



2 | Vigilancia de las Aguas Litorales 2005-2006

documentos técnicos
DE MEDIO AMBIENTE

2

Vigilancia de las
Aguas Litorales
2005-2006

Autores: **Universidad de Cantabria**

Edita: © **CIMA Centro de Investigación del Medio Ambiente**

Consejería de Medio Ambiente

Gobierno de Cantabria

Depósito Legal: **SA-313-2008**

Diseño: **Block Comunicación**

Maquetación: **7PIES.com**

Imprime: **Gráficas Quinzaños**

índice

• Presentación	5
• Resumen	7
• Red de Control de la Calidad de las Aguas Litorales de Cantabria	9
1. Áreas de Estudio	11
2. Campañas Efectuadas y Variables Analizadas	17
3. Toma y Procesado de las Muestras	23
3.1. Estudio del medio pelágico (agua)	24
3.2. Estudio de los sedimentos y comunidades bentónicas	25
3.3. Estudio de contaminantes en bioindicadores	28
4. Síntesis de Resultados	31
4.1. Masa de agua de transición	32
4.1.1. <i>Estudio del medio pelágico</i>	32
4.1.2. <i>Estudio de los sedimentos</i>	44
4.1.3. <i>Estudio de las comunidades bentónicas</i>	47
4.1.4. <i>Estudio de contaminantes en bioindicadores</i>	52
4.1.5. <i>Evaluación de la calidad de las masas de agua por estuarios:</i>	55
4.2. Zonas costeras	63
4.2.1. <i>Estudio del medio pelágico</i>	63
4.2.2. <i>Estudio de los sedimentos</i>	73
4.2.3. <i>Estudios de las comunidades bentónicas</i>	74
4.2.4. <i>Estudio de contaminantes en bioindicadores</i>	76
5. Glosario	79



presentación

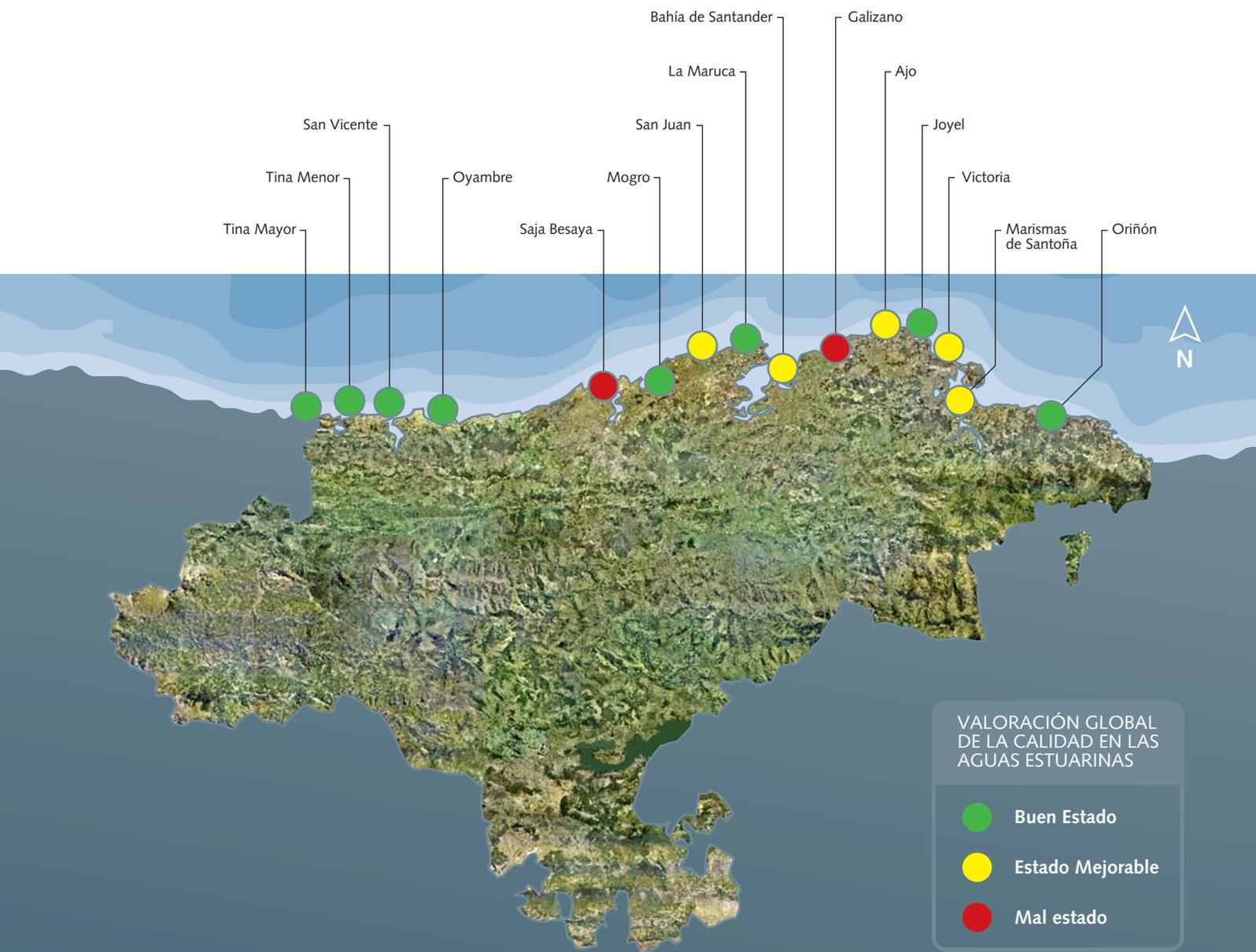
*Uno de los principales retos a los que se enfrentan actualmente las administraciones hidráulicas y ambientales es la implementación de la **Directiva Marco del Agua** (DMA, 2000/60/CE), cuyo objetivo general es el de conseguir el “buen estado ecológico y químico” de todas las masas de agua de la Unión Europea para el año 2015.*

Entre las tareas requeridas para el cumplimiento de la DMA se encuentra el desarrollo de programas de vigilancia y control ambiental, antes de finales del 2006. La información recopilada en este tipo de programas es imprescindible para llevar a cabo la evaluación del estado de las diferentes masas de agua y, en definitiva, para efectuar una planificación hidrológica bien fundamentada y ajustada a la realidad ambiental de Cantabria.

*En cumplimiento de dicho requisito, la Consejería de Medio Ambiente del Gobierno de Cantabria puso en marcha, en 2005, la **Red de Control de Calidad del litoral de Cantabria**, que ha consistido en la realización de campañas periódicas de muestreo en agua, sedimento y biota, tanto en aguas de transición como costeras. Los trabajos efectuados dentro de dicha Red han sido coordinados por la Universidad de Cantabria (**UC**), con la colaboración del Centro de Investigación del Medio Ambiente (**CIMA**), que se ha encargado de las labores analíticas de las variables físico-químicas; la Asociación Científica de Estudios Marinos (**ACEM**), que ha realizado la identificación taxonómica de los invertebrados bentónicos, además de otras colaboraciones específicas, como la del Instituto Español de Oceanografía (**IEO**), y la Universidad del País Vasco (**UPV**).*

*Los trabajos efectuados y los resultados obtenidos hasta la fecha se han recogido en el **Informe de la calidad de las aguas de transición y costeras**, correspondiente al período 2005-2006, en el que se detallan las metodologías aplicadas y los datos de calidad física, química y biológica recopilados en las diferentes masas de agua estudiadas. Puede hallarse información más detallada acerca de los trabajos efectuados en la página web: www.dmacantabria.com*

No obstante, y considerando los requerimientos de la DMA en lo que respecta a difusión de información y participación pública en la gestión de los sistemas hídricos, se ha juzgado necesaria la elaboración de este resumen, en el que se recogen los avances efectuados en el control de los estuarios y las aguas costeras de Cantabria con el fin de hacerlos más accesibles a la población en general.



resumen

Las aguas estuarinas y costeras de Cantabria presentan, en términos generales, una calidad aceptable, aunque existen focos de contaminación urbana e industrial que han provocado el deterioro ambiental de algunas zonas.

Los estuarios que peor calidad presentan son las rías de Suances, San Juan de la Canal, Galizano y Ajo, además de determinadas zonas de la Bahía de Santander o las Marismas de Santoña. En estas zonas se ha detectado un incremento de materia orgánica y nutrientes, disminución del oxígeno en sus aguas o contaminación fecal. Especialmente relevante es el estado de deterioro que presenta la ría de Suances donde, además de importantes procesos de contaminación orgánica, se han registrado concentraciones de metales pesados muy elevadas, tanto en sedimentos como en organismos bioindicadores (mejillones). Asimismo, en algunas zonas de la bahía de Santander se ha detectado la presencia de hidrocarburos en estos organismos por encima de los niveles normales.

Por otra parte, las Marismas de Victoria presentan un problema de eutrofización, aunque se atribuye más a un proceso natural favorecido por las características hidromorfológicas propias del estuario, que a la existencia de focos significativos de contaminación.

Por último, la calidad de las aguas costeras es buena en todas las áreas estudiadas. Así, los parámetros analizados en agua, sedimentos, organismos bioindicadores y comunidades bentónicas, se encuentran dentro de los valores normales en el litoral cantábrico.



red de control de la calidad de las aguas litorales de cantabria

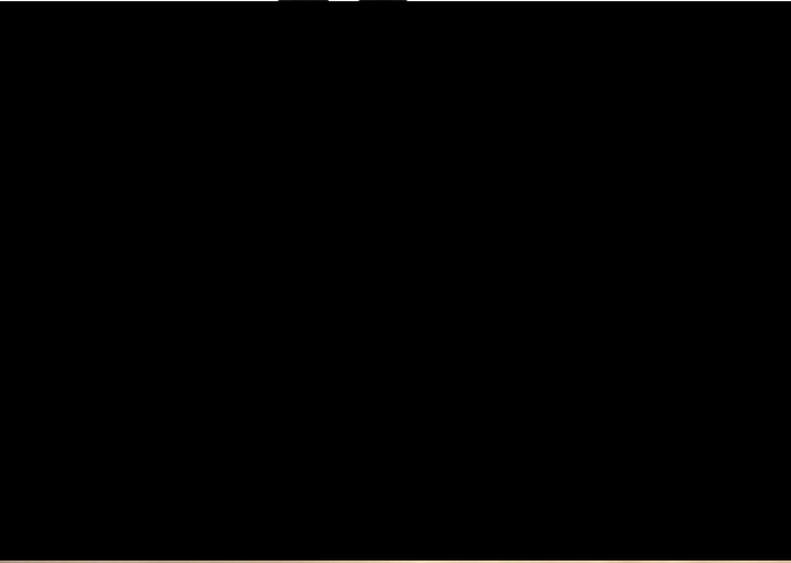
La red de calidad del litoral ha consistido en la caracterización físico-química y biológica de las masas de agua de transición y costeras de Cantabria, mediante la realización de campañas de toma de muestras de agua, sedimentos y biota.

Las zonas establecidas, la metodología de muestreo y análisis, y los resultados más relevantes obtenidos en cada caso se describen a continuación.

1 | Áreas de Estudio



Áreas de Estudio



Masas de agua de transición

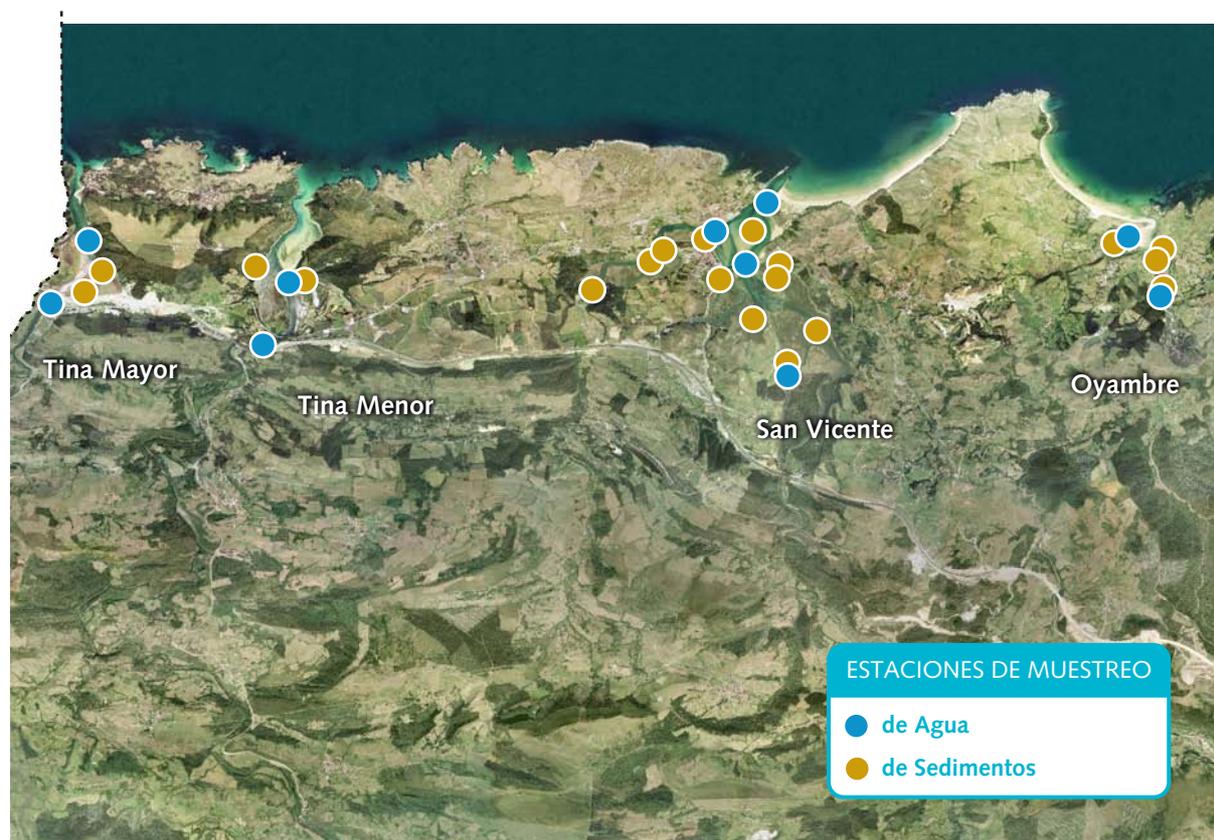
Las masas de agua de transición a las que nos referimos aquí son los estuarios, que son ambientes de naturaleza salobre, fruto de la mezcla de agua dulce procedente del medio terrestre y el agua salada del mar abierto.

En el litoral de la Comunidad Autónoma de Cantabria encontramos 15 estuarios, los cuales, de Oeste a Este son los que enumeran a continuación: Tina Mayor, Tina Menor, San Vicente, Oyambre, Saja-Besaya, Mogro, San Juan de la Canal, La Maruca, Bahía de Santander, Galizano, Ajo, Joyel, Victoria, Marismas de Santoña y Oriñón.

En las zonas estuarinas, se han establecido 50 estaciones para el estudio de la calidad de las aguas y 65 para el estudio de la calidad de los sedimentos y comunidades bentónicas de fondo blando.

En las siguientes figuras se muestra la localización de estas 115 estaciones:

Estuarios de la zona Occidental



Estuarios de la zona Central



Estuarios de la zona Oriental



Masas de agua costeras

Para el estudio de las aguas costeras se han establecido 21 estaciones distribuidas desde Tina Mayor, al Oeste, hasta la Punta de Covarón, al Este y un límite de 1-2 millas náuticas al Norte. Éstas han sido seleccionadas en función de su profundidad y distancia a la costa, entre otros factores, con la finalidad de obtener la mayor representatividad posible.

Estaciones de muestreo localizadas en aguas costeras y su localización referida a la línea de costa.

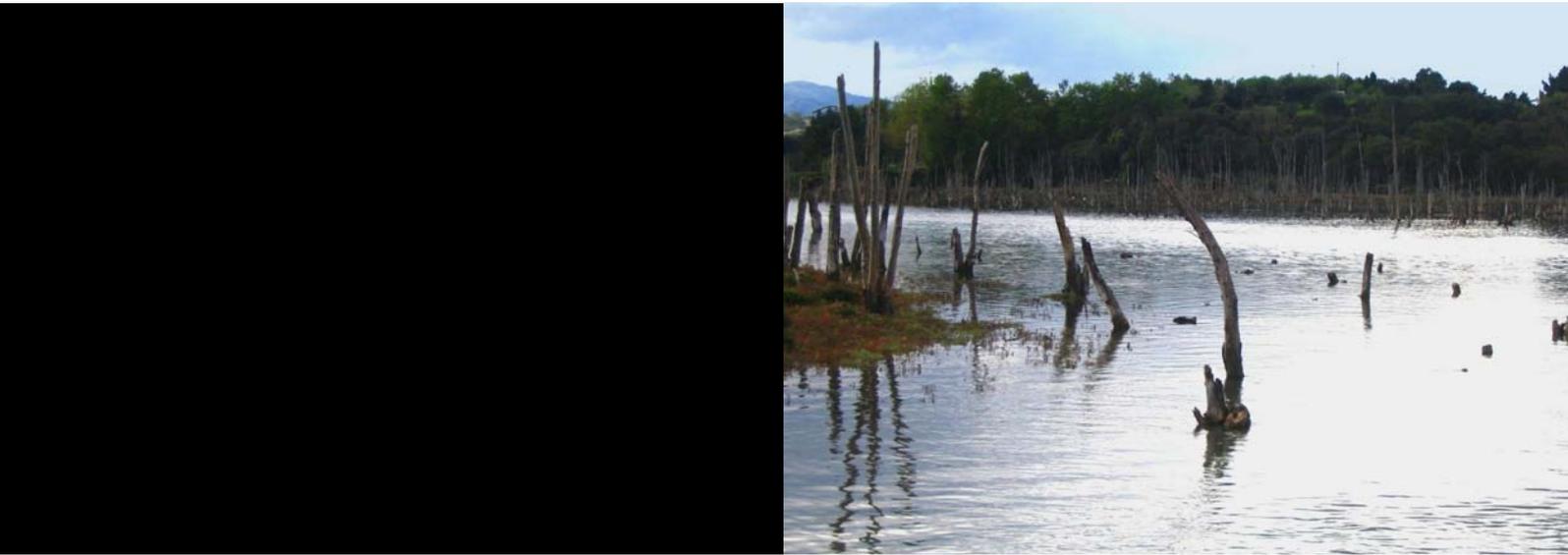




2 | Campañas Efectuadas y Variables Analizadas



Campañas Efectuadas y Variables Analizadas



En el período de estudio se han efectuado cinco campañas para la caracterización de la columna de agua (agosto y noviembre en 2005 y junio, septiembre y noviembre en 2006).

Para la caracterización de los sedimentos y el estudio de las comunidades bentónicas de fondo blando se han realizado muestreos en estuarios y costa en junio y noviembre de 2005 y en agosto de 2006.

Asimismo, en el período de desarrollo de la Red de Control se han realizado dos campañas de recogida de organismos bioindicadores, en otoño de 2005 y verano de 2006. Las variables analizadas en cada caso se indican en las tablas adjuntas.

☐☐ Campañas efectuadas en el litoral de Cantabria para el desarrollo de la Red de Calidad.

	2005		2006		
	Agosto	Noviembre	Junio	Septiembre	Noviembre
Agua	✓	✓	✓	✓	✓
Biota	✓	✓	✓		
Sedimentos	✓	✓	✓		
Bioindicadores		✓	✓		



∴ Análisis de aguas

Variable	Unidades de medida	Periodicidad análisis
Salinidad	g/kg	Trimestral
Temperatura	°C	Trimestral
pH	Uds. Escala Sorensen	Trimestral
Clorofila	µg/l	Trimestral
Oxígeno Disuelto	mg/l y % saturación	Trimestral
Irradiancia	mmol/m ² .s	Trimestral
Turbidez	NTU	Trimestral
Color	Uds. de Pt-Co	Trimestral
Sólidos en Suspensión	mg/l	Trimestral
Amonio	µmol/l	Trimestral
Nitratos	µmol/l	Trimestral
Nitritos	µmol/l	Trimestral
Nitrógeno Total Kjeldahl	µmol/l	Trimestral
Fosfatos	µmol/l	Trimestral
Fósforo Total	µmol/l	Trimestral
Carbono Orgánico Total	mg/l	Trimestral
Hidrocarburos Totales	mg/l	Trimestral
Aceites y Grasas	mg/l	Trimestral
Indicadores Fecales	UFCs/100 ml	Trimestral
Abundancia específica de Fitoplancton	nº células/ml	Trimestral

⚡ Análisis de sedimentos

Variable	Unidades de medida	Periodicidad análisis
Granulometría	Escala de Wentworth	Anual
Materia Orgánica	%	Anual
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/kg	Anual
Fósforo Total	mg/kg	Anual
Carbono Orgánico Total	mg/kg	Anual
Carbono Total	mg/kg	Anual
Nitrógeno Total	mg/kg	Anual
Metales Pesados	mg/kg	Anual
Bifenilos Policlorados (PCBs)	mg/kg	Anual
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs)	mg/kg	Anual

⚡ Análisis de comunidades bentónicas

Variable	Unidades de medida	Periodicidad análisis
Abundancia específica	nº individuos/m ²	Anual
Biomasa	gPFE/m ²	Anual

⚡ Análisis de bioindicadores

Variable	Unidades de medida	Periodicidad análisis
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs)	mg/kg	Anual
Metales Pesados	mg/kg	Anual

A photograph of a sunset over a body of water. The sun is low on the horizon, creating a bright, shimmering path of light across the water's surface. In the background, a dark silhouette of a mountain or island is visible against the sky. The sky is filled with soft, golden light from the setting sun, with some clouds catching the light.

3 | Toma y Procesado de las Muestras



Toma y Procesado de las Muestras

3.1. ESTUDIO DEL MEDIO PELÁGICO (AGUA)

- ◀ En estuarios, el acceso a las estaciones de muestreo se realiza a pie y las muestras son recogidas por el propio muestreador, con la ayuda de botellas, varas extensibles, etc. Las variables que han de ser medidas en el momento del muestreo, como son la temperatura, el pH, el oxígeno disuelto y la salinidad, son registradas mediante la utilización de aparatos multiparamétricos* portátiles. Las variables que no pueden medirse en el campo son analizadas en los laboratorios del Centro de Investigación del Medio Ambiente (CIMA) y de la Universidad de Cantabria.



Toma de muestras a pie.



Medida de variables fisico-químicas in-situ.



Registro de datos de campo.

En cambio, para el muestreo en aguas costeras se ha empleado el Barco Oceanográfico "José Rioja" perteneciente al Instituto Español de Oceanografía (IEO). En esta zona, el estudio del medio pelágico se efectúa mediante aparatos oceanográficos (CTD) que permiten obtener perfiles de variación en profundidad de los parámetros analizados (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, clorofila, irradiancia) a lo largo de toda la columna de agua.

Determinadas variables (detergentes, sólidos en suspensión, aceites y grasas, nutrientes...) no pueden ser medidas con el CTD, por lo que se requiere la toma de muestras a diferentes profundidades con botellas oceanográficas "Niskin". El contenido de las botellas se analiza en laboratorio.

* multiparamétrico, registra valores para más de una variable

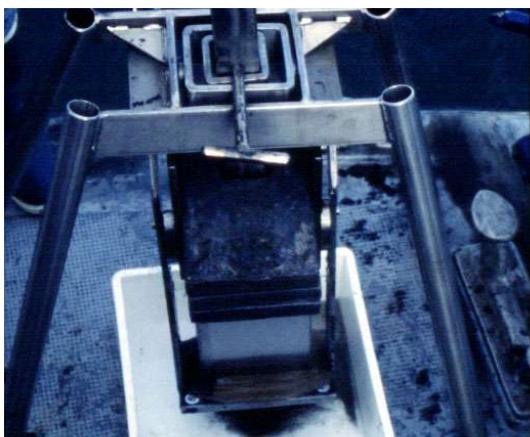


Muestreo en aguas costeras a bordo de embarcación oceanográfica

3.2. ESTUDIO DE LOS SEDIMENTOS Y COMUNIDADES BENTÓNICAS

En estuarios, en primer lugar se extrae una muestra de sedimento que se destina al análisis granulométrico y de contaminantes. Después, se extrae otra muestra de 2500 cm² de superficie por 15 cm de profundidad, que se criba (filtra) a través de tamices de malla muy fina (1 mm) con el fin de retener únicamente fauna en ellos. Posteriormente, todos los organismos retenidos son identificados y cuantificados en el laboratorio.

En costa, debido a la profundidad, las muestras de sedimento son extraídas mediante la utilización de una draga "Box Corer" de 170 cm² de superficie por 15-20 cm de profundidad. De igual modo, la muestra destinada al estudio de las comunidades bentónicas se criba a través de tamices.



Draga Box Corer



Superficie muestreada en el intermareal

En las siguientes figuras se muestra el procedimiento seguido para la extracción y cribado de muestras de manera directa en estuarios:

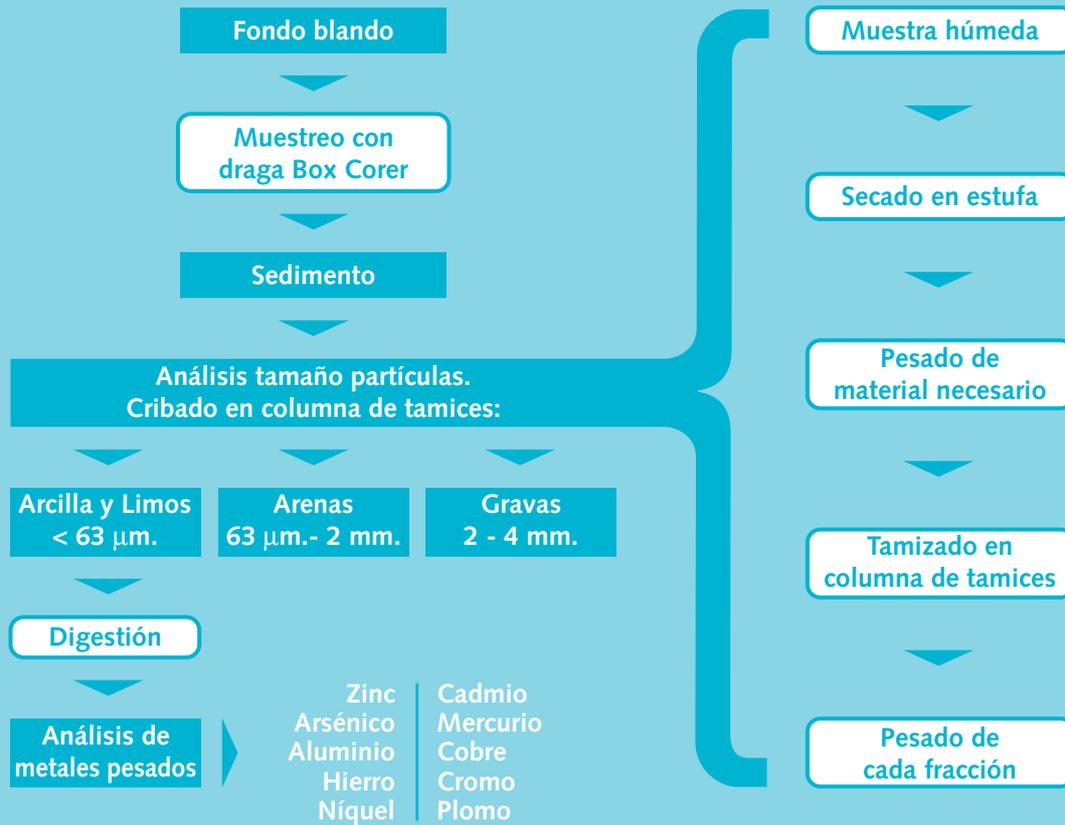


En el cuadro de la siguiente página, se presentan dos ejemplos del procesado de las muestras y su análisis en laboratorio (análisis granulométrico de los sedimentos y determinación de la concentración de metales pesados).

Además de estas mediciones de calidad, se dispone de información acerca de la cartografía de comunidades vegetales en aguas estuarinas y costeras la cual fue realizada con el fin de disponer de información adecuada para el establecimiento de las condiciones de referencia de los indicadores biológicos para la Red de Calidad, así como para el cumplimiento de los compromisos y obligaciones de la Comunidad Autónoma en la implementación de la Directiva Marco del Agua.

La cartografía contiene información acerca de los biotopos (medio físico) y las biocenosis que colonizan los fondos del litoral de Cantabria en su ambientes estuarinos y costeros. En cada ámbito (estuarios o costas) la realización de la cartografía de comunidades vegetales se ha realizado a través de una metodología diferente.

Procedimientos utilizados para el análisis granulométrico y de metales pesados en sedimentos.



El **cartografiado de vegetación estuarina** se ha desarrollado a través de tres tareas principales:

- Definición de sectores estuarinos: consistente en la identificación de las praderas de vegetación de macrófitos a partir de ortofotos.
- Tipificación de sectores: asignando a cada sector definido un tipo de comunidad biológica.
- Identificación y cuantificación de las especies más significativas: mediante la estimación de coberturas en campañas de campo específicas.

Para realizar la **cartografía vegetal en zonas costeras**, se han realizado las siguientes tareas:

- Selección de transectos submareales perpendiculares a la costa, distribuidos uniformemente, en los lugares rocosos de los fondos costeros.
- Muestreo cualitativo mediante inmersiones realizadas por buceadores autónomos, anotando la cobertura y abundancia de especies vegetales representativas.
- Tratamiento de la información en gabinete.

3.3. ESTUDIO DE CONTAMINANTES EN BIOINDICADORES

Este estudio consiste en la recogida de muestras de organismos filtradores, en concreto mejillones (*Mytilus edulis*), para cuantificar la concentración de **metales pesados e hidrocarburos** acumulados en sus tejidos. Esta especie es utilizada en programas de seguimiento de calidad de aguas en muchas zonas litorales. Los mejillones son sésiles, esto es, viven fijos a un sustrato, de tal modo que son indicadores idóneos de la calidad del ambiente en el que se encuentran. Además, su modo de alimentación consiste en el filtrado de las aguas circundantes, con lo que las sustancias que existan en suspensión en el agua, pasan a su sistema digestivo y finalmente se acumulan en sus tejidos.

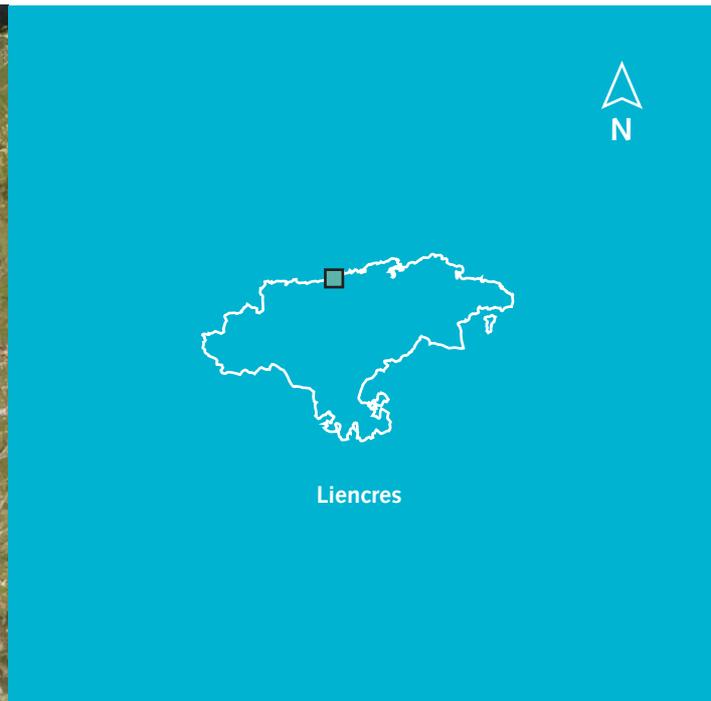
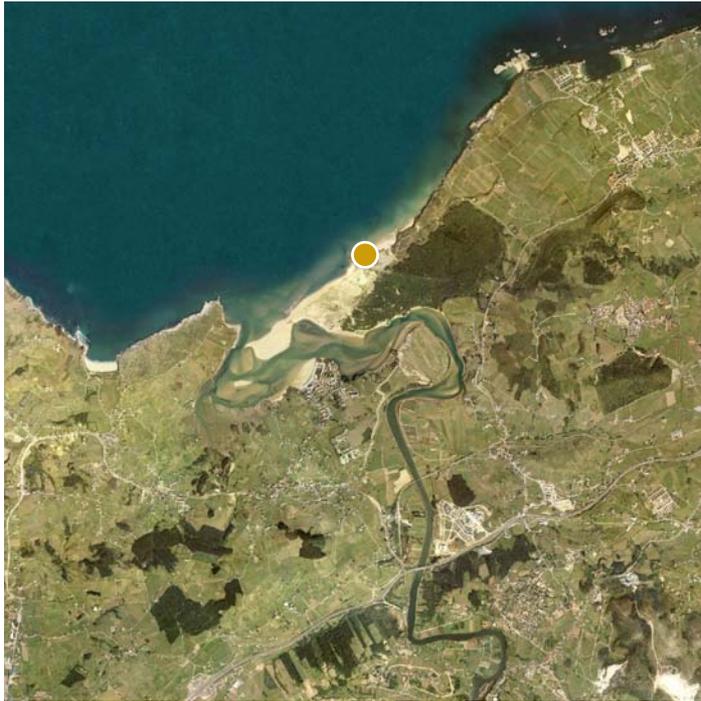
El muestreo de mejillones se ha realizado en zonas estuarinas y costeras. Las zonas estuarinas elegidas han sido los principales estuarios cántabros en extensión (San Vicente, Suances, Bahía de Santander y Marismas de Santoña).

Estaciones de recogida de mejillones en los estuarios de Cantabria.

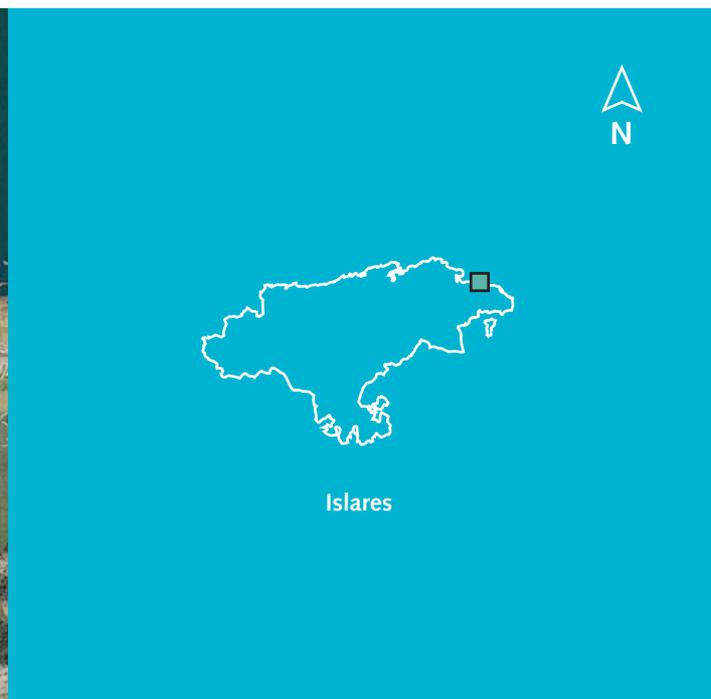
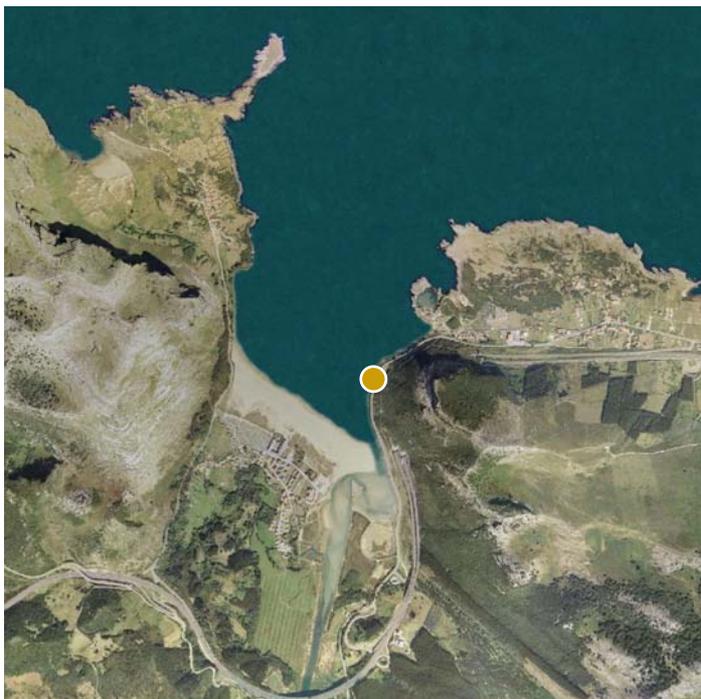


En zonas costeras se han seleccionado dos puntos de muestreo en Liencres, para la zona occidental, e Islares, para la Oriental.

Estaciones de recogida de mejillones en la costa occidental de Cantabria.



Estaciones de recogida de mejillones en la costa oriental de Cantabria.

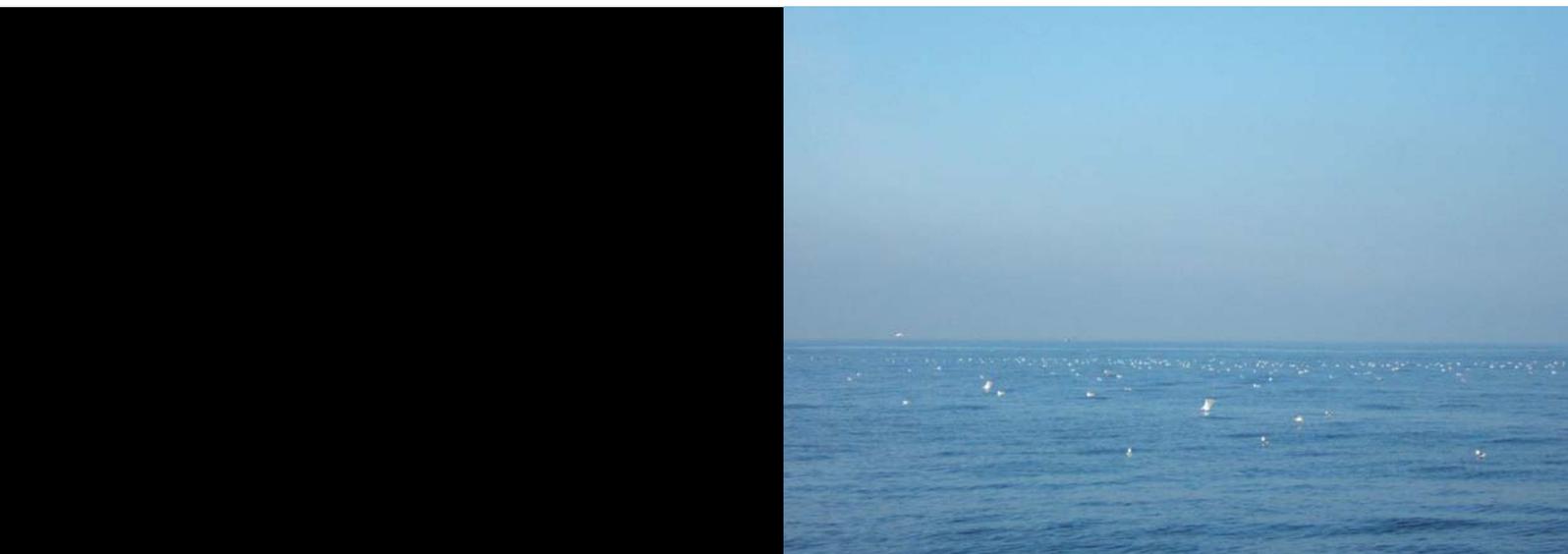




4 | Síntesis de Resultados



Síntesis de Resultados



4.1. MASA DE AGUA DE TRANSICIÓN

En la consecución de los trabajos realizados, se ha archivado y procesado una gran cantidad de información acerca de los parámetros medidos en agua, la estructura y composición de las comunidades bentónicas de fondo blando y las características de los sedimentos, entre otros.

Resulta imposible, además de inadecuado, plasmar en este informe la totalidad de la información existente, pues el objetivo perseguido es sintetizar de la manera más clara posible las características generales de las zonas estudiadas, así como aquellas que merezcan una reseña particular.

4.1.1. ESTUDIO DEL MEDIO PELÁGICO

De entre todos los parámetros medidos en el medio pelágico, aquellos que nos ofrecen una aproximación más inmediata sobre el estado de las aguas son los siguientes:

• Salinidad y Temperatura

La **Salinidad** es el contenido de sal disuelta en un cuerpo de agua y se expresa en tanto por mil ‰ o en gramos de sal contenidos en un kilogramo de diluyente.

La **Temperatura** del agua es función directa de la energía que poseen sus moléculas. Las variaciones que experimenta la temperatura del agua afectan a la solubilidad de los gases en ésta y a todas sus propiedades en general. Por otro lado, es de suma importancia en la velocidad a la que tienen lugar las reacciones químicas.

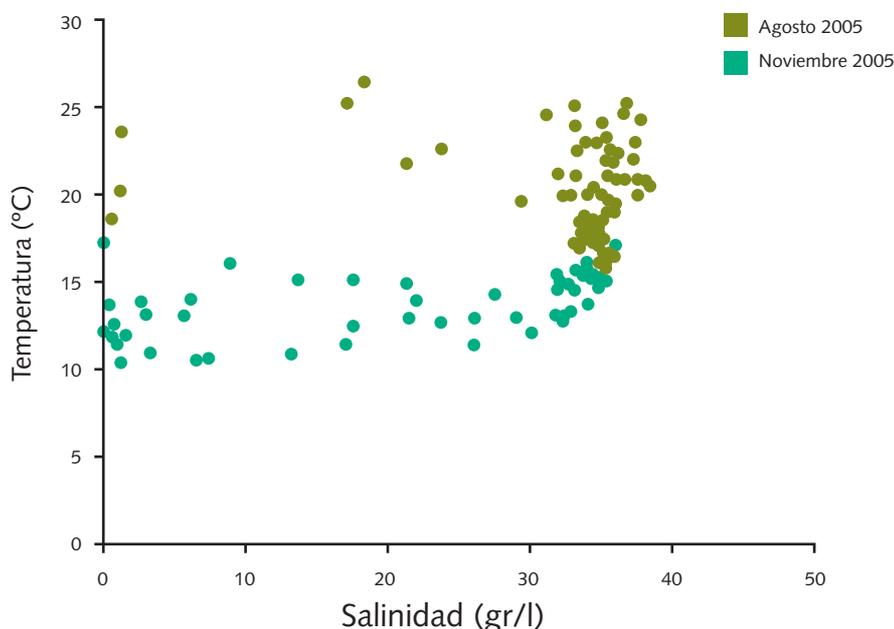
Ambas variables son de gran utilidad para conocer la dinámica de las masas de agua, y pueden ser utilizadas para determinar el comportamiento y procedencia de los contaminantes que hallemos en las aguas.

En la siguiente gráfica observamos cómo se produce una modificación notable de estas dos variables en diferentes épocas del año.

Por un lado vemos que en **agosto**, la salinidad en estuarios no experimenta fluctuaciones importantes, pues la mayoría de los valores se agrupan en torno a los 30-35 gramos por litro. Esto es debido a que, en respuesta a la escasez de aportes fluviales de agua dulce, las aguas estuarinas mantienen concentraciones elevadas de sales. En los registros de temperatura vemos más dispersión en los datos, pues las temperaturas oscilan en el rango de 15 a 25°C, en función del calentamiento de la atmósfera.

La tendencia en **noviembre** es contraria. Los registros varían en relación a la salinidad, mientras que la temperatura se mueve en un rango más estrecho (10 - 15°C). La escasa diferencia entre temperaturas se debe a que con el frío de la época, la atmósfera no calienta las aguas superficiales. Por otro lado, el contenido en sales, sí que es variable, pues el aporte de agua dulce por parte de los ríos y las precipitaciones, contribuyen en mayor grado a la dilución de las aguas en esta época.

☐☐☐ Temperatura / Salinidad

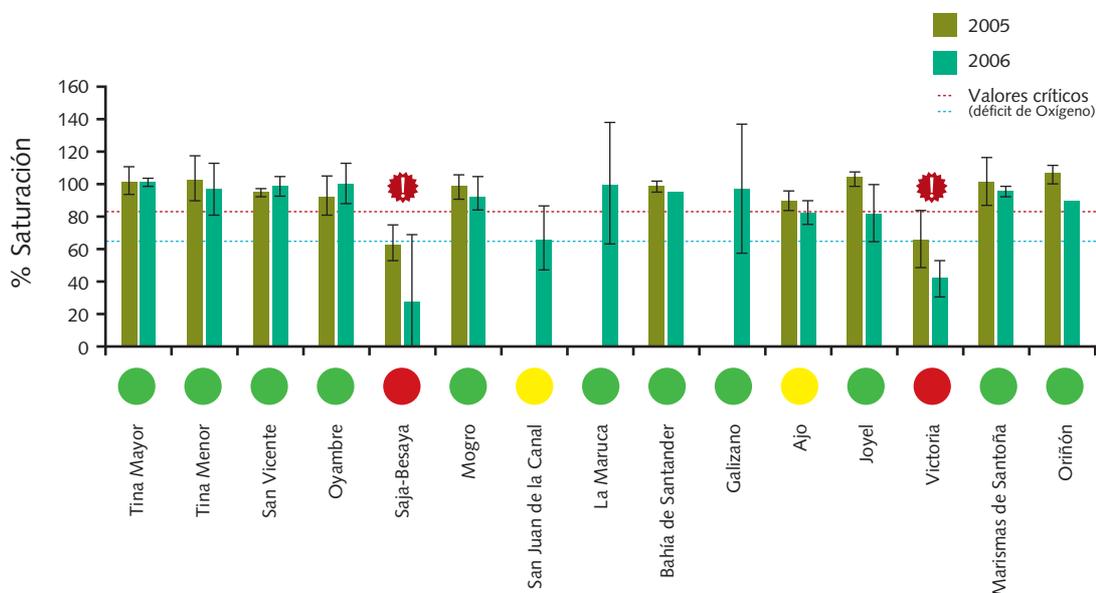


• Oxígeno Disuelto

La determinación de la concentración de oxígeno en el agua es una parte fundamental del proceso de evaluación del estado de las aguas, ya que el oxígeno está implicado en casi todos los procesos químicos y biológicos que se dan en las masas de agua. Por ello, esta medida es especialmente adecuada a la hora de estimar la calidad del agua, y en concreto el grado de polución por materia orgánica.

La producción de descensos o aumentos no habituales en la concentración de oxígeno nos indican que algo está sucediendo. Concentraciones por debajo de 5 mg/litro pueden afectar al desarrollo de las comunidades y por debajo de 2 mg/litro pueden llevar a la muerte de la mayoría de los peces e invertebrados bentónicos.

▣ Registros de oxígeno disuelto en las aguas estuarinas de Cantabria en 2005 y 2006



En este gráfico se presentan los valores medios de oxígeno en el agua medido como porcentaje de saturación*. Se observa que, en general, la saturación de oxígeno es uniforme a lo largo de la mayoría de estuarios, siendo algo menor en los meses estivales, pero aún así, se mantiene dentro de los rangos normales.

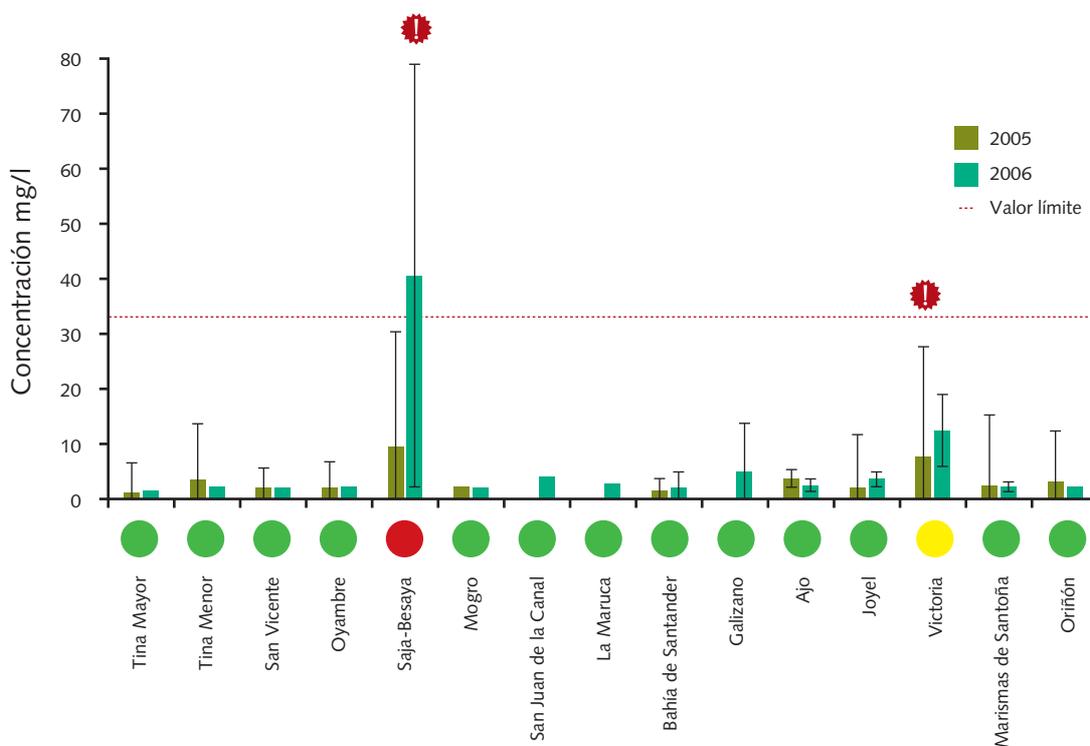
Dentro de la tendencia general, hay excepciones que corresponden a los estuarios de San Juan de la Canal y Ajo, en los cuales la saturación es algo más baja de lo normal y, especialmente, en el estuario del Saja-Besaya y en la Marisma de Victoria, los cuales presentan valores extremadamente bajos, lo que representa un problema para las comunidades biológicas que albergan.

* Porcentaje de saturación de oxígeno: es la cantidad de oxígeno disuelto en la muestra de agua comparada con la cantidad máxima que podría estar presente en esa agua a la misma temperatura.

• Carbono Orgánico Total

El carbono orgánico puede tener origen tanto natural como antrópico, derivado de la síntesis artificial de compuestos de carbono y es un buen indicador de la existencia de fuentes de contaminación orgánica. En la figura se aprecia que en la mayoría de estuarios no se han cuantificado valores excesivos de carbono orgánico, excepto en el estuario del Saja-Besaya y en las Marismas de Victoria, lo que concuerda con las bajas concentraciones de Oxígeno disuelto registradas en los mismos.

▣ Concentraciones de Carbono Orgánico en las aguas estuarinas de Cantabria en 2005 y 2006.

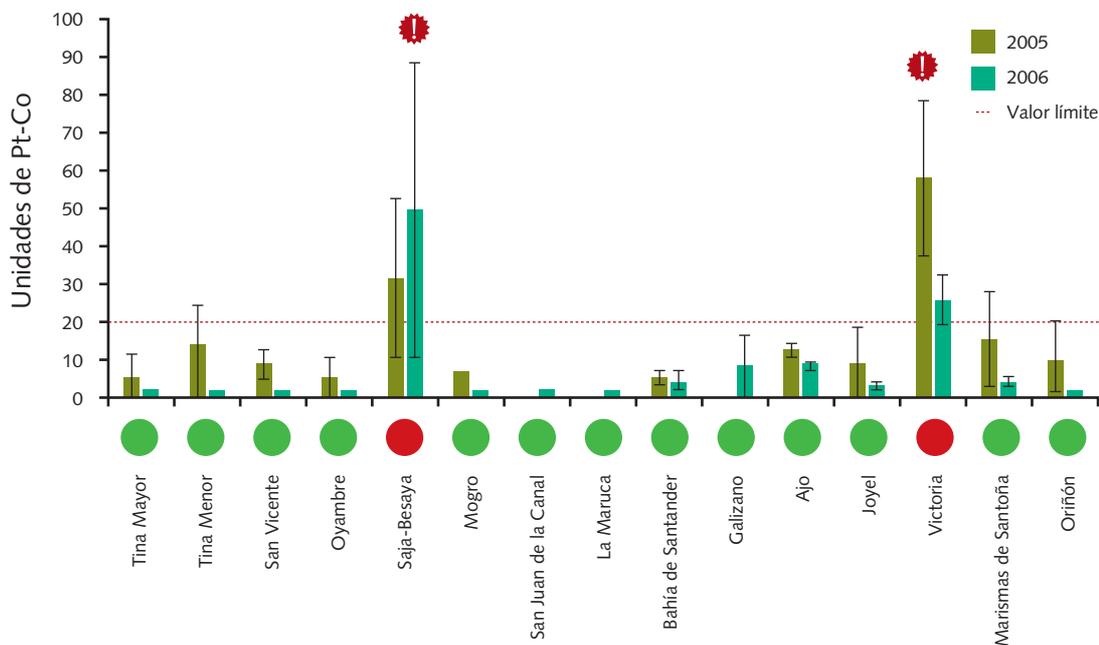


• Color

El color que presenta el agua se debe a la existencia de partículas en solución como material vegetal en descomposición u otras sustancias como son los óxidos de hierro y manganeso.

Las medidas de color en el agua de los estuarios de Cantabria han dado resultados muy homogéneos, especialmente en el año 2006. En este caso, la mayoría de los valores se encuentran por debajo del nivel de detección. Nuevamente, los resultados más llamativos se refieren a las aguas de los estuarios del Saja-Besaya y Victoria.

Color cuantificado en las aguas estuarinas de Cantabria



• Nutrientes (Formas de Nitrógeno y Fósforo)

Los principales nutrientes disueltos en el agua de los estuarios son los compuestos de nitrógeno (amonio, nitrito y nitrato) y de fósforo (fosfatos). Su disponibilidad puede resultar un factor limitante para el desarrollo vegetal, aunque con la actividad humana, su concentración puede aumentar considerablemente, generando una proliferación excesiva de fitoplancton o macroalgas, proceso denominado "eutrofización".

Problemas ocasionados en un proceso de eutrofización

Biológicos	Proliferación excesiva de especies vegetales.
	Aumento de la actividad de organismos descomponedores.
	Enfermedad y muerte de animales acuáticos.
Físico-Químicos	Disminución de la diversidad biológica.
	Incremento de nutrientes y materia orgánica.
	Cambio de color y propiedades organolépticas en el agua.
	Disminución del oxígeno disuelto en agua.

El origen de las tres formas de nitrógeno medidas es variable. Elevadas concentraciones de amonio se suelen asociar a vertidos de aguas residuales urbanas, mientras que el incremento en la concentración de nitrato en el agua puede haber sido provocado por eventos de crecidas en ríos, que arrastran este compuesto, el cual forma parte de las rocas existentes en la cuenca.

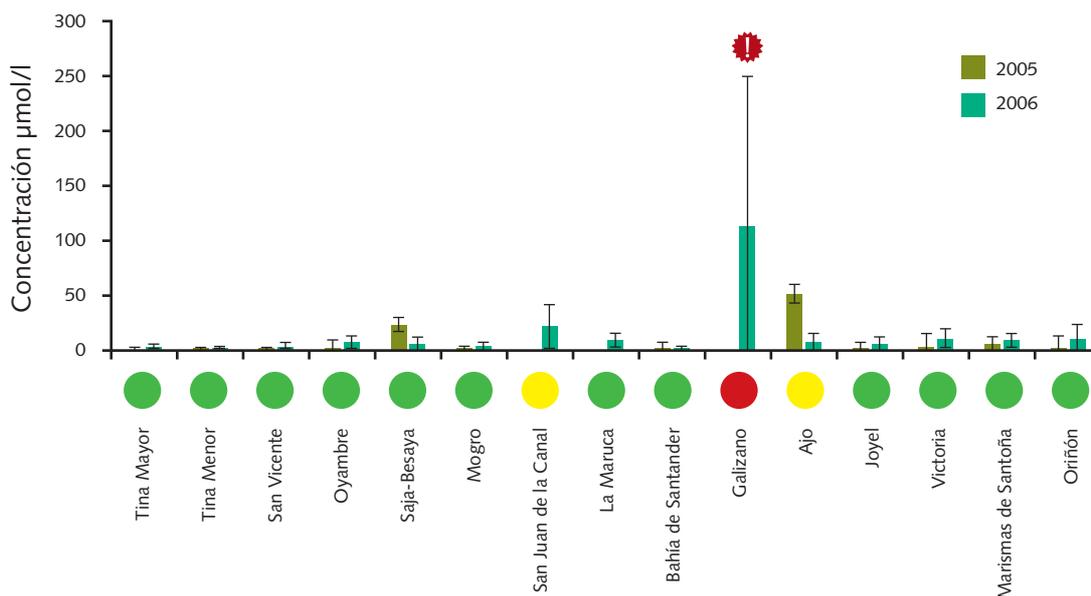
En cuanto a los fosfatos, su presencia en el agua puede tener orígenes diferentes, tal y como se indica en la siguiente tabla:

☒ Nutrientes habituales en el agua, sus fuentes y concentraciones más habituales

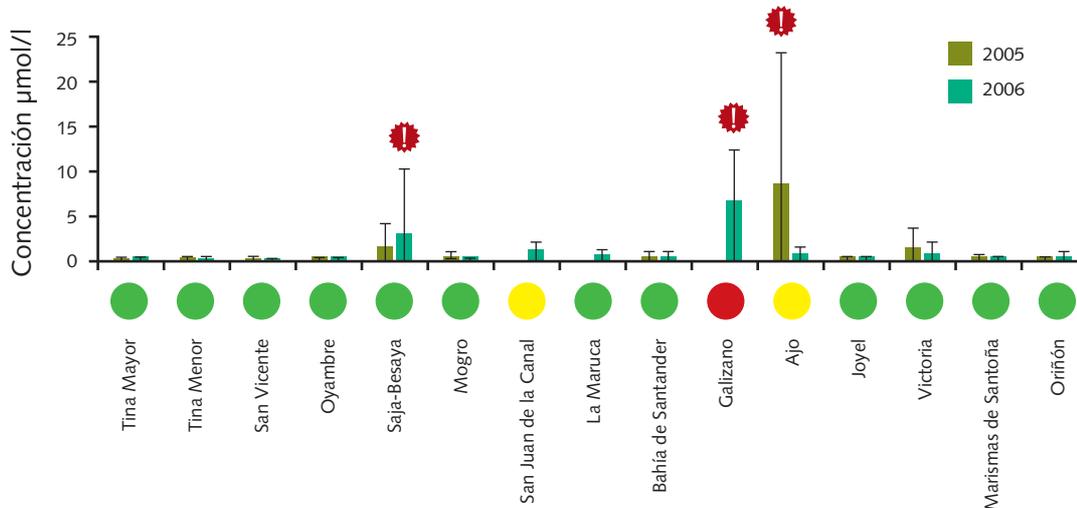
	Fuente Natural	Fuente Artificial	Rango Concentración
Amonio	No se encuentra en elevadas concentraciones de manera natural	Residuos urbanos, descargas industriales	15 micromol = normal > 150 micromol = contaminado
Nitrito	Escasa, descargas desde la atmósfera	Vertidos industriales	0,1 micromol = normal > 5 micromol = contaminado
Nitrato	Rocas ígneas, filtraciones a través de la tierra de materia orgánica	Fertilizantes en zonas rurales	10-20 micromol = normal
Fosfato	Rocas, materia orgánica	Aguas residuales con detergentes fosfatados, vertidos industriales y fertilizantes	1 micromol = normal > 1,5 micromol = exceso

En las siguientes figuras se muestran las concentraciones registradas para las tres formas de nitrógeno y para el fosfato:

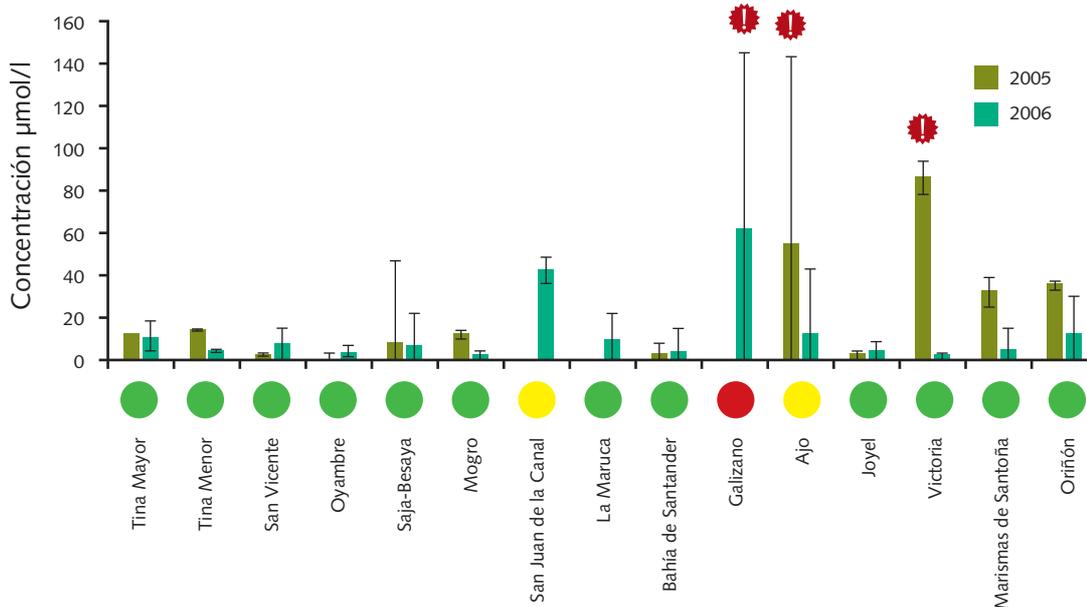
☒ Concentraciones de amonio registradas en las aguas estuarinas de Cantabria



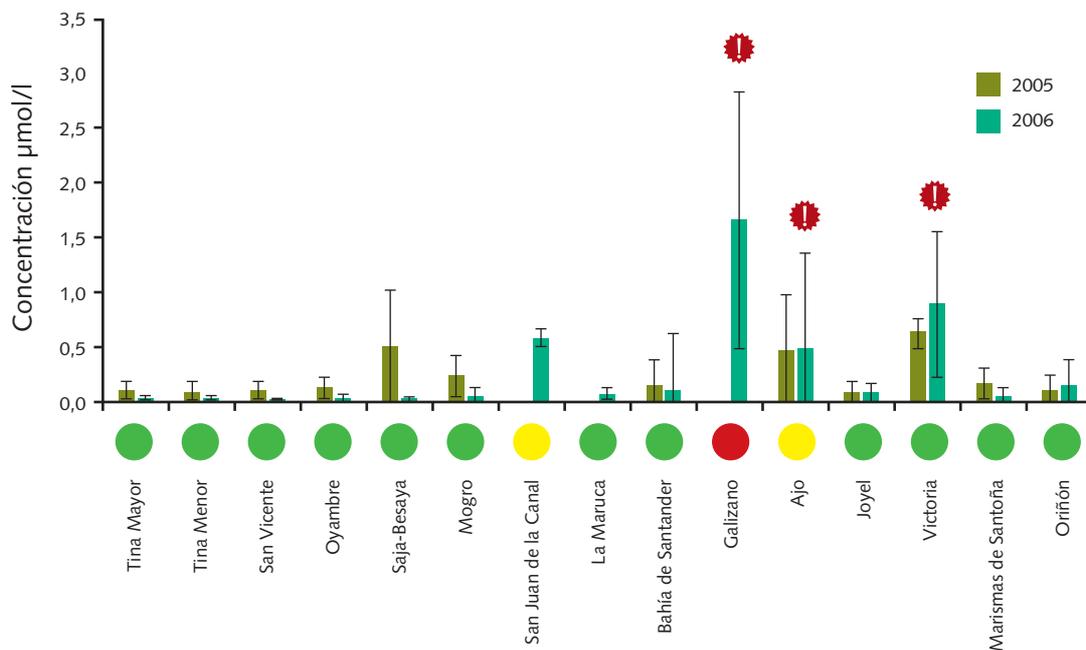
Concentraciones de nitrito registradas en las aguas estuarinas de Cantabria



Concentraciones de nitrato registradas en las aguas estuarinas de Cantabria



Concentraciones de fosfato registradas en las aguas estuarinas de Cantabria



• Amonio

En ausencia de crecidas en los ríos, esta suele ser la forma más habitual, cuando se dan procesos de contaminación urbana.

El resultado más llamativo corresponde a las aguas de Galizano, las cuales presentan valores muy por encima del resto en todas las campañas realizadas.

• Nitrateo

Para el nitrato, los valores que destacan se registran en Galizano, Ajo y Victoria.

El nitrato tiene un origen predominantemente natural y es abundante cuando el río baja con mucho agua por lo que, en este caso, la contaminación no tendría por qué ser atribuida a la actividad humana en la cuenca o en el estuario.

• Nitrito

Nuevamente encontramos valores elevados en Galizano y Ajo, y también en Saja-Besaya. El nitrito es un elemento poco abundante de forma natural, por ser poco estable, de modo que, probablemente, el origen de la contaminación por nutrientes en estas tres zonas estuarinas sea antrópico.

• Fosfato

El fosfato puede tener tanto origen natural (disolución de rocas) como artificial (vertidos industriales, urbanos, fertilizantes, agricultura), y cuando presenta incrementos, éstos se asocian a la actividad humana.

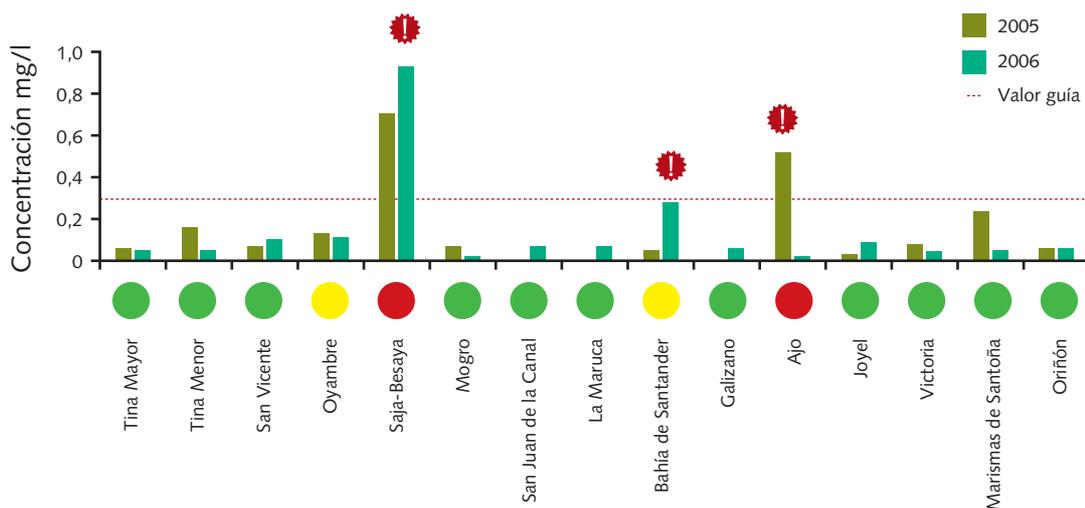
Las mayores concentraciones corresponden a las aguas de los estuarios de Galizano y Victoria, y en menor medida, pero por encima de la media, en Ajo, San Juan de la Canal y Saja-Besaya.

De la visión global de estas figuras podríamos concluir que en Saja Besaya, Ajo, Galizano y San Juan de la Canal existe influencia antrópica sobre las concentraciones de nutrientes, mientras que en Victoria, la causa es más confusa, y podría ser consecuencia de un proceso natural favorecido por las características propias del estuario.

• Aceites y grasas

Los contaminantes químicos como aceites y grasas muestran concentraciones bajas en ambos períodos. En 2005 se encuentran concentraciones por encima de la media en Saja-Besaya, Ajo y, en menor medida, en las Marismas de Santoña. No obstante, sólo los dos primeros superan la concentración de 0,3 mg/l establecida en la Directiva 76/160/CEE de aguas de baño. Nuevamente, en 2006, el estuario del Saja-Besaya supera dicho límite.

▣▣ Aceites y grasas en aguas estuarinas superficiales



• Indicadores Fecales

Las aguas residuales urbanas llevan una importante carga de organismos fecales (bacterias, virus,) entre las que puede haber organismos patógenos (causantes de enfermedades). Por ello, el tratamiento de estas aguas residuales y la vigilancia de la calidad bacteriológica son de suma importancia para la preservación de la salud pública.

El grado de contaminación fecal se determina a partir de análisis microbiológicos. En los análisis más habituales se detectan y cuantifican bacterias que habitan de manera natural en el intestino de mamíferos. Dentro de todos los grupos de bacterias, los indicadores de contaminación de origen fecal más utilizados son los coliformes fecales y los estreptococos fecales. Los coliformes fecales tienen origen principalmente humano, mientras que los estreptococos fecales son más frecuentes en animales (ganado vacuno, equino, etc).

En la tabla se recogen los valores medios de coliformes fecales y estreptococos fecales por estuario y año, que nos dan una idea del grado de contaminación fecal que existe en nuestras aguas, en función del tipo de indicador y de las causas de tal contaminación (vertidos residuales urbanos, vertidos ganaderos...).

Indicadores fecales registrados en 2005 y 2006 en las aguas de los estuarios de Cantabria

		2005		2006	
		Coliformes	Estreptococos	Coliformes	Estreptococos
Tina Mayor	Máximo	164	130	970	326
	Medio	84	61	210	66
Tina Menor	Máximo	300	170	280	198
	Medio	146	64	134	90
San Vicente	Máximo	730	2.640	102	255
	Medio	113	557	22	48
Oyambre	Máximo	11.000	642	2.500	690
	Medio	2.827	202	745	148
Saja-Besaya	Máximo	148.000	19.700	880.000	19.500
	Medio	53.808	5.048	162.564	7.174
Mogro	Máximo	800	428	810	4.400
	Medio	260	86	133	437
San Juan de la Canal	Máximo			11.000	4.200
	Medio			5.433	2.350
La Maruca	Máximo			1.480	740
	Medio			683	397
Bahía de Santander	Máximo	2.300	1.500	34.000	10.800
	Medio	231	88	3.522	1.451
Galizano	Máximo			193.000	3.300
	Medio			68.233	1.590
Ajo	Máximo	146.000	7.900	14.800	510.000
	Medio	20.072	1.747	1.687	45.278
Joyel	Máximo	360	1.180	540	200
	Medio	133	365	184	70
Victoria	Máximo	4.400	2.580	1.100	2.290
	Medio	2.215	1.340	317	747
Marismas de Santoña	Máximo	17.000	7.800	18.600	3.860
	Medio	4.460	1.188	1.427	335
Oriñón	Máximo	1.400	3.020	700	452
	Medio	664	1.368	201	141

Como vemos, los estuarios que presentan valores más altos para indicadores fecales son la ría del Saja-Besaya, el estuario de Galizano y la Ría de Ajo. Además, en la Ría de Ajo se detectan concentraciones de estreptococos muy elevadas, por lo que es probable que existan vertidos de origen ganadero.

Por otro lado, aunque en menor medida, se ve que existe contaminación de origen fecal en otros estuarios como son la Bahía de Santander, las Marismas de Santoña o San Juan de la Canal.

• Fitoplancton

El fitoplancton lo forman las algas unicelulares acuáticas. Éstas utilizan la luz como fuente de energía y el CO₂ y el agua como sustrato para formar su biomasa, la cual constituye el primer eslabón de la cadena trófica en los sistemas acuáticos junto con los macrófitos. Además el fitoplancton es responsable de una parte importante del oxígeno que se halla disuelto en el agua.

Por todo ello, se ha estudiado la composición y abundancia fitoplanctónica en todos los estuarios de Cantabria, en dos épocas diferentes, verano e invierno, con el fin de representar la variabilidad estacional de estos organismos. Los resultados más relevantes se muestran a continuación:

▣ Abundancia y riqueza de especies fitoplanctónicas identificadas en los estuarios de Cantabria

		Agosto	Noviembre
		< 1.000.000 células/litro	< 400.000 células/litro
Grupos Taxonómicos	Diatomeas	<i>gen. Pseudonitzschia</i> <i>gen. Chaetoceros</i> <i>gen. Cylindrotheca</i> <i>gen. Closterium</i> <i>gen. Leptocylindrus</i> <i>gen. Bacteriastrum</i> <i>gen. Thalassiosira</i>	<i>gen. Cylindrotheca</i> <i>gen. Asterionellopsis</i> <i>gen. Thalassiosira</i>
	Dinoflagelados	<i>gen. Gyrodinium</i> <i>gen. Prorocentrum</i> <i>gen. Protoperidinium</i> <i>gen. Scripsiella</i> <i>gen. Ceratium</i> <i>gen. Dinophysis</i>	<i>Procentrum minimum</i> <i>Heterocapsa rotundata</i>
	Flagelados y cocoides	<i>gen. Hemiselmis</i> <i>gen. Plagioselmis</i> <i>gen. Teleaulax</i> <i>gen. Pyramimonas</i> <i>gen. Tetraselmis</i> <i>gen. Chysochromulina</i> <i>Heterosigma akasiwo</i> <i>Dyctiocha speculum</i> <i>gen. Phaeocystis</i> <i>gen. Imantonia</i>	<i>gen. Hemiselmis</i> <i>gen. Plagioselmis</i> <i>gen. Teleaulax</i> <i>gen. Pyramimonas</i> <i>gen. Tetraselmis</i> <i>gen. Phaeocystis</i> <i>Heterosigma akasiwo</i> <i>Dyctiocha speculum</i> <i>gen. Chysochromulina</i>
	Crisoficeas	<i>Apedinella spinifera</i>	<i>Apedinella spinifera</i>

Como se aprecia en la tabla, los grupos más representativos en nuestras aguas estuarinas son las diatomeas, los dinoflagelados y los flagelados y cocoides.

En la siguiente figura se muestran fotografías de algunas de las especies más representativas. Son imágenes vistas al microscopio, por lo que su tamaño real puede ser 10, 100 e incluso 1000 veces inferior al que aquí se presenta. A pesar de su reducido tamaño, estos organismos juegan un papel primordial en las cadenas tróficas de sistemas acuáticos.



La densidad de individuos en las aguas estuarinas es superior en la campaña estival que en la otoñal. De igual modo, el número de especies presentes se reduce al llegar los meses más fríos. Es normal este descenso, ya que, en los meses fríos, los factores necesarios para su crecimiento, como son la intensidad de luz y el fotoperíodo se ven reducidos.

Por otro lado, el fitoplancton puede crecer de manera desmesurada en presencia de altas cargas de nutrientes y elevadas temperaturas. A esto se le llama comúnmente **“bloom de fitoplancton”**, y se reconoce visualmente por el cambio en color de las aguas, el cual torna en verde e incluso marrónáceo cuando los nutrientes están siendo agotados y el fitoplancton muere. En casos extremos, como en los procesos de eutrofización, la propia muerte de estos organismos, puede llevar al agotamiento del oxígeno en el agua y con ello, la desaparición de otras especies. Esta situación puede ser natural, o consecuencia de la actividad humana. Además, ciertas especies o géneros pueden ser tóxicas en densidades elevadas (aparecen coloreadas en la tabla). Destacamos especialmente la existencia de diatomeas del género *Pseudonitzschia*, o *Heterosigma*, cuyo crecimiento desmesurado puede generar el ya conocido suceso denominado **“marea roja”**. Los estuarios en los que se ha contabilizado una mayor densidad de células fitoplanctónicas son Santoña, Ajo, Mogro, Bahía de Santander, Oriñón, Joyel y especialmente Victoria.

4.1.2. ESTUDIO DE LOS SEDIMENTOS

Para valorar la calidad química de los sedimentos se ha estudiado la concentración de materia orgánica, PCBs, HAPs y metales pesados.

La medición del porcentaje de **materia orgánica** que existe en los sedimentos es un buen indicador de contaminación potencial, ya que, por una parte refleja la existencia de vertidos de aguas residuales y, por otra parte, determinados contaminantes como los metales pesados, se encuentran normalmente asociados a la misma.

El mayor porcentaje de materia orgánica corresponde a los fondos del Saja-Besaya, el cual supera al resto de estuarios, donde las concentraciones se sitúan, por lo general, en torno a valores normales.

▣ Concentración de materia orgánica en cada estuario.

Estuario	% Materia orgánica
Tina Mayor	5,0
Tina Menor	5,0
San Vicente	7,1
Oyambre	2,1
Saja-Besaya	10,4
Mogro	4,8
Bahía de Santander	4,8
Ajo	5,4
Joyel	3,6
Marismas de Santoña	4,9
Oriñón	2,4

- Los **PCBs** o bifenilos policlorados son compuestos químicos sintéticos, muy estables y poco volátiles. Son insolubles en agua, altamente aislantes y no inflamables, lo que hace de ellos materiales ideales para la elaboración de productos industriales y de consumo. Pero estas mismas cualidades hacen que los PCBs sean peligrosos para el ambiente, especialmente por su alta resistencia a la degradación por procesos naturales, su toxicidad y capacidad de acumulación en los organismos vivos.
- Los **HAPs** o hidrocarburos aromáticos policíclicos, por su parte, son un grupo de compuestos que se hallan presentes en el petróleo, y son considerados entre los más tóxicos de los hidrocarburos existentes. De igual modo que los PCBs, estos compuestos son tóxicos y persistentes.

Tras el análisis de PCBs en sedimentos estuarinos, sólo se han detectado concentraciones por encima del nivel de detección en estaciones de la Bahía de Santander, concretamente en la zona portuaria. En este estuario se superan además las concentraciones de HAPs consideradas de referencia especialmente en las estaciones del interior (pantalán de Calatrava y Pontejos), así como en algunos puntos de la canal de navegación.

Además de en la Bahía, los objetivos de calidad para HAPs sólo son superados en Ajo, en las estaciones de la zona intermedia de la ría.

También se ha detectado la presencia de HAPs en muestras de Suances, San Vicente y Santoña, aunque sus concentraciones se mantienen por debajo del límite establecido como objetivo de calidad.

- La presencia de **metales pesados** en sedimentos puede tener orígenes distintos, desde el lavado de los minerales existentes en la cuenca hidrográfica hasta los aportes procedentes de actividades humanas. El estudio de la concentración de metales pesados es importante, pues son elementos persistentes, tóxicos y bioacumulables.

Los metales medidos son Zinc, Arsénico, Aluminio, Hierro, Níquel, Cadmio, Mercurio, Cobre, Cromo y Plomo, y sus fuentes u orígenes principales son los que se resumen a continuación:

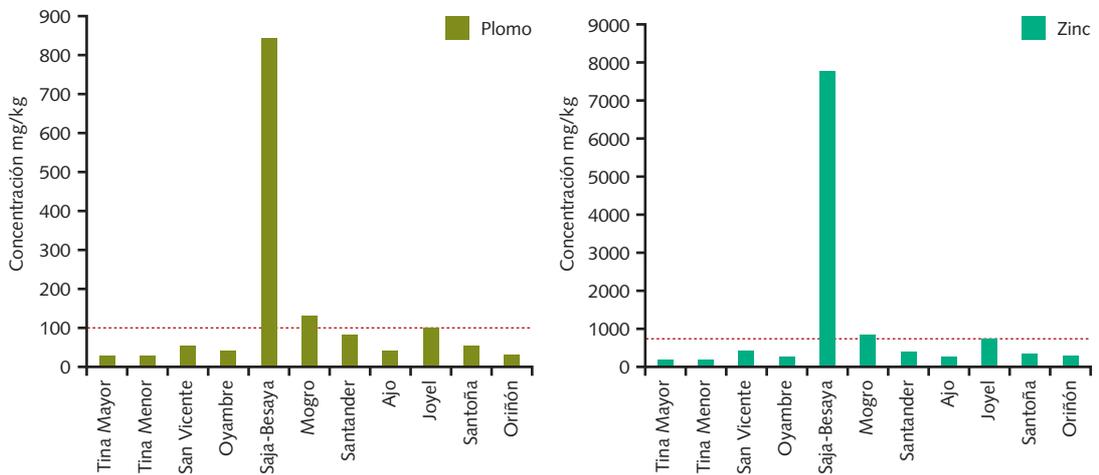
☒ Metales pesados en la naturaleza, orígenes, usos y posibles problemas ambientales relacionados.

	Fuentes del metal en el medio ambiente	Usos	Problemas ambientales
Zinc	Fertilizantes, lodos residuales, minería, fundiciones.	Industria automovilística, cosméticos, detergentes, pinturas, equipos eléctricos.	Acidificación del agua, biomagnificación, reducción de vegetación y de descomposición de la materia orgánica.
Arsénico	Minería, fundiciones, combustiones de carbón. Puede entrar en el suelo por aguas de escorrentía.	Fabricación de insecticidas, pesticidas...	En suelos son rápidamente asociados al hierro, por lo que su disponibilidad y movilidad es baja.
Aluminio	Muy abundante en la corteza terrestre, no se encuentra de forma libre, sino en rocas ígneas.	Fabricación de cohetes, aviones, automóviles, edificios... también embalajes, electrodomésticos o utensilios de cocina	Acidificación (sólo zonas cerradas), biomagnificación.
Hierro	Muy abundante, forma parte de gran número de minerales	Producción de acero, aleaciones, fabricación de automóviles, barcos...	Es un metal persistente, produce radicales libres tóxicos
Níquel	Minería, fundiciones, combustiones de fuel-oil y carbón, y lodos residuales.	Fabricación de acero inoxidable (automóviles, monedas, joyería, implantes para cirugía, etc.)	Suele inmovilizarse, pero en suelos con altas cantidades de Níquel, se puede disminuir el crecimiento de plantas y algas.
Cadmio	Minería y uso de fertilizantes fosfatados.	Aleaciones, pigmentos, plásticos, cubiertas anti-corrosión para hierros, etc.	Alteración de procesos de microorganismos y en consecuencia de toda la cadena trófica.
Mercurio	Entra en el ambiente a través de la rotura de minerales. Su incremento en el medio se debe a la acción humana.	Agricultura, papelera, industria odontológica (fabricación de empastes), fabricación de productos de laboratorio, etc.	En pHs ácidos se hace disponible para los organismos y de esta manera entra en la cadena trófica.
Cobre	Minería, combustión de fuel, producción de metal, madera, fertilizantes fosfatados.	Cableados eléctricos, baterías de cocina, fabricación de fertilizantes, etc.	Altas concentraciones en el suelo afectan al crecimiento de las plantas y a la descomposición de la materia orgánica.
Cromo	No se encuentra de forma libre en la naturaleza. Su alta concentración es consecuencia de la acción humana.	Fabricación de acero inoxidable, industria papelera, fertilizantes.	Ciertas formas de Cromo son tóxicas para los organismos.
Plomo	Rara vez se encuentra en su estado elemental, se halla en forma de minerales.	Fabricación de pigmentos, vidrio, baterías recargables, fabricación de munición, etc.	Bioasimilación y toxicidad aumentan con la salinidad, pero las concentraciones han de ser elevadas para notar los efectos.

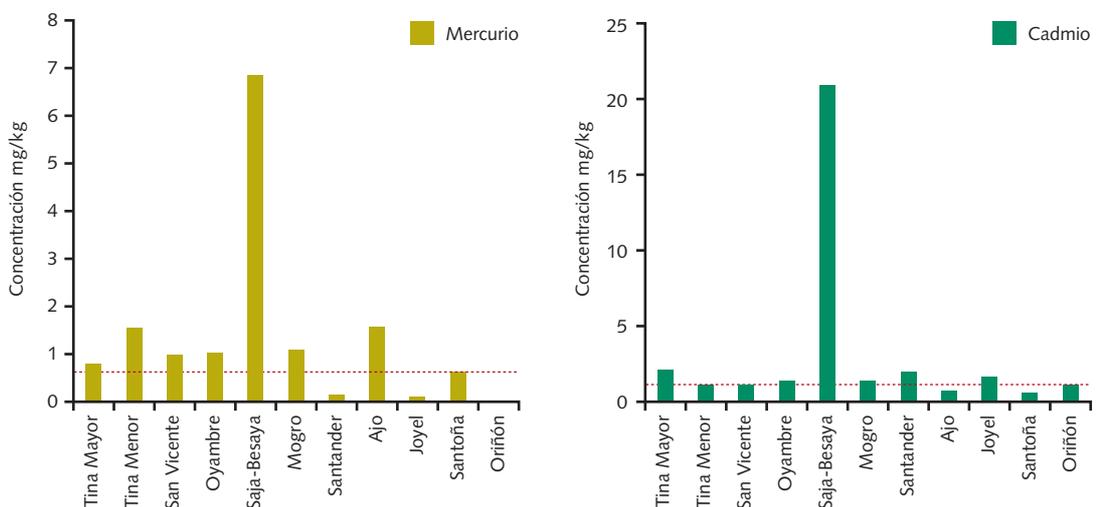
En las siguientes figuras se observa cómo el estuario de Saja-Besaya, destaca en casi todos los casos por la concentración de metales pesados que registra, superando con creces los niveles de concentración tomados como referencia (CEDEX*, 1994) para Mercurio, Cadmio, Plomo, Zinc y Arsénico.

Aunque con concentraciones mucho más bajas que en el Saja-Besaya se observa que el Mercurio y el Cadmio registran concentraciones superiores al nivel de referencia en algunos estuarios, no afectados significativamente por vertidos de aguas residuales industriales. Por ello, se hace necesario conocer más acerca de las condiciones basales de concentración de estos metales en cada cuenca, para poder saber qué porcentaje de éstos se podría considerar natural y qué proporción ha de achacarse a la actividad humana.

Concentraciones de Plomo y Zinc en los sedimentos estuarinos de Cantabria

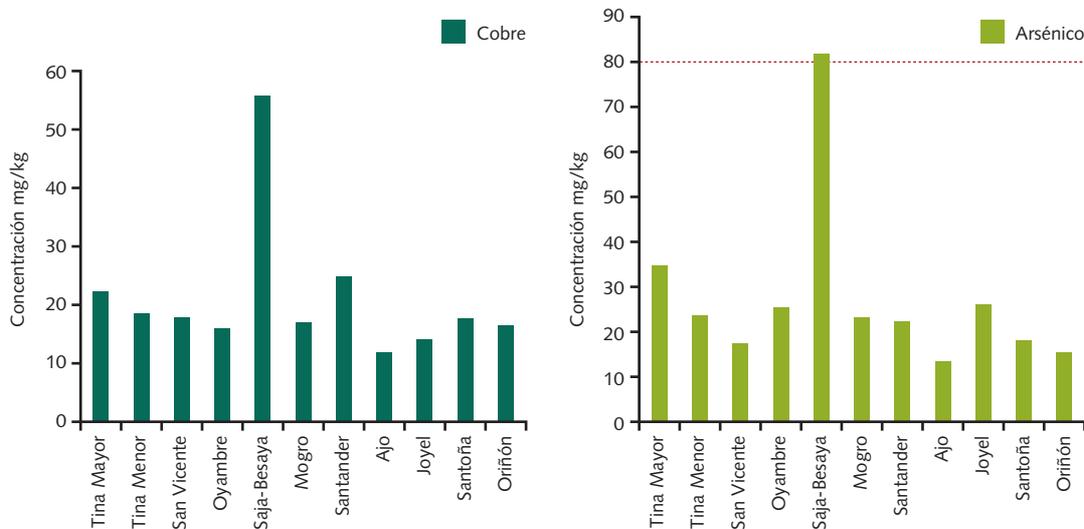


Concentraciones de Mercurio y Cadmio en los sedimentos estuarinos de Cantabria

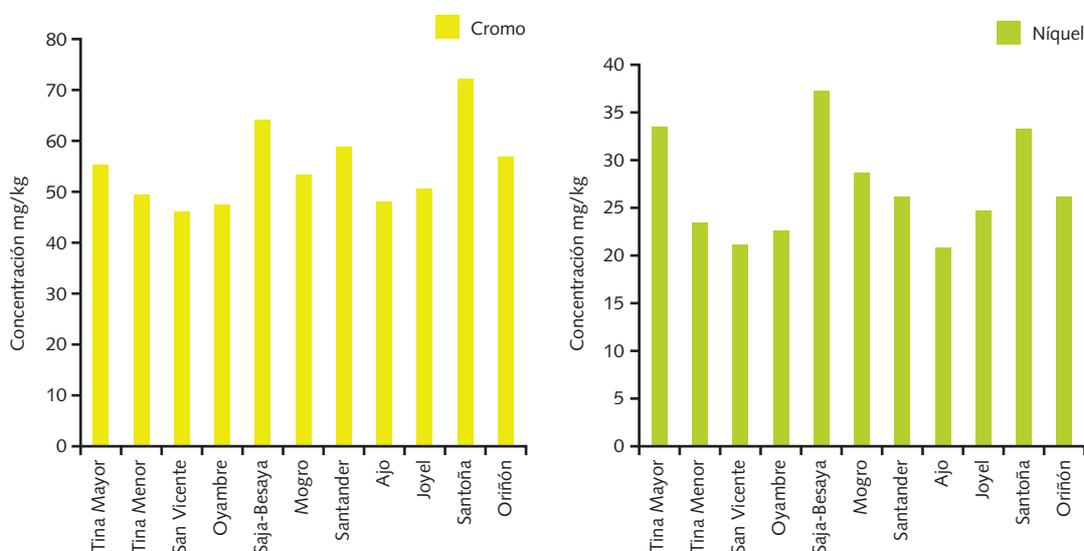


* CEDEX: Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas.

Concentraciones de Cobre y Arsénico en los sedimentos estuarinos de Cantabria



Concentraciones de Cromo y Níquel en los sedimentos estuarinos de Cantabria



4.1.3. ESTUDIO DE LAS COMUNIDADES BENTÓNICAS

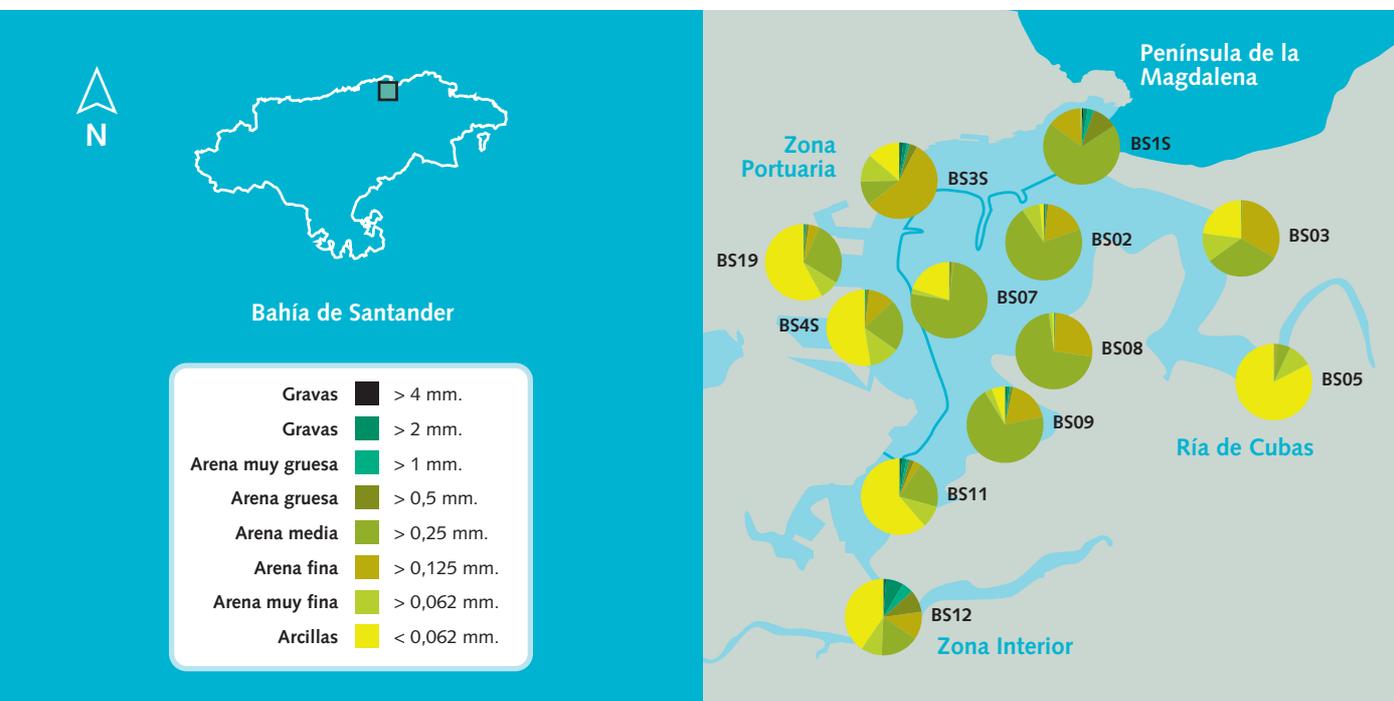
Los estuarios se caracterizan por la existencia de una gradación de ambientes, que están determinados por la interacción entre los aportes de agua dulce de los ríos y agua marina que introduce la marea. Además, se hallan protegidos frente al oleaje, lo que favorece la sedimentación de materiales finos que han sido arrastrados por los ríos. Estos factores provocan que en los estuarios encontremos fondos blandos, predominantemente arenosos y fangosos.

En este tipo de fondos, encontramos gran variedad de organismos, en especial animales invertebrados (moluscos, crustáceos, poliquetos...), a los que denominamos de manera general "invertebrados bentónicos". Éstos juegan un importante papel en el funcionamiento de los ecosistemas, pues son responsables de gran parte de la riqueza biológica estuarina y constituyen una fuente importante de alimento para muchas especies animales.

Los invertebrados bentónicos colonizan unas u otras zonas en respuesta a los gradientes ambientales, por lo que su distribución dentro de cada estuario es heterogénea. De forma general, en los estuarios los principales gradientes vienen marcados por las variaciones de salinidad y la composición granulométrica del sustrato.

A modo de ejemplo, se muestra la distribución de los sedimentos en un estuario grande como la Bahía de Santander. Cada gráfico corresponde a una estación de muestreo. Vemos que en algunas estaciones predominan los sedimentos arcilloso-arenosos, mientras que en otras (especialmente las más interiores) la mayoría del material es fino. De este modo, las comunidades que se desarrollen en cada zona dependerán, entre otros factores, de la composición granulométrica del sustrato.

▣ Distribución de sedimentos en diferentes puntos de un estuario cántabro (Bahía de Santander)



La distribución de los invertebrados bentónicos responde también a otros gradientes, como es el de la contaminación. La composición y estructura de las comunidades será diferente en función de la calidad del agua y los sedimentos.

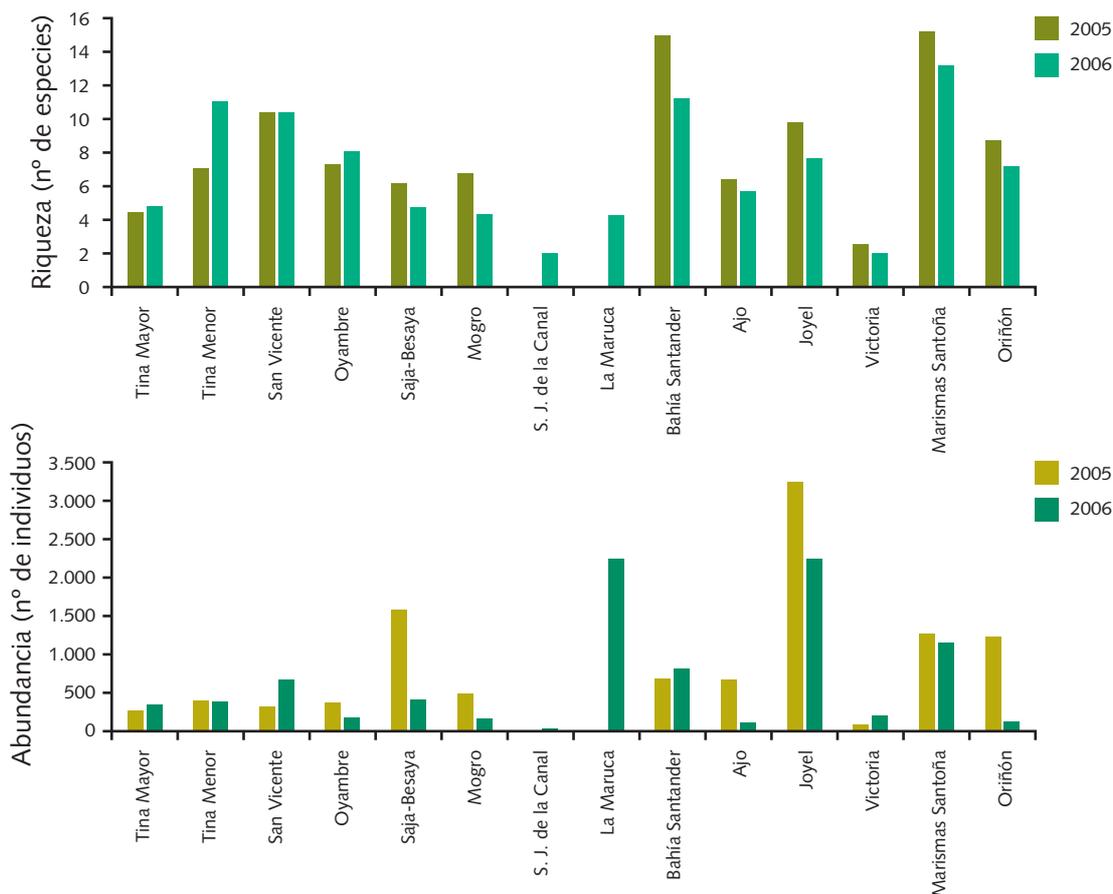
De forma muy sintética, podemos agrupar las comunidades de invertebrados bentónicos presentes en nuestros estuarios en cuatro grandes grupos:

- Comunidad de *Scrobicularia plana* / *Cerastoderma edule*. Es característica de las zonas internas y medias de los estuarios, normalmente en fondos de fango-arena y aguas bien oxigenadas. Es propia de ambientes oligomesohalinos (salinidad baja y media). Dentro de este grupo las especies más características son *Scrobicularia plana* (almeja de perro), *Nereis diversicolor* (gusana), *Cyathura carinata* e *Hydrobia ulvae*, junto a otras especies como *Carcinus maenas* (Cangrejo). *Cerastoderma edule* (berberecho) también está presente aunque es menos frecuente.

- Comunidad de *Abra alba*. Es propia de ambientes submareales o que pasan mucho tiempo sumergidos, característica de zonas euhalinas (salinidad más semejante a la del agua de mar). En esta comunidad las especies más características son *A. alba* y *Melinna palmata*. Normalmente, es la comunidad propia de canales de navegación y las zonas más profundas de nuestros estuarios.
- Comunidad de transición entre la de *Scrobicularia* y *Abra*. En algunas de las zonas estudiadas encontramos una comunidad en la que dominan *Nephtys hombergii* y *Loripes lacteus*, junto con especies características de la comunidad de *Scrobicularia* (*H. ulvae*, *S. plana*) y otras propias de la comunidad de *Abra* (*A. alba*, *M. palmata*). Esta comunidad aparece en zonas intermareales de ambientes polihalinos (salinidad media y alta), normalmente en cotas más bajas que la de *Scrobicularia* y con frecuencia asociada a praderas de fanerógamas marinas (*Zostera noltii*). Sólo está bien representada en los tres grandes estuarios analizados: San Vicente, Bahía de Santander y Marismas de Santoña, y presenta una riqueza considerablemente mayor que la de *Scrobicularia*.
- Por último, hay determinadas zonas donde la riqueza es muy baja y que no podemos asignar a un tipo de comunidad en concreto. Normalmente se localizan en zonas de elevado estrés ambiental, ligadas a las cotas más altas del intermareal, que pasan mucho tiempo emergidas, o zonas donde la influencia fluvial es muy elevada, dificultando el desarrollo de las comunidades típicamente estuarinas.

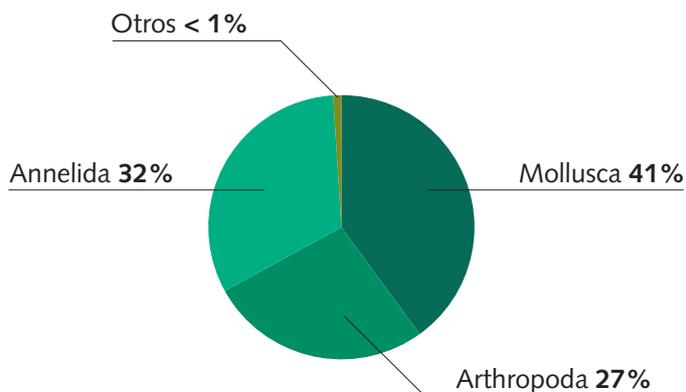
En los años 2005 y 2006 se han registrado 203 especies de invertebrados diferentes, presentando ambos años, de manera global, una composición y abundancia específicas semejantes. En las siguientes figuras se representa el número de especies e individuos promediado para cada estuario en cada año.

▣ Valores medios de número de especies bentónicas identificadas en los fondos de los estuarios de Cantabria en 2005 y 2006.

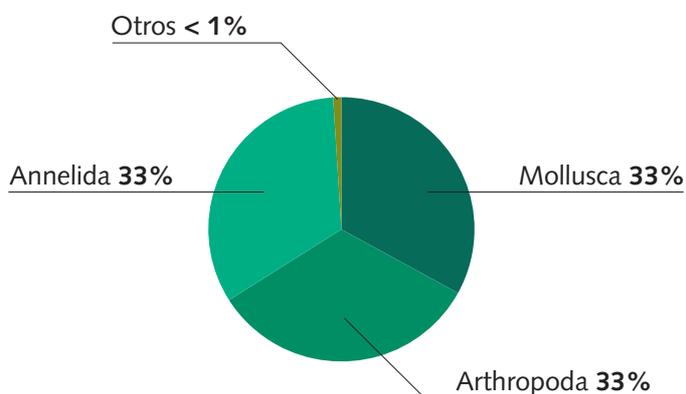


Los organismos identificados pertenecen a diferentes grupos faunísticos, aunque los que mayor riqueza y abundancia registran son los moluscos, poliquetos y artrópodos.

▄▄ Distribución de las especies en cada grupo faunístico (riqueza)



▄▄ Distribución del número de individuos en cada grupo faunístico (abundancia)

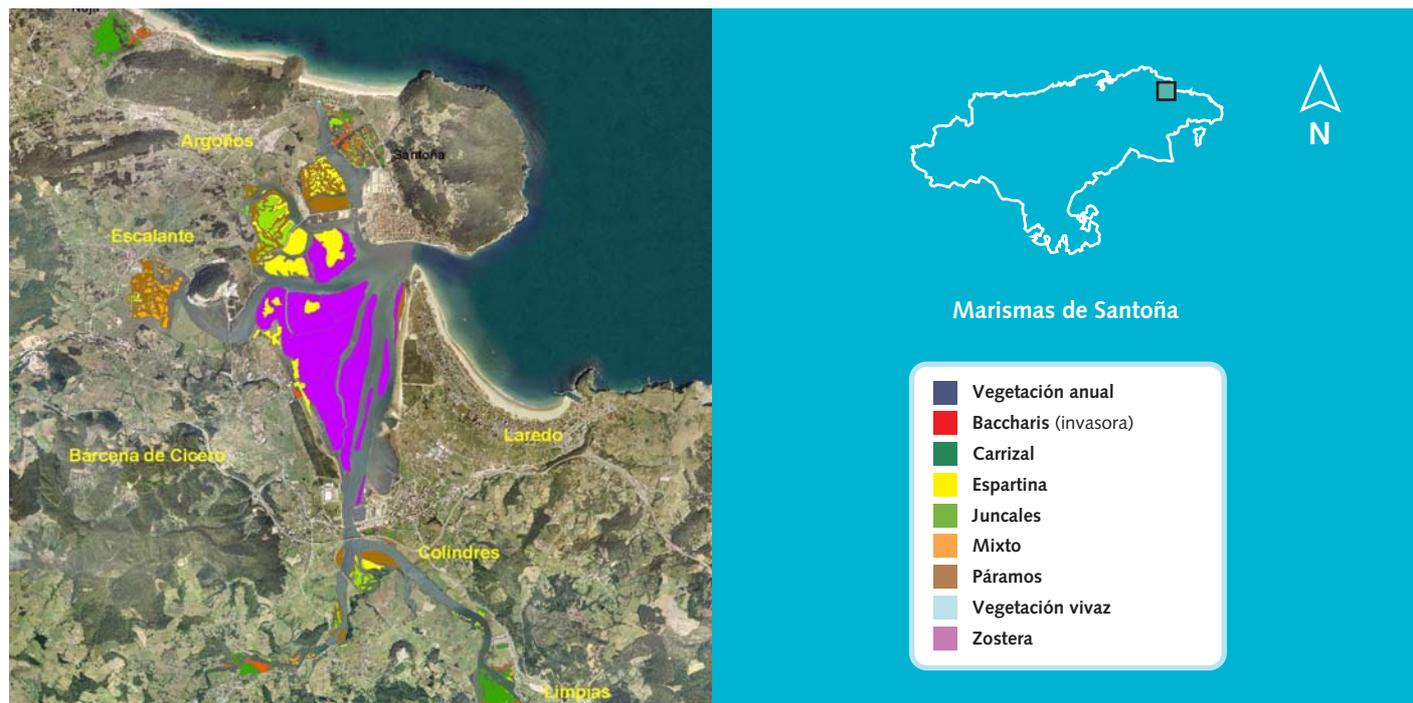


De manera sintética, podemos decir que la Bahía de Santander y las Marismas de Santoña son los estuarios que registran mayor número de especies. Las menores riquezas específicas las encontramos en Tina Mayor, San Juan de la Canal, La Maruca y Victoria. En estos casos la baja riqueza está más relacionada con las condiciones hidrológicas (aportes fluviales, influencia mareal-fluvial) y/o morfológicas (extensión, exposición al oleaje y mareas) que con la existencia de presiones que dificulten el desarrollo de las comunidades.

Las Marismas de Santoña y la Bahía de Santander presentan comunidades faunísticas bien estructuradas y de elevada diversidad. La mayor amplitud de estos estuarios hace que en ellos se den multitud de hábitats que favorecen el aumento de la riqueza faunística. No obstante, lo observado no es generalizable al estuario en su totalidad, ya que, en ambos casos, encontramos zonas donde la riqueza biológica es bastante baja.

• Cartografía de vegetación estuarina

Como ejemplo de la información obtenida en la cartografía de vegetación mostramos una imagen aérea de las Marismas de Santoña, en la que se representan las manchas de vegetación identificadas en el estuario, ejercicio que ha sido realizado para todos los estuarios de Cantabria.

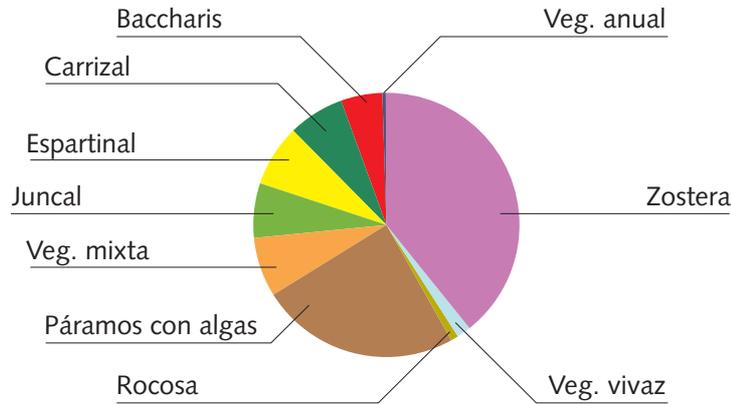


Como síntesis de los resultados obtenidos podemos destacar que el 56% de la superficie intermareal se encuentra vegetada destacando, especialmente, la extensión que ocupan las praderas de *Zostera* (*Zostera marina* y *Zostera noltii*). El resto de la vegetación de marisma (espartinales, juncales, carrizales, vegetación mixta...) presenta una distribución desigual, con estuarios donde es muy escasa, como por ejemplo la Bahía de Santander y otros donde alcanza un mayor desarrollo, como es el caso de las Marismas de Santoña.

Además, cabe destacar la presencia, en mayor o menor grado, de la "Chilca" (*Baccharis halimifolia*), especie que está amenazando a gran parte de los estuarios cantábricos.

En la figura de la página siguiente se representa el porcentaje de ocupación correspondiente a cada una de las comunidades vegetales citadas en el conjunto de los estuarios cántabros.

▣▣ Distribución de los tipos de comunidades establecidas en los estuarios, en términos totales de superficie.



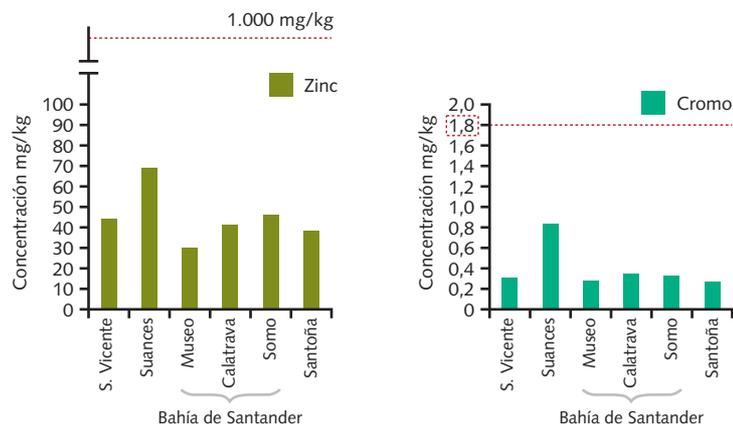
4.1.4. ESTUDIO DE CONTAMINANTES EN BIOINDICADORES

Las concentraciones de metales pesados hallados tras el análisis de bioacumulación en mejillones se presentan en las figuras que se muestran a continuación, indicando mediante una línea discontinua (-----) el valor objetivo de calidad* establecido para moluscos bivalvos, ya sea en normativas españolas o en normativas internacionales.

En la mayoría de los casos estudiados vemos que los objetivos de calidad para moluscos bivalvos se cumplen, especialmente con respecto al Cadmio, Cobre, Níquel y Mercurio, cuyas concentraciones máximas están muy por debajo del valor establecido como referencia.

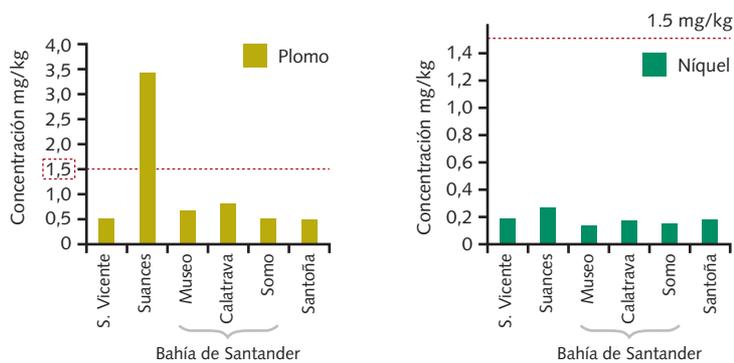
No obstante, es especialmente notable la acumulación de Plomo que presentan las muestras tomadas en la ría de Suances, con concentraciones que superan ampliamente el nivel establecido. Esto es considerable en relación a la acumulación de Plomo, que presenta concentraciones que superan ampliamente el nivel establecido. Además, aunque por debajo de las concentraciones de referencia, se observa que las concentraciones de metales pesados son, en muchos casos más elevadas en este estuario que en el resto de estuarios.

▣▣ Concentración de Zinc y Cromo en mejillones muestreados en estuarios.

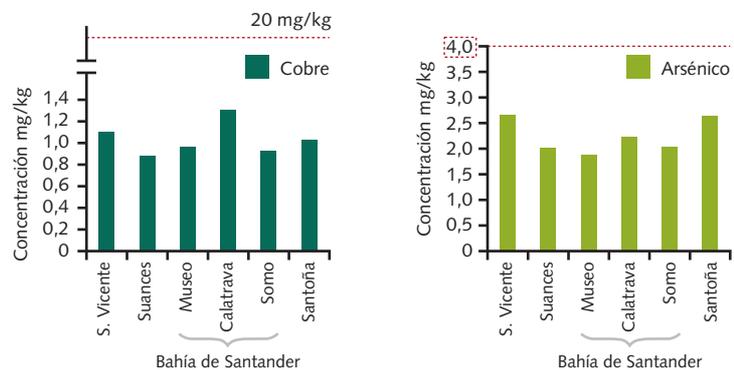


* La indicación de valores "objetivo de calidad" para moluscos hacen referencia al uso final de estos organismos, con lo que éstos valores sólo han de tenerse en cuenta como una referencia frente a lo que se esperaría en una zona de cría de moluscos.

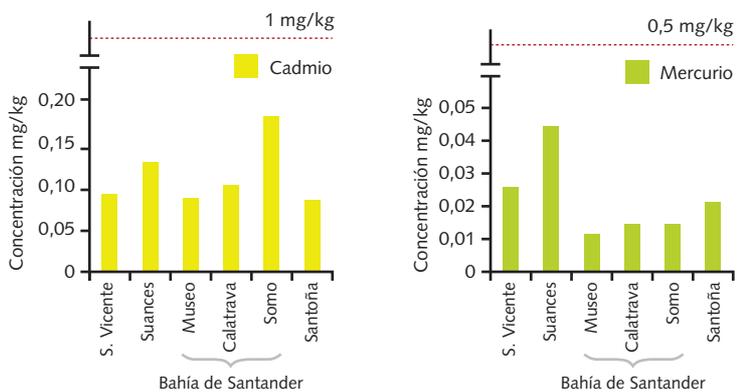
Concentración de Plomo y Níquel en mejillones muestreados en estuarios.



Concentración de Cobre y Arsénico en mejillones muestreados en estuarios.



Concentración de Cadmio y Mercurio en mejillones muestreados en estuarios.



En cuanto a la contaminación por **HAPs**, se ha superado el objetivo de calidad ligeramente en las muestras de Suances, Santoña y la Bahía de Santander, de manera especial en la zona del Pantalán de Calatrava, en la que la concentración de HAPs es 50 veces superior al objetivo de calidad.

Concentraciones de HAPs en mejillones muestreados en aguas estuarinas

- Por debajo del objetivo de calidad
- Ligeramente por encima del objetivo de calidad
- Muy por encima del objetivo de calidad

	SAN VICENTE	SUANCES	BAHÍA DE SANTANDER			SANTOÑA
	Puente La Maza	Espigón Riberuca	Museo Marítimo	Puente de Somo	Calatrava	Puente Mohedano
HAPs en mg/kg	0,03	0,20	0,20	0,21	10,56	0,29

A continuación se adjunta una tabla resumen de la clasificación de los estuarios en función de los principales grupos de variables estudiadas en cada medio. Posteriormente, se detallan las características de cada estuario de manera individual, haciendo hincapié en la problemática de cada uno, en el caso de que ésta existiese.

Clasificación de estuarios por variables

- Valores normales
- Valores ligeramente anormales (necesaria vigilancia)
- Valores anormales (posible contaminación)

	AGUAS				SEDIMENTOS	COM. BENTÓNICAS		BIOINDICADORES	
	Oxígeno disuelto	Materia orgánica	Nutrientes	Indicadores fecales	Metales pesados	Riqueza	Abundancia	Metales pesados	HAPs
Tina Mayor	●	●	●	●	●	Media	Baja		
Tina Menor	●	●	●	●	●	Alta	Baja		
San Vicente	●	●	●	●	●	Alta	Media / Baja	●	●
Oyambre	●	●	●	●	●	Media / Alta	Baja		
Saja-Besaya	●	●	●	●	●	Media	Media	●	●
Mogro	●	●	●	●	●	Media	Media / Baja		
San Juan de la Canal	●	●	●	●		Baja	Baja		
La Maruca	●	●	●	●		Baja	Alta		
Bahía de Santander	●	●	●	●	●	Alta	Media	●	●
Galizano	●	●	●	●					
Ajo	●	●	●	●	●	Media	Media		
Joyel	●	●	●	●	●	Alta	Muy Alta		
Victoria	●	●	●	●		Baja	Baja		
Marismas de Santoña	●	●	●	●	●	Alta	Media	●	●
Oriñón	●	●	●	●	●	Media / Alta	Media / Alta		

4.1.5. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS MASAS DE AGUA POR ESTUARIOS

• Tina Mayor

En la ría de Tina Mayor, la calidad, tanto de agua como de sedimentos es buena, encontrándose los valores de las variables analizadas dentro de los rangos normales de las zonas estuarinas. A pesar de ello, sorprende la baja riqueza de invertebrados bentónicos registrada, tan sólo 4 ó 5 especies. Esta singularidad se atribuye a la elevada influencia de los aportes de agua dulce procedentes del Río Deva, que genera condiciones de reducida salinidad, poco apropiadas para el desarrollo de los invertebrados más típicamente estuarinos. Las especies más características de este estuario son *Scrobicularia plana*, *Cyathura carinata* y *Nereis diversicolor*.

	AGUAS				SEDIMENTOS	COM. BENTÓNICAS	
	Oxígeno disuelto	Materia orgánica	Nutrientes	Indicadores fecales	Metales pesados	Riqueza	Abundancia
Tina Mayor	●	●	●	●	●	Media	Baja

• Tina Menor

En la ría de Tina Menor el estado de las variables indicadoras de la calidad de aguas y los sedimentos se ajusta a lo esperable en estuarios de sus características. Este estuario es uno de los que mayor número de especies registra, aunque su riqueza es menor que en la Bahía de Santander, Marismas de Santoña o San Vicente. Las especies que más aparecen son *Scrobicularia plana*, *Cyathura carinata* y terebélidos de la familia *Ampharetidae*.

	AGUAS				SEDIMENTOS	COM. BENTÓNICAS	
	Oxígeno disuelto	Materia orgánica	Nutrientes	Indicadores fecales	Metales pesados	Riqueza	Abundancia
Tina Menor	●	●	●	●	●	Alta	Baja



• San Vicente

El estuario de San Vicente se asienta en un entorno urbano, por lo que se halla sometido a una mayor presión que las zonas estuarinas antes citadas. No obstante, la mayoría de las variables físico-químicas indicadoras de la calidad del agua (oxígeno, carbono orgánico, nutrientes...) se hallan dentro de los límites aceptables, no presenta problemas por contaminación fecal y la calidad de sus sedimentos es buena.

Las concentraciones de metales pesados registradas en organismos filtradores no han superado el nivel límite establecido como objetivo de calidad para moluscos bivalvos en ninguno de los congéneres.

En cuanto a la riqueza de especies de invertebrados bentónicos, presenta uno de los valores más elevados en todos los estuarios, aunque no se alcanza la riqueza de la Bahía de Santander o las Marismas de Santoña. Las especies más representativas de la ría de San Vicente son *Nephtys hombergii*, *Hydrobia ulvae*, *Abra tenuis* y *Melinna palmata*.

	AGUAS				SEDIMENTOS	COM. BENTÓNICAS		BIOINDICADORES	
	Oxígeno disuelto	Materia orgánica	Nutrientes	Indicadores fecales	Metales pesados	Riqueza	Abundancia	Metales pesados	HAPs
San Vicente	●	●	●	●	●	Alta	Media / Baja	●	●

• Oyambre

El estuario de Oyambre presenta un perfil similar al comentado para el caso de San Vicente, con valores normales en las variables físico-químicas, calidad aceptable de los sedimentos y valores de riqueza y diversidad esperables en este tipo de ambientes. Encontramos en Oyambre sobre todo individuos de las especies *Scrobicularia plana*, *Nereis diversicolor* y *Cyathura carinata*.

No obstante, y aunque no forma parte de este estudio, es obligado mencionar que gran parte de la ría está colonizada por la Chilca (*Baccharis Halimifolia*), especie invasora que supone una grave amenaza para nuestros estuarios y que puede condicionar el cumplimiento de la Directiva Marco del Agua, aunque el resto de los indicadores biológicos se encuentren en buen estado.

	AGUAS				SEDIMENTOS	COM. BENTÓNICAS	
	Oxígeno disuelto	Materia orgánica	Nutrientes	Indicadores fecales	Metales pesados	Riqueza	Abundancia
Oyambre	●	●	●	●	●	Media / Alta	Baja

• Saja-Besaya

Hasta ahora hemos observado que los estuarios de la zona occidental del litoral de Cantabria se hallan en un buen estado, pese a que no están exentos de presiones (vertidos, diques, rellenos...).

Por el contrario, en la ría del Saja-Besaya, la calidad del agua y los fondos es notablemente baja, con valores mínimos de oxígeno, niveles altos de nutrientes, elevadas concentraciones de indicadores de contaminación fecal y una acumulación de metales pesados en sus sedimentos muy por encima de la registrada en cualquier otro estuario. Además hay que considerar que el proceso de contaminación histórica que ha sufrido el estuario, ha deteriorado considerablemente su calidad, aunque algunas de las presiones hayan desaparecido actualmente.

Este grado de deterioro se refleja en la baja riqueza que presentan las comunidades de invertebrados bentónicos, inferior a la que cabría esperar en un estuario de características hidromorfológicas y ecológicas semejantes. Los invertebrados que aparecen en el estuario del Saja-Besaya son principalmente quironómidos, *Scrobicularia plana*, *Cyathura carinata* y *Nereis diversicolor*. Además, aunque dentro de la Red de Calidad no se han muestreado los fondos submareales (zona de la canal) otros estudios han demostrado la existencia de zonas donde la ausencia de invertebrados es total.

	AGUAS				SEDIMENTOS	COM. BENTÓNICAS		BIOINDICADORES	
	Oxígeno disuelto	Materia orgánica	Nutrientes	Indicadores fecales	Metales pesados	Riqueza	Abundancia	Metales pesados	HAPs
Saja-Besaya	●	●	●	●	●	Media	Media	●	●

• Mogro

La calidad del agua y de los sedimentos en el estuario de Mogro se encuentra dentro de los límites normales. La riqueza de especies es algo inferior a la existente en otras zonas estuarinas, lo que se explica por la menor diversidad de ambientes que existe en este estuario, en comparación con otros. Los invertebrados bentónicos más frecuentes y abundantes pertenecen a las especie *Nereis diversicolor* y *Cyathura carinata*.

	AGUAS				SEDIMENTOS	COM. BENTÓNICAS	
	Oxígeno disuelto	Materia orgánica	Nutrientes	Indicadores fecales	Metales pesados	Riqueza	Abundancia
Mogro	●	●	●	●	●	Media	Media / Baja

• San Juan de la Canal

Este estuario ha resultado destacar en los análisis de ciertas variables, debido a que soporta una elevada carga de nutrientes (compuestos de nitrógeno, fosfatos...) y concentraciones de clorofila por encima de lo esperable. Así mismo, se ha detectado la existencia de contaminación de origen fecal.

Por último, cabe destacar que este estuario es el que menor riqueza específica presenta, con sólo dos especies, pertenecientes a las clases polichaeta y oligochaeta. No obstante, esta baja riqueza no puede atribuirse solamente a la contaminación, dado que las características de la ría no permiten el desarrollo de comunidades bentónicas bien estructuradas.

	AGUAS				COM. BENTÓNICAS	
	Oxígeno disuelto	Materia orgánica	Nutrientes	Indicadores fecales	Riqueza	Abundancia
San Juan de la Canal	●	●	●	●	Baja	Baja

• La Maruca

La Ría de La Maruca es un pequeño estuario que recibe aportes de agua dulce de poca intensidad, procedentes principalmente de escorrentía.

En este estuario, no se han detectado episodios de contaminación importante, ya que el oxígeno alcanza valores elevados en la mayoría de los casos, el carbono orgánico se mantiene dentro de los rangos normales, las aguas no muestran color aparente y los nutrientes muestran concentraciones correspondientes a ambientes no contaminados. Además, los indicadores fecales presentan concentraciones reducidas en comparación con otros estuarios.

En cuanto a la riqueza de especies, la Maruca es uno de los estuarios que menor número presenta, dado que su pequeña extensión no favorece la existencia de diversidad de ambientes. Únicamente se han registrado dos especies: *Nereis diversicolor* y anfípodos del género *Corophium*.

	AGUAS				COM. BENTÓNICAS	
	Oxígeno disuelto	Materia orgánica	Nutrientes	Indicadores fecales	Riqueza	Abundancia
La Maruca	●	●	●	●	Baja	Alta

• Bahía de Santander

La Bahía de Santander es el estuario más extenso del litoral de Cantabria, por ello presenta una elevada diversidad de ambientes, que son fruto de las variaciones ambientales naturales existentes y el dispar grado de presión al que se halla sometida cada zona.

De manera general los valores de oxígeno se encuentran por encima del 90% de saturación, la materia orgánica no alcanza concentraciones preocupantes, y los nutrientes se mantienen en niveles moderados. No sucede lo mismo con los indicadores fecales, pues en 2006 se alcanzaron máximos de 16000 UFC de coliformes fecales, únicamente superado por los registrados en Saja-Besaya y Galizano, ambos lugares con una importante carga contaminante.

En general, los sedimentos de la Bahía no superan el límite considerado para los metales pesados (únicamente se supera ligeramente el objetivo de calidad para el Cadmio), pero se han hallado concentraciones de HAPs y PCBs que superan ligeramente el límite, en estaciones de la zona interior y portuaria, así como en la canal de navegación.

En cuanto a la composición de especies de invertebrados bentónicos, la Bahía de Santander es uno de los estuarios que mayor riqueza presenta, con comunidades muy diversas y bien estructuradas. Las especies más características de este estuario a nivel global son *Hydrobia ulvae*, *Nephtys hombergii*, el bivalvo *Loripes lacteus*, *Nereis diversicolor*, *Abra tenuis* y *Scrobicularia plana*. No obstante, hay que destacar que existen importantes diferencias de unas zonas a otras.

Los mejillones no presentan problemas por acumulación de metales pesados en sus tejidos pero sí que han concentrado una importante cantidad de hidrocarburos, especialmente en el área del pantalán de Calatrava.

	AGUAS				SEDIMENTOS	COM. BENTÓNICAS		BIOINDICADORES	
	Oxígeno disuelto	Materia orgánica	Nutrientes	Indicadores fecales	Metales pesados	Riqueza	Abundancia	Metales pesados	HAPs
Bahía de Santander	●	●	●	●	●	Alta	Media	●	●

• Galizano

En las campañas realizadas en la ría de Galizano se ha puesto de manifiesto la existencia de una importante contaminación de origen antrópico. Esto lo deducimos porque se ha registrado una alta carga de nutrientes y altas concentraciones de indicadores fecales.

	AGUAS			
	Oxígeno disuelto	Materia orgánica	Nutrientes	Indicadores fecales
Galizano	●	●	●	●

• Ajo

A pesar de que en el entorno de la ría de Ajo no existen asentamientos urbanos de gran densidad y que la industrialización no es especialmente intensa, el estuario presenta una calidad del agua bastante baja.

Así, la concentración de todas las formas de nitrógeno y fosfato son elevadas. Pero lo que más destaca son las elevadas concentraciones de los indicadores fecales. En las campañas realizadas en 2005, Ajo ha presentado los valores más elevados de coliformes fecales, junto con la ría de Suances, y en 2006 la concentración de streptococcus fecales se encuentra muy por encima de las registradas en el resto de estuarios.

Por otro lado, los sedimentos de este estuario presentan una calidad aceptable en relación a la concentración de metales pesados, aunque en algunas zonas se ha detectado la presencia de hidrocarburos aromáticos.

En cuanto al número de especies de invertebrados bentónicos existentes en el estuario, Ajo presenta una riqueza semejante a la de la ría de Saja-Besaya o el estuario del Pas, con buena representación de *Nereis diversicolor*, *Scrobicularia plana*, y *Cyathura carinata*, como especies más características.

	AGUAS				SEDIMENTOS	COM. BENTÓNICAS	
	Oxígeno disuelto	Materia orgánica	Nutrientes	Indicadores fecales	Metales pesados	Riqueza	Abundancia
Ajo	●	●	●	●	●	Media	Media

• Joyel

La Marisma de Joyel es una zona predominantemente intermareal. En el estuario de Joyel existen diques que impiden el vaciado total de sus lagunas interiores, por lo que se produce una diferenciación de las condiciones en el agua a ambos lados del dique.

En las campañas de muestreo realizadas se han registrado valores de saturación de oxígeno por encima del 90% en casi todos los casos, aunque puntualmente se ha registrado un valor por debajo del 60%. Sin embargo, no se han detectado valores elevados de compuestos orgánicos, nutrientes o indicadores de contaminación fecal, y el color de sus aguas representa las condiciones naturales del medio.

Así mismo, la calidad de los sedimentos es aceptable.

En cuanto a la riqueza de especies bentónicas, el pequeño estuario de Joyel es uno de los estuarios que mayor número de especies alberga, la cual es semejante a la registrada en Tina Mayor y San Vicente.

Las especies más abundantes son *Nereis diversicolor*, *Hydrobia ulvae*, *Melita palmata* y dípteros de la familia *Dolichopodidae*.

	AGUAS				SEDIMENTOS	COM. BENTÓNICAS	
	Oxígeno disuelto	Materia orgánica	Nutrientes	Indicadores fecales	Metales pesados	Riqueza	Abundancia
Joyel	●	●	●	●	●	Alta	Alta / Muy alta

• Victoria

En la marisma de Victoria se ha detectado la existencia de un proceso de eutrofización. Esto se refleja en las variables indicadoras de la calidad.

Por un lado, vemos que el oxígeno se halla en valores críticos y la materia orgánica y nutrientes son elevados, lo cual se refleja, además, en el color intenso de las aguas, debido a la proliferación de las algas potenciada por este proceso de enriquecimiento.

Los nutrientes más abundantes son los nitratos, los cuales, en principio, se asocian al aporte de los ríos y su origen se considera más natural que antrópico, pero por otro lado, aparecen elevadas concentraciones de fosfatos, que suelen derivar de vertidos de aguas residuales urbanas. No obstante, los indicadores fecales no alcanzan concentraciones muy elevadas, por lo que el origen de las cargas de nutrientes es todavía confuso.

Lo que sí es evidente es que esta zona, por sus condiciones de laguna costera con poca comunicación con el mar abierto y por su situación eutrófica, merece especial atención y seguimiento, en aras de su conservación.

Otro hecho importante es que las comunidades bentónicas tienen escasa representación en este estuario, pues el número máximo de especies registrado es de tres, siendo los más característicos los quironómidos y los poliquetos *Nereis diversicolor*. No obstante, se considera este hecho esperable, ya que su reducido tamaño y el hecho de encontrarse prácticamente aislado de la influencia marina propicia la escasa variabilidad de ambientes.

	AGUAS				COM. BENTÓNICAS	
	Oxígeno disuelto	Materia orgánica	Nutrientes	Indicadores fecales	Riqueza	Abundancia
Victoria	●	●	●	●	Baja	Alta

• Marismas de Santoña

Las Marismas de Santoña representan, tras la Bahía de Santander, el estuario más extenso de Cantabria. A pesar de que ninguno de los municipios limítrofes con el estuario consta de sistema de saneamiento, el oxígeno disuelto se halla dentro de los valores considerados normales y los nutrientes registran concentraciones dentro de los rangos habituales en zonas estuarinas. Por el contrario, los indicadores fecales alcanzan una de las concentraciones más elevadas en las campañas de 2005.

En relación a los fondos de las Marismas, los sedimentos presentan una calidad aceptable y las comunidades bentónicas son, junto a las de la Bahía de Santander, las que mayor riqueza y diversidad faunística presentan de todos los estuarios de Cantabria. Encontramos sobre todo individuos de las especies *Hydrobia ulvae*, *Nephtys hombergii*, *Loripes lacteus*, *Scrobicularia plana*, *Cerastoderma edule* y *Melinna palmata*.

En el análisis de contaminantes en organismos bioindicadores de las Marismas no se ha detectado acumulación de metales pesados en moluscos bivalvos.

	AGUAS				SEDIMENTOS	COM. BENTÓNICAS		BIOINDICADORES	
	Oxígeno disuelto	Materia orgánica	Nutrientes	Indicadores fecales	Metales pesados	Riqueza	Abundancia	Metales pesados	HAPs
Marismas de Santoña	●	●	●	●	●	Alta	Media	●	●

• Oriñón

El estuario de Oriñón no presenta problemas de contaminación por aguas residuales de origen urbano o industrial.

Esto se hace evidente en que sus aguas muestran concentraciones normales de nutrientes y materia orgánica y los indicadores fecales se mantienen en niveles bajos.

Además, la ría de Oriñón es uno de los estuarios con menor nivel de acumulación de metales pesados en sedimentos, los cuales, en ninguna ocasión alcanzan los valores límite.

En cuanto a la distribución de especies en el sedimento, el número es bastante elevado, aunque inferior a la riqueza de la Bahía de Santander o las Marismas de Santoña.

Predominan *Hydrobia ulvae*, *Nephtys hombergii* y moluscos bivalvos de la familia *Cardiidae*.

	AGUAS				SEDIMENTOS	COM. BENTÓNICAS	
	Oxígeno disuelto	Materia orgánica	Nutrientes	Indicadores fecales	Metales pesados	Riqueza	Abundancia
Oriñón	●	●	●	●	●	Media / Alta	Media

4.2. ZONAS COSTERAS

Las características ecológicas de las zonas costeras vienen determinadas por la luz, la profundidad, la temperatura, la salinidad, el oxígeno disuelto y la concentración de nutrientes, así como por el tipo de fondo o la distancia a la costa, ente otros factores.

Al estudiar la calidad de las aguas costeras entramos en un ambiente mucho más abierto, en el que la capacidad de dispersión y dilución de los contaminantes es mucho mayor.

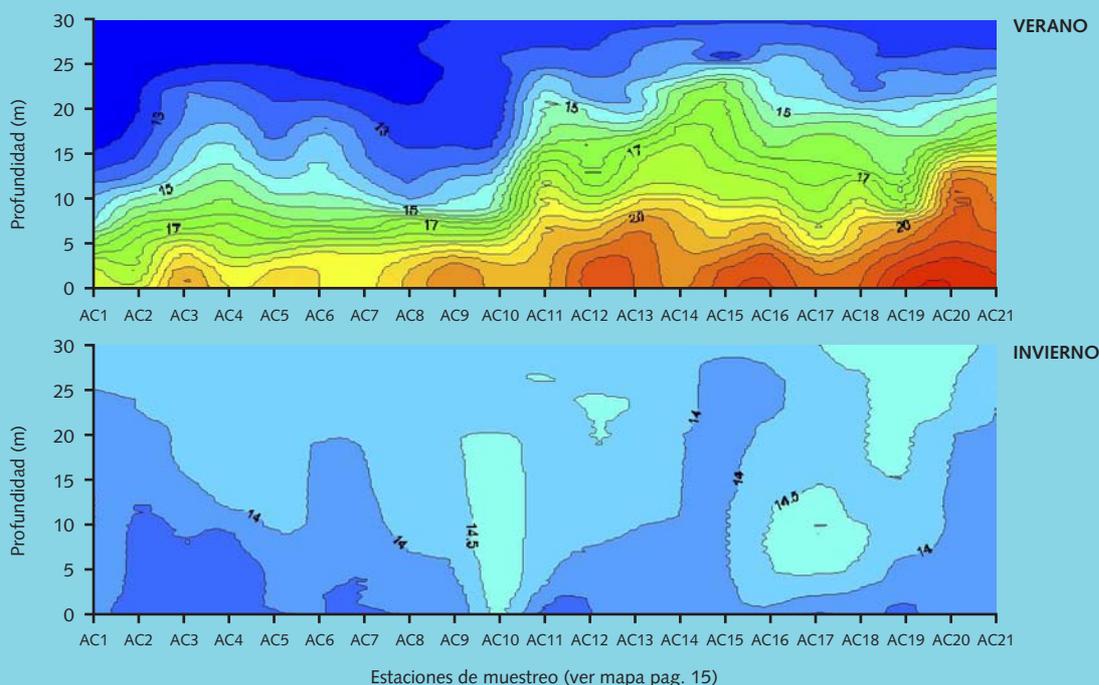
No obstante, es importante su vigilancia, pues las masas de agua costeras están sometidas a los aportes de contaminantes procedentes de estuarios, además de vertidos directos a costa, como son los emisarios submarinos de la Virgen del Mar y Castro Urdiales (vertidos de origen urbano) y Usgo (vertido industrial).

Por todo ello, se vienen realizando de manera paralela a la vigilancia en estuarios, una vigilancia de las aguas costeras, puesto que son sistemas estrechamente interconectados, que conforman lo que conocemos como aguas litorales de Cantabria.

4.2.1. ESTUDIO DEL MEDIO PELÁGICO

En la zona costera, las variables analizadas para determinar la calidad de las aguas son las mismas que se han analizado en estuarios. En primer lugar, se muestran las características del perfil de profundidad de las aguas costeras (temperatura, salinidad, clorofila y porcentaje de saturación de oxígeno).

∴ Distribución vertical de Temperatura (°C) en las estaciones costeras de Cantabria durante la campaña estival y la campaña invernal

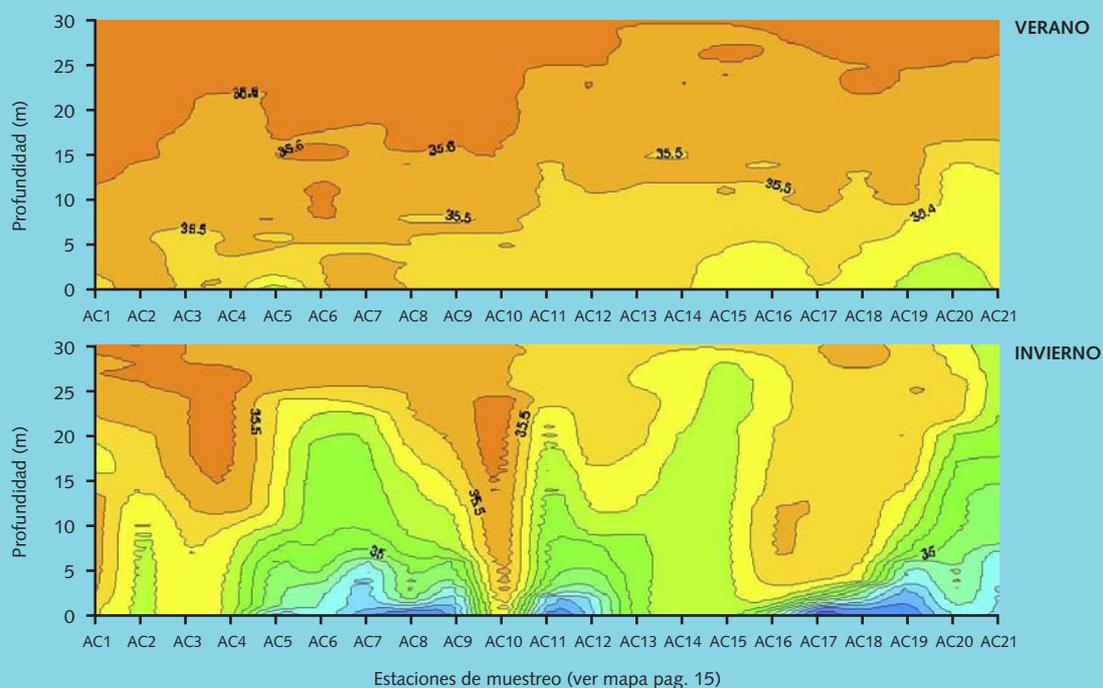


En los gráficos de la página anterior, vemos los valores de temperatura registrados en profundidad para dos campañas bien diferenciadas, que son la de verano y la de invierno.

Como sabemos, la temperatura es una de las variables ambientales que más fluctúa a lo largo del año y esto se hace visible en la temperatura que presentan las aguas.

En primer lugar, se aprecia que el rango de temperatura que abarcan los registros de verano (13-21°C) es superior al de invierno, donde la temperatura oscila alrededor de 14-15°C. Estas diferencias son perfectamente normales, pues debido al aumento de temperatura en los meses más cálidos se produce un proceso conocido como estratificación térmica de las aguas, que genera un gradiente de temperatura en profundidad a lo largo de la columna de agua (aguas más calientes en superficie y más frías en el fondo).

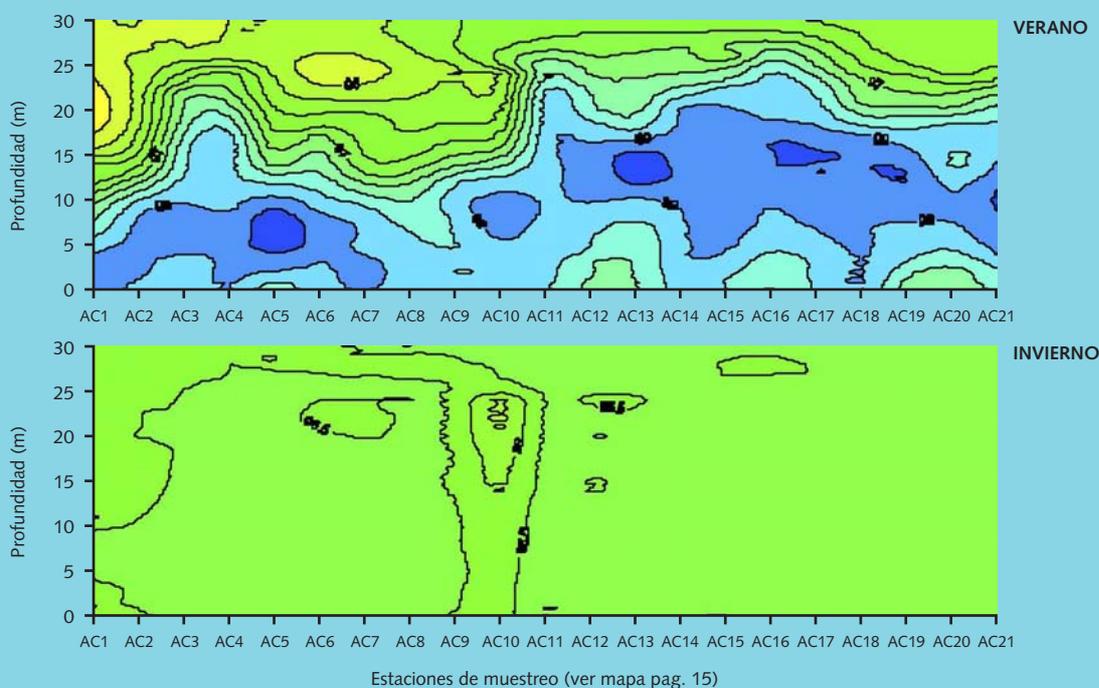
∴ Distribución vertical de Salinidad (PSU) en las estaciones costeras de Cantabria durante la campaña estival y la campaña invernal



Los valores de salinidad en aguas costeras son ligeramente más homogéneos en la época estival que en la invernal. En verano, encontramos las aguas ligeramente más diluidas únicamente en las estaciones que se hallan frente al área de influencia del Saja-Besaya, Marismas de Santoña y Castro Urdiales. No obstante, estos valores se encuentran dentro de los normales para aguas costeras.

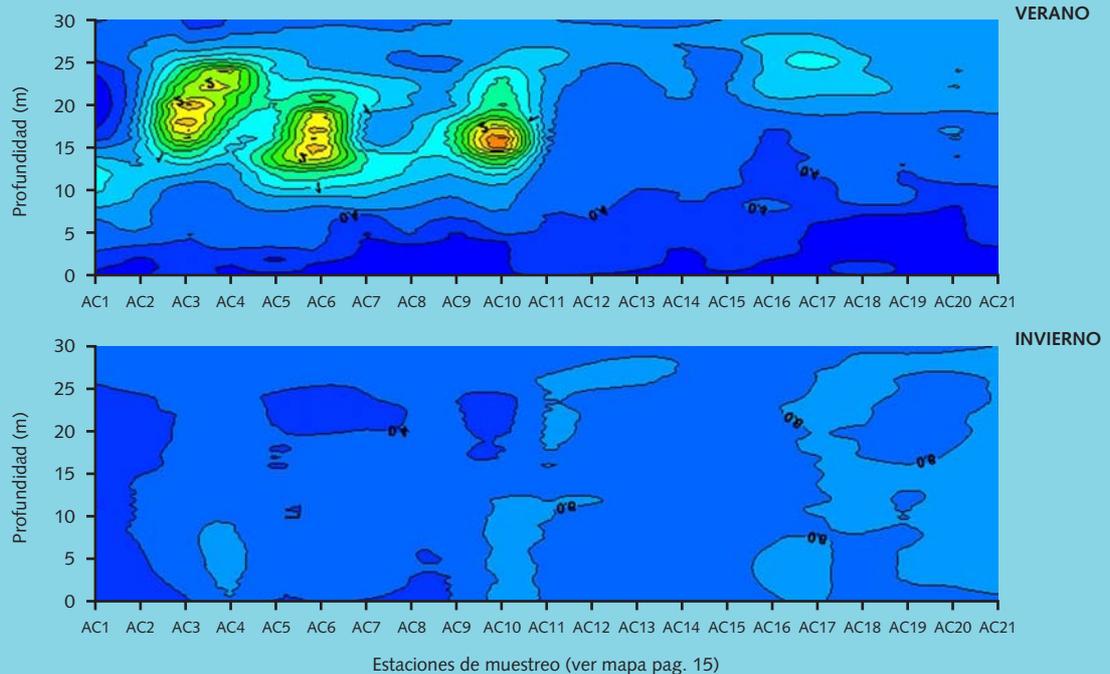
En invierno vemos que la salinidad presenta valores que se mueven en un rango algo más amplio (desde 35-36 PSU a 34 PSU aproximadamente). Los valores más elevados se registran en profundidad, mientras que en superficie y, especialmente en las estaciones que se hallan próximas a las bocanas de los estuarios, la salinidad es algo inferior, lo que se asocia a las precipitaciones, más frecuentes y abundantes en esta época del año, que diluyen las capas más superficiales de las aguas costeras directamente, e incrementan los aportes de agua dulce provenientes de los ríos a través de los estuarios.

∴ Distribución vertical de Oxígeno Disuelto (% saturación) en las estaciones costeras de Cantabria durante la campaña estival y la campaña invernal



Los valores de oxígeno registrados en ambas épocas son perfectamente normales y muy similares, con porcentajes de saturación de 96% de media. Esto es esperable, pues las aguas costeras se hallan, por lo general, saturadas de oxígeno, especialmente las de superficie, puesto que se hallan en contacto directo con la atmósfera. En invierno los valores de saturación de oxígeno son más constantes que en verano, pero, como hemos dicho antes, la estratificación de las capas de agua, que afecta a las diferentes variables, genera un patrón de distribución menos homogéneo.

Distribución vertical de Clorofila ($\mu\text{g/l}$) en las estaciones costeras de Cantabria durante la campaña estival y la campaña invernal



Por último, se muestran los valores de clorofila registrados, los cuales, como era esperable, son bastante bajos.

En invierno concretamente, los valores son mínimos a todas las profundidades, debido a que las bajas temperaturas y la escasez de luz no permiten el desarrollo óptimo del fitoplancton. Sin embargo en verano, entre los 15 y 25 metros de profundidad, se hallan zonas con valores más elevados. Éstos se sitúan frente a la desembocadura de los estuarios de San Vicente, Suances y la Bahía de Santander, lo cual puede ser explicado por la mayor concentración de materia orgánica y nutrientes proveniente de tales estuarios, que potencia el crecimiento de las poblaciones fitoplanctónicas.

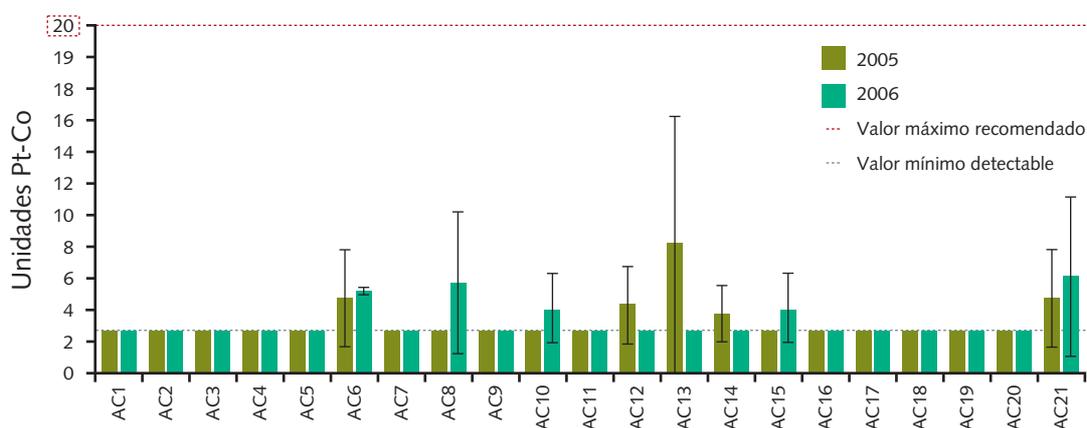
El agua proveniente de los ríos que en su recorrido ha realizado un lavado de la cuenca, deposita parte de sus materiales en suspensión en los estuarios y el resto desemboca en el mar. Pero el mar, que es un medio dinámico, verá disminuida la concentración de la materia disuelta y en suspensión, en función de la concentración del propio agua y de la dinámica marina. Por ello, las concentraciones de nutrientes y contaminantes aquí son, normalmente, mucho menores que en estuarios. No obstante, la influencia de ciertos estuarios se detecta en determinadas zonas costeras.

• Color

La medida del Color en aguas costeras no es tan relevante como en estuarios y de hecho, vemos cómo la concentración de este parámetro disminuye en gran medida al llegar a la costa.

En la siguiente figura se aprecia que el nivel de detección para el color no se ha superado en la mayoría de las estaciones de aguas costeras, y las zonas donde se superan están en las cercanías de los estuarios más extensos y afectados por una mayor densidad de población, por lo que, de alguna manera, este parámetro podría servir para localizar posibles focos de polución en tierra.

Color en aguas costeras superficiales



• Nutrientes

Los nutrientes que hemos detectado y cuantificado en estuarios sufren una dilución considerable al alcanzar las zonas costeras, de tal modo que, los niveles máximos recomendados para nutrientes en estuarios, no son alcanzados por lo general en zonas costeras, a no ser que se den episodios de contaminación severa.

Efectivamente, los niveles registrados en las aguas costeras de Cantabria se encuentran dentro de lo normal aunque encontramos diferencias en los rangos de concentración de unas zonas a otras.

El amonio es abundante donde hay aportes de aguas residuales. Es de esperar que aquellos estuarios con mayor densidad de población puedan aportar al mar mayores cantidades de formas de nitrógeno de origen antrópico. Vemos en la figura que las concentraciones más elevadas se registran en la estación situada cerca de la desembocadura del Asón, zona actualmente carente de sistema de saneamiento.

El nitrato, por su parte, presenta mayores concentraciones frente a la desembocadura del Saja-Besaya y el estuario del Pas.

Las concentraciones de fosfato son muy bajas en todos los casos, pues como se aprecia en la figura, nos encontramos con un rango de variación muy estrecho (0,005 -0,09 $\mu\text{mol/l}$).

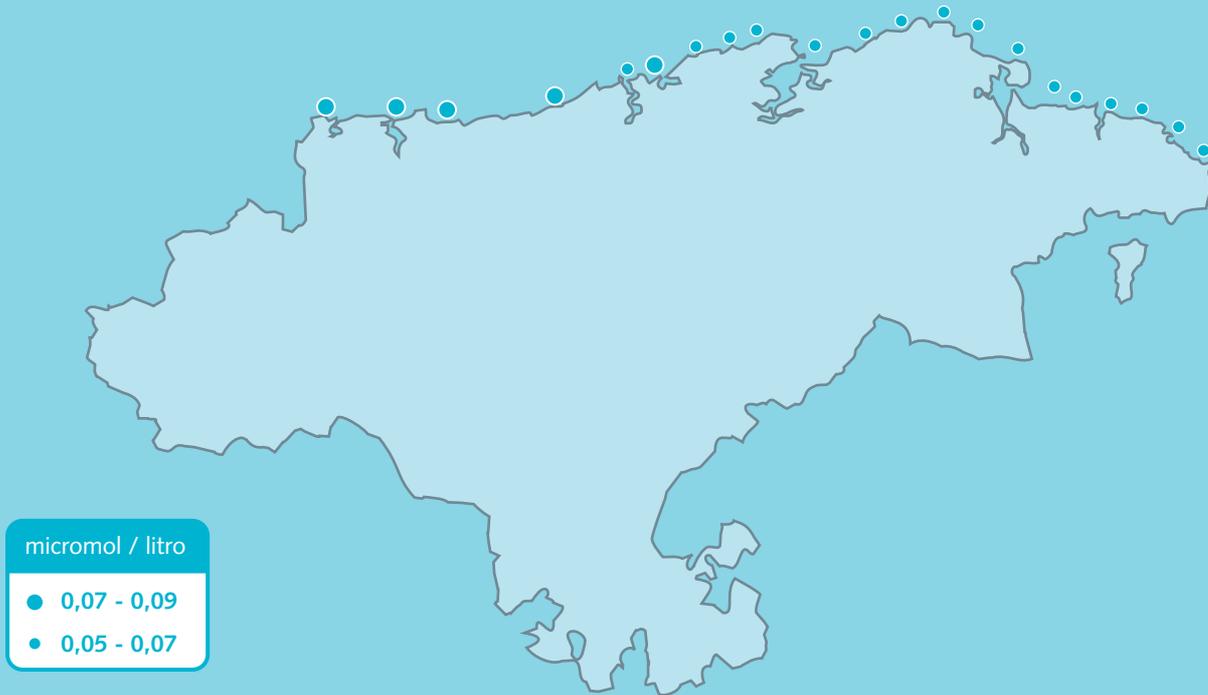
::: Amonio en aguas costeras superficiales



::: Nitrato en aguas costeras superficiales



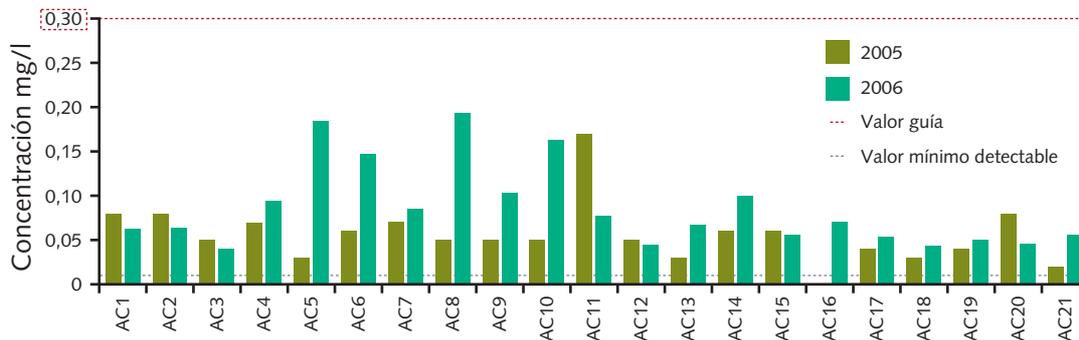
Fosfato en aguas costeras superficiales



• Aceites y grasas

No existe tampoco contaminación debida a la existencia de aceites y grasas en aguas costeras. Todas las muestras han registrado valores por debajo de 0,3 mg/l, e incluso, muchas de las muestras analizadas se mantienen por debajo del nivel de detección.

Aceites y Grasas en aguas costeras superficiales



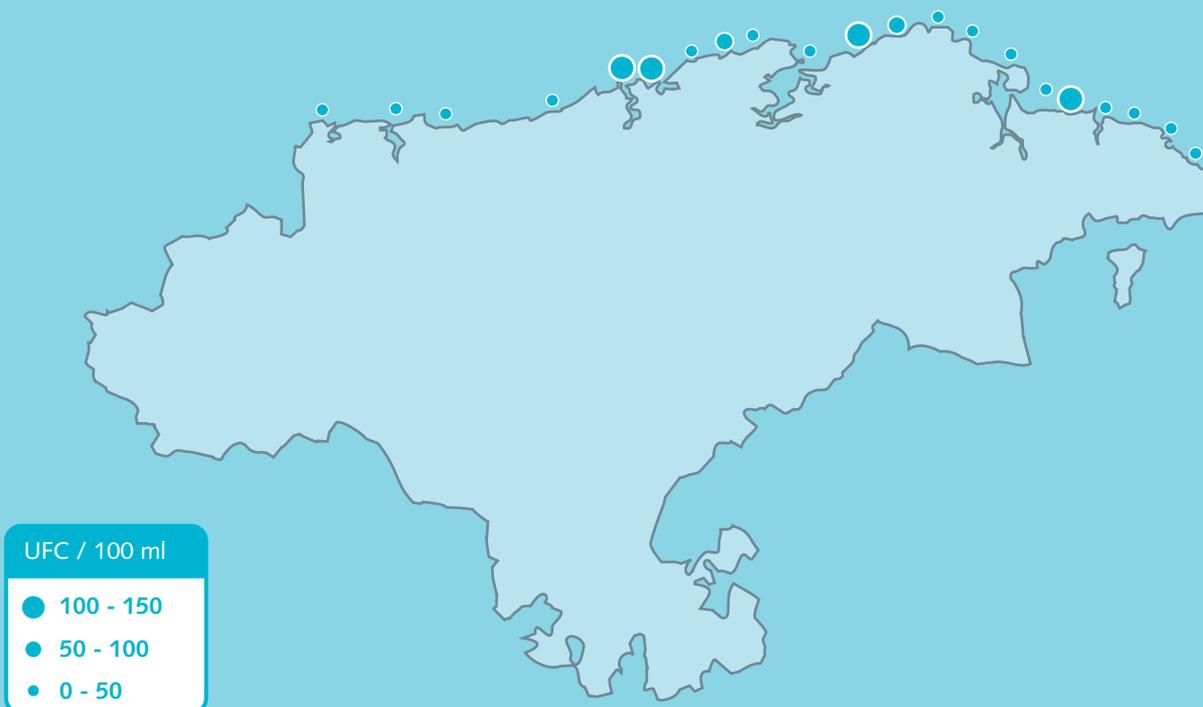
• Indicadores fecales

Como ya hemos comentado anteriormente, la entrada de los organismos fecales en un ambiente hostil, como puede ser el medio acuático, reduce su probabilidad de supervivencia. Esto se incrementa cuando alcanzan aguas costeras, pues el principal factor que determina su mortalidad, la luz, es más intensa en el mar que en los estuarios, al reducirse la concentración de sólidos en suspensión y la turbidez.

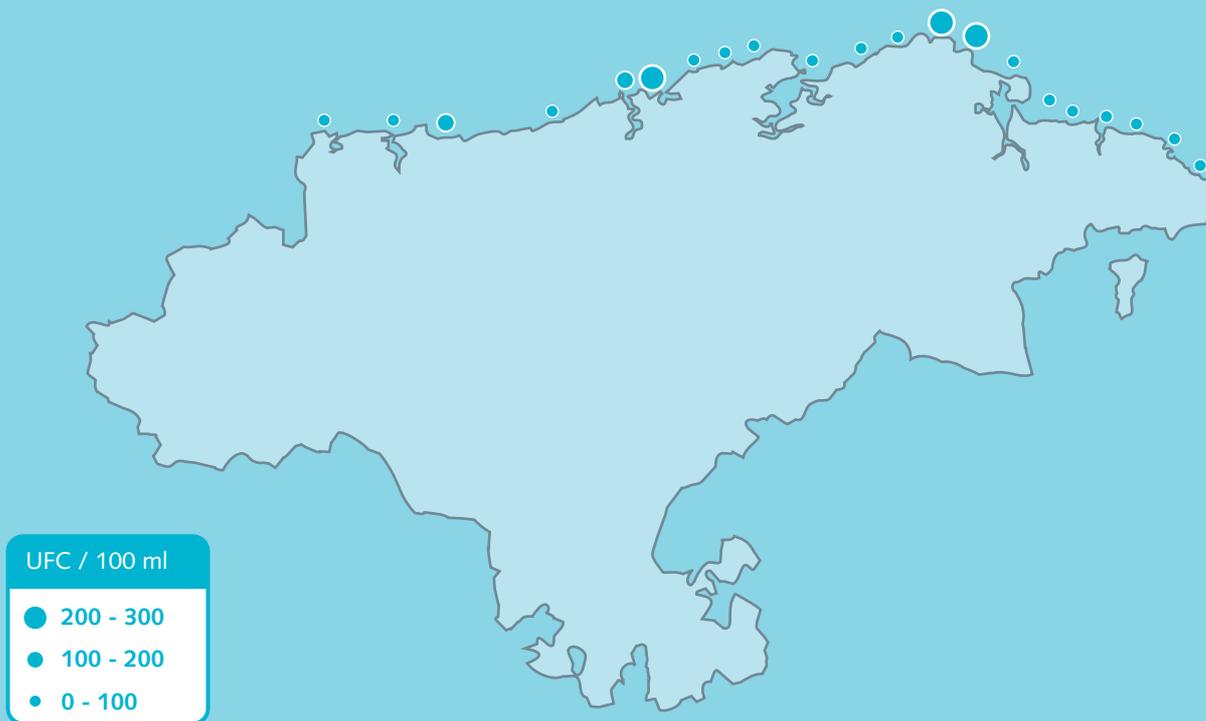
Las concentraciones de indicadores de contaminación fecal registradas en las aguas costeras de Cantabria son bajas, aunque como en casos anteriores, existen diferencias de unas zonas a otras.

Así, vemos que para el caso de los coliformes fecales, los valores más elevados se encuentran frente al estuario del Saja Besaya, la ría de Mogro, Galizano, Ajo y la zona costera de Liendo. Los streptococcos son más abundantes frente a la desembocadura del Saja-Besaya, Ajo y Noja. Estos resultados se corresponden con los presentados para el caso de estuarios (ya se ha comentado que estos mismos son los que presentan mayor problemas de contaminación fecal).

∴ Coliformes en aguas costeras superficiales



::: Estreptococos fecales en aguas costeras superficiales



• Fitoplancton

Nuevamente, como sucedía en las aguas estuarinas, observamos un descenso de la densidad y riqueza de especies fitoplanctónicas en la época fría. Como ya hemos comentado, esto es de esperar, pues no es la época favorable para su crecimiento. Las densidades son, así mismo, inferiores a las registradas en estuarios. Esta reducción en concentración viene siendo observada para todas las variables.

Nuevamente observamos que aparecen especies cuyo metabolismo produce sustancias tóxicas. (Coloreadas en la tabla).

▣ Abundancia y riqueza de especies fitoplanctónicas identificadas en las aguas costeras de Cantabria.

		Agosto	Noviembre
		< 1.000.000 células/litro	< 350.000 células/litro
Grupos Taxonómicos	Diatomeas	<i>gen. Pseudonitzschia</i> <i>gen. Chaetoceros</i> <i>gen. Cylindrostea</i> <i>gen. Guinardia</i> <i>gen. Leptocylindrus</i> <i>gen. Ceratulina</i>	<i>gen. Cylindrostea</i> <i>gen. Asterionellopsis</i>
	Dinoflagelados	<i>gen. Gyrodinium</i> <i>gen. Heterocapsa</i> <i>gen. Prorocentrum</i> <i>Karenia spp.</i> <i>gen. Scripsiella</i>	<i>gen. Gyrodinium</i> <i>gen. Heterocapsa</i> <i>gen. Scripsiella</i>
	Flagelados y cocoides	<i>gen. Hemiselmis</i> <i>gen. Plagioselmis</i> <i>gen. Teleaulax</i> <i>gen. Pyramimonas</i> <i>gen. Tetraselmis</i> <i>gen. Chysochromulina</i> <i>gen. Imantonia</i>	<i>gen. Hemiselmis</i> <i>gen. Plagioselmis</i> <i>gen. Teleaulax</i> <i>gen. Imantonia</i> <i>gen. Pyramimonas</i> <i>gen. Chysochromulina</i> <i>gen. Pyramimonas</i> <i>Heterosigma Akasiwo</i>
	Crisofíceas	<i>Apedinella spinifera</i>	

4.2.2. ESTUDIO DE LOS SEDIMENTOS

Para el estudio de la calidad de los sedimentos en aguas costeras se han analizado, al igual que en estuarios, las concentraciones de materia orgánica, metales pesados, HAPs y PCBs. El contenido en materia orgánica en aguas costeras presenta valores normales para estas zonas, aunque son algo más elevados en la zona oriental, concretamente en la zona de desembocadura del río Asón. Aquí se han registrado porcentajes cercanos al 5% de materia orgánica, que podrían asociarse al aporte de materiales del estuario del Asón.

☐☐ Porcentaje de materia orgánica en sedimentos costeros

	% Materia Orgánica
Área Occidental	2,54
Área Centro	2,18
Área Oriental	4,53

En la siguiente tabla se muestran los resultados de concentración de **metales pesados** en sedimentos costeros. Las muestras analizadas corresponden a tres zonas que se ubican frente a Suances (*zona occidental*), frente a la Bahía de Santander (*zona centro*) y frente a Castro Urdiales (*zona oriental*).

No existe contaminación por metales pesados en la zona oriental, dado que no se superan los niveles de referencia para los metales. Únicamente se rebasa ligeramente la concentración de 0,6 mg/kg recomendada por el CEDEX para el Mercurio en sedimentos.

En la zona central del litoral, encontramos concentraciones de Zinc que doblan el objetivo de calidad, así como concentraciones de Mercurio por encima y Cadmio justo en el límite.

Por último, y como es notable, queda de manifiesto que la zona que presenta mayor contaminación es la de Suances, con niveles de Zinc, Plomo, Cadmio y Mercurio por encima del límite objetivo de calidad.

En todo caso, hay que tener en cuenta que estas concentraciones están referidas a la fracción fina (fangos), cuyo porcentaje en los sedimentos costeros es muy bajo (<10% en muchos casos).

☐☐ Concentración de metales pesados en sedimentos costeros

	Concentración mg/kg							
	Zinc	Cromo	Plomo	Níquel	Cobre	Arsénico	Cadmio	Mercurio
Área Occidental	7069	34	300	22	1,8	58	5,3	4,6
Área Centro	1074	19	50	9,5	6,1	13	1	1
Área Oriental	237	21	29	8,4	4,7	9,2	0,3	0,7

No existe en sedimentos costeros contaminación por parte de PCBs o HAPs en ninguna de las estaciones estudiadas, dado que en ningún caso se ha superado el objetivo de calidad. Además, para el caso de los PCBs en concreto, ni siquiera se ha detectado la existencia de estos compuestos en las muestras.

4.2.3. ESTUDIO DE LAS COMUNIDADES BENTÓNICAS

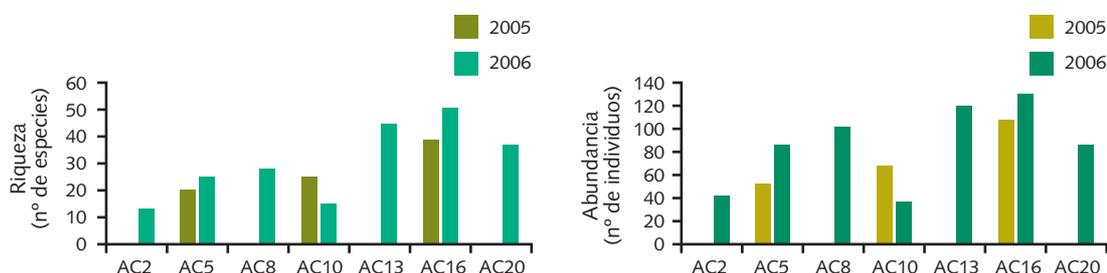
Se ha estudiado la estructura de las comunidades bentónicas de fondo blando en cada una de las masas de agua delimitadas en la costa de Cantabria.

La tendencia que presentan riqueza y abundancia es pareja.

En el eje espacial, vemos que en la zona oriental de la costa es donde mayor riqueza y abundancia de individuos aparece.

En cuanto a la variabilidad temporal, tanto la riqueza como la abundancia son ligeramente superiores en 2006 que en 2005 en prácticamente todos los casos. Esto puede entenderse por la diferencia de épocas en la toma de muestras (Noviembre en 2005 y Julio en 2006).

▣ Valores medios de número de especies bentónicas identificadas en los fondos costeros de Cantabria en 2005 y 2006.



• Cartografía de comunidades vegetales submareales de fondo rocoso

El conocimiento de la estructura, composición y patrones de distribución de las comunidades vegetales submareales de Cantabria es importante a la hora de valorar la calidad de las aguas costeras. A través de la realización del cartografiado de los fondos rocosos costeros de Cantabria se han identificado las principales poblaciones de macroalgas presentes en nuestro litoral, que son las que se muestran en la siguiente tabla:

▣ Comunidades algales

<i>Asparagopsis</i>	<i>Corallina</i>	<i>Dictyopteris</i>	<i>Halidrys</i>	<i>Peyssonellia</i>	<i>Sphaerococcus</i>
<i>Callibrepharis</i>	<i>Cutleria</i>	<i>Gelidium</i>	<i>Heterosiphonia</i>	<i>Phyllophora</i>	<i>Taonia</i>
<i>Carpomitra</i>	<i>Cystoseira</i>	<i>Halopteris</i>	<i>Kallimena</i>	<i>Pterosiphonia</i>	<i>Ulva</i>
<i>Cladostephus</i>	<i>Desmarestia</i>	<i>Halopitys</i>	<i>Laminaria</i>	<i>Saccorhiza</i>	<i>Zanardinia</i>
<i>Codium</i>	<i>Dictyota</i>	<i>Halurus</i>	<i>Mesophyllum</i>	<i>Spatoglossum</i>	



Gelidium corneum (*sesquipedale*) y *Cystoseira baccata* son, debido a su amplia distribución y su elevada abundancia, las poblaciones dominantes en la costa cántabra, seguidas en abundancia por las laminariales (*Saccorhiza polyschides* y *Laminaria ochroleuca*).

La profundidad es el principal factor determinante de la distribución de las macroalgas en nuestras costas. *Gelidium corneum* (*sesquipedale*) es la especie dominante en los fondos someros, hasta aproximadamente 15 m. de profundidad. En dichas costas también son relativamente abundantes *Corallina elongata*, *Codium tomentosum* y *Saccorhiza polyschides* entre otras especies. A mayores profundidades (hasta 20-25 m.) las Laminariales alcanzan mayor desarrollo, siendo sustituidas en las cotas más profundas por *Spatoglossum solieri*, *Phyllophora crista*, *Halidrys siliquosa* y *Calliblepharis ciliata*.

Es importante mencionar que, además de la importancia de la profundidad en la distribución de las poblaciones de macroalgas, se deben considerar otros condicionantes ambientales, como son la naturaleza y estructura del sustrato, la exposición al oleaje o la presencia de contaminación.

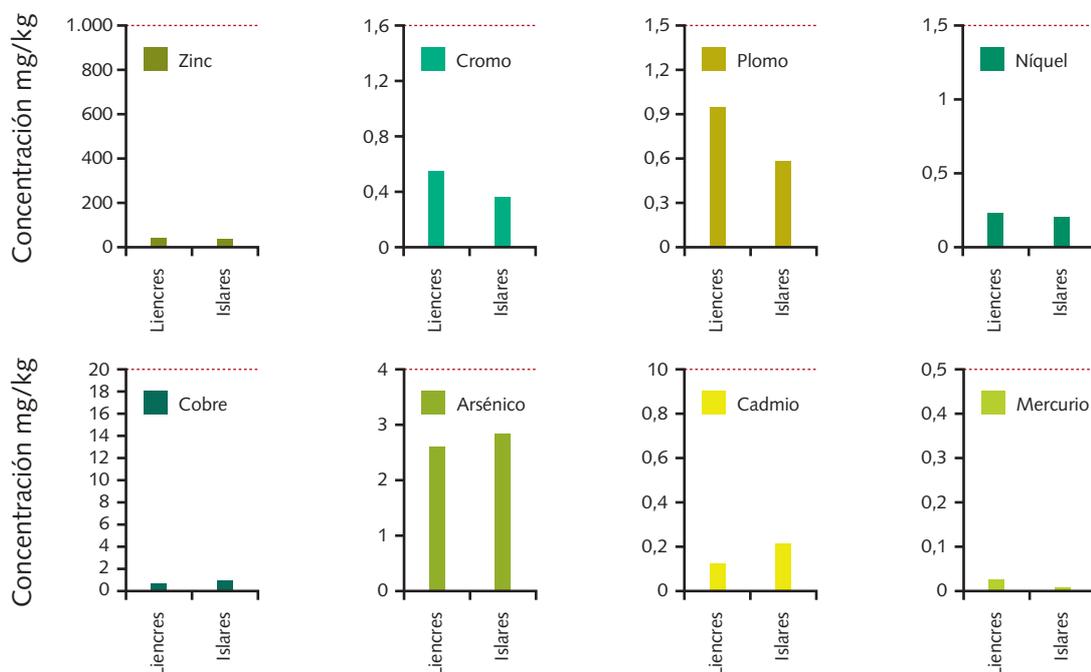
Así por ejemplo, se ha observado que el tipo y la estructura del sustrato influyen notablemente en la presencia de *Cystoseira* y *Halidrys*, que toleran la presencia de arenas, mientras que *Gelidium* se distribuye fundamentalmente en zonas rocosas y además tolera en mayor grado la exposición al oleaje y el hidrodinamismo.

En las representaciones cartográficas de la página anterior se aprecian las distribuciones en profundidad para cinco de las principales poblaciones de macroalgas. En relación al eje longitudinal, esto es, de Oeste a Este, las poblaciones no parecen mostrar un patrón claro de distribución.

4.2.4. ESTUDIO DE CONTAMINANTES EN BIOINDICADORES

Por último, y para completar los análisis descritos al principio de este informe, se muestra la calidad de las aguas costeras en cuanto a metales pesados, estimada a partir de las concentraciones de dichos metales en el tejido de mejillones recogidos en estas zonas.

Concentración de metales pesados en mejillones de zonas costeras



Los valores de concentración de **metales pesados** en mejillones de zonas costeras son muy similares a los obtenidos en mejillones de estuarios. Todos son bajos, y se encuentran por debajo del límite establecido como objetivo de calidad para moluscos bivalvos. No se muestra una tendencia en relación a la variable espacial, pues no destaca ninguna de las dos muestras en relación a ningún tipo de metal pesado. Por tanto, concluimos que no existe contaminación por metales pesados en las aguas costeras estudiadas.

En cuanto a las concentraciones de **HAPs** en mejillones, todas se encuentran por debajo del valor objetivo de calidad (0,2 mg/kg).

Concentraciones de HAPs detectadas en los mejillones muestreados en zonas costeras

	LIENCRES	ISLARES
	Playa Valdearenas	Playa La Arenilla
HAPs en mg/kg	0,075	0,032

De igual modo que para el caso de la valoración del estado de los estuarios, se presenta a continuación una tabla resumen de la clasificación de las masas de agua costeras (rocosas -R- y arenosas -A-), en función de los principales grupos de variables estudiadas en cada medio.

Valoración del estado de las masas de agua costeras

- Valores normales
- Valores ligeramente anormales (necesaria vigilancia)
- Valores anormales (posible contaminación)

		AGUAS				SEDIMENTOS			COM. BENTÓNICAS			BIOINDICADORES	
		Oxígeno disuelto	Materia orgánica	Nutrientes	Ind. fecales	Metales pesados	PCBs	HAPs	Riqueza	Abundancia	Diversidad	Metales pesados	HAPs
Zona Occidental	Masa R1	●	●	●	●				Baja	Baja	Media / Baja		
	Masa A1	●	●	●	●	●	●	●	Baja	Alta	Baja	●	●
Zona Centro	Masa R2	●	●	●	●				Alta	Media / Alta	Alta		
	Masa A2	●	●	●	●		●	●	Baja	Baja	Baja		
	Masa R3	●	●	●	●			●	Alta	Alta	Baja		
Zona Oriental	Masa A3	●	●	●	●	●	●	●	Alta	Alta	Media / Alta	●	●
	Masa R4	●	●	●	●				Media	Baja	Alta		



5 | Glosario



Glosario



Abundancia: Número de individuos de una determinada especie en una unidad espacial o biotopo previamente definido.

Amonio: Compuesto de nitrógeno derivado de la descomposición de la materia orgánica por parte de la actividad microbiana. Se hallan altas concentraciones en aguas contaminadas por vertidos, aguas afectadas por adición de fertilizantes en la zona, etc.

Anélidos: Filum de animales invertebrados de aspecto vermiforme y cuerpo segmentado en anillos.

Artrópodos: Filum más numeroso del reino animal, en el que se incluyen insectos, arácnidos y crustáceos entre otros.

Bentos: Se denomina así al grupo de organismos que, de forma permanente o semipermanente, están sobre el fondo o semienterrados en él. En nuestro caso, podemos referirnos también con el término "bentos" al fondo marino o estuarino, según el caso.

Bioacumulable: Sustancia que posee bioacumulabilidad, que le confiere la capacidad de no disolverse ni degradarse. Las sustancias bioacumulables son altamente persistentes, y si son tomadas por algún organismo, pueden acumularse en sus tejidos, y multiplicar su concentración respecto de la existente en el ambiente.

Biodiversidad: Es la totalidad de genes, especies y ecosistemas de una región.

Bioindicador: Organismo que con su presencia o ausencia, abundancia o rareza, permite conocer las características y el estado de un ecosistema en determinado momento. Las especies sensibles a leves cambios o disturbios, son buenas bioindicadores del medio. Así mismo, las especies sésiles son indicadoras del estado de una determinada zona, por el hecho de permanecer durante todo su ciclo vital en la misma zona. Hay gran variedad de especies indicadoras, y esto depende de la variable que se quiera evaluar así como del ambiente en que nos encontremos.

Biomasa: La biomasa es el peso total de la materia viva de una parte de un organismo, población o ecosistema. Por lo general se da en términos de materia seca por unidad de área (por ejemplo kilogramos por hectárea o gramos por metro cuadrado). Los valores de biomasa y sus variaciones son magnitudes muy importantes en ecología.

Biota: En su uso más habitual el término biota designa al conjunto de especies de plantas, animales y otros organismos que ocupan un área dada.

Botella Oceanográfica/ Botella "Niskin": Son botellas consistentes en un cilindro de plástico o metal, para coleccionar agua a distintas profundidades. El cilindro dispone de dos mecanismos de cierre, en los extremos. Cuando ésta se halla a la profundidad deseada, se envía una señal que hace que se cierren las tapas, con lo que habremos recogido una muestra de agua en esa zona.

Clorofila: La clorofila es una sustancia compleja exclusiva de los vegetales, que se encuentra en las células de las plantas e interviene en los procesos de la fotosíntesis y da el color verde característico del reino vegetal.

Coliformes Fecales : Grupo bacteriano presentes en los intestinos de los mamíferos que representan una indicación de la contaminación fecal del agua.

Coliformes Totales: Grupo de bacterias que pueden ser de origen fecal o ambiental y se utilizan como indicadores de la posible presencia en el agua de organismos que ocasionan enfermedades.

Conductividad: Medida de la habilidad que tiene una solución para conducir la corriente eléctrica.

Cuenca hidrográfica: Extensión del territorio cuyas aguas convergen hacia un río principal.

Calado: Distancia vertical desde la quilla a la línea de flotación de una embarcación. También lo utilizamos como sinónimo de profundidad a la que se halla el fondo.

Campaña de muestreo: Serie coordinada de muestreos planeados con uno o más objetivos específicos para lograrse dentro de límites específicos de tiempo, geografía, etc.

Comunidades bentónicas: Grupo de organismos vivos que se hallan en el fondo de un medio acuático.

Contaminante: Todo elemento, compuesto, sustancia, derivado químico o biológico, energía, radiación, vibración, ruido, o una combinación de ellos, cuya presencia en el ambiente, en ciertos niveles, concentraciones o periodos de tiempo, pueda constituir un riesgo a la salud de las personas, a la calidad de vida de la población, a la preservación de la naturaleza o la conservación del patrimonio ambiental.

Cribado: Método que se usa para separar mezclas de materias por distintos tamaños en dos o más fracciones de tamaño mediante uno o más tamices.

Desviación típica: En probabilidad y estadística, la desviación típica es la medida más común de dispersión. Dicho de manera sencilla, mide la dispersión de los valores en una colección de datos.

Dilución: Reducción de la concentración de una o varias sustancias en un fluido.

Diversidad: Término utilizado para expresar el grado en el cual el número total de organismos individuales en un ecosistema (o área, comunidad o nivel trófico) está repartido en diferentes especies. La diversidad es mínima cuando todos los organismos pertenecen a la misma especie.

DMA (Directiva Marco del Agua): Directiva desarrollada por la Comunidad Europea, que supone un punto de inflexión en la política de aguas. Su efecto se está traduciendo en profundos cambios conceptuales, legislativos, políticos y sociales encaminados a implementar una gestión integral de los sistemas acuáticos que permita un uso sostenible de los mismos, protegiendo su calidad y previniendo su deterioro.

Draga: Herramienta que sirve para el dragado de los fondos.

Dragado: Acción de extraer material del fondo de un lago, río, estuario o mar.

Escorrentía: Drenaje natural del agua de las precipitaciones atmosféricas, riegos, etc.

Estación de muestreo: Lugar donde se realizan observaciones, mediciones y toma de muestras.

Estuario: Parte inferior de un valle fluvial que está cubierta de agua a consecuencia, generalmente, de la subida del nivel del mar.

Estreptococos Fecales: Bacterias del grupo de los estreptococos que viven en el intestino grueso y cuya presencia en el agua indica contaminación por vertido de aguas fecales.

Euhalino: Ambiente con agua cuya salinidad oscila entre 30 y <40 ‰.

Eutrofización: Proceso natural en ecosistemas acuáticos, especialmente en lagos, caracterizado por un aumento en la concentración de nutrientes como nitratos y fosfatos, con los consiguientes cambios en la composición de la comunidad de seres vivos.

Faunístico: Relativo a la fauna.

Fitoplancton: Organismos microscópicos vegetales que flotan en los ecosistemas acuáticos.

Fluvial: Relativo a un río.

Fosfatos: Los compuestos de fósforo están presentes en fertilizantes y en numerosos detergentes.

Gradiente: Variación del valor de una variable cualquiera.

Gramo: Unidad de masa. Es la milésima parte del kg. Abreviatura = g.

Granulometría: Distribución de los tamaños de partículas del sedimento.

Hábitat: Ambiente en el que habita una población o especie. Es el espacio que reúne las condiciones adecuadas para que la especie pueda residir y reproducirse, perpetuando su presencia. Un hábitat queda así descrito por los rasgos que lo definen ecológicamente, distinguiéndolo de otros hábitats en los que las mismas especies no podrían encontrar acomodo.

HAPs: Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos. Estos compuestos están presentes en el petróleo, y se consideran los más tóxicos de los hidrocarburos, junto con los monoaromáticos. Se forman por la combustión incompleta de materia orgánica, diagénesis y biosíntesis. Son habitualmente sólidos cristalinos, con puntos de fusión y ebullición elevados, bajas presiones de vapor y baja solubilidad en agua.

Índice: Es el resultado de la integración en una sola expresión numérica de la información contenida en varias variables.

Invertebrados: Animales sin esqueleto interno.

Macroalga: Alga marina multicelular.

Masa de agua: Parte diferenciada y significativa de agua superficial, como un lago, un embalse, una corriente, río o canal, unas aguas de transición o un tramo de aguas costeras (definición de la DMA).

Metales Pesados: Elementos metálicos que tienen un peso molecular relativamente alto. Como contaminantes, son un grupo de sustancias que se metabolizan mal y que presentan toxicidad para los seres vivos, incluido el hombre.

Microgramo: Unidad de masa. Milmillonésima parte del kg. Abreviatura μgr .

Miligramo: Unidad de masa. Milésima parte del kg. Abreviatura mg

Mol: El mol o molécula gramo es la unidad básica del Sistema Internacional de Unidades que mide la cantidad de sustancia; se representa con el símbolo mol.

Molécula: Es la menor porción de una sustancia que puede existir en estado libre y conservar las propiedades de dicha sustancia. Se conforman por agrupaciones de átomos.

Molusco: Invertebrados de cuerpo blando desnudo, o cubierto por una concha.

Monitoreo: Actividad consistente en efectuar observaciones, mediciones y evaluaciones continuas en un sitio y período determinados, con el objeto de identificar los impactos y riesgos potenciales hacia el ambiente y la salud pública o para evaluar la efectividad de un sistema de control.

Muestra: Parte de un todo (comunidad biológica, masa de agua, sedimento) que se considera representativa de ese todo.

Muestreo: Proceso mediante el cual se representa un ámbito general a través de la recogida de elementos discretos del mismo, denominados muestras.

Nitratos: Resultado de la descomposición en presencia de oxígeno de compuestos orgánicos nitrogenados. Son nutrientes fácilmente asimilables por las plantas, por lo que son utilizadas como fertilizantes.

Nitritos: Estado intermedio en el ciclo del nitrógeno. Se forma por oxidación del amonio o por reducción del nitrato. Pueden encontrarse altas concentraciones en zonas con vertidos industriales.

Nivel de referencia: Valor que se considera normal o habitual para un determinado parámetro o variable en un determinado lugar y estación del año.

Nutriente: Término genérico para cualquier sustancia que pueda utilizarse en los procesos metabólicos del organismo

Oxígeno: Oxígeno molecular incorporado al agua en fase líquida. La solubilidad del oxígeno en agua depende, además de su presión parcial, de la temperatura. La concentración de oxígeno disuelto en las aguas naturales es crucial para los animales acuáticos que lo utilizan en la respiración.

PCBs: PoliCloroBifenilos. Los PCBs son compuestos utilizados como refrigerantes en transformadores eléctricos principalmente, pero también se utilizan en pinturas, plaguicidas, adhesivos, tuberías de gas, edificios y naves, selladores de empaquetaduras...

Pelágico: Con medio pelágico nos referimos al medio acuático, no asociado al fondo, esto es, la columna de agua. De este modo, organismos pelágicos son aquellos que viven de forma libre, nadando o flotando, y sin hallarse ligados al fondo.

Polihalino: Ambiente con agua cuya salinidad oscila entre 18 y 30 ‰.

Poliqueto: Gusanos anélidos con numerosos anillos en su cuerpo, provistos de cerdas denominadas "quetas".

Potencial Redox: Es la diferencia de potencial eléctrico electrodo de referencia y otro de medida sumergido en un sistema de óxido-reducción. Las sustancias con potenciales redox más negativos, tienen mayor tendencia a ceder electrones que las sustancias con potenciales redox menos negativos o positivos.

Precipitaciones: Total de agua aportada a una superficie determinada en forma de lluvia, nieve, granizo u otro hidrometeoro, normalmente expresada en milímetros o, lo que es equivalente, litros por metro cuadrado.

Promedio/media aritmética: Es la cantidad que se obtiene al sumar el conjunto de datos que intervienen en la muestra entre el total de datos.

Salinidad: Es la concentración de las sales minerales solubles en el agua (principalmente, de los metales como el sodio, magnesio y calcio).

Salobre: agua más salada que el agua dulce (< 0.5 ppm) y el agua del mar (> 35 ppm).

Sedimento: Toda partícula, de cualquier tamaño, que es transportada o depositada después del transporte. El transporte lo realiza generalmente el agua, el viento o el hielo.

Sésil: Organismo que vive fijo al sustrato y carece total o parcialmente de capacidad de movimiento.

Solubilidad: En términos generales, es la facilidad con que un sólido puede mezclarse homogéneamente con el agua para proporcionar una solución química.

Sonda multiparamétrica: Aparato utilizado para medir más de un parámetro o variable en el agua. En nuestro caso, la sonda multiparamétrica nos proporciona datos acerca de temperatura, salinidad, conductividad, oxígeno disuelto, pH y potencial redox. Una sonda puede medir tantos parámetros como sensores lleve asociados.

Sonda multisensor (CTD): Es el instrumento estándar utilizado en la actualidad para medir temperatura, salinidad y a menudo también contenido en oxígeno disuelto en la columna de agua. Se le denomina CTD por sus siglas en inglés (Conductivity=conductividad, Temperature=temperatura y Depth=profundidad)

Temperatura: Es una de las magnitudes que miden el estado de la materia. Cuando un cuerpo intercambia calor con el ambiente, generalmente cambia su temperatura.

Terebélido: Poliquetos sedentarios marinos provistos de largos tentáculos.

Turbidez: Medida de la pérdida de su transparencia, ocasionada por el material particulado o en suspensión que hay en un cuerpo de agua. Este material puede consistir de arcillas limos, plankton o material orgánico finamente dividido.

UFC (Unidades Formadoras de Colonias): Se refiere a el número de colonias de un determinado organismo bacteriano que aparecen en el medio de cultivo apropiado para su crecimiento. Se considera que cada unidad formadora de colonia proviene de una única célula, con lo cual, podremos estimar que el número de UFC en una placa de cultivo equivale al número de microorganismos presentes en la muestra.

Umbral: Valor que ha de ser sobrepasado para que una señal sea detectada.

Variable: Característica que se quiere medir y que puede adquirir diferentes valores. Para medir variables se requieren indicadores.