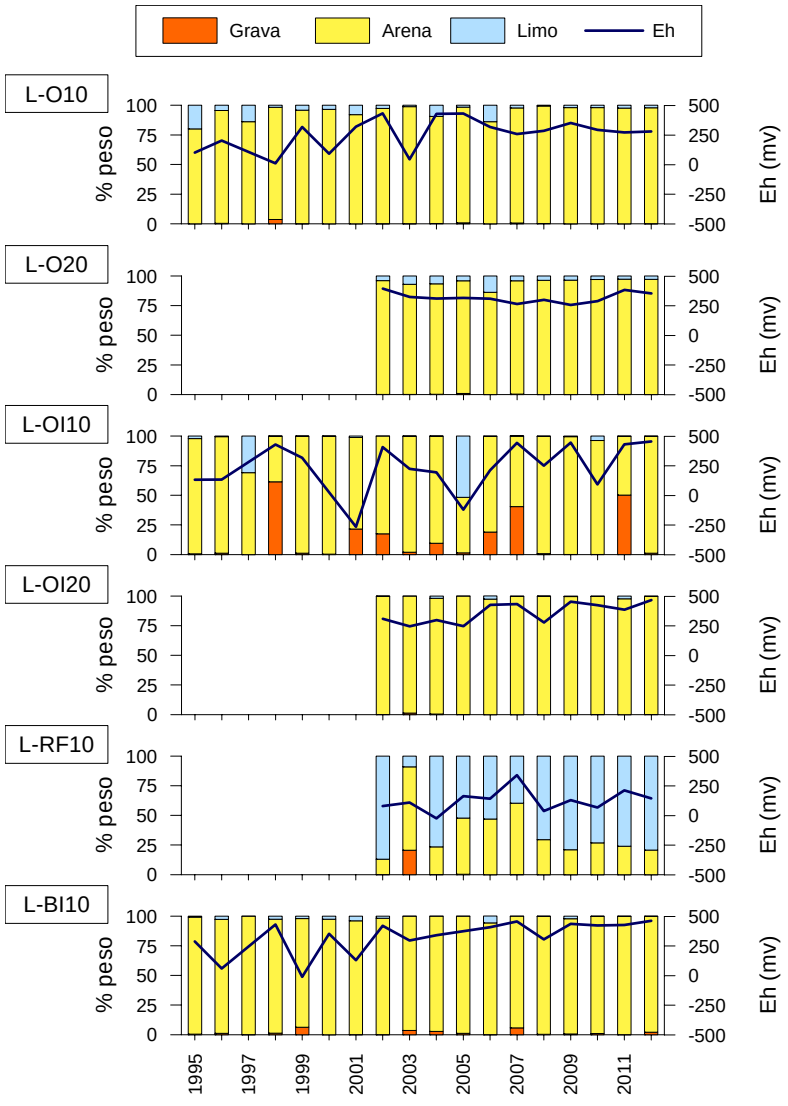


Figura 459 Evolución temporal del potencial redox (Eh) y las fracciones granulométricas (grava, arena y limo) en los sedimentos superficiales (muestreos de invierno).

Estación	Grava (%)	Arena (%)	Limo (%)	M.O. (%)	Eh (mV)	C.O.P. (mol kg^{-1})	N.O.P. (mol kg^{-1})	C/N (mol/mol)
L-O10	0,10	97,7	2,20	0,96	281	1,53	0,03	58,08
L-O20	0,05	97,1	2,82	1,11	355	2,13	0,03	72,97
L-OI10	1,23	98,6	0,18	0,60	456	1,19	0,03	42,18
L-OI20	0,06	99,7	0,26	0,67	469	nd	nd	nd
L-RF10	0,04	20,8	79,16	4,07	145	2,86	0,08	37,61
L-BI10	2,18	97,8	0,07	0,98	463	nd	nd	nd

Tabla 365 Parámetros sedimentológicos correspondientes a los muestreos de invierno de 2012. Grava > 2 mm > Arena > 63 µm > Limo; M.O.: materia orgánica; Eh: potencial redox; C.O.P. carbono orgánico particulado; N.O.P.: nitrógeno orgánico particulado; C / N: relación carbono / nitrógeno; nd: no disponible.

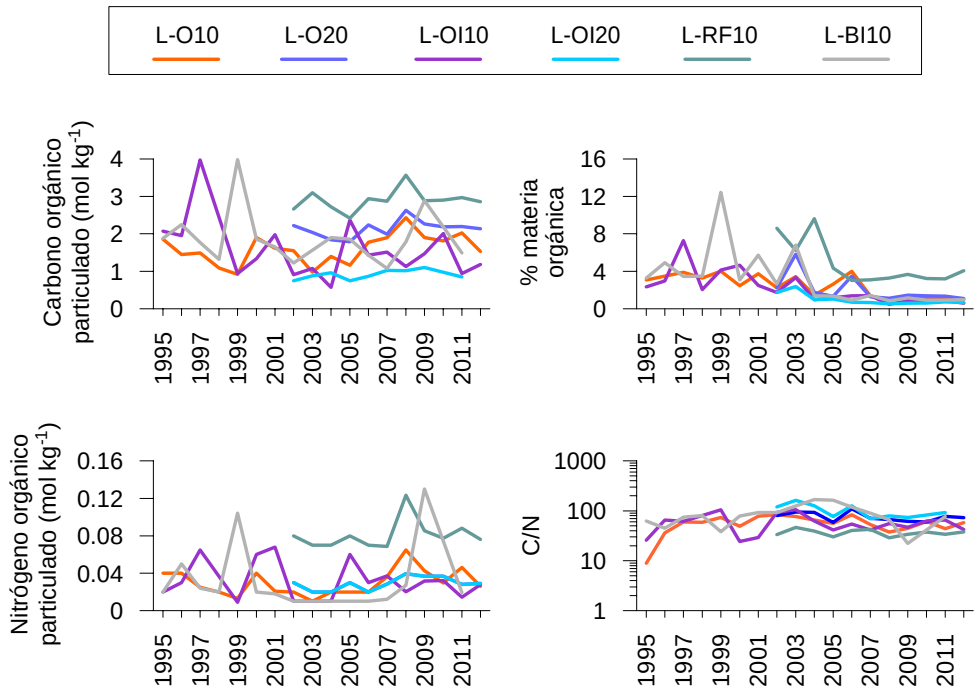


Figura 460 Evolución temporal del contenido en materia orgánica, carbono orgánico particulado y relación carbono/nitrógeno en los sedimentos superficiales (muestreos de invierno).

METALES PESADOS

En la Tabla 366 se recogen las concentraciones de metales pesados analizados en la campaña de invierno de 2012. La Figura 461 muestra la evolución temporal para cada uno de los metales.

Las concentraciones de Cd (excepto en L-OI10), Cu (excepto en L-OI10), Cr, Ni, Fe (excepto en L-O10 y L-O20), Zn (L-OI10) mantienen en los muestreos más recientes valores en el rango del nivel de fondo.

El Hg mantiene una elevada variabilidad espacio temporal. En los muestreos más recientes, excepto en las estaciones L-O10, L-OI10 y L-RF10, las concentraciones se encuentran en el rango del nivel de fondo.

El Mn también mantiene una elevada variabilidad espacio temporal. En las campañas más recientes, las estaciones L-O10, L-OI10 y L-OI20 presentan los valores por encima del nivel de fondo.

El Pb muestra una elevada variabilidad temporal y excepto en la estación L-OI10, en la presente campaña, las concentraciones se encuentran en el rango del nivel de fondo en todas las estaciones de estudio.

En la Figura 462 se representa la concentración de metales (corregidos por el contenido en finos de los sedimentos), durante los últimos tres años (2010, 2011 y 2012) con el objetivo de conocer el posible efecto adverso sobre la biota asociado a la presencia de dichos metales. En este sentido, durante la última campaña, todas las estaciones estudiadas, excepto la estación L-RF10, muestran todos los metales por debajo del valor TEL, y por lo tanto, no existe riesgo de afección sobre la biota.

Estación	Cd (µg g^{-1})	Cr (µg g^{-1})	Cu (µg g^{-1})	Fe (µg g^{-1})	Hg (µg g^{-1})	Mn (µg g^{-1})	Ni (µg g^{-1})	Pb (µg g^{-1})	Zn (µg g^{-1})
L-O10	0,16	52,4	47,6	87445	0,37	839	35,9	52,0	199
L-O20	0,12	64,1	30,5	70072	0,20	496	36,5	49,4	131
L-OI10	0,48	41,4	34,2	43836	0,38	1196	26,2	60,4	448
L-OI20	0,11	22,6	11,7	29313	0,03	620	16,2	27,4	142
L-RF10	0,22	39,5	24,7	34036	0,69	283	27,3	67,0	169
L-BI10	0,09	40,9	11,8	15774	0,13	257	29,2	22,3	86
Media	0,20	43,5	26,8	46746	0,30	615	28,6	46,4	196
Desv. est.	0,15	13,9	13,9	26958	0,23	358	7,4	17,9	129

Tabla 366 Concentración de metales pesados en la fracción fina de los sedimentos en la campaña de invierno de 2012.

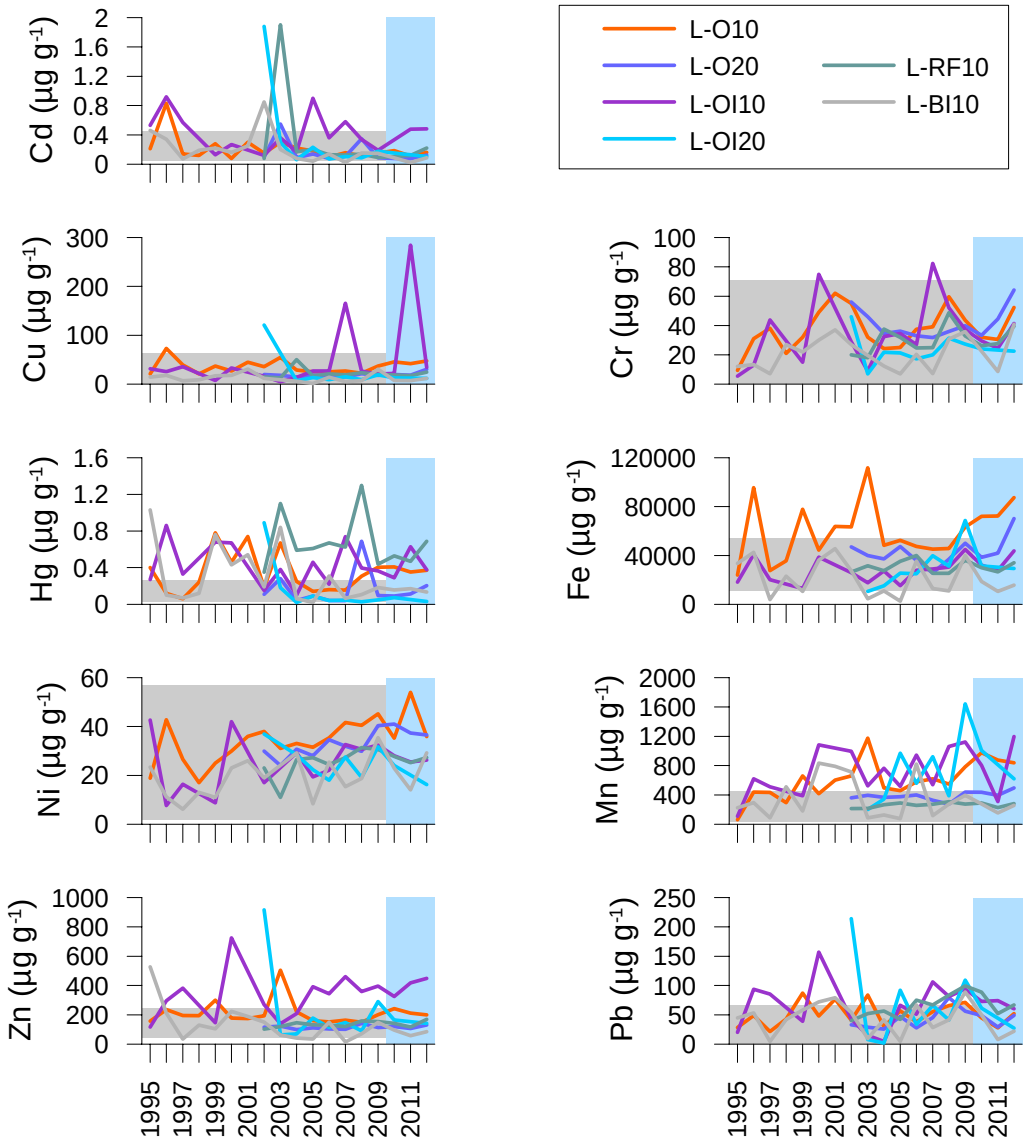


Figura 461 Evolución temporal de la concentración de metales en la fracción fina del sedimento superficial. La franja gris representa el nivel de fondo para cada uno de los metales.

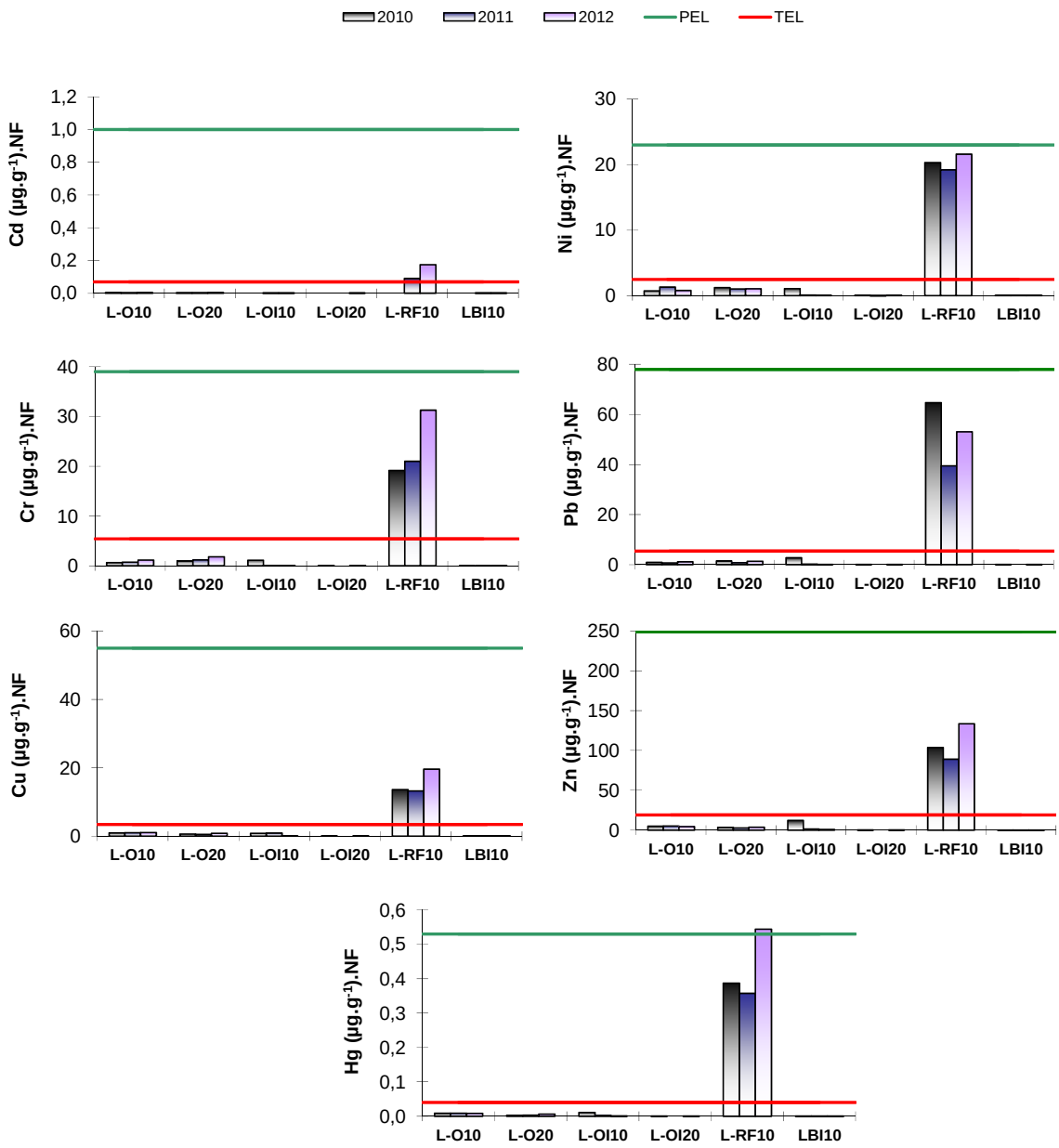


Figura 462 Evolución temporal de la concentración de metales del sedimento de las estaciones de la masa de agua costera Getaria-Higer, durante los últimos tres años (muestreos de invierno). PEL (Probable Effect Level): concentración con efecto negativo probable en la biota; TEL (Threshold Effect Level): concentración por debajo de la cual no se esperan efectos sobre la biota. Nótese que las concentraciones están corregidas por la fracción fina (NF).

COMPUESTOS ORGÁNICOS

En la Tabla 367 se recogen las concentraciones de compuestos orgánicos analizados en la campaña de invierno de 2012. En la Figura 463 se ilustra la evolución en la concentración de contaminantes orgánicos analizados.

La mayoría de las concentraciones están próximas al nivel de cuantificación, o inferiores a él, con la excepción de los PAHs, ya que en la estación L-RF10 se aprecia una tendencia ascendente de las concentraciones, aunque sin superarse en ningún caso el objetivo de calidad (44792 ng. g^{-1}).

Estación	Aldrín (ng g^{-1})	Dieldrín (ng g^{-1})	Isodrín (ng g^{-1})	DDE (ng g^{-1})	DDD (ng g^{-1})	DDT (ng g^{-1})	*a*HCH (ng g^{-1})	*g*HCH (ng g^{-1})	HCB (ng g^{-1})	S.PCB (ng g^{-1})	S.PAH (ng g^{-1})
L-O10	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<LC	152
L-O20	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	267
L-OI10	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<LC	<LC
L-OI20	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<LC	<LC
L-REF10	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	9	2325
L-BI10	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<LC	<LC

Tabla 367 Concentración de compuestos orgánicos en los sedimentos en la campaña de invierno de 2012. *a*HCH: alfa-hexaclorociclohexano; *g*HCH:gamma-hexaclorociclohexano; HCB: hexaclorobenceno; HCB: hexaclorobenceno; S.PCB: suma de las concentraciones de los policlorobifenilos congéneres CB28, CB52, CB101, CB118, CB138,CB153 y CB180; S.PAH: suma de las concentraciones de 10 hidrocarburos poliaromáticos: fenantreno, indeno[1,2,3-cd]pireno, pireno, criseno, benzo[e]pireno, benzo[g,h,i]perileno, fluoranteno, benzo[a]antraceno, benzo[b]fluoranteno y benzo[a]pireno. Cabe señalar que las concentraciones inferiores a los límites de detección no se han considerado en el sumatorio; <LC: inferior al límite de cuantificación.

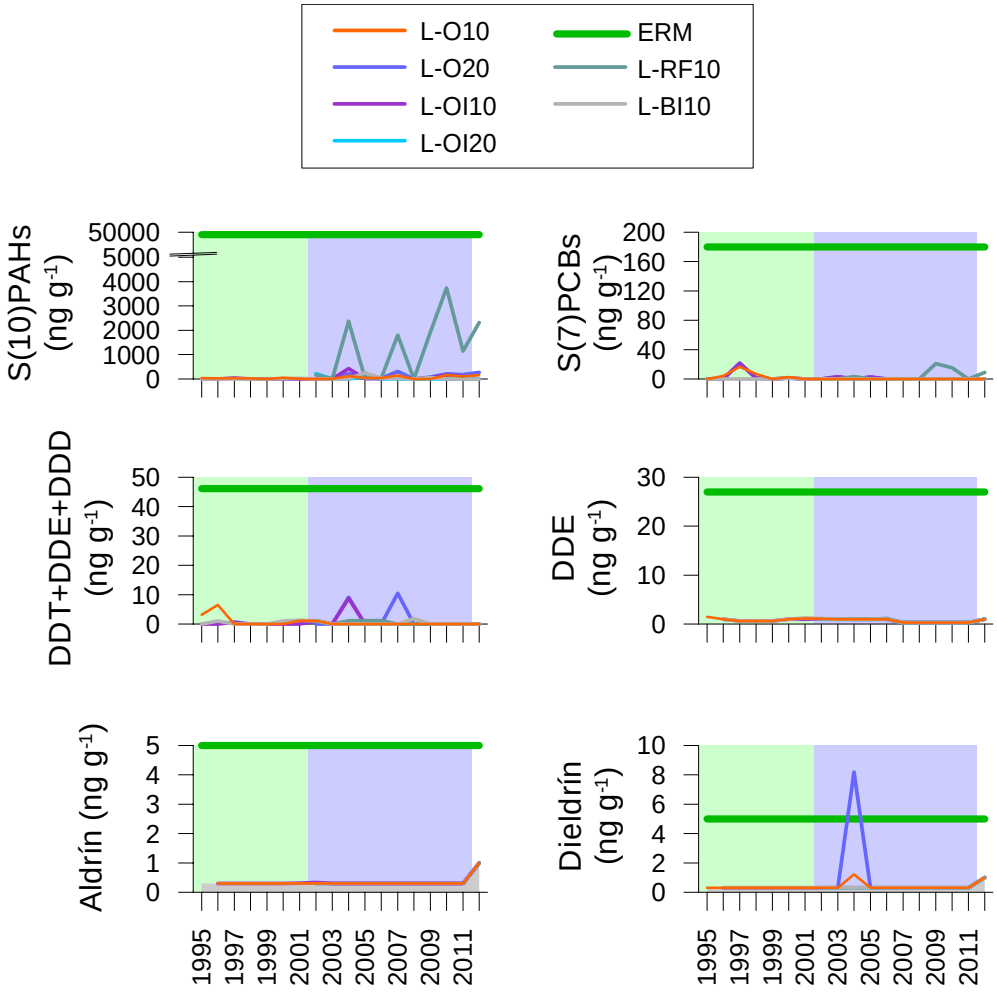


Figura 463 Evolución temporal de la concentración de compuestos orgánicos. La variación en el nivel de cuantificación analítico se muestra sobre fondo gris. ERM: concentración con efecto adversos probables en la biota (del inglés, Effects Range Median, Long *et al.*, 1995). Cabe señalar que las concentraciones inferiores a los límites de detección no se han considerado en el sumatorio. Cambio de color de fondo indica cambio de metodología.

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

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.

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 centrales del nivel de fondo de metales, calculados por Rodríguez *et al.* (2006), con los encontrados en las zonas estudiadas (Factor de Contaminación, FC). 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 368 se recoge el índice de carga contaminante (ICC) por cada metal en los sedimentos de

la masa de agua costera Getaria-Higer, así como los valores globales de ICC para la campaña de invierno de 2012. Según estos valores de ICC globales, todas las estaciones presentan contaminación ligera por metales, a excepción de la estación L-OI20 y la L-BI10, que no muestran contaminación. Además, la Figura 464 presenta la evolución temporal del ICC global, donde se observa que, en los muestreos más recientes, los valores se encuentran en el rango de contaminación ligera (ICC >1) o no contaminado (ICC< 1).

Estación	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn	ICC global
L-O10	NC	CL	CL	CL	CL	C	CL	CL	CL	CL
L-O20	NC	CL	NC	CL	CL	CL	CL	CL	NC	CL
L-OI10	CL	CL	CL	CL	CL	C	NC	CL	C	CL
L-OI20	NC	NC	NC	NC	NC	CL	NC	NC	NC	NC
L-RF10	NC	CL	NC	CL	C	CL	NC	CL	CL	CL
L-BI10	NC	CL	NC	NC	CL	CL	CL	NC	NC	NC
Total	NC	CL	NC	CL	CL	CL	NC	CL	CL	CL

Tabla 368 Clasificación de la contaminación en los sedimentos superficiales en función de los metales pesados en 2012, 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.

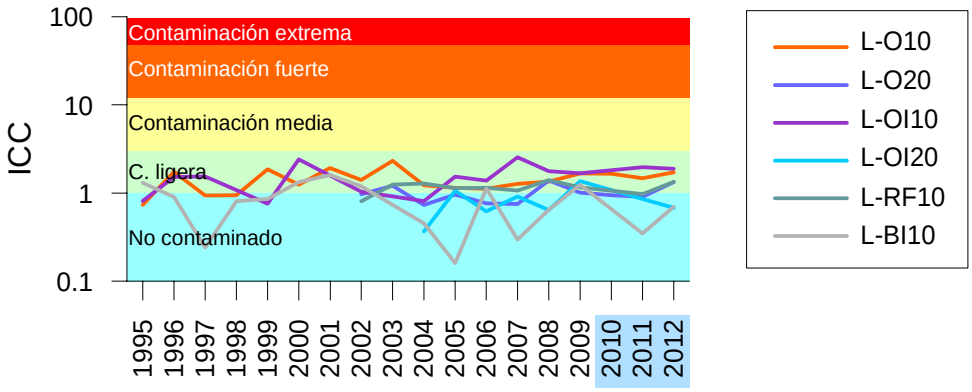


Figura 464 Evolución del índice de carga contaminante global de metales pesados, en la masa de agua costera Getaria-Higer.

18.5 INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

Esta zona costera no ha presentado 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

TOMO 19 MASA DE AGUA COSTERA MOMPAS-PASAIA

Pasaia, junio de 2013

ÍNDICE

TOMO 19 MASA DE AGUA COSTERA MOMPAS-PASAIA 605

19.1 Resumen estado. Mompas-Pasaia 607

19.2 Estaciones de muestreo 610

19.3 Indicadores biológicos 611

19.3.1 Macroinvertebrados bentónicos 611

19.3.2 Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton 612

19.3.3 Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas 615

19.4 Indicadores fisicoquímicos 616

19.4.1 Caracterización físico-química en aguas 616

19.4.2 Caracterización físico-química en sedimentos 619

19.5 Indicadores hidromorfológicos 623

19.1 RESUMEN ESTADO. MOMPAS-PASAIA

La masa de agua costera Cantabria-Matxitxako en la campaña 2012 alcanza el buen estado puesto que alcanza el buen estado químico y se diagnostica como estado ecológico bueno (Tabla 370 y Figura 465).

Esta situación de cumplimiento de objetivos medioambientales es la mayoritaria en el quinquenio 2008-2012 (Tabla 369), aunque se han diagnosticado incumplimientos tanto del estado ecológico como del químico.

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 este seguimiento 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. Por tanto, aunque en este informe se hace una referencia exhaustiva a la estación L-UR20, la evaluación final que se recoge en este resumen se ha hecho con todas las estaciones monitoreadas en ambos seguimientos.

En la Tabla 370 y Figura 465 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, tanto las de la Red de Calidad, como las de la Diputación Foral de Gipuzkoa.

INDICADOR	2008	2009	2010	2011	2012
Estado ecológico	1	2	2	2	2
Estado químico	2	2	2	2	2
Estado	2	2	2	2	2

Tabla 369 Evolución del periodo 2008-2012. Masa de agua Cantabria-Matxitxako. (Claves: *estado ecológico*: muy bueno (1- azul), bueno (2- verde), moderado (3- amarillo), deficiente (4- naranja) y malo (5- rojo). *Estado químico:* bueno (2- azul) y no alcanza el buen estado (3- rojo). *Estado*: bueno (2- azul) y peor que bueno (3-rojo)

COD_ESTACION	ESTACION	MACROINVERTEBRADOS	FAUNA ICTIOLOGICA	FITOPLANCTON	MACROALGAS	BIOLOGICO	CONDICIONES GENERALES	SUSTANCIAS PREFERENTES	ECOLOGICO	QUIMICO	ESTADO
L-UR20	LITORAL DE MOMPÁS (URUMEA)	1		2	1	2	1	1	2	2	2
E-COL	Emisario-Mompás	1		-	-	1	1	-	1	-	2
EMIS	Emisario-Mompás	1		-	-	1	1	-	1	-	2
E-N	Emisario-Mompás	1		-	-	1	1	-	1	-	2
E-NE	Emisario-Mompás	1		-	-	1	1	-	1	-	2
E-NW	Emisario-Mompás	1		-	-	1	1	-	1	-	2
E-S1	Emisario-Mompás	1		-	-	1	1	-	1	-	2
E-S2	Emisario-Mompás	1		-	-	1	1	-	1	-	2
E-SE	Emisario-Mompás	1		-	-	1	1	-	1	-	2
E-SW	Emisario-Mompás	1		-	-	1	1	-	1	-	2
	Mompas-Pasaia	1		2	1	2	1	1	2	2	2

Tabla 370 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado Ecológico (estado ecológico) en la masa de agua de Mompás-Pasaia, en 2012. Azul: muy bueno (1) en estado ecológico, (2) cumple en estado químico; Verde: buen (2) estado ecológico; Amarillo: estado moderado (3); Naranja: estado deficiente (4); Rojo: mal (5) estado ecológico, (3) no cumple el estado químico. Parte de los datos son de Muxika et al. (2013).

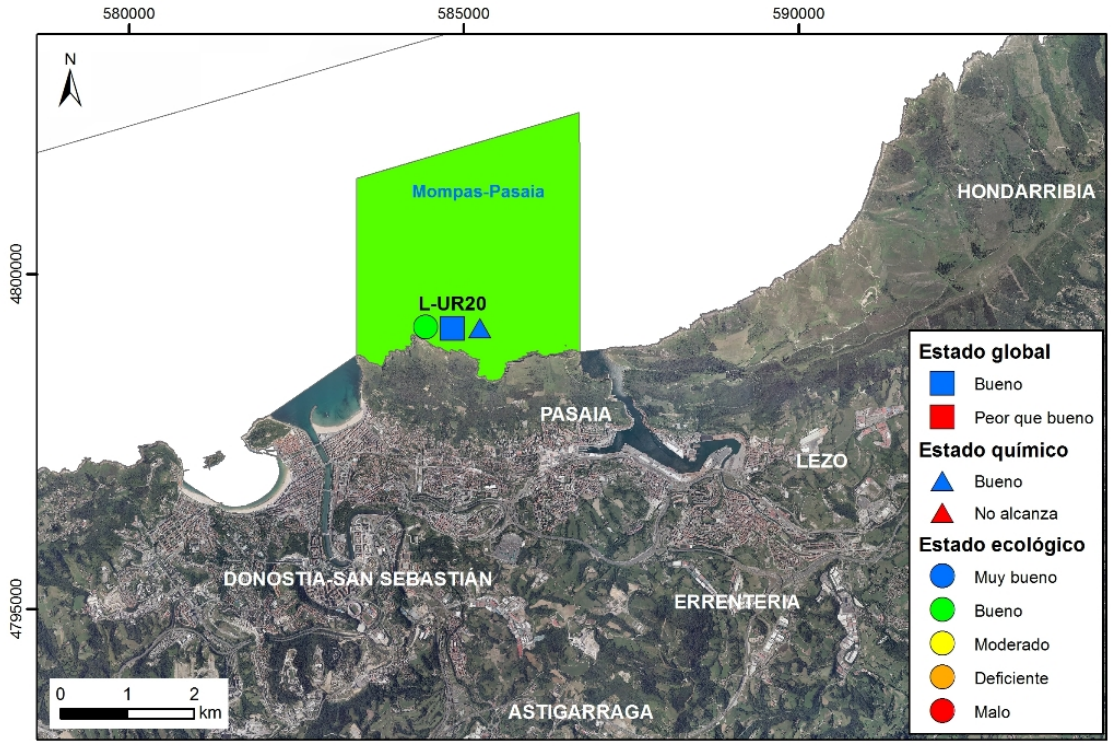


Figura 465 Calificación del Estado Ecológico, estado químico y global de las estaciones en la masa de agua Mompás-Pasaia (y estado ecológico para la masa de agua), en 2012.

Desde que se realizó en 2004 el estudio de presiones e impactos en esta masa de agua lo más destacable, en cuanto a presiones, ha sido la eliminación del vertido de cala Murgita y el desvío al emisario de Donostia, con el comienzo de la depuración biológica.

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 de 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 por primera vez **Muy Bueno,** tanto en la estación de la Red como en el resto de estaciones. 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. Hay que destacar que la calidad biológica era deficiente en la zona de la estación E-S1 (al sur del emisario, donde comienzan los difusores) en años precedentes. Sin embargo, ahora parece haber mejorado. Por tanto, a pesar de que la calificación global para la masa de agua es muy buena, hay que tener presente que en la zona del tramo final del emisario y al sur del mismo, se puede detectar afección sobre las comunidades bentónicas y, eventualmente, sobre la química y físico-química, por lo que se deberá continuar con la vigilancia integral de lo zona.

En relación con condiciones fisicoquímicas generales, en 2012, la calidad físico-química de la masa de agua costera de Monpas-Pasaiar en función de los indicadores físico-químicos puede considerarse ‘Muy Buena’ en L-UR20 y no presenta ninguna tendencia significativa entre 1995 y 2012 (Figura 466).

En cuanto a los objetivos de calidad físico-química generales los valores medios de todas las variables medidas en 2012, indican que en L-UR20 se cumplen con los objetivos establecidos.

La evaluación de las sustancias preferentes implica que la masa alcanza el muy buen estado de forma global (Tabla 372).

Referente a las sustancias prioritarias (acorde con la Directiva 2008/105/CE) determinadas en 2012 en esta masa de agua, de forma global, se alcanza el buen estado químico (Tabla 372). De esta forma se mantiene la tendencia observada en esta masa en los años más recientes, así desde 2004 de forma global se ha alcanzado el buen estado químico (Tabla 373).

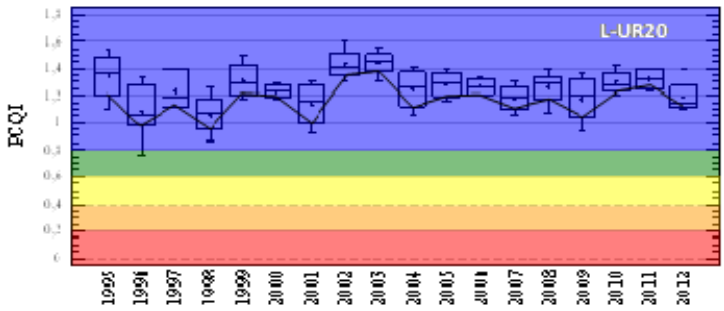


Figura 466 Box and Whisker Plot de la evolución del índice de calidad del estado físico-químico (PCQI) entre 1995 y 2012 de la estación de muestreo L-UR20 de la masa de agua de costera Mompás-Pasaia. La línea de color negro señala la evolución anual del percentil 25 del PCQI. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Aceptable; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC (µg l^{-1})	L-UR20	Global
Zinc	Concentración promedio	60 µg l^{-1}	1-2 µg l^{-1}	3,7	Muy bueno
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	
Cobre	Concentración promedio	25 µg l^{-1}	1-2 µg l^{-1}	<LC	Muy bueno
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	
Estado Físico-Químico (Contaminantes específicos)				Muy bueno	Muy bueno

Tabla 371 Evaluación del cumplimiento del Estado Físico-Químico (sustancias específicas).

Sustancia	Criterio	Objetivo (µg l^{-1})	LC (µg l^{-1})	L-UR20	Global
Benzo(b)fluoranteno+Benzo(k)fluoranteno	NCA-MA	0,03	0,0005-0,01	0,001	Cumple
Benzo(g,h,i)perileno+Indeno(1,2,3-cd)pireno	NCA-MA	0,002	0,0005-0,01	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-MA	0,1	0,01	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-CMA	0,4	0,01	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-MA	0,1	0,01	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA	1	0,01	<LC	Cumple
Naftaleno	NCA-MA	1,2	0,05	<LC	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-MA	0,05	0,01	<LC	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-CMA	0,1	0,01	<LC	Cumple
Cadmio	NCA-MA	0,2	0,02-0,05	0,055	Cumple
Cadmio	NCA-CMA	0,45	0,02-0,05	0,21	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-MA	7,2	1-2	<LC	Cumple
Mercurio y sus compuestos	NCA-MA	0,05	0,01	<LC	Cumple
Mercurio y sus compuestos	NCA-CMA	0,07	0,01	<LC	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-MA	20	1-2	<LC	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno

Tabla 372 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de Mompás-Pasaia en 2012. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible.

Año	Estado químico	Sustancias que superan NCA
2004	Bueno	-
2005	Bueno	-
2006	Bueno	-
2007	Bueno	-
2008	Bueno	-
2009	Bueno	-
2010	Bueno	-
2011	Bueno	-
2012	Bueno	-

Tabla 373 Estado químico de la masa de agua de transición Mompás-Pasaia en los años 2004-2012.

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 2004, 2007 y 2010. Sus posiciones se observan en la Tabla 374 y la Figura 467. 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	4799190	Litorales
M-LUR1	Urumea Zona 01. Litoral Macroalgas	579938	4797128	Litorales (Macroalgas)
M-LUR2	Urumea Zona 02. Litoral Macroalgas	583451	4798135	Litorales (Macroalgas)

Tabla 374 Estaciones de muestreo en la zona costera de Mompás-Pasaia.

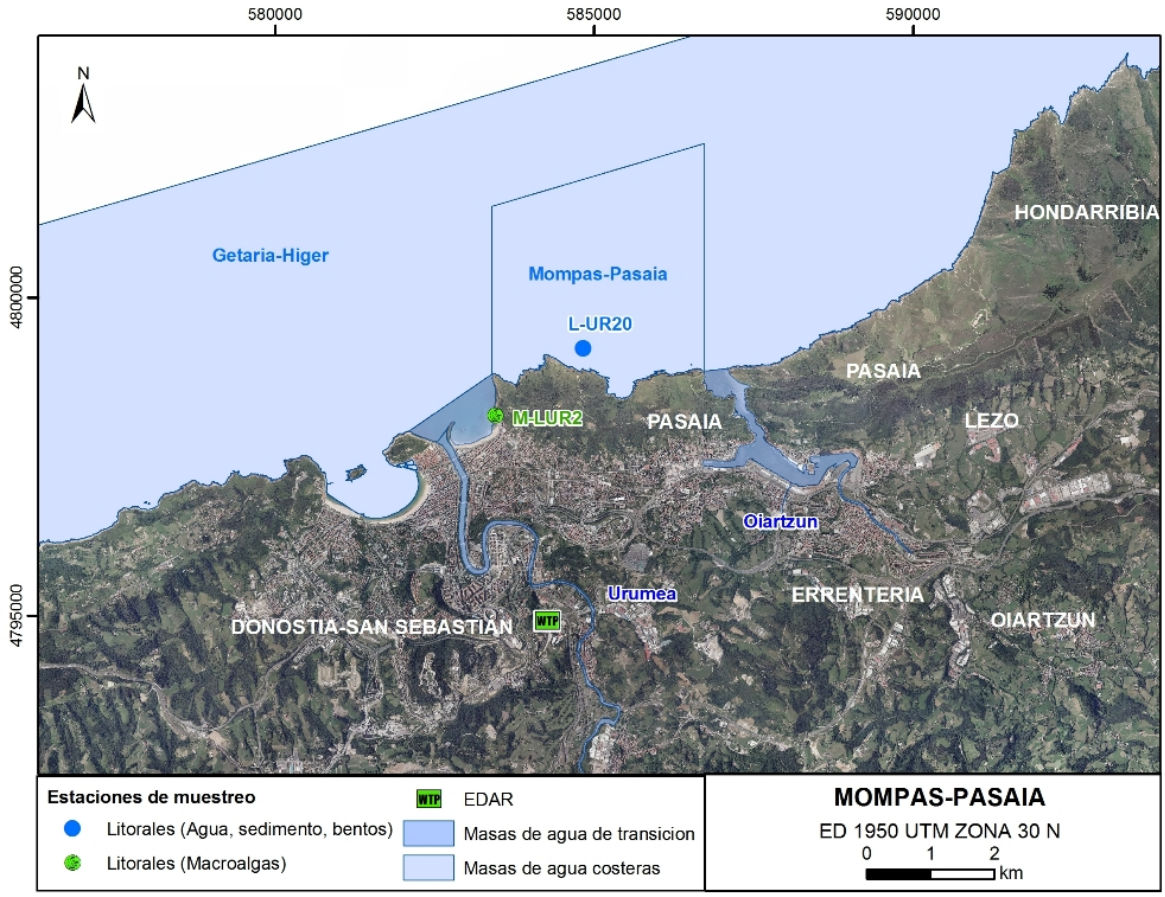


Figura 467 Localización de las estaciones de muestreo en la masa de agua Getaria-Higer.

19.3 INDICADORES BIOLÓGICOS

19.3.1 MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

Los parámetros estructurales medidos en la única estación representativa de la masa de agua costera Mompás-Pasaia (L-UR20), en invierno de 2012 pueden verse en la Tabla 375.

PARÁMETRO	UNIDAD	ESTACIÓN L-UR20
Densidad	nº·m^{-2}	460
Biomasa	g·m^{-2}	1,07
Riqueza	nº	35
Diversidad número	bit·ind^{-1}	4,56
Diversidad biomasa	bit·g^{-1}	3,64
Equitabilidad número		0,89
Equitabilidad biomasa		0,71
Diversidad máxima	bits	5,13
AMBI		1,24
Clasificación AMBI		Alteración Ligera

Tabla 375 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 con elevada contaminación por materia orgánica, caracterizada por los anélidos poliquetos *Capitella capitata* y *Malacoceros fuliginosus* (el primero de ellos, considerado como indicador universal de contaminación orgánica, alcanzó máximos de 8.632 ind·m^{-2} en 1997 y 3.504 ind·m^{-2} en 2001).

En 2009 se observaba un aumento importante tanto en densidad (de 80 ind·m^{-2} en 2008 a 783 ind·m^{-2} en 2009), como en riqueza específica (de 12 *taxa* en 2008 a 35 *taxa* en 2009), rompiendo la tendencia observada en 2007 y 2008 (Figura 468).

Aunque en la presente campaña de 2012 se observa un ligero descenso en densidad (460 ind·m^{-2}), la riqueza específica se mantiene en valores similares a los de campañas previas (35 *taxa*), y las especies características de la comunidad continúan siendo las mismas desde 2009 (*Paradoneis armata*, *Chaetozone gibber*, *Mediomastus fragilis*, *Diogenes pugilator* y *Ampelisca brevicornis*).

Los bajos valores de materia orgánica del sedimento (0,6%), y la composición faunística, en la que destaca la progresiva desaparición de *C. capitata*, confirman la mejora de la calidad del medio observada desde 2005. Estas características, unidas al alto valor de diversidad específica encontrado (4,56 bit·ind^{-1}), parecen indicar una recuperación de la zona, consecuencia de la eliminación de los vertidos del colector.

El grupo trófico dominante es el de los detritívoros superficiales con un 82%, seguido por los carnívoros (11%), omnívoros (4%), detritívoros subsuperficiales (2%) y suspensívoros (1%).

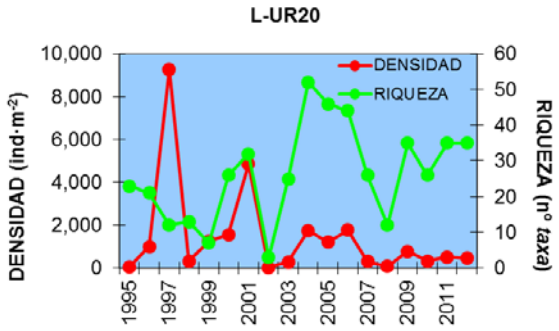


Figura 468 Evolución de la densidad y riqueza en la estación L-UR20 (Mompás-Pasaia).

El índice AMBI (1,2) indica que la estación presenta alteración ligera (Tabla 375), con dominancia del grupo ecológico I y presencia importante del grupo ecológico II (Figura 469). La evolución temporal es clara (Figura 469): 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 2002-2012. 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), lo que indica una respuesta más o menos rápida del medio a las acciones tomadas.

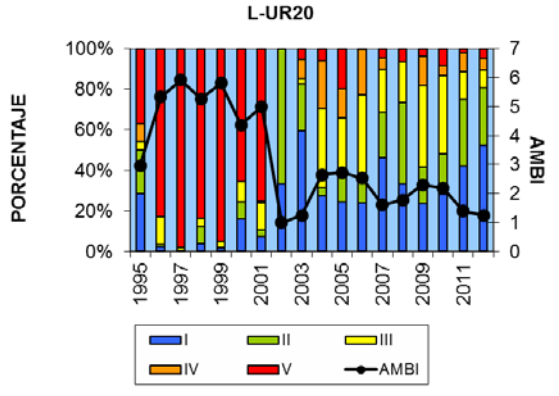


Figura 469 Evolución del porcentaje de cada grupo ecológico y de AMBI en la estación L-UR20 de la masa de agua costera Mompás-Pasaia.

La calificación de la estación **L-UR20** a partir de M-AMBI es de **Muy Buen Estado** (Figura 470). En esta estación se aprecia una tendencia temporal positiva a partir de la campaña de 1997 al pasar de una calificación de Mal Estado (M-AMBI= 0,17 y mínimo de la serie) a Muy Buen Estado en 2003 (M-AMBI= 0,92), que se mantiene hasta la presente campaña.

Tal y como se ha explicado en anteriores informes, la evidente mejora de la calidad en esta estación está en relación con el desvío de los vertidos desde el colector al emisario de San Sebastián. Este buen estado actual ha sido constatado en otro estudio que lleva a cabo un muestreo más exhaustivo de la zona cercana al recorrido del emisario (Muxika *et al*., 2012).

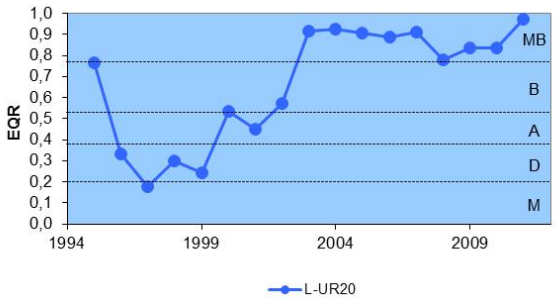


Figura 470 Evolución de M-AMBI para las estaciones de la masa de agua costera Mompás-Pasaia.

19.3.2 VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO. FITOPLANCTON

Al igual que en anteriores informes, el fitoplancton se evalúa con los datos de los últimos seis años, en base a la clorofila (medida a partir de muestreos "in situ") y al porcentaje de blooms. El estado global del fitoplancton se calcula promediando los EQRs de ambos indicadores.

Por otra parte, recientemente se han cambiado las condiciones de referencia y los límites entre clases de estado del indicador basado en la clorofila, haciéndose más exigentes que en años anteriores. También se ha revisado el umbral para detectar blooms (véase tomo de metodología).

En la Figura 471 se muestra el indicador de biomasa fitoplanctónica durante el periodo 2007-2012. En la estación marina de referencia, el percentil 90 de la clorofila es 0,86 µg l^{-1} (n=16). En la masa de agua costera (una única estación de muestreo) el percentil 90 de la clorofila se sitúa en 1,66 µg l^{-1} (n=24). Por lo tanto, esta masa de agua costera se clasifica en un estado "Bueno" en base a la métrica de la clorofila. La estación L-UR20 presenta el valor máximo en el conjunto de las estaciones costeras del País Vasco, seguida por la estación L-OI20 (1,51 µg l^{-1}) en Getaria-Higer.

En cuanto al valor de percentil 90 calculado a partir de datos de satélite para toda la extensión de la masa de agua éste sería 2,96 µg l^{-1}.

En la Figura 472 se muestra el indicador de floraciones. En la estación de referencia la frecuencia de blooms es 8,3% (n=12). La estación costera L-UR20 presenta una frecuencia de 20,8%. Por lo tanto, el estado en base a la abundancia fitoplanctónica es "Bueno", aunque en el límite con "Muy Bueno" en esta estación.

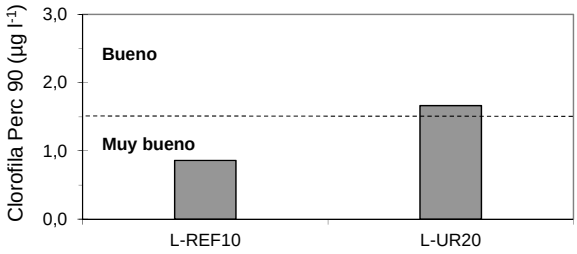


Figura 471 Percentil 90 de la concentración de clorofila en la estación marina de referencia y en la estación costera de Mompás-Pasaia. Los datos utilizados han sido los de superficie, de las cuatro épocas del año, desde 2007 hasta 2012.

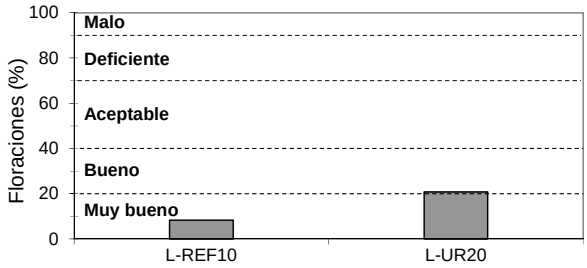


Figura 472 Frecuencia de floraciones fitoplanctónicas (%) en la estación marina de referencia y en la estación costera de Mompás-Pasaia. Los datos utilizados han sido los de superficie, de las cuatro épocas del año, desde 2007 hasta 2012

En la Tabla 355 se presenta el estado del fitoplancton integrando ambos indicadores. En el periodo 2007-2012, el estado global del fitoplancton se clasifica como "Muy bueno" en la estación marina de referencia y como "Bueno" en la estación costera L-UR20.

Finalmente, en la Tabla 377 s se muestra la evolución del estado del fitoplancton a lo largo de periodos de seis años móviles. No se muestran periodos anteriores a 2004-2009 ya que no hay suficiente número de datos para el indicador de frecuencia de floraciones

(n<12). El **estado** ha pasado de **"Muy Bueno"** a "**Bueno**" en la masa de agua costera Mompás-Pasaia. Esta masa de agua es la que presenta mayor variabilidad temporal en el EQR del fitoplancton, que varía entre aproximadamente 0,67 y 0,93. En comparación, la estación marina de referencia más cercana (L-REF10) ha mostrado siempre un estado biológico "Muy bueno" para el elemento fitoplancton, variando su EQR entre 0,93 y 1,00.

ESTACIÓN	EQR_1 Biomasa	EQR_2 Floraciones	Estado y EQR Global
L-REF10	1,000	1,000	Muy Bueno (1,000)
L-UR20	0,602	0,802	Bueno (0,702)

Tabla 376 Calificación del estado del fitoplancton en la estación de referencia y en la estación de muestreo de la masa de agua costera, para el periodo 2007-2012. Se muestran los EQRs parciales de cada indicador y el EQR global.

	04-09	05-10	06-11	07-12
Mompás-Pasaia L-UR20	MB (0,935)	MB (0,935)	B (0,669)	B (0,702)
Referencia L-REF10	MB (0,927)	MB (1,000)	MB (1,000)	MB (1,000)

Tabla 377 Evolución temporal del estado del fitoplancton en la masa de agua costera Mompás-Pasaia y en la estación de referencia, a lo largo de periodos móviles de seis años. Se indica entre paréntesis la evolución del EQR del fitoplancton.

CLOROFILA

En la masa de agua costera Mompás-Pasaia, la concentración de clorofila "a" se midió en una única estación de muestreo (L-UR20) y a dos profundidades (superficie y fondo). Se realizó un muestreo por cada época del año (invierno, primavera, verano y otoño). En este apartado también se presentan los resultados correspondientes a la estación L-REF10, situada a unos 13 km frente a Pasaia y considerada de referencia para esta masa de agua costera, así como para la de Getaria-Higer.

Con objeto de averiguar si la clorofila se distribuía homogéneamente en la columna de agua, se compararon los valores medios de superficie y fondo mediante un test "t-student". En la estación L-UR20 la concentración de clorofila supuso 0,4 ± 0,1 µg l^{-1} en superficie (media ± desv. típica, n=4) y lo mismo en fondo. En la estación de referencia tampoco se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre superficie (0,3 ± 0,1 µg l^{-1}) y fondo (0,1 ± 0,1 µg l^{-1}).

Los valores de superficie y fondo de 2012 se han promediado en la Figura 473. La estación L-UR20 presentó una concentración de clorofila ligeramente superior a la de la estación marina de referencia.

En 2012 la clorofila mostró poca variación en las aguas costeras y de mar abierto del País Vasco. Las concentraciones, incluyendo todos los datos de superficie y fondo, variaron entre 0,0 y 1,3 µg l^{-1}. La estación L-UR20 es uno de los puntos donde se registraron concentraciones más bajas en 2012.

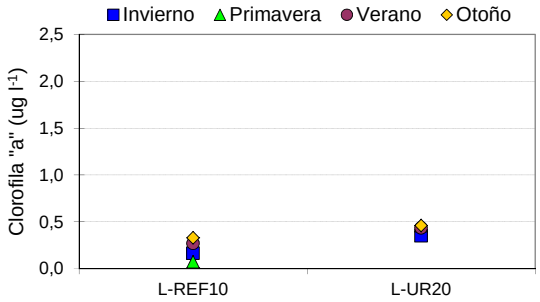


Figura 473 Variación de la concentración de clorofila en la estación marina de referencia y en la estación de la masa de agua Mompás-Pasaia, en el año 2012. Se muestra el promedio de la clorofila medida a dos profundidades (superficie y fondo) para cada época del año.

Para estudiar la evolución de la clorofila en la estación L-UR20 y compararla con las estaciones de referencia, se ha calculado el valor del percentil 90 para periodos móviles de seis años (Figura 474).

En la estación L-UR20, el percentil 90 de la clorofila de superficie presenta oscilaciones a lo largo de los años, variando entre 0,8 y 1,7 µg l^{-1} (Figura 474). La tendencia en esta estación tiene pautas comunes a la que se observa en la estación L-OI10, localizada en las inmediaciones y también bajo la influencia de la presión antrópica de las cuencas del Urumea y el Oiartzun. En aquélla la clorofila tiende a descender desde mediados de la década de los 90 hasta mediados de la década del 2000. Como ya se ha comentado, ello coincide con las fases de desvío de vertidos hacia zonas con mayor hidrodinamismo en la costa, y posterior depuración de las aguas vertidas. Sin embargo, posteriormente se observa un ligero aumento de la clorofila en dicha estación. En la de Mompás-Pasaia también se aprecia un descenso durante aproximadamente el mismo periodo y un repunte de la clorofila en épocas recientes.

Al contrario que en la estación L-UR20, en la estación de referencia más cercana el percentil 90 de la clorofila tiende a disminuir a lo largo de la última década. En el periodo actual su valor es de 0,9 µg l^{-1}. En las restantes estaciones de referencia, L-REF30 y L-REF20, el percentil se sitúa en 0,7 y 1,1 µg l^{-1}, respectivamente.

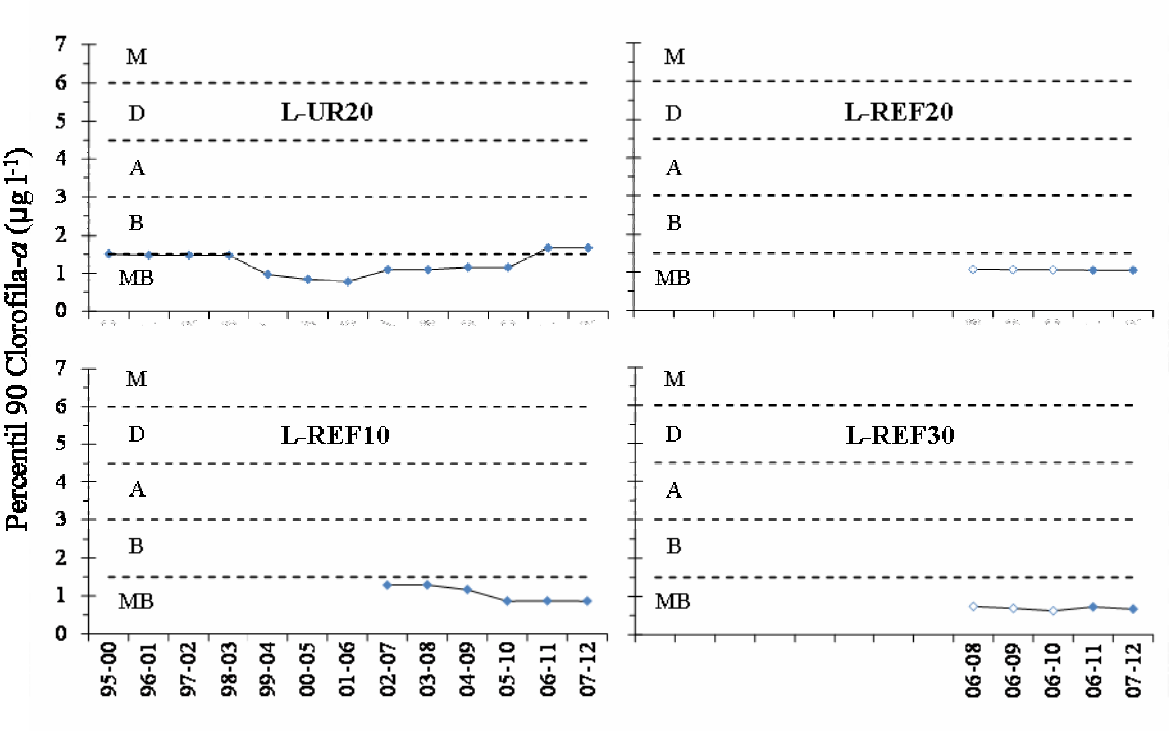


Figura 474 Evolución de la concentración de clorofila en la masa costera Mompás-Pasaia y en las estaciones de referencia. Se muestra el percentil 90 calculado con valores de superficie, de las cuatro épocas del año, para periodos móviles de seis años. En las estaciones L-REF20 y L-REF30 también se han calculado con menor número de años (símbolos vacíos). Las líneas discontinuas indican los límites entre clases de estado dentro de la clasificación que se realiza para la Directiva Marco: MB: Muy Bueno; B: Bueno; A: Aceptable; D: Deficiente; M: Malo.

COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DEL FITOPLANCTON

En la Tabla 378 se indica la abundancia, riqueza y diversidad del fitoplancton, en las muestras tomadas en superficie, en la masa de agua costera Mompás-Pasaia y en la estación marina de referencia más cercana.

En la estación L-UR20, la abundancia presentó una gran variabilidad anual (oscilando entre valores del orden de 10^5 y 10^6 células l^{-1}). En comparación, la abundancia en la estación de referencia (L-REF10) fue mucho más estable, con valores siempre del orden de 10^5 células l^{-1}.

En la estación L-UR20 se observó un pico de abundancia en primavera (mayo) Se trató de una floración de diatomeas del género *Chaetoceros* spp., con aproximadamente 900.000 células l^{-1}. Estas diatomeas se encontraron también en densidades muy altas en otras zonas costeras del extremo oriental de la costa vasca (L-OI20 y L-BI10).

Durante el resto del año, en la estación L-UR20 la abundancia fitoplanctónica estuvo en el rango de los valores habituales de la costa vasca.

En invierno se observó el mínimo, con una comunidad compuesta principalmente por organismos no silíceos de pequeño tamaño.

Tras el bloom primaveral de diatomeas, en verano la comunidad estuvo dominada otra vez por haptofitas, criptofitas, dinoflagelados y otros flagelados de pequeño tamaño.

En otoño, la estación L-UR20 mostró una abundancia similar a la de las estaciones litorales del Oria, y superior a las de la zona oriental de la costa vasca. Como particularidad, en la masa de agua de Mompás-Pasaia se encontraron pequeñas formas cocoides en abundancia relativamente alta durante el otoño.

Estación	L-REF10	L-UR20
Fecha	28/02/2012	28/02/2012
Abund. (x10^3 céls. l^{-1})	516	246
Diversidad (bit/cel)	2,9	3,1
Riqueza (Nº especies)	17	14
Estación	L-REF10	L-UR20
Fecha	11/05/2012	10/05/2012
Abund. (x10^3 céls. l^{-1})	146	1.065
Diversidad (bit/cel)	3,7	2,2
Riqueza (Nº especies)	40	37
Estación	L-REF10	L-UR20
Fecha	06/09/2012	06/09/2012
Abund. (x10^3 céls. l^{-1})	366	391
Diversidad (bit/cel)	2,3	3,3
Riqueza (Nº especies)	25	42
Estación	L-REF10	L-UR20
Fecha	08/11/2012	08/11/2012
Abund. (x10^3 céls. l^{-1})	138	435
Diversidad (bit/cel)	1,9	3,3
Riqueza (Nº especies)	27	33

Tabla 378 Índices relacionados con fitoplancton en cuatro épocas a lo largo de 2012. Se indican para la estación marina de referencia y para la estación de la masa de agua costera Mompás-Pasaia.

19.3.3 VIDA VEGETAL ASOCIADA AL MEDIO ACUÁTICO. MACROALGAS

Para el estudio de las macroalgas (y de los macroinvertebrados que definen comunidades bentónicas de sustrato duro) de la masa de agua costera Mompás-Pasaia, en la presente campaña de 2011 no se ha analizado ningún transecto. Por tanto, la evaluación se realiza a partir de los datos obtenidos la pasada campaña de 2010.

En la Tabla 379 se muestran los datos obtenidos para la masa de agua costera Mompás-Pasaia en la campaña de 2010 (transecto M-LUR2), con objeto de calificar su estado. La metodología utilizada se explica en Tomo 1 del informe correspondiente a la campaña de 2008 (Borja *et al.*, 2009f).

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 (CFR=0,90). Sin embargo, cabe destacar que se ha detectado un ligero decremento en el valor de CFR respecto a las anteriores visitas de 2004 y de 2007, relacionado con una menor cobertura de especies características. Dicho pérdida de cobertura ya se había detectado la pasada campaña de 2007, aunque entonces aún no era tan importante como para afectar al valor de CFR. Por tanto, se considera conveniente mantener la vigilancia del transecto por si en un futuro más o menos próximo, la tendencia se mantuviera, ya que podría afectar a la calificación del estado de la masa de agua.

En este sentido, y tal como se señalaba en el informe correspondiente a la pasada campaña de 2009, 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 primer muestreo 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.

INDICADORES	M-LUR2
Cobertura	49
Riqueza de poblaciones	6
Especies oportunistas	2
PUNTUACIÓN	
Cobertura	0,35
Riqueza de poblaciones	0,20
Especies oportunistas	0,35
PUNTUACIÓN TOTAL	0,90
CLASIFICACIÓN	Muy Bueno

Tabla 379 Calificación de cada indicador de macroalgas y las equivalencias para la calificación del transecto M-LUR2, analizado en la campaña de 2010.

19.4 INDICADORES FISICOQUÍMICOS

19.4.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA EN AGUAS

CONSIDERACIONES GENERALES

La masa de agua costera de Mompás-Pasaia está representada por la estación L-UR20. En la Tabla 380 se muestran los datos medios anuales para las diferentes variables básicas analizadas en la masa de agua durante el año 2012. Además, 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-UR20-S	L-UR20-F
Temperatura	ºC	16,48	15,86
Salinidad	USP	35,22	35,56
Agua fluvial	%	1,06	0,12
Saturación O_2	%	99,80	96,08
pH		8,22	8,20
Clorofila	$\mu g.dm^{-3}$	0,45	
Silicato	$\mu mol.dm^{-3}$	1,81	
Amonio	$\mu mol.dm^{-3}$	4,22	
Nitrito	$\mu mol.dm^{-3}$	0,19	
Nitrato	$\mu mol.dm^{-3}$	2,11	
Nitrógeno Total	$\mu mol.dm^{-3}$	14,33	
Fosfato	$\mu mol.dm^{-3}$	0,27	
Fósforo Total	$\mu mol.dm^{-3}$	0,75	
Carbono O. Total	$\mu mol.dm^{-3}$	157,27	

Tabla 380 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 2012, 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 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. 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, cercanos al 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 2012 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 2012 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.

Los valores de NID registrados en 2012 en la estación L-UR20, son inferiores al valor máximo que se detectó en invierno de 2009 (~20 µmol dm^{-3}) pero son similares a los registrados en años anteriores (~5 µmol dm^{-3}). En la masa de agua de Mompás se evidencia una reducción en la aparición de valores máximos en la concentración de fosfato (Figura 475).

Los valores de oxigeno disuelto alcanzan el 100% de saturación, especialmente en los últimos años, indicando que no se producen situaciones de déficit de oxígeno (Figura 476).

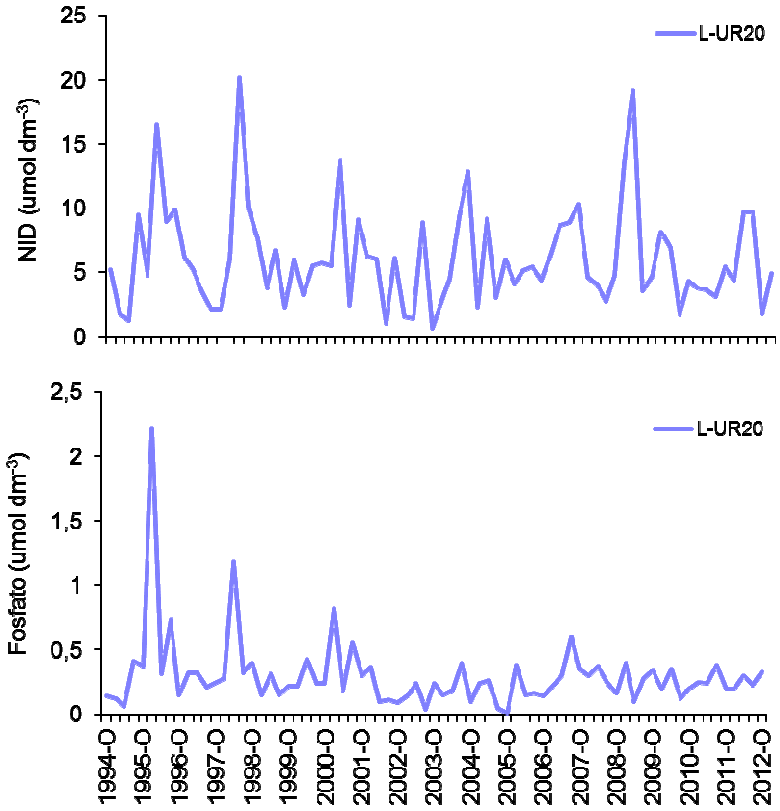


Figura 475 Evolución trimestral, entre otoño 1994 y otoño 2012, de la concentración de Nitrógeno Inorgánico Disuelto (NID) y fosfato, ambos en µmol L^{-1}, en aguas de superficie en las estaciones L-UR20.

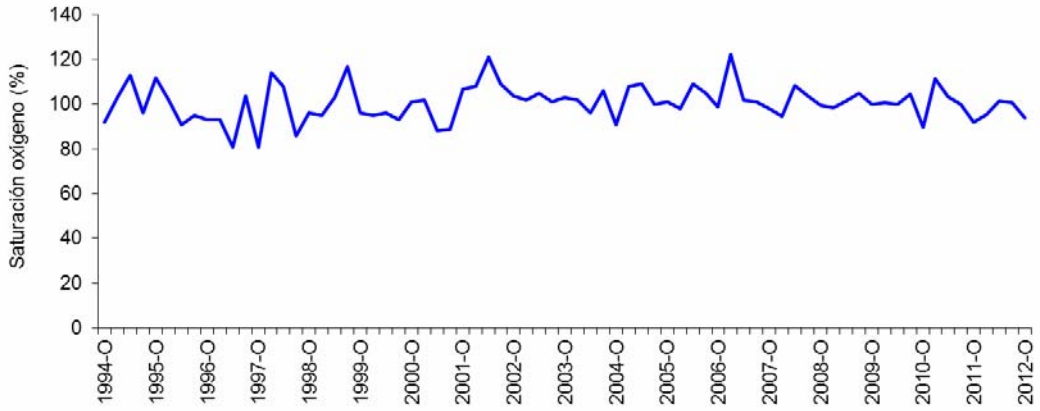


Figura 476 Porcentaje de saturación de oxígeno en la columna de agua en la masa de agua Mompás (estación L-UR20). Se muestra el promedio para cada época del año (invierno, primavera, verano y otoño) desde 1994 hasta 2012. La media se ha realizado con los datos tomados en superficie y fondo.

METALES DISUELTOS

Las concentraciones de cromo (trivalente) y mercurio en las aguas de superficie en en la estación L-UR20 de la zona costera de Mompás-Pasaia se mantienen por debajo de su límite de cuantificación (1-2 µg·l^{-1} y 0,01 µg·l^{-1}, respectivamente).

En la Figura 477 se muestra la evolución de la concentración media anual del resto de los metales para el periodo comprendido entre otoño de 1994 y verano de 2012.

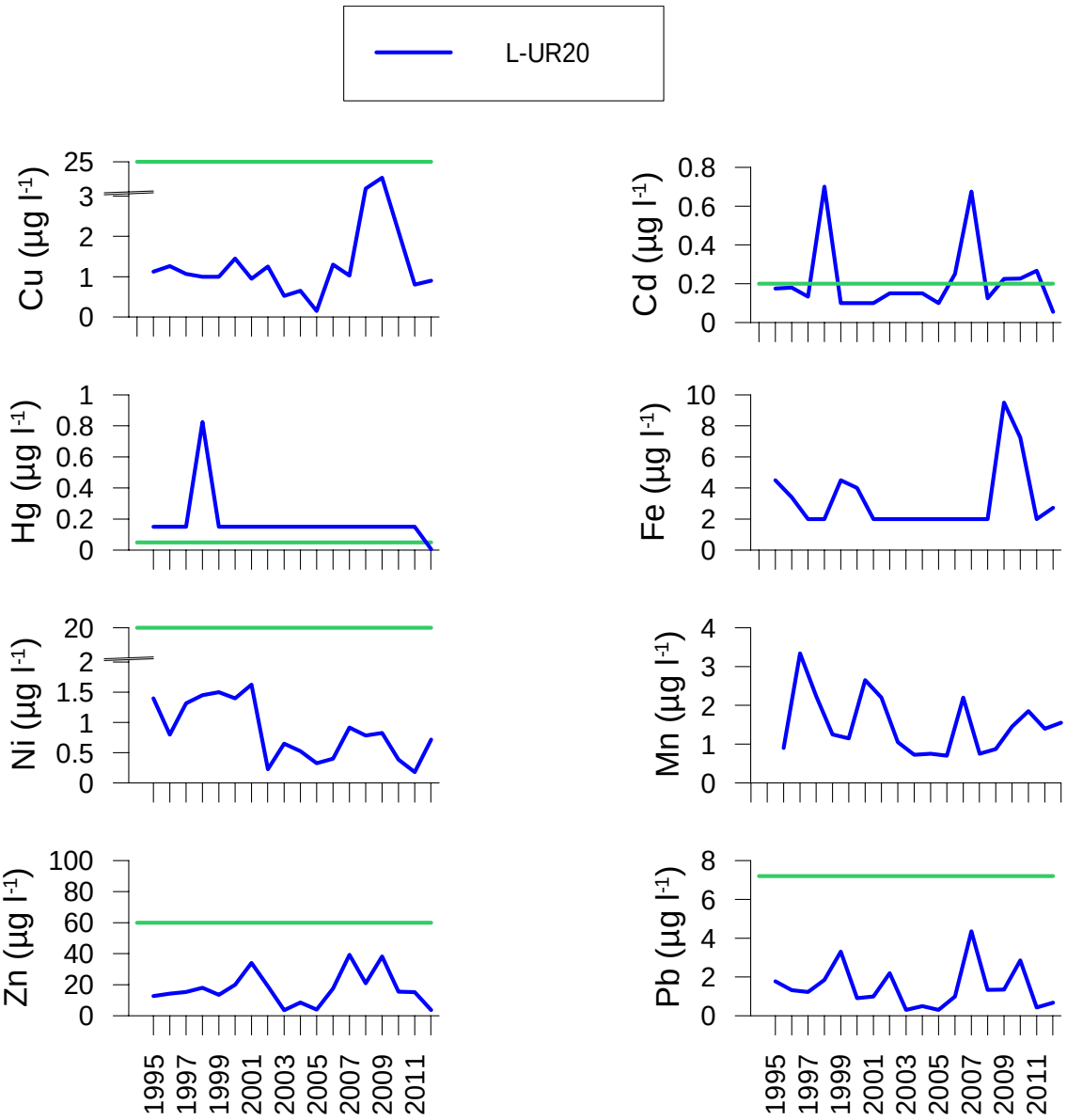


Figura 477 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la estación L-UR20 de la zona costera desde Mompás a Pasaia en el periodo que abarca desde 1994 a 2012. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

En general, en las campañas más recientes, se aprecia una tendencia decreciente en todos los metales.

De esta manera, en la presente campaña, todos los metales, muestran concentraciones promedio inferiores al límite de cuantificación correspondiente, excepto en el caso del cadmio y el zinc, aunque sin superarse su objetivo de calidad correspondiente (NCA-MA).

Muestreos mensuales

Se ha estudiado la evolución de la concentración de mercurio, cadmio, níquel y plomo durante todos los meses del año 2012 en la estación L-UR20 que corresponde a la costera del Mompás-Pasaia.

En la Figura 478 se puede observar la evolución mensual del año 2012 en la estación descrita anteriormente. En el caso del mercurio, las concentraciones mensuales están por debajo del límite de detección (0,01 µg·l^{-1}).

En el caso del cadmio el máximo determinado en agosto no supera el objetivo de calidad NCA-CMA (0,45 µg·l^{-1}).

En el caso del plomo y del níquel no se observa ninguna tendencia definida en el estudio mensual. En ambos casos, la media anual, se encuentran por debajo del objetivo de calidad correspondiente (7,2 µg·l^{-1} y 20 µg·l^{-1}, respectivamente).

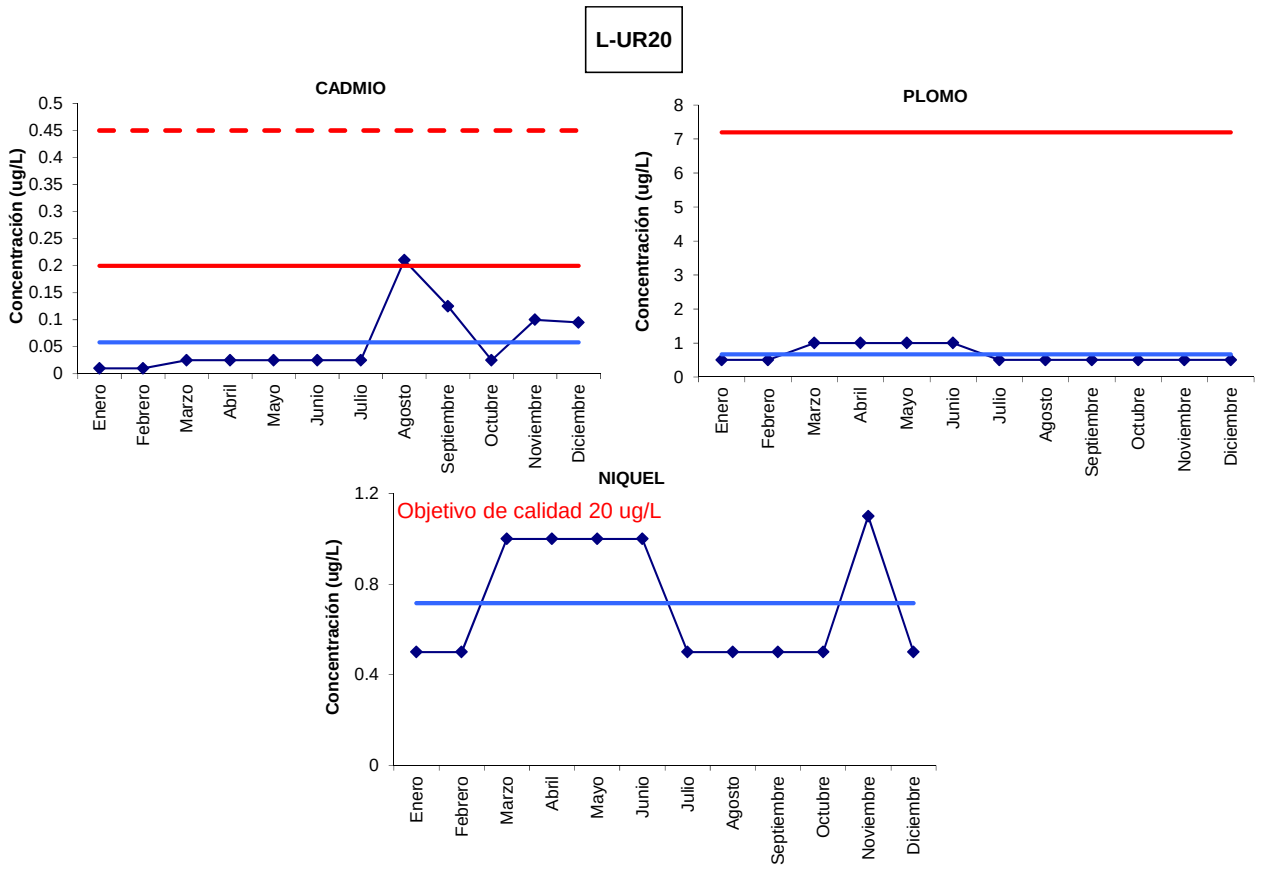


Figura 478 Evolución mensual en 2012 de la estación L-UR20 para el cadmio, plomo y níquel. Donde la línea roja indica el objetivo de calidad para cada metal (NMA-MA), la línea roja discontinua indica el objetivo de calidad para el cadmio (NCA-CMA) y la azul la media anual de los datos obtenidos.

CONTAMINANTES ORGÁNICOS Y OTROS CONTAMINANTES ESPECÍFICOS

En la campaña de 2012, las concentraciones de los compuestos orgánicos analizados se encuentran por debajo de sus respectivos límites de cuantificación, excepto en el caso del Benzo(b)fluoranteno y del Benzo(k)fluoranteno en el mes de febrero.

19.4.2 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA EN SEDIMENTOS

PARÁMETROS SEDIMENTOLÓGICOS DE CARÁCTER GENERAL

En las Figura 479 y Figura 480 se representa la variación temporal en la composición granulométrica, contenido en materia orgánica, potencial redox y contenido en carbono y nitrógeno orgánico particulado en la estación L-UR20. En la Tabla 381, se muestran los resultados de la campaña de 2012.

De los datos obtenidos se observa que se trata de un sedimento predominantemente arenoso, con elevado potencial redox y ratio C/N. En cuanto a la variabilidad temporal, se aprecia una disminución del contenido en materia orgánica durante los últimos 10 años, así como un aumento de los valores de potencial redox.

Estación	Grava (%)	Arena (%)	Limo (%)	M.O. (%)	Eh (mV)	C.O.P. (mol kg^{-1})	N.O.P. (mol kg^{-1})	C/N (mol/mol)
L-UR20	0,02	98,40	1,59	0,64	416	1,53	0,02	69,6

Tabla 381 Parámetros sedimentológicos correspondientes a los muestreos de invierno de 2012 en la estación L-UR20. Grava > 2 mm > Arena > 63 µm > Limo; M.O.: materia orgánica; Eh: potencial redox; C.O.P. carbono orgánico particulado; N.O.P.: nitrógeno orgánico particulado; C / N: relación carbono / nitrógeno).

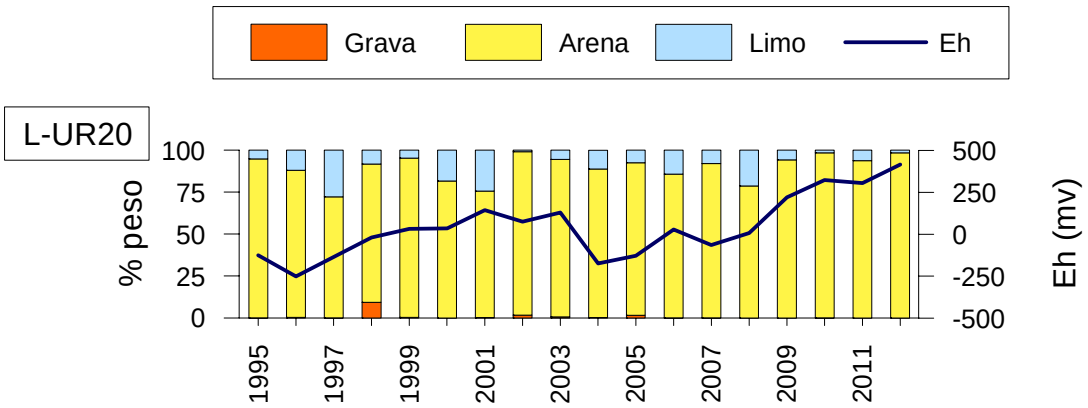


Figura 479 Evolución temporal del potencial redox (Eh) y las fracciones granulométricas (grava, arena y limo) en el sedimento superficial (muestreos de invierno) en la estación L-UR20.

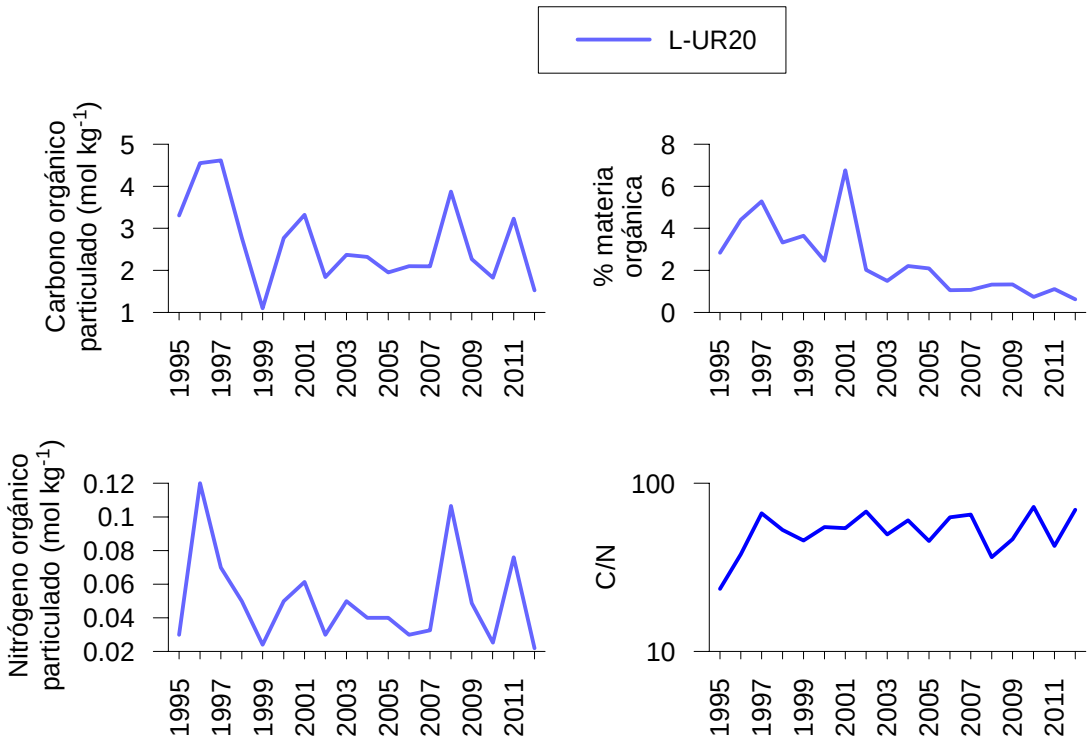


Figura 480 Evolución temporal del contenido en materia orgánica, carbono orgánico particulado y relación carbono/nitrógeno en los sedimentos superficiales (muestreos de invierno) en la estación L-UR20.

METALES PESADOS

En la Tabla 382 se recogen las concentraciones de metales pesados analizados en la campaña de invierno de 2012. La Figura 481 muestra la evolución temporal para cada uno de los metales en la estación L-UR20.

En los muestreos más recientes, todos metales, excepto Hg y Mn, mantienen las concentraciones promedio dentro del rango del nivel de fondo.

Con el objetivo de conocer el posible efecto adverso sobre la biota asociado a la presencia de dichos metales, se ha corregido la concentración de metales en la estación L-UR20 correspondientes a los últimos tres años (2010, 2011 y 2012), por el contenido en finos de los sedimentos. Así, durante la última campaña, todos los metales en dicha estación mantienen los valores por debajo del valor TEL, y por lo tanto, no existe riesgo de afección sobre la biota.

Estación	Cd ($\mu g\ g^{-1}$)	Cr ($\mu g\ g^{-1}$)	Cu ($\mu g\ g^{-1}$)	Fe ($\mu g\ g^{-1}$)	Hg ($\mu g\ g^{-1}$)	Mn ($\mu g\ g^{-1}$)	Ni ($\mu g\ g^{-1}$)	Pb ($\mu g\ g^{-1}$)	Zn ($\mu g\ g^{-1}$)
L-UR20	0,21	52,6	33,3	53199	0,48	830	30,3	44,8	188

Tabla 382 Concentración de metales pesados en la fracción fina de los sedimentos en la estación L-UR20, en la campaña de invierno de 2012.

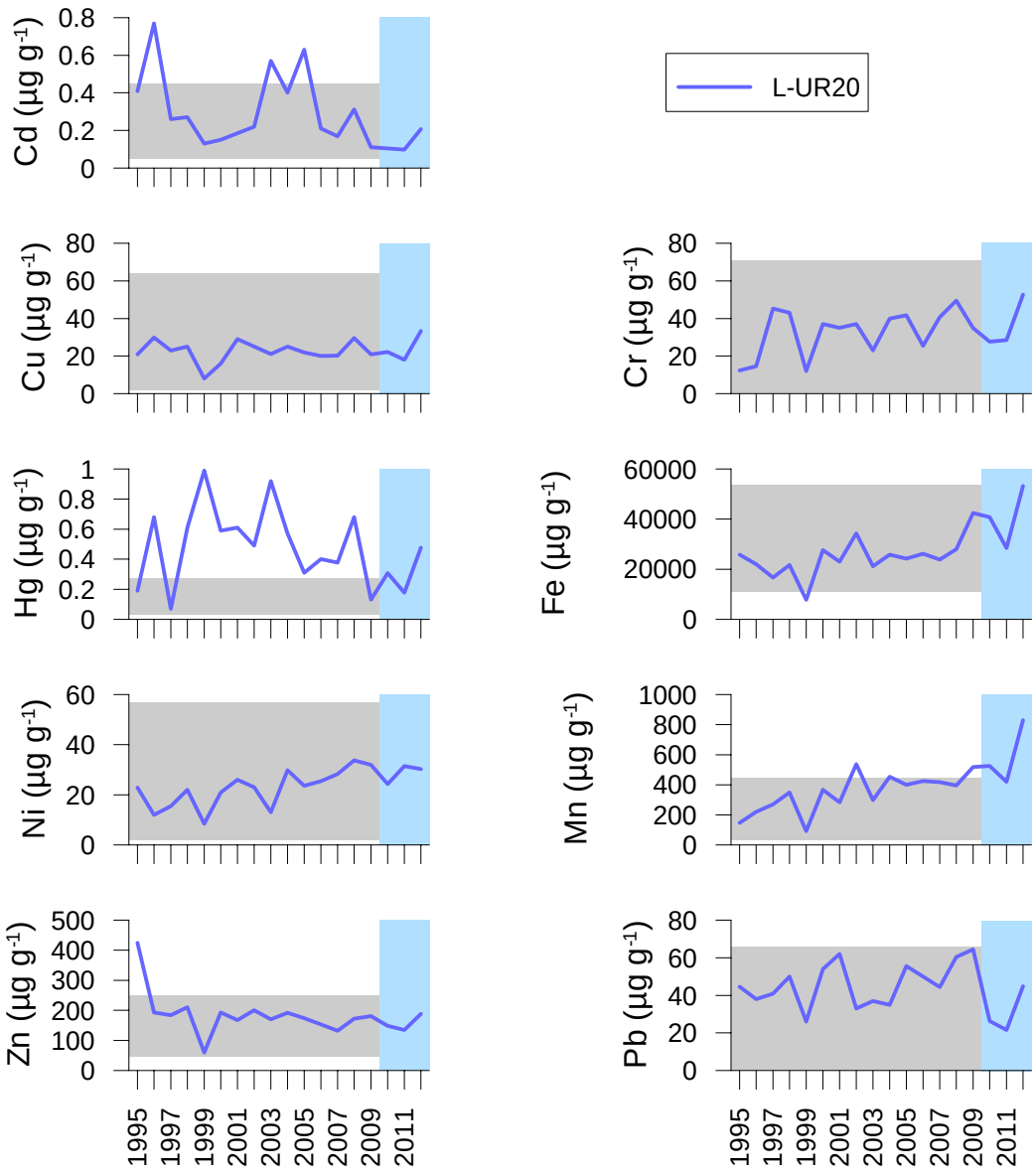


Figura 481 Evolución temporal de la concentración de metales en la fracción fina del sedimento (muestreos de invierno) en la estación L-UR20. La franja gris representa el nivel de fondo para cada uno de los metales.

COMPUESTOS ORGÁNICOS

En la Tabla 383 se recogen las concentraciones de compuestos orgánicos analizados en la campaña de invierno de 2012. En la Figura 482 se muestra la evolución en la concentración de contaminantes orgánicos analizados.

En la última campaña, todas las concentraciones son inferiores al nivel de cuantificación.

Estación	Aldrín (ng g^{-1})	Dieldrín (ng g^{-1})	Isodrín (ng g^{-1})	DDE (ng g^{-1})	DDD (ng g^{-1})	DDT (ng g^{-1})	*a*HCH (ng g^{-1})	*g*HCH (ng g^{-1})	HCB (ng g^{-1})	S.PCB (ng g^{-1})	S.PAH (ng g^{-1})
L-UR20	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<LC	<LC

Tabla 383 Concentración de compuestos orgánicos en los sedimentos en la campaña de invierno de 2012 en la estación L-UR20. *a*HCH: alfa-hexaclorociclohexano; *g*HCH:gamma-hexaclorociclohexano; HCB: hexaclorobenceno; HCB: hexaclorobenceno; S.PCB: suma de las concentraciones de los policlorobifenilos congéneres CB28, CB52, CB101, CB118, CB138,CB153 y CB180; S.PAH: suma de las concentraciones de 10 hidrocarburos poliaromáticos: fenantreno, indeno[1,2,3-cd]pireno, pireno, criseno, benzo[e]pireno, benzo[g,h,i]perileno, fluoranteno, benzo[a]antraceno, benzo[b]fluoranteno y benzo[a]pireno. Cabe señalar que las concentraciones inferiores a los límites de detección no se han considerado en el sumatorio; <LC: inferior al límite de cuantificación.

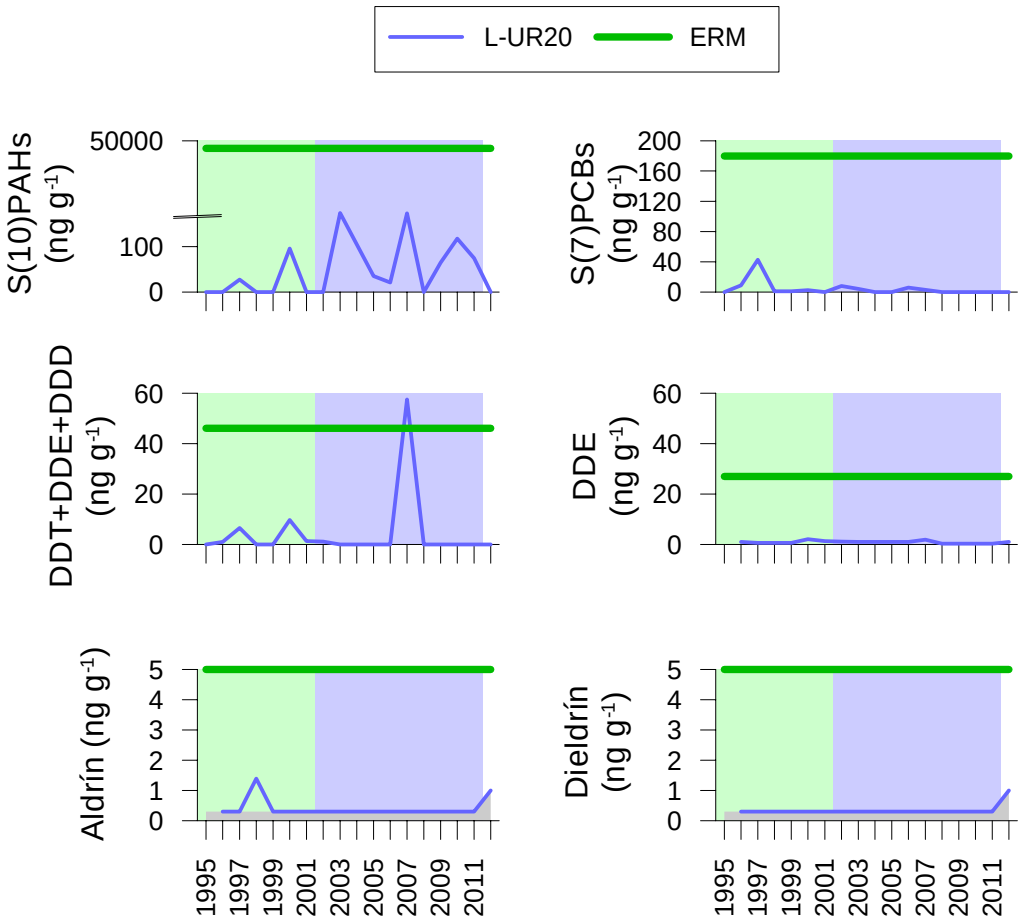


Figura 482 Evolución temporal de la concentración de compuestos orgánicos en la estación L-UR20. La variación en el nivel de cuantificación analítico se muestra sobre fondo gris. ERM: concentración con efecto adversos probables en la biota (del inglés, Effects Range Median, Long *et al.*, 1995). Cabe señalar que las concentraciones inferiores a los límites de detección no se han considerado en el sumatorio. Cambio de color de fondo indica cambio de metodología.

CLASIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN

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.

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 centrales del nivel de fondo de metales, calculados por Rodríguez *et al.* (2006), con los encontrados en las zonas estudiadas (Factor de Contaminación, FC). 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 384 se presentan los valores de ICC por cada metal en los sedimentos de la estación L-UR20 para la campaña de invierno de 2012. Según estos valores, en la última campaña, dicha estación presenta contaminación ligera por metales. Además, en la Figura 483 se presenta la evolución del ICC global para la estación L-UR20, donde se observa que, en los muestreos más recientes, los valores se encuentran en el rango de contaminación ligera (ICC >1) o no contaminado (ICC< 1).

Estación	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn	ICC global
L-UR20	NC	CL	CL	CL	C	C	CL	CL	CL	CL

Tabla 384 Clasificación de la contaminación en los sedimentos superficiales de la estación L-UR20 en función de los metales pesados en 2012, 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.

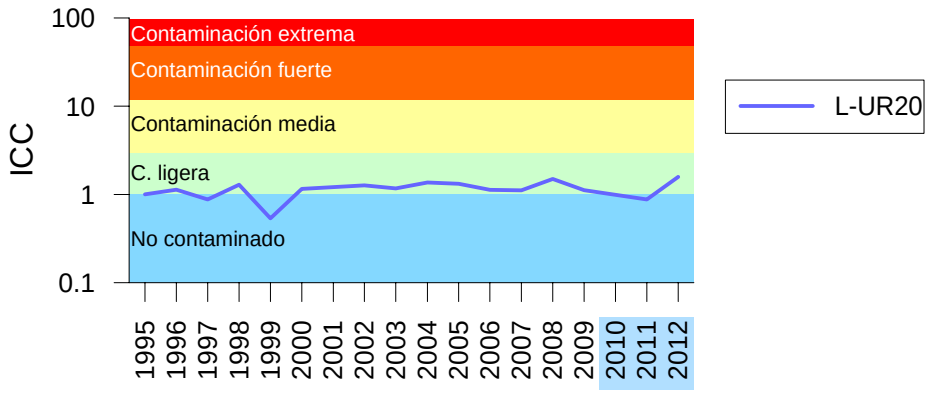


Figura 483 Evolución del Índice de Carga Contaminante (ICC) global de metales en sedimento en la estación L-UR20.

19.5 INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

Esta zona costera no ha presentado 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

TOMO 20 SEGUIMIENTO DE ZONAS PROTEGIDAS. ZONAS DE BAÑO LITORALES

Pasaia, junio de 2013

ÍNDICE

TOMO 5 SEGUIMIENTO DE ZONAS PROTEGIDAS. ZONAS DE BAÑO LITORALES 625

5.1 Programa de seguimiento en zonas de baño 627

5.2 Calidad de las aguas de baño: temporada 2012 629

20.1 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO EN ZONAS DE BAÑO

La **Directiva 2006/7/CE** del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de febrero de 2006, relativa a la gestión de la calidad de las aguas de baño y por la que se deroga la Directiva 76/160/CEE, ha sido incorporada al derecho interno español por medio del **Real Decreto 1341/2007**, de 11 de octubre. Esta normativa recoge nuevas especificaciones de carácter científico y técnico, y posibilita un marco legal más acorde, tanto con las necesidades actuales como con los avances y progresos de los últimos años, en lo que a las aguas de baño se refiere.

Así, se establecen las medidas sanitarias y de control necesarias para la protección de la salud de los bañistas, siendo éste su objeto principal, así como conservar, proteger y mejorar la calidad del medio ambiente, en complemento a la Directiva Marco del Agua (DMA) y al texto refundido de la Ley de Aguas (aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio). Además, se establecen las disposiciones mínimas para el control, la clasificación, las medidas de control y el suministro de información al público sobre la calidad de las zonas de aguas de baño.

En este sentido, el artículo 10 del Real Decreto 1341/2007 especifica que antes del comienzo de la temporada de baños de 2009 el órgano ambiental (la Agencia Vasca del Agua (URA), en el caso de la costa vasca) debe establecer un perfil de las aguas de baño conforme al anexo III de dicho Real Decreto. Así, en 2009 se establecieron los primeros perfiles provisionales de las aguas de baño litorales de la CAPV (Solaun et al., 2009), que fueron revisados en 2011 (AZTI, 2011).

En dichos perfiles es necesario incluir, entre otras cosas, el emplazamiento de los **puntos de control ambiental** (en adelante, PCA), es decir, aquellos lugares designados por el órgano ambiental para efectuar la toma de muestras para el control de las causas de contaminación que pudieran afectar a las zonas de aguas de baño, atendiendo a los perfiles de cada una de ellas.

En 2009 se propuso la utilización de los puntos de muestreo de la *Red de Seguimiento del Estado de las Masas de Agua Superficial de la CAPV* (en adelante, RED) como PCA de las distintas aguas de baño litorales.

Sin embargo, en los PCA es necesario controlar los parámetros microbiológicos del agua, parámetros que no se controlan en las muestras de aguas recogidas en las estaciones de muestreo de la RED.

Por ello, en la revisión que se realizó en 2011 de los perfiles de las aguas de baño litorales de la costa vasca se incluyó una propuesta de PCA teniendo en cuenta, entre otros aspectos relevantes, lo siguiente:

- los posibles focos de contaminación de cada zona.
- el estado de saneamiento en las inmediaciones de cada playa.
- la influencia fluvial.
- la calificación de las aguas de baño en las últimas 3 temporadas de baño (2008-2010).

De acuerdo a la evaluación realizada, las zonas de baño correspondientes a Ogeia e Itzurun presentaban un riesgo nulo de contaminación microbiológica. Por otro lado zonas de baño correspondientes a Azkorri, Solandotes, Atxabiribil-Arietarra, Aritxatxu, Laga, Ea, Deba, Gaztetape, Malkorbe, Zarautz, Antilla, Ondarreta, La Concha, Gros/La Zurriola y Hondarribia presentaban un riesgo bajo de contaminación microbiológica

Las zonas de baño que presentaban mayor riesgo de contaminación microbiológica (riesgo superior o igual a moderado) fueron La Arena, Las Arenas, Ereaga, Arrigunaga, Plentzia, Gorliz, Bakio, Laidatxu, Toña, San Antonio, Laida, Isuntza, Arrigorri, Saturraran, Mutriku, Ondarbeltz y Santiago.

Por lo tanto, se consideró necesario situar PCA cerca de los posibles focos de contaminación que pudieran afectar a dichas playas (Tabla 385 y Figura 484) y se propuso realizar un control microbiológico (*Escherichia coli*, en adelante *E. coli,* y Enterococos intestinales) mensual en estos puntos durante la temporada de baños (junio a septiembre), de tal forma que los resultados obtenidos pudiesen ser de utilidad en la gestión de episodios de contaminación de corta duración y así dar cumplimiento al Real Decreto 1341/2007.

El control microbiológico en estos puntos se ha llevado a cabo en 2012 por primera vez, siguiendo la metodología de muestreo y análisis indicada en el Anexo V del Real Decreto 1341/2007. Así, los muestreos se realizan mensualmente, entre junio y septiembre (Tabla 385), a pie o desde embarcación (dependiendo de los puntos) y se llevan para su análisis al Laboratorio de Salud Pública de Gipuzkoa, laboratorio acreditado donde también se realiza el análisis de aguas de las playas guipuzcoanas.

Masa agua	Aguas de baño	Riesgo	Cod_Estación	Puntos control ambiental	UTMX (ETRS89)	UTMY (ETRS89)	Fechas de muestreo			
Barbadun	La Arena	Moderado	B-BB01	E-M10	490145	4799342	04-jun	02-jul	06-ago	03-sep
Nerbioi exterior	Las Arenas	Alto	B-IB01	Final del espigón de Churruca	498399	4797342	11-jun	23-jul	06-ago	03-sep
	Ereaga	Moderado	B-IB02	E-N20	497813	4798378	11-jun	23-jul	06-ago	03-sep
	Arrigunaga	Moderado	B-IB03	Final de roquedal de Abasotas	497954	4800442	11-jun	23-jul	06-ago	03-sep
Butroe	Plentzia	Moderado	B-BU01	Final del espigón de Plentzia	504054	4806589	04-jun	02-jul	06-ago	03-sep
	Gorliz	Moderado	B-BU02	Punta de Astondo	504116	4807182	04-jun	02-jul	06-ago	03-sep
Cantabria-Matxitxako	Bakio	Moderado	B-CM01	Entre EDAR y playa	516075	4809128	04-jun	02-jul	13-ago	03-sep
Oka exterior	Laidatxu	Extremo	B-OK01	Muelle de Txorrokopunta	524574	4805843	04-jun	02-jul	06-ago	03-sep
	Toña	Extremo	B-OK02	Bajo puente de Txatxarramendi (E-OK20)	524705	4804507	04-jun	02-jul	06-ago	03-sep
	San Antonio	Extremo	B-OK03	Isla Sandinere	525348	4803932	04-jun	02-jul	06-ago	03-sep
	Laida	Moderado	B-OK04	Arketas	525553	4804776	04-jun	02-jul	06-ago	03-sep
Lea	Isuntza	Moderado	B-LE01	E-L10	540602	4800939	04-jun	02-jul	06-ago	03-sep
	Karraspio	Alto								
Artibai	Arrigorri	Alto	B-AT01	Frente a Arrigorri-PM1, frente a espigón exterior	547258	4796997	04-jun	02-jul	13-ago	03-sep
	Saturrarán	Extremo	B-AT02	Desembocadura del Mijoa	547625	4796687	04-jun	02-jul	13-ago	03-sep
Matxitxako-Getaria	Mutriku	Moderado	B-MG01	Frente a Mutriku-PM1, frente a espigón exterior	550229	4795406	04-jun	02-jul	13-ago	03-sep
Deba	Ondarbeltz	Moderado	B-DE01	Desembocadura del Deba	552305	4794461	04-jun	02-jul	13-ago	03-sep
Urola	Santiago	Moderado	B-UL01	Desembocadura del Urola frente a espigón	561145	4794941	04-jun	02-jul	13-ago	03-sep

Tabla 385 Puntos de control ambiental para las aguas de baño de la zona litoral de la CAPV con indicación del riesgo de contaminación microbiológica asociado para cada playa (AZTI, 2011), ubicación y fechas de muestreo en la campaña 2012

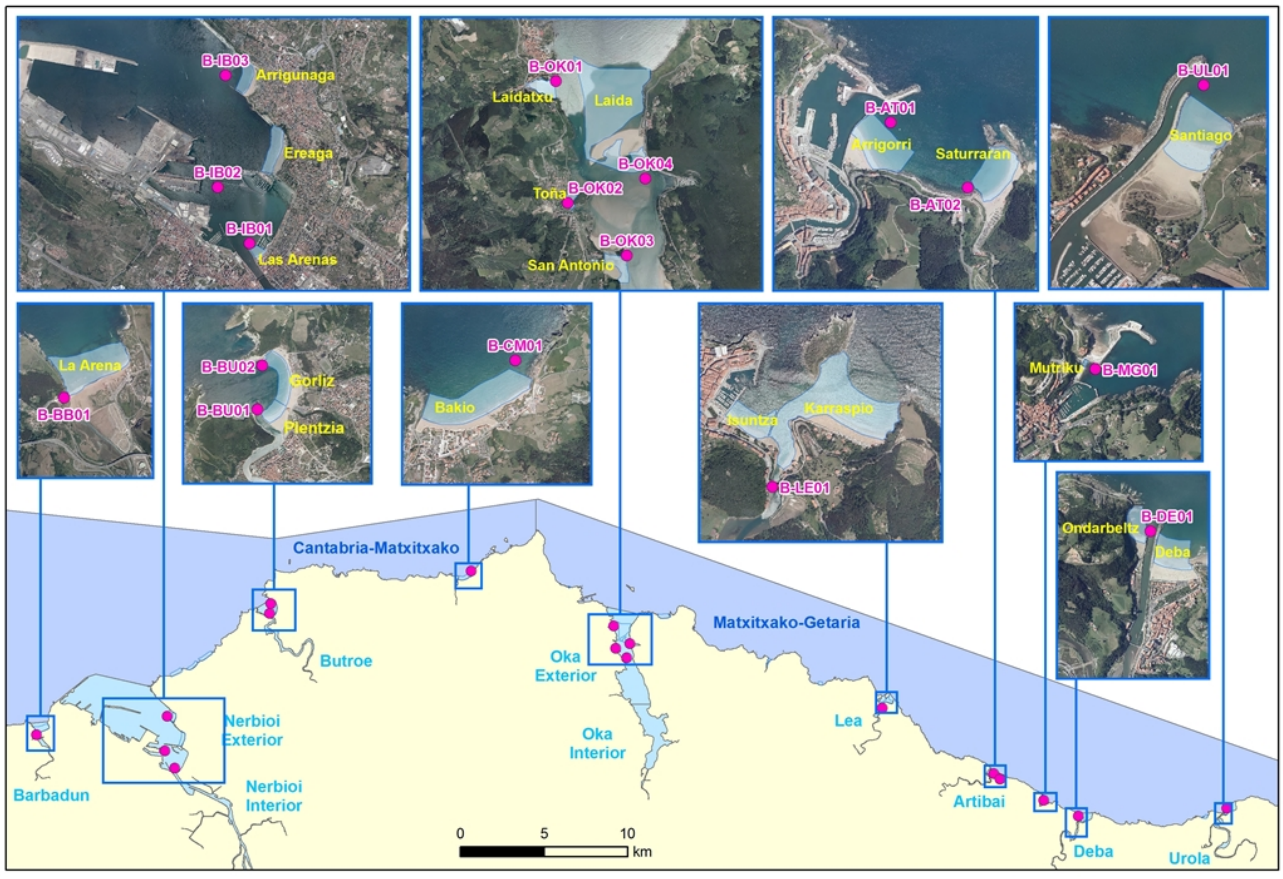


Figura 484 Ubicación de los puntos de control ambiental de las aguas de baño de la costa vasca.

20.2 CALIDAD DE LAS AGUAS DE BAÑO: TEMPORADA 2012

En base a lo dispuesto en la Directiva 2006/7/CE y en el Real Decreto 1341/2007, y con el objetivo de informar tanto a las autoridades sanitarias y medio ambientales de las diferentes administraciones, como al público en general sobre la calidad de las aguas de baño en España, el Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad (en adelante, MSSSI) prepara anualmente un informe al respecto.

Para ello recopila los datos proporcionados por las autoridades autonómicas responsables del control de la calidad de las aguas de baño en su territorio (en el caso del País Vasco, la Dirección General de Salud Pública del Gobierno Vasco) a través del sistema de información NÁYADE (Sistema de Información Nacional de Aguas de Baño; http://nayade.msssi.es), que es un sistema de información sanitario y ambiental que recoge datos sobre las características de las playas marítimas y continentales de España y la calidad del agua de baño.

Según la información obtenida del informe correspondiente a 2012 (MSSSI, 2013), el Censo Oficial correspondiente a la temporada 2012 en la zona marítima del País Vasco consta de 35 zonas de aguas de baño, con un total de 54 puntos de muestreo (en adelante, PM). La temporada de 2012 en estas aguas de baño se extiende desde el 28/05/2012 hasta el 30/09/2012, con muestreos semanales en cada uno de los PM.

Para la clasificación anual de la temporada 2012 el MSSSI ha utilizado los valores de los parámetros *E. coli* y Enterococos intestinales de esta temporada junto con las tres temporadas anteriores, siguiendo los métodos de evaluación definidos en los anexos I, II y IV del Real Decreto 1341/2007. Así, de los 54 PM controlados en la costa vasca 39 han sido clasificados de "calidad excelente", 10 de "calidad buena", 1 de "calidad suficiente" y 4 de "calidad insuficiente" (Tabla 386).

Entre los casos de "calidad insuficiente" se encuentran los PM de las playas de Laidatxu, Toña, San Antonio y Saturraran, mientras que el de la playa de Santiago es clasificado de "calidad suficiente".

Los PCA en los que se han observado las mayores concentraciones de ***E. coli*** son los de las playas de La Arena (B-BB01) el 4 de junio, Toña (B-OK2) el 4 de junio, 6 de agosto y 3 de septiembre, Laida (B-OK4) el 4 de junio, Isuntza y Karraspio (B-LE01) el 6 de agosto y 3 de septiembre, y Saturraran (B-AT02) y Ondarbeltz (B-DE01) el 4 de junio.

En el caso de las concentraciones de **Enterococos intestinales**, las playas de Plentzia (B-BU01), el 3 de septiembre, y Toña (B-OK2), el 4 de junio y 6 de agosto, son las más elevadas. (Figura 485).

Estos casos puntuales superan los valores de "calidad suficiente" establecidos para las aguas de baño situadas en aguas costeras o de transición, según el Real Decreto 1341/2007, es decir, 500 NMP/100 ml para *E. coli* y 185 NMP/100 ml para Enterococos intestinales (Figura 485).

En los controles mensuales que se han realizado en los PCA de estas aguas de baño, sólo los de Toña (B-OK02) y Saturraran (B-AT02) han presentado concentraciones elevadas de *E. coli* en al menos uno de los muestreos realizados en 2012. Hay que tener en cuenta que para la clasificación de cada PM se consideran los muestreos semanales realizados durante las últimas cuatro temporadas de baño, mientras que el muestreo de los PCA es, en principio, mensual.

Por ello, con el fin de comprobar si las elevadas concentraciones de *E. coli* y/o Enterococos intestinales observadas en los PCA también se observan en los PM más próximos a estos PCA, se han obtenido de Náyade y/o de la Dirección de Salud Pública del Gobierno Vasco los datos correspondientes. De la comparación de los datos (Tabla 387) se deduce que para las aguas de baño de Toña, Ondarbeltz y Saturran, cuando la concentración de *E. coli* es elevada en el PCA, también lo es, en general, en el PM más próximo. Sin embargo, las elevadas concentraciones de *E. coli* observadas en los PCA de las playas de La Arena (B-BB01) y Laida (B-OK04) el 4 de junio no se observan en los correspondientes PM (La Arena PM2-Muskiz y Laida PM2, respectivamente). Esto mismo se observa en la playa de Isuntza entre el PCA (B-LE01) y el PM (Isuntza PM1) el 6 de agosto y el 3 de septiembre.

En cuanto a la concentración de Enterococos intestinales, sólo en la playa de Toña el 6 de agosto las concentraciones en el PCA (B-OK2) y en el PM (Toña PM1) son, en ambos casos, superiores al valor de "calidad suficiente" (185 NMP/100 ml). En las playas de Plentzia, el 3 se septiembre, y Toña, el 4 de junio, las elevadas concentraciones observadas en los PCA correspondientes (B-BU01 y B-OK2, respectivamente) no se reflejan en los PM más próximos (Plentzia PM1 y Toña PM1, respectivamente) (Tabla 387).

Aunque con sólo un año de datos es difícil hacer alguna asunción, el hecho de que se observen concentraciones elevadas en *E. coli* y/o Enterococos intestinales en los PCA y los PM más próximos de las playas de Toña, Ondarbeltz y Saturran, hace pensar que estas playas presentan una contaminación recurrente. En el caso de las playas de La Arena, Plentzia, Isuntza y Plentzia, las concentraciones puntualmente elevadas que se han observado en los PCA correspondientes no se han detectado en los PM más próximos, lo que podría indicar que la concentración observada en los PCA se diluye antes de llegar al PM. Por último, en las playas de Las Arenas y San Antonio las elevadas concentraciones de *E. coli* que se observan en el PM no han sido detectadas en el PCA; podría ser que la posición de estos PCA no fuera la más indicada. Todo esto habrá que confirmarlo en próximas campañas de muestreo.

Zona de baño PM	Clasificación
PLAYA LA ARENA - MUSKIZ PM1	Excelente
PLAYA LA ARENA - MUSKIZ PM2	Excelente
PLAYA LA ARENA - ZIERBENA PM1	Excelente
PLAYA DE LAS ARENAS PM1	Buena
PLAYA DE EREAGA PM1	Excelente
PLAYA DE EREAGA PM2	Excelente
PLAYA DE ARRIGUNAGA PM1	Excelente
PLAYA DE AZKORRI PM1	Excelente
PLAYA DE SOLANDOTES PM1	Excelente
PLAYA DE SOLANDOTES PM2	Excelente
PLAYA DE ATXABIRIBIL-ARIETARRA PM1	Excelente
PLAYA DE ATXABIRIBIL-ARIETARRA PM2	Excelente
PLAYA DE ATXABIRIBIL-ARIETARRA PM3	Excelente
PLAYA DE PLENTZIA PM1	Buena
PLAYA DE GORLIZ PM1	Excelente
PLAYA DE GORLIZ PM2	Excelente
PLAYA DE GORLIZ PM3	Excelente
PLAYA DE BAKIO PM1	Buena
PLAYA DE ARITXATXU PM1	Excelente
PLAYA DE LAIDATXU PM1	Insuficiente
PLAYA DE TOÑA PM1	Insuficiente
PLAYA DE SAN ANTONIO PM1	Insuficiente
PLAYA DE LAIDA PM1	Excelente
PLAYA DE LAIDA PM2	Buena
PLAYA DE LAGA PM1	Excelente
PLAYA DE LAGA PM2	Excelente
PLAYA DE EA PM1	Excelente
PLAYA DE OGEIA PM1	Excelente
PLAYA DE ISUNTZA PM1	Buena
PLAYA DE KARRASPIO PM1	Excelente
PLAYA DE ARRIGORRI PM1	Buena
PLAYA DE SATURRARÁN PM1	Insuficiente
PLAYA DE MUTRIKU PM1	Buena
PLAYA DE MUTRIKU PM2	Excelente
PLAYA DE ONDARBELTZ PM1	Buena
PLAYA DE DEBA PM1	Excelente
PLAYA DE ITZURUN PM1	Excelente
PLAYA DE SANTIAGO PM1	Suficiente
PLAYA DE GAZTETAPE PM1	Excelente
PLAYA DE MALKORBE PM1	Excelente
PLAYA DE ZARAUTZ PM1	Buena
PLAYA DE ZARAUTZ PM2	Excelente
PLAYA DE ZARAUTZ PM3	Excelente
PLAYA DE ANTILLA PM1	Buena
PLAYA DE ONDARRETA PM1	Excelente
PLAYA DE ONDARRETA PM2	Excelente
PLAYA DE LA CONCHA PM1	Excelente
PLAYA DE LA CONCHA PM2	Excelente
PLAYA DE LA CONCHA PM3	Excelente
PLAYA DE GROS/LA ZURRIOLA PM1	Excelente
PLAYA DE GROS/LA ZURRIOLA PM2	Excelente
PLAYA DE GROS/LA ZURRIOLA PM3	Excelente
PLAYA DE HONDARRIBIA PM1	Excelente
PLAYA DE HONDARRIBIA PM2	Excelente

Tabla 386 Clasificación de la calidad de los puntos de muestreo de las aguas de baño marítimas del País Vasco para la temporada 2012. Modificado de MSSSI, 2013.

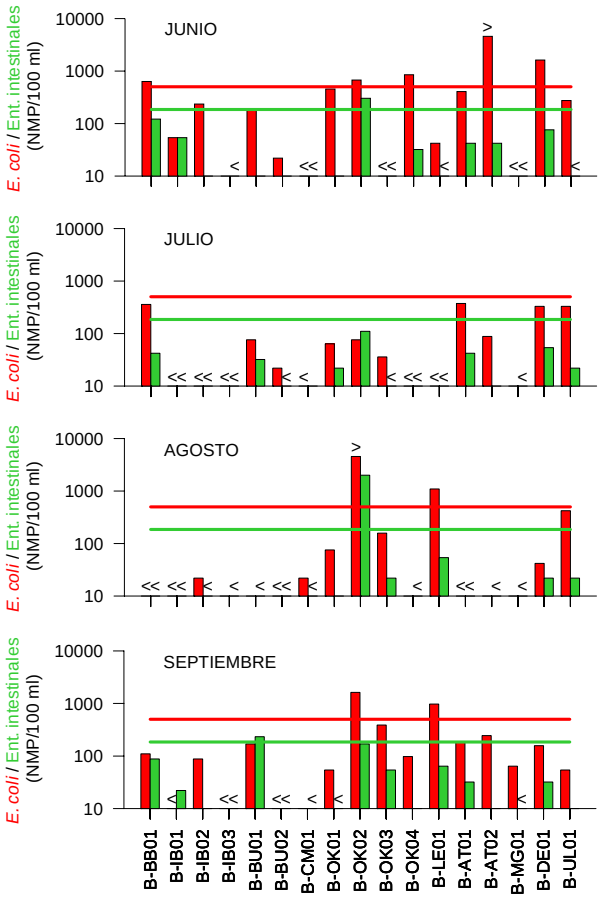


Figura 485 Concentración de *Escherichia coli* (*E. coli*) y Enterococos intestinales (Ent. Intestinales) en las aguas muestreadas mensualmente entre junio y septiembre de 2012 en los puntos de control ambiental de las aguas de baño litorales de la costa vasca. Las líneas roja y verde indican el límite de "calidad suficiente" de las aguas de baño para *E. coli* (500 NMP/100 ml) y Enterococos intestinales (185 NMP/100 ml), respectivamente, según el Real Decreto 1341/2007. <: inferior al límite de detección, 10 NMP/100 ml.

Agua de baño	Tipo	Estación	UTMX (ED50)	UTMY (ED50)	Fecha	*Escherichia coli*	Enterococos intestinales
La Arena	PCA	B-BB01	490251	4799550	04/06/2012	632	122
	PM	LA ARENA - MUSKIZ PM2	490378	4799810		10	10
Las Arenas	PCA	B-IB01	498505	4797550	11/06/2012	54	54
	PM	LAS ARENAS PM1	498662	4797312		826	146
Plentzia	PCA	B-BU01	504160	4806797	03/09/2012	170	234
	PM	PLENTZIA PM1	504425	4806733		10	< 10
Toña	PCA	B-OK02	524810	4804715	04/06/2012	672	302
	PM	TOÑA PM1	524804	4804778		1130	110
	PCA	B-OK02	524810	4804715	02/07/2012	76	110
	PM	TOÑA PM1	524804	4804778		876	42
	PCA	B-OK02	524810	4804715	06/08/2012	> 4564	2000
	PM	TOÑA PM1	524804	4804778		1474	302
	PCA	B-OK02	524810	4804715	03/09/2012	1620	170
	PM	TOÑA PM1	524804	4804778		98	10
San Antonio	PCA	B-OK03	525453	4804140	04/06/2012	< 10	< 10
	PM	SAN ANTONIO PM1	525385	4804038		1010	122
	PCA	B-OK03	525453	4804140	02/07/2012	36	< 10
	PM	SAN ANTONIO PM1	525385	4804038		736	42
Laida	PCA	B-OK04	525658	4804984	04/06/2012	850	32
	PM	LAIDA PM2	525374	4806087		374	32
Isuntza	PCA	B-LE01	540707	4801147	06/08/2012	1098	54
	PM	ISUNTZA PM1	540662	4801424		10	10
	PCA	B-LE01	540707	4801147	03/09/2012	980	64
	PM	ISUNTZA PM1	540662	4801424		22	10
Saturrarán	PCA	B-AT02	547730	4796895	04/06/2012	> 4564	42
	PM	SATURRARAN PM1	547877	4796891		2166	42
Ondarbeltz	PCA	B-DE01	552410	4794670	04/06/2012	1620	76
	PM	ONDARBELTZ PM1	552337	4794589		522	88

Tabla 387 Concentraciones de *Escherichia coli* y Enterococos intestinales (NMP/100 ml) en aquellas fechas de muestreo en las que los valores en los puntos de control ambiental (PCA) y/o los puntos de muestreo (PM) más próximos de las aguas de baño marítimas del País Vasco, para la temporada 2012, son superiores a los valores de “calidad suficiente” (en rojo).

REFERENCIAS

- Anonymous, 1959. Symposium on the classification of brackish waters, Venice 8-14th April 1958. Archivo di Oceanograpfia e Limnologia, 11 (supplemento).
- Asakura, A., S. Watanabe, 2005. *Hemigrapsus takanoi*, new species, a sibling species of the common japanese intertidal crab *H. penicillatus* (Decapoda: Brachyura: Grapsoidea). Journal of Crustacean Biology, 25(2): 279-292.
- AZTI, 2011. Perfiles de las aguas de baño de la zona litoral de la CAPV 2011. Informe realizado por Fundación AZTI Tecnalia para Agencia Vasca del Agua - Uraren Euskal Agentzia. 508 pp.; http://www.uragentzia.euskadi.net/u81-0003/es/contenidos/informe_estudio/convenio_ura_azti/es_docu/adjuntos/Perfiles_aguas_2011.pdf.
- Bald, J. 2005. Propuesta para la evaluación del estado físico-químico de las aguas costeras y de transición del País Vasco. Tesis doctoral, Universidad de Navarra.
- 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, 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., J.F. Spencer, 1984. The benthos of a coastal power station thermal discharge canal. Journal of marine biology Assessment 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., 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.
- Belzunce, M.J., J. Blasco, A. Del Campo, M. Espino, L. Ferrer, J.M. Garmendia, M. González, J. Larreta, M.A. Maidana, N. Montero, 2010. Advances in tools for harbour water quality management: MODELTOX Project. ISOBAY 12, International Symposium on Oceanography of the Bay of Biscay. Brest, France, 3-6 May, 2010. http://www-iuem.univ-brest.fr/ISOBAY.
- Bock, M.T., B.S. Miller, A.W. Bowman, 1999. Assessment of Eutrophication in the Firth of Clyde: Analysis of Coastal Water Data from 1982 to 1996. Marine Pollution Bulletin, 38 (3):222-231.
- BOE, 2008. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción de planificación hidrológica. Boletín Oficial del Estado, 22.09.2008, BOE núm. 229, 38472–38582.
- 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, 52: 239-242.
- Borja, A., J. Bald, J. Franco, J. Larreta, I. Muxika, M. Revilla, J.G. Rodríguez, O. Solaun, A. Uriarte, V. Valencia, 2009. Using multiple ecosystem components, in assessing ecological status in Spanish (Basque Country) Atlantic marine waters. Marine Pollution Bulletin, 59: 54-64.
- Borja, Á., I. Muxika, 2005. Guidelines for the use of AMBI (AZTI's marine biotic index) in the assessment of the benthic ecological quality. Marine Pollution Bulletin, 50: 787–789.
- Borja, A., 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, 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, 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, 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.J. Belzunce, 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, 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, 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, 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., J. Bald, M.J. Belzunce, J. Franco, J.M. Garmendia, I. Muxika, M. Revilla, G. Rodríguez, I. Tueros, A. Uriarte, V. Valencia, I. Adarraga, F. Aguirrezabalaga, I. Cruz, A. Laza, M.A. Marquiegui, J. Martínez, E. Orive, J.M. Ruiz, J.C. Sola, J.M. Trigueros, A. Manzanos, 2006. Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Informe de resultados Campaña 2005. Informe de AZTI-Tecnalia para la Dirección de Aguas del Departamento de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, Gobierno Vasco. 15 Tomos, 767 pp.

- 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, A., J. Bald, M.J. Belzunce, J. Franco, J.M. Garmendia, I. Muxika, M. Revilla, G. Rodríguez, O.Solaun, I. Tueros, A. Uriarte, V. Valencia, 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, 2007b. 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, Á., J. Bald, M.J. Belzunce, J. Franco, J.M. Garmendia, I. Muxika, M. Revilla, G. Rodríguez, O. Solaun, I. Tueros, A. Uriarte, V. Valencia, I. Adarraga, F. Aguirrezabalaga, I. Cruz, A. Laza, M.A. Marquiegui, J. Martínez, E. Orive, J.M. Ruiz, S. Seoane, J.C. Sola, J.M. Trigueros, A. Manzanos, 2008a. 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, 2008b. 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, 2008c. Investigative monitoring within the European Water Framework Directive: a coastal blast furnace slag disposal, as an example. Journal of Environmental Monitoring, 10: 453-462.

- Borja, A., S.B. Bricker, D. M. Dauer, N. T. Demetriades, J.G. Ferreira, A. T. Forbes, P. Hutchings, X. Jia, R. Kenchington, J.C. Marques, C. Zhu, 2008d. Overview of integrative tools and methods in assessing ecological integrity in estuarine and coastal systems worldwide. Marine Pollution Bulletin, 56: 1519-1537.

- Borja, A., J. Bald, J. Franco, J. Larreta, I. Muxika, M. Revilla, J.G. Rodríguez, O. Solaun, A. Uriarte, V. Valencia, 2009a. Using multiple ecosystem components, in assessing ecological status in Spanish (Basque Country) Atlantic marine waters. Marine Pollution Bulletin, 59: 54-64.

- Borja, A., A. Ranasinghe, S.B. Weisberg, 2009b. Assessing ecological integrity in marine waters, using multiple indices and ecosystem components: Challenges for the future. Marine Pollution Bulletin, 59: 1-4.

- Borja, A., I. Muxika, J.G. Rodríguez, 2009c. Paradigmatic responses of marine benthic communities to different anthropogenic pressures, using M-AMBI, within the European Water Framework Directive. Marine Ecology, 30: 214-227.

- Borja, Á., J.G. Rodríguez, K. Black, A. Bodoy, C. Emblow, T.F. Fernandes, J. Forte, I. Karakassis, I. Muxika, T.D. Nickell, N. Papageorgiou, F. Pranovi, K. Sevastou, P. Tomassetti, D. Angel, 2009d. Assessing the suitability of a range of benthic indices in the evaluation of environmental impact of fin and shellfish aquaculture located in sites across Europe. Aquaculture, 293: 231-240.

- Borja, A., A. Miles, A. Occhipinti-Ambrogi, T. Berg, 2009e. Current status of macroinvertebrate methods used for assessing the quality of European marine waters: implementing the Water Framework Directive. Hydrobiologia, 633: 181-196.
- Borja, A., M. Elliott, J. Carstensen, A.-S. Heiskanen, W. van de Bund, 2010a. Marine management – towards an integrated implementation of the European Marine Strategy Framework and the Water Framework Directives. Marine Pollution Bulletin, 60(12): 2175-2186.
- Borja, A., D.M. Dauer, M. Elliott, C. Simenstad, 2010b. Medium and long-term recovery of estuarine and coastal ecosystems: patterns, rates and restoration effectiveness. Estuaries and Coasts, 33(6): 1249-1260.
- 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, A. Manzanos, 2010c. 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 Agencia Vasca del Agua. 21 Tomos, 707 pp.
- Borja, A., J.G. Rodríguez, 2010. Problems associated with the 'one-out, all-out' principle, when using multiple ecosystem components in assessing the ecological status of marine waters. Marine Pollution Bulletin, 60(8): 1143-1146.
- Borja, Á., I. Galparsoro, X. Irigoien, A. Iriondo, I. Menchaca, I. Muxika, M. Pascual, I. Quincoces, M. Revilla, J. Germán Rodríguez, M. Santurtún, O. Solaun, A. Uriarte, V. Valencia, I. Zorita, 2011a. Implementation of the European Marine Strategy Framework Directive: A methodological approach for the assessment of environmental status, from the Basque Country (Bay of Biscay). Marine Pollution Bulletin, 62(5): 889-904.
- Borja, A., E. Barbone, A. Basset, G. Borgersen, M. Brkljacic, M. Elliott, J.M. Garmendia, J.C. Marques, K. Mazik, I. Muxika, J.M. Neto, K. Norling, J.G. Rodríguez, I. Rosati, B. Rygg, H. Teixeira, A. Trayanova, 2011b. Response of single benthic metrics and multimetric methods to anthropogenic pressure gradients, in five distinct European coastal and transitional ecosystems. Marine Pollution Bulletin, 62(3): 499-513.
- Borja, Á., J. Bald, M.J. Belzunce, J. Franco, J.M. Garmendia, J. Larreta, I. Menchaca, 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, A. Manzanos, 2011c. 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 Agencia Vasca del Agua. 21 Tomos, 707 pp.
- Borja, A., B.G. Tunberg, 2011. Assessing benthic health in stressed subtropical estuaries, eastern Florida, USA using AMBI and M-AMBI. Ecological Indicators, 11: 295-303.
- Buchman M.F., 2008. NOAA Screening Quick Reference Tables (SQuiRTs) NOAA OR&R, National Oceanic and Atmospheric Administration, Office of Response and Restoration, Seattle, 2008; Report 08-1.
- CEDEX, 2011. Reunión del Grupo de Trabajo sobre Estado Ecológico (ECOSTAT) de la Estrategia Común de Implantación de la Directiva Marco del Agua de la Unión Europea. 24 y 25 de Octubre de 2011. Centro de Estudios de Puertos y Costas, Informe técnico para Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. CEDEX: 23-410-5-003.
- Carletti, A., A.-S. Heiskanen, 2009. Water Framework Directive intercalibration technical report. Part 3: Coastal and Transitional waters. European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, JRC Scientific and Technical Reports.
- Castro, H., F. Ramalheira, V. Quintino, A.M. Rodrigues, 2006. Amphipod acute and chronic sediment toxicity assessment in estuarine environmental monitoring: an example from Ria de Aveiro, NW Portugal. Marine Pollution Bulletin, 53: 91 99.
- Cloern, J.E., C. Grenz, L. Vidergar-Lucas, 1995. An empirical model of the phytoplankton chlorophyll:carbon ratio. The conversion factor between productivity and growth rate. Limnology and Oceanography 40: 1313-1321.

- Dauvin, J.C., A.T. Rius, T. Ruellet, 2009. Recent expansion of two invasive crabs species *Hemigrapsus sanguineus* (de Haan, 1835) and *H. takanoi* Asakura and Watanabe 2005 along the Opal Coast, France. Aquatic Invasions, 4(3): 451-465.
- Denis, P., 1983. La macrofaune benthique des vasières du bassin oriental du Golfe de Morhihan. Cahier de Biologie Marine, 24: 257-268.
- Domingues R.B., A. Barbosa, H. Galvão, 2008 Constraints on the use of phytoplankton as a biological quality element within the Water Framework Directive in Portuguese waters. Marine Pollution Bulletin, 56:1389-1395.
- Ekolur-Ikaur, 2006. Bases para la elaboración de las directrices sobre el uso sostenible del agua en Guipúzcoa. La fauna acuática en Guipúzcoa. Monografías. Donostia: 83.
- 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.
- European Commission, 2000. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy.
- European Commission, 2003. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance document No. 5. Transitional and Coastal Waters - Typology, Reference Conditions and Classification Systems. Produced by Working Group 2.4 – COAST. 107 pp.
- European Commission, 2008. Commission Decision of 30 October 2008 establishing, pursuant to Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council, the values of the Member State monitoring System classifications as a result of the intercalibration exercise. Official Journal of the European Union 10.12.2008, L332. 44 p.
- Ferretti, J.A., D.F. Calesso, T.R. Hermon. 2000. Evaluation of methods to remove ammonia interference in marine sediment toxicity tests. Environmental Toxicology and Chemistry, 19(8): 1935-1941.
- Franco, J., J. Bald, Á. Borja, R. Castro, J. Larreta, I. Menchaca, I. Muxika, M. Revilla, A. Uriarte, G. Rodríguez, F. Villate, E. Orive, S. Seoane, A. Laza, 2011. Seguimiento ambiental de los estuarios del Nervión, Barbadún y Butrón durante 2010. Informe de AZTI-Tecnalia para el Consorcio de Aguas Bilbao-Bizkaia, 319 pp.
- García-Barcina, J.M., J.A. González-Oreja, A. De la Sota, 2006. Assessing the improvement of the Bilbao estuary water quality in response to pollution abatement measures. Water Research 40: 951-960.
- Geffard O., E. His, H. Budzinski, J.F. Chiffoleau, A. Coynel, H. Etcheber, 2004. Effects of storage method and duration on the toxicity of marine sediments to embryos of *Crassostrea gigas* oysters. Environmental Pollution, 129:457-465.
- Grassle, J.F., J.P., Grassle, 1974. Opportunistic life histories and genetic systems in marine benthic polychaetes. Journal of Marine Research, 32: 253-284.
- Grassle, J.P., J.F., Grassle, 1976. Sibling species in the marine pollution indicator *Capitella capitata* (Polychaeta). Science, 192: 567-569.
- Hering, D., A. Borja, J. Carstensen, L. Carvalho, M. Elliott, C.K. Feld, A.S. Heiskanen, R.K. Johnson, J. Moe, D. Pont, A.L. Solheim, W. van de Bund, 2010. The European Water Framework Directive at the age of 10: A critical review of the achievements with recommendations for the future. Science of the Total Environment, 408(19): 4007-4019.
- 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.
- Iriarte, A., Madariaga, I., Díez-Garagarza, F., Revilla, M., Orive, E. 1998. Plankton metabolism during bloom and non-bloom conditions in a shallow estuary. Proceedings of the 26th Congress of the International Association of Theoretical and Applied Limnology. Verh. Internat. Verein. Limnol. 26: 1479-1482.
- Jeffrey S.W., G.F. Humphrey, 1975. New spectrophotometric equations for determining Chlorophyll a, b, c1 and c2 in higher plants, algae

and natural phytoplankton. Biochemie und Physiologie Pflanzen 167: 191-194.

- 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., S.F. Cross, M. Waldichuk, 1984. Effects of wood waste on the recruitment potential of marine benthic communities. Can. Tech. Rep. Fis. Aquat. Sci., 1284: 1-50.
- Long E.R, D.D. MacDonald, S.L. Smith, F.D. Calder, 1995. Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments. Environmental Management 19: 81-97.
- Lorenzen, C.J., Jeffrey, S.W. 1980. Determination of chlorophyll in seawater. UNESCO Technical Papers in Marine Science, 35.
- Martínez, J., I. Adarraga, 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.
- Martínez, J., I. Adarraga, 2005. Programa de vigilancia y control de la introducción de especies invasoras en los ecossistemas litorales de la costa vasca. 1. Costa de Gipuzkoa. Informe de INSUB para la Dirección de Biodiversidad del Departamento de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio del Gobierno Vasco, 267 pp.
- Martínez, J., I. Adarraga, 2006. Programa de vigilancia y control de la introducción de especies invasoras en los ecossistemas litorales de la costa vasca. 2. Costa de Bizkaia. Informe de INSUB para la Dirección de Biodiversidad del Departamento de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio del Gobierno Vasco, 267 pp.
- MacDonald DD., 1994. Approach to the Assessment of Sediment Quality in Florida Coastal Waters. Derivation of Numerical Sediment Quality Assessment Guidelines for Florida Coastal Waters Using the Weight of Evidence Approach, Florida Department of Environmental Protection, Ladysmith 1994; Vol 5.
- Martínez, J., I. Adarraga, 2001. Distribución batimétrica de comunidades macrobentónicas 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.
- Menchaca, I., A. Borja, M.J. Belzunce-Segarra, J. Franco, J.M. Garmendia, J. Larreta, J.G. Rodríguez, 2012. An empirical approach to the determination of metal regional Sediment Quality Guidelines, in marine waters, within the European Water Framework Directive. Chemistry and Ecology, *on line*.
- MSSSI, 2013. Calidad de las Aguas de Baño en España. Informe Técnico. Temporada 2011. Colección Estudios, Informes e Investigación. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. 2013. NIPO: 680-13-009-3.
- Müller, G., 1979. Schwermetalle in den Sedimenten des Rheins. Veränderungen seit 1971. *Umschau*, 79: 78-783.
- 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.; J. Franco, A. Borja, A. Fontán, M. Revilla, O. Solaun, I. Tueros, V. Valencia, 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.
- Muxika, I.; Franco, J.; Borja, Á.; Larreta, J.; Revilla, M.; Valencia, V. 2009. 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. 155 pp.+Anexos.

- Muxika, I.; Á. Borja, J. Franco, I. Menchaca, M. Revilla, V. Valencia, 2011. 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. 162 pp.+Anexos.
- Muxika, I.; Borja, Á.; Franco, J.; Garmendia, J.M.; Menchaca, I.; Valencia, V. 2012. Estudio ambiental de la zona costera de Mompás y de los estuarios de los ríos Oiartzun y Urumea (años 2011-2012). Informe final elaborado por AZTI-Tecnalia para el Dpto. de Desarrollo Sostenible, Diputación Foral de Gipuzkoa, y para Aguas del Añarbe. 148 pp.+Anexos.
- 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.
- OSPAR, 2005. Agreement on Background Concentrations for Contaminants in Seawater, Biota and Sediment (OSPAR Agreement 2005-6).
- OSPAR, 2009. Background document on CEMP assessment criteria for QSR 2010, Publication 461/2009, OSPAR, London.
- Peres J.M., J. Picard, 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., J. Mora, 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.
- Revilla, M., 2001. Metabolismo del microplancton en el estuario de Urdaibai: influencia del fitoplancton y de las bacterias heterótrofas. Tesis doctoral. Universidad del País Vasco.
- Revilla, M., Á. Borja, J. Bald, J. Franco, V. Valencia, 2008a. A method based on chlorophyll-a concentration for the assessment of phytoplankton status in coastal and transitional waters. XI International Symposium on Oceanography of the Bay of Biscay. Revista de Investigación Marina 3: 219–220; http://www.azti.es
- Revilla, M., O. Briz-Miquel, P. Carrillo de Albornoz, M. Escalona, P. García, X. Guinda, P. Pérez, V. Pérez, N. Rodríguez, P. Serret, 2008b. Description of national methods included in the Intercalibration. Spain Member State Report for the Phytoplankton Element: Coastal Waters NEA 1/26 type. January 2, 2008. Technical Report.
- Revilla, M., J. Franco, J. Bald, Á. Borja, A. Laza, S. Seoane, V. Valencia, 2009a. The assessment of the phytoplankton ecological status in the Basque coast (northern Spain) according to the European Water Framework Directive. Journal of Sea Research 61: 60–67.
- Revilla, M., Á. Borja, P. García, X. Guinda, J.A. Juanes, A. Puente, E. Zapico, 2009b. Description of national methods. Spanish phytoplankton tool for North East Atlantic Transitional Waters (NEA TW). Part 1- Cantabrian estuaries (Bay of Biscay). Version 1. November 23, 2009. Technical Report.
- Revilla, M., M. Garmendia, J. Franco, Á. Borja, 2010. A new method for phytoplankton quality assessment in the Basque estuaries (northern Spain), within the European Water Framework Directive. Revista de Investigación Marina 17(7):149-164; http://www.azti.es.
- Revilla, M., Á. Borja, J. Franco, I. Menchaca, V. Valencia, I. Zorita, 2011. Estudio de la sensibilidad a la eutrofización de los estuarios del País Vasco

en 2010. Informe de la Fundación AZTI-Tecnalia para la Agencia Vasca del Agua- Uraren Euskal Agentzia. 63 pp + Anexo.

- Revilla M., Á. Borja, G. Chust, A. Fontán, J. Franco, M. González, S. Novoa, Y. Sagarminaga, V. Valencia, 2012. Estudio de la clorofila, elemento clave para la Estrategia Marina Europea y la Directiva Marco del Agua. Informe elaborado por AZTI-Tecnalia para la Agencia Vasca del Agua. 102 pp.

- Rodriguez J.G., I. Tueros, A. Borja, M.J. Belzunce, J. Franco, O. Solaun, V. Valencia, A. Zuazu, 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., R.M. Burgess, B. Van den Dikkenberg, B.J. Kater, J. Stronkhorst. 1999. Standard operating procedure specie-01 marine amphipod Corophium volutator mortality sediment toxicity test. National Institute for Coastal and Marine Management/RIKZ. 17 pp.

- Solaun, O., J.G. Rodríguez, A. Borja, 2009. Asesoría técnica en relación a la calificación de las zonas de producción de moluscos en el País Vasco (2009). Informe para el Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca del Gobierno Vasco, 20 pp

- Solaun, O., A. Borja, A. del Campo, J. Franco, M. González, I. Zorita y A. Manzanos, 2009. Perfiles de las aguas de baño de la zona litoral de la CAPV. Informe inédito para la Agencia Vasca del Agua, Dpto. de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, Gobierno Vasco. 522 pp.; http://www.uragentzia.euskadi.net/u81-0003/es/contenidos/informe_estudio/convenio_ura_azti/es_docu/adjuntos/Perfiles_aguas_2009.pdf.

- Solaun, O. y J.G. Rodríguez, 2012. Asesoría técnica con relación a la calificación de las Zonas de Producción de Moluscos en el País Vasco (2012). Elaborado por AZTI-Tecnalia para Arrantza eta Elikagaien Industriako Sailburuordetza, Ingurumen, Lurralde Plangintza, Nekazaritza eta Arrantza Saila, Eusko Jaurlaritza / Viceconsejería de Pesca e Industrias Alimentarias, Dpto. de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca, Gobierno Vasco. 25 pp.

- Solaun, O., Rodríguez, J.G., Borja, A., Franco, J., Larreta, J., Valencia, V., 2013. Background metal levels determination in bivalves - quality assessment of the European Water Framework Directive. Chemistry and Ecology, 29: 11-27.Tomlinson, D.L, J.G. Wilson, C.R. Marris y D.W. Jeffrey, 1980. Problems in the assessment of heavy metal levels in estuaries and the formation of pollution index. Helgolander Meeresuntersuchugen, 33: 566-575.

- Summers, J.K., 2001. Ecological conditions of the estuaries of the Atlantic and Gulf coasts of the United States. Environmental Toxicology and Chemistry, 20(1): 99-106.

- USEPA. 2001. Methods for assessing the chronic toxicity of marine and estuarine sediment-associated contaminants with the amphipod *Leptocheirus plumulosus*. 1st ed., EPA/600/R-01/020. Office of Research and Development, Washington, DC.

- USEPA. 2002. Short-term Methods for Estimating the Chronic Toxicity of Effluents and Receiving Waters to Marine and Estuarine Organisms. Third Edition. U.S. Environmental Protection Agency. Washington. 464 pp.

- 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.

- Utermöhl H. 1958. Zur vervollkommung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. Mitteilungen der Internationalen Vereinigung für Theoretsche und Angewandte Limnologic 9:1-38.

- Valencia, V., A. Borja, J. Franco, I. Galparsoro, 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.

- Valencia V., J. Franco, Á. Borja, A. Fontán, 2004. Hydrography of the southeastern Bay of Biscay. In: Borja Á, Collins M (eds) Oceanography and Marine Environment of the Basque Country. Elsevier Oceanography Series, vol 70. Elsevier, Amsterdam, pp160–194.

- Vincent, C., H. Heinrich, A. Edwards, K. Nygaard, 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. Journal of marine biology Assessment. 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