



6

Vigilancia de las
Aguas Litorales
2007-2008

documentos técnicos
DE MEDIO AMBIENTE



GOBIERNO
de
CANTABRIA

Consejería de Medio Ambiente

6

Vigilancia de las
Aguas Litorales
2007-2008



Impreso en papel totalmente libre de cloro, procedente de explotaciones controladas

Autores: **Instituto de Hidráulica Ambiental. Universidad de Cantabria**

Estudio financiado por: **Dirección General de Obras Hidráulicas y Ciclo Integral del Agua**


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

Consejería de Medio Ambiente

Gobierno de Cantabria

Depósito Legal: **SA-934-2009**

Diseño: **Block comunicación**

Maquetación: **7PIES** 

Imprime: **Gráficas Quinzaños**

índice

• Presentación	5
• Resumen	7
1. Zonas de Estudio	9
1.1. Masas de agua de transición	10
1.2. Masas de agua costeras	13
2. Campañas Efectuadas y Variables Analizadas	15
3. Toma y Procesado de las Muestras	21
3.1. Estudio del medio pelágico	22
3.2. Estudio de los sedimentos y macroinvertebrados bentónicos	24
3.3. Estudio de las macroalgas	25
4. Resultados	27
4.1. Masas de agua de transición	28
4.1.1. <i>Calidad físico-química del agua</i>	28
4.1.2. <i>Comunidades de fitoplancton</i>	35
4.1.3. <i>Calidad físico-química del sedimento</i>	38
4.1.4. <i>Comunidades de invertebrados bentónicos</i>	41
4.1.5. <i>Síntesis de la evaluación de la calidad de los estuarios</i>	49
4.2. Masas de agua costeras	52
4.2.1. <i>Calidad físico-química del agua</i>	52
4.2.2. <i>Comunidades de fitoplancton</i>	55
4.2.3. <i>Calidad físico-química del sedimento</i>	57
4.2.4. <i>Comunidades de invertebrados bentónicos</i>	59
4.2.5. <i>Comunidades de macroalgas</i>	64
4.2.6. <i>Síntesis de la evaluación de la calidad de las aguas costeras</i>	69
5. Glosario	71



presentación

*La transposición al derecho español de la **Directiva Marco del Agua (DMA)** de la UE, a finales de 2003, confrontó a las Administraciones Públicas de nuestro país con un nuevo paradigma de gestión de las aguas continentales y costeras, orientado a garantizar su buen estado ecológico y químico como premisa de actuación. Un cambio de modelo cuya filosofía recoge el primer punto del preámbulo de la DMA: “el agua no es un bien comercial como los demás, sino un patrimonio que hay que proteger, defender y tratar como tal”.*

Esta directiva establece que toda política de aguas eficaz y coherente ha de tomar en consideración el carácter vulnerable de los ecosistemas acuáticos ubicados cerca de las costas y los estuarios; además de plasmar cómo el equilibrio de las áreas señaladas está en relación directa con la situación de las aguas continentales y, por tanto, resulta imprescindible una gestión integral.

*En esta línea, la **Consejería de Medio Ambiente del Gobierno de Cantabria** creó en 2005 la **Red de Calidad del Litoral**, que facilita el control del estado de las aguas de transición y costeras. Sus datos facilitan la implementación de una política hidrológica coherente, que contribuye a la reducción de las sustancias contaminantes y sus concentraciones en el medio marino, tal y como determina la DMA.*

*El presente documento recoge el trabajo y resultados de la Red durante 2007 y 2008, fruto del monitoreo ambiental exhaustivo efectuado en las aguas costeras y 15 estuarios cántabros, gracias a 68 estaciones de control de calidad de aguas, 69 de sedimentos y fauna bentónica y 21 puntos de seguimiento en la costa, de Tina Mayor a la Punta de Covarón. Todo ello, con una clara vocación multidisciplinar y de colaboración entre administraciones y sociedad civil, como muestra la participación de la **Universidad de Cantabria** -por medio del **Instituto de Hidráulica Ambiental**- la **Asociación Científica de Estudios Marinos (ACEM)** o el **Ministerio de Ciencia e Innovación**, a través del **Instituto Oceanográfico Español**, entre otros actores.*

Al rigor científico-técnico imprescindible en esta materia, se le suma la asunción de los criterios de transparencia y participación pública, que consagra la DMA y que definen un diseño de política y marcos gestores de abajo a arriba, en el que la sociedad de Cantabria es escuchada y participa, de forma determinante, en el proceso de toma decisiones.

Los principios de orientación ambiental, transparencia, participación y sostenibilidad vertebran este informe y su correspondiente difusión pública, marcando -a su vez- la senda a seguir para alcanzar la meta final: el estado óptimo de nuestras masas de agua para 2015.

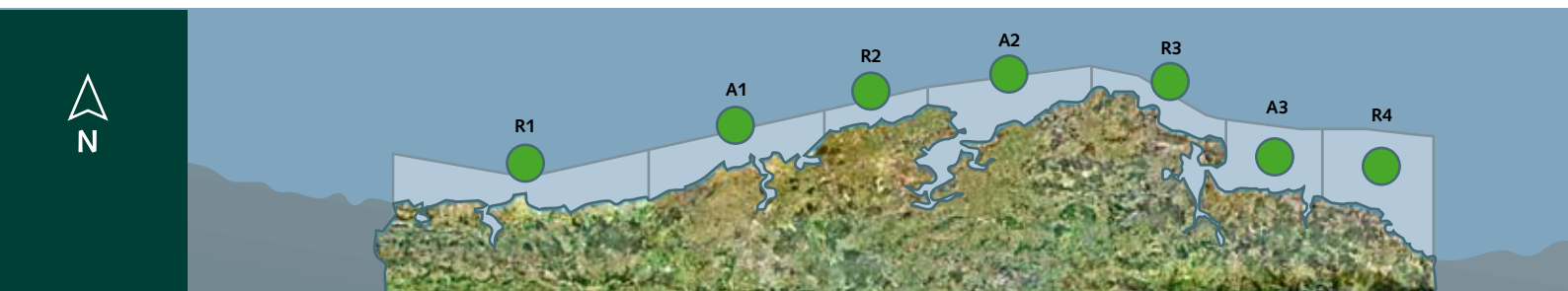
Francisco Martín Gallego




Consejero de Medio Ambiente, Gobierno de Cantabria

Agua de Transición



Agua Costeras



-  Buen estado
-  Estado mejorable
-  Mal estado

resumen

Las aguas litorales de Cantabria presentan, en términos generales, una buena calidad, aunque existen focos de contaminación urbana e industrial que afectan al buen estado ecológico y químico.

Los estuarios son los ambientes más amenazados, dado que son los sistemas más sensibles y los que mayor presión humana reciben. De todos ellos, destaca especialmente la ría de San Martín de la Arena (Suances), donde existen importantes procesos de contaminación orgánica, que provocan una disminución del oxígeno disuelto, y concentraciones de metales pesados en los sedimentos muy elevadas.

En mucha menor medida, se detecta el efecto de los vertidos de aguas residuales urbanas en algunos estuarios como la Bahía de Santander, la ría de Galizano, la ría de Ajo y las marismas de Santoña. Además, en algunas zonas de la bahía de Santander se detecta la presencia de hidrocarburos y metales pesados por encima de los niveles habituales.

*En otros estuarios, como en Oyambre, se observan anomalías en sus características fisicoquímicas que podrían deberse a la alteración hidrodinámica que sufre el estuario, actualmente en proceso de recuperación. No obstante, la mayor amenaza en este estuario es su ocupación por la especie invasora *Baccharis halimifolia* (Chilca).*

Las marismas de Victoria son un caso singular dentro de los estuarios de Cantabria, dado que presenta un estado de eutrofización derivado de su condición de laguna litoral. Este proceso genera un crecimiento excesivo del fitoplancton y oscilaciones bruscas en la concentración de oxígeno disuelto.

En relación con la evolución temporal, en general se detecta una mejora en la calidad de los estuarios respecto al período precedente (2005-2006), aunque esta tendencia no es generalizable.

Las aguas costeras presentan una buena calidad del agua y los sedimentos, y sus comunidades biológicas se encuentran en buen estado. No obstante en algún caso se detecta la influencia de los aportes contaminantes procedentes de los estuarios, especialmente en la zona costera frente a la ría de San Martín.



1 | Zonas de Estudio



Zonas de Estudio

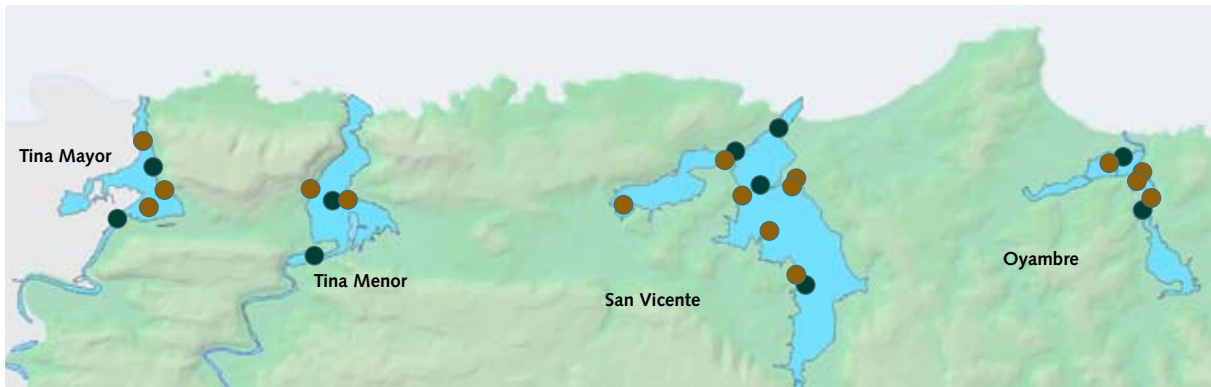


1.1. MASAS DE AGUA DE TRANSICIÓN

En la red de calidad del litoral se analizan 15 estuarios, siendo, de Oeste a Este, los que se relacionan a continuación: Tina Mayor, Tina Menor, San Vicente, Oyambre, San Martín de la Arena, Mogro, San Juan de la Canal, La Maruca, Bahía de Santander, Galizano, Ajo, Joyel, Victoria, Marismas de Santoña y Oriñón.

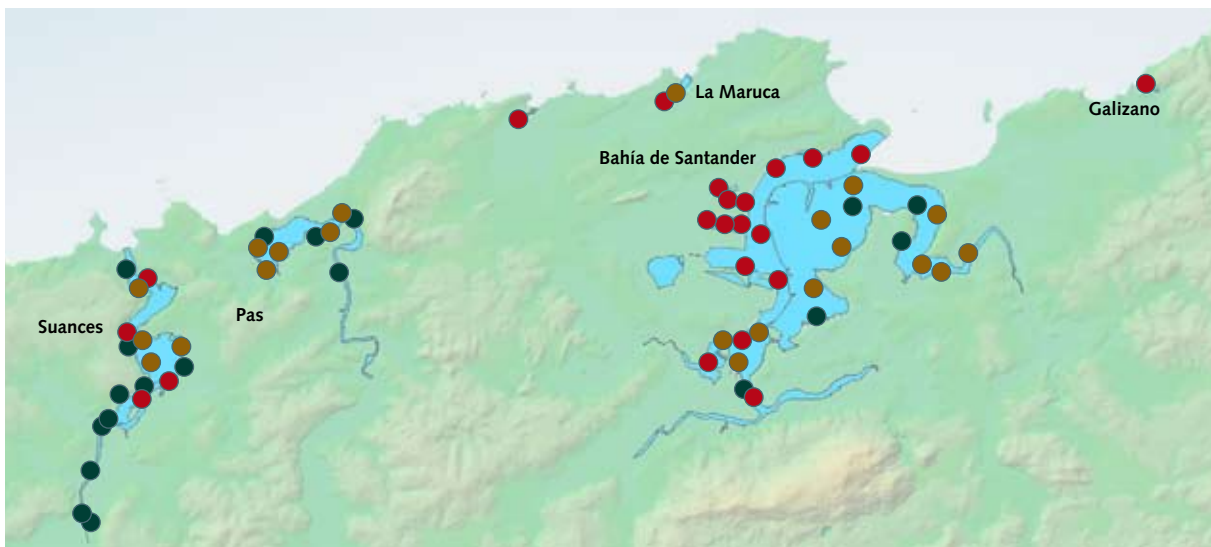
En estas zonas estuarinas, se han establecido 68 estaciones para el control de la calidad de las aguas y 69 para el estudio de la calidad de los sedimentos y las comunidades bentónicas de fondo blando. La localización de dichas estaciones se muestra en las siguientes figuras.

Estaciones de agua y sedimento en los estuarios de la zona occidental



- Agua
- Bentos

Estaciones de agua y sedimento en los estuarios de la zona central



- Agua
- Agua / Bentos
- Bentos

Estaciones de agua y sedimento en los estuarios de la zona oriental



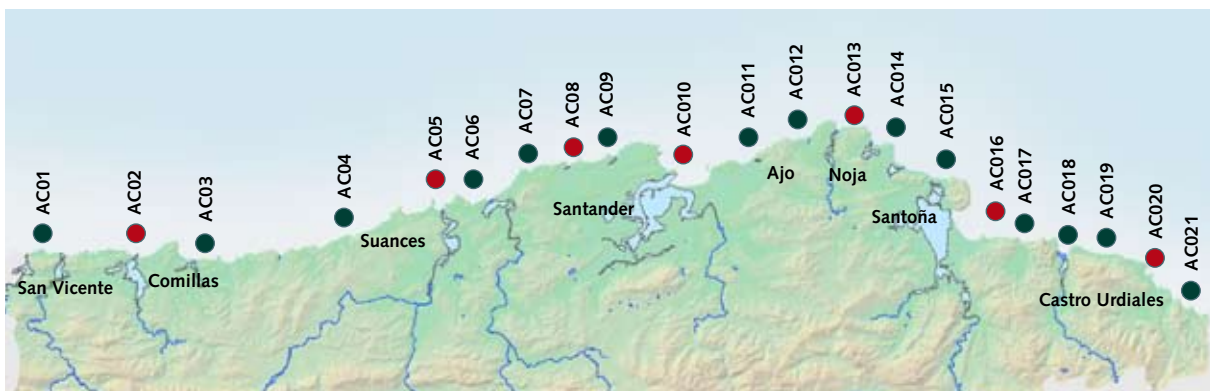
- Agua
- Agua / Bentos
- Bentos



1.2. MASAS DE AGUA COSTERAS

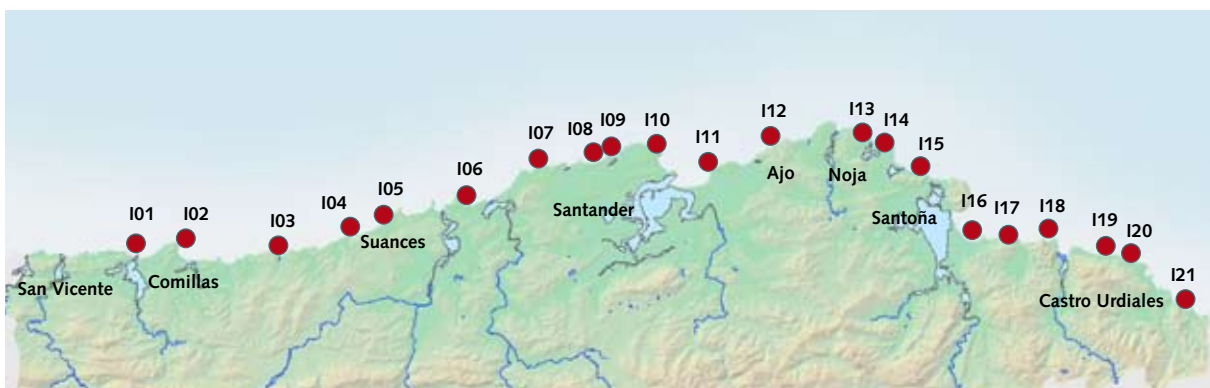
Para el estudio de las aguas costeras se han establecido 21 estaciones distribuidas desde Tina Mayor, al Oeste, hasta la Punta de Covarón, al Este, y un límite de 1-2 millas náuticas al Norte. Dichas estaciones han sido seleccionadas en función de su profundidad y distancia a la costa, entre otros factores, con la finalidad de obtener la mayor representatividad posible. En todas las estaciones se analiza la calidad físico-química del agua en superficie y profundidad, y en 7 de ellas el medio bentónico de fondo blando (sedimentos y macroinvertebrados). Por otra parte, se han establecido 21 puntos de control de macroalgas en los fondos rocosos costeros.

Estaciones de muestreo de agua, sedimentos y macroinvertebrados en las zonas costeras



- Agua
- Agua / Bentos

Estaciones de muestreo de macroalgas en las zonas costeras





2 | Campañas efectuadas y variables analizadas



Campañas efectuadas y variables analizadas



En el período de estudio se han realizado 6 campañas para el análisis de la calidad físico-química de las masas de agua: abril-mayo, julio y octubre-noviembre de 2007, febrero-marzo, junio, septiembre (costa) y octubre-noviembre (estuarios) de 2008.

El muestreo del fitoplancton se efectuó de forma simultánea en cuatro de dichas campañas, correspondientes a la primavera y otoño de 2007 y 2008.

Para la caracterización de los sedimentos y de las comunidades de invertebrados bentónicos se llevó a cabo una campaña anual, en agosto de 2007 y julio de 2008 en los estuarios, y en noviembre de 2007 y septiembre de 2008 en costa.

El estudio de las comunidades de macroalgas en costa se realizó durante los períodos de mareas vivas de los meses de junio, julio, agosto y septiembre de 2008.

Las campañas efectuadas y variables analizadas en cada caso se indican en las tablas adjuntas:

	2007			2008			
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
Agua	✓	✓	✓	✓	✓		✓
Sedimentos		✓ *	✓ **			✓ *	✓ **
Fitoplancton	✓		✓		✓		✓
Macroinvertebrados		✓ *	✓ **			✓ *	✓ **
Macroalgas						✓ **	

* Sólo en estuarios ** Sólo en costa

☐ Análisis de aguas

Variable	Unidades de medida	Periodicidad
Salinidad	UPS	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 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

☐ Análisis de sedimentos

Variable	Unidades de medida	Periodicidad
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 fitoplancton

Variable	Unidades de medida	Periodicidad
Abundancia específica	Nº células/ml	Semestral

☐☐ Análisis de macroinvertebrados

Variable	Unidades de medida	Periodicidad
Abundancia específica	Nº individuos/m ²	Anual
Biomasa	g PFE/m ²	Anual



■ ■ ■ Análisis de macroalgas

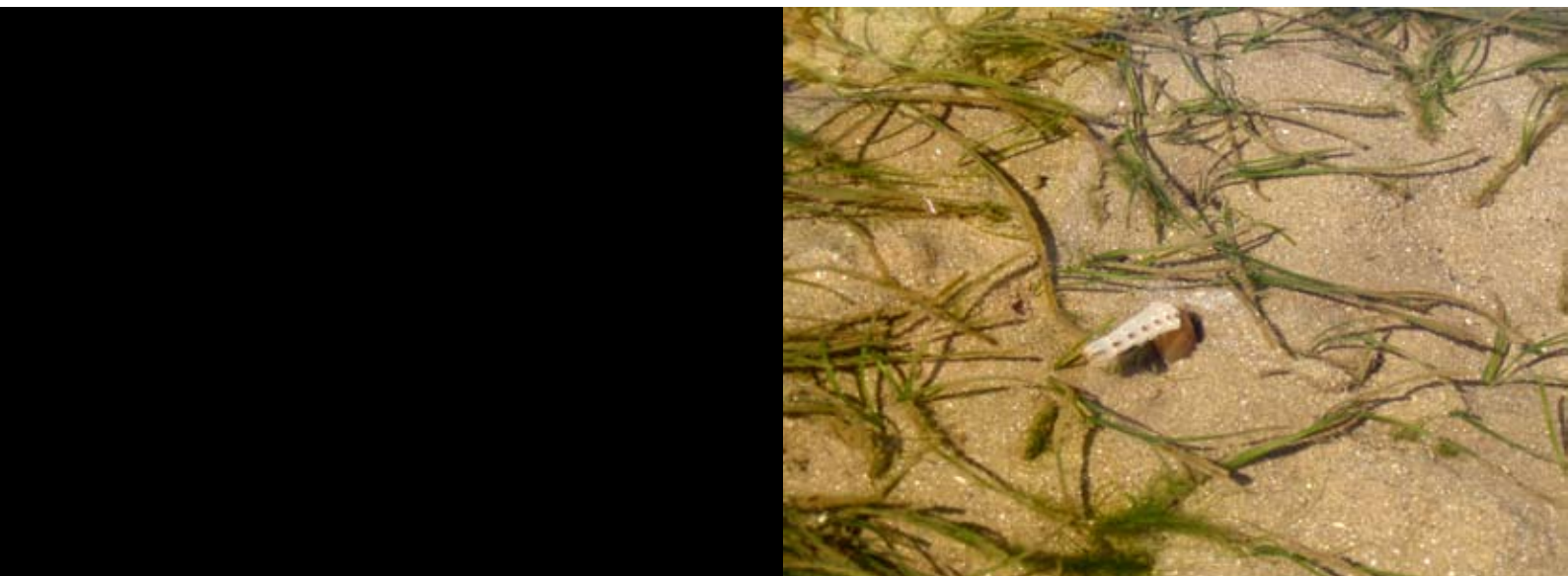
Variable	Unidades de medida	Periodicidad
Cobertura	%	Trianual
Riqueza de comunidades	Número	Trianual





3 | Toma y procesado de las muestras

Toma y procesado de las muestras



3.1. ESTUDIO DEL MEDIO PELÁGICO

En estuarios, el acceso a las estaciones de muestreo se realiza a pie. La temperatura, el pH, el oxígeno disuelto y la salinidad se miden en el momento mediante sonda multiparamétrica portátil.

Para el muestreo en aguas costeras se emplea el Barco Oceanográfico “José Rioja” perteneciente al Instituto Español de Oceanografía (IEO). En este caso, para la medición de las variables en el campo se utiliza un CTD, que permite obtener perfiles continuos de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, clorofila, turbidez e irradiancia a lo largo de toda la columna de agua. Determinadas variables, como detergentes, sólidos en suspensión, aceites, grasas y nutrientes, no pueden ser medidas con el CTD, por lo que se requiere la toma de muestras a diferentes profundidades con botellas oceanográficas “Niskin”.

En ambos casos, 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 desde costa



☐ CTD y Botellas Niskin para la toma de muestras en el medio pelágico



❖ Procesado de muestras en el laboratorio



3.2. ESTUDIO DE LOS SEDIMENTOS Y MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

Para el estudio de las comunidades de macroinvertebrados en estuarios se toman muestras de 2500 cm² de superficie por 15 cm de profundidad, mediante extracción directa. En costa, debido a la profundidad, para la extracción de las muestras de sedimento y de los invertebrados se utiliza una draga "Box Corer" de 170 cm² de superficie por 15-20 cm de profundidad. En ambos medios se toman muestras adicionales para el análisis de la calidad de los sedimentos.

Las muestras destinadas al estudio de las comunidades bentónicas se criban a través de tamices de 1 mm de luz de malla. Posteriormente, todos los organismos retenidos son identificados y cuantificados en el laboratorio por especialistas.

❖ Toma de muestras en fondos blandos submareales, con draga Box-Corer



☛ Toma de muestras en fondos blandos intermareales



3.3. ESTUDIO DE LAS MACROALGAS

Para el estudio de las macroalgas en el intermareal costero se efectúa un muestreo cualitativo aprovechando las bajamares vivas, que permiten la accesibilidad a la mayor parte de la zona intermareal. En cada punto se evalúa visualmente el porcentaje de recubrimiento de las diferentes comunidades existentes sobre el sustrato rocoso estable, susceptible de ser colonizado por las algas. Las zonas cubiertas por animales (percebes, mejillones, poliquetos, etc.) que impiden el asentamiento de macroalgas características no se consideran en la evaluación.

☛ Caracterización de las comunidades de macroalgas en el intermareal rocoso de zonas costeras

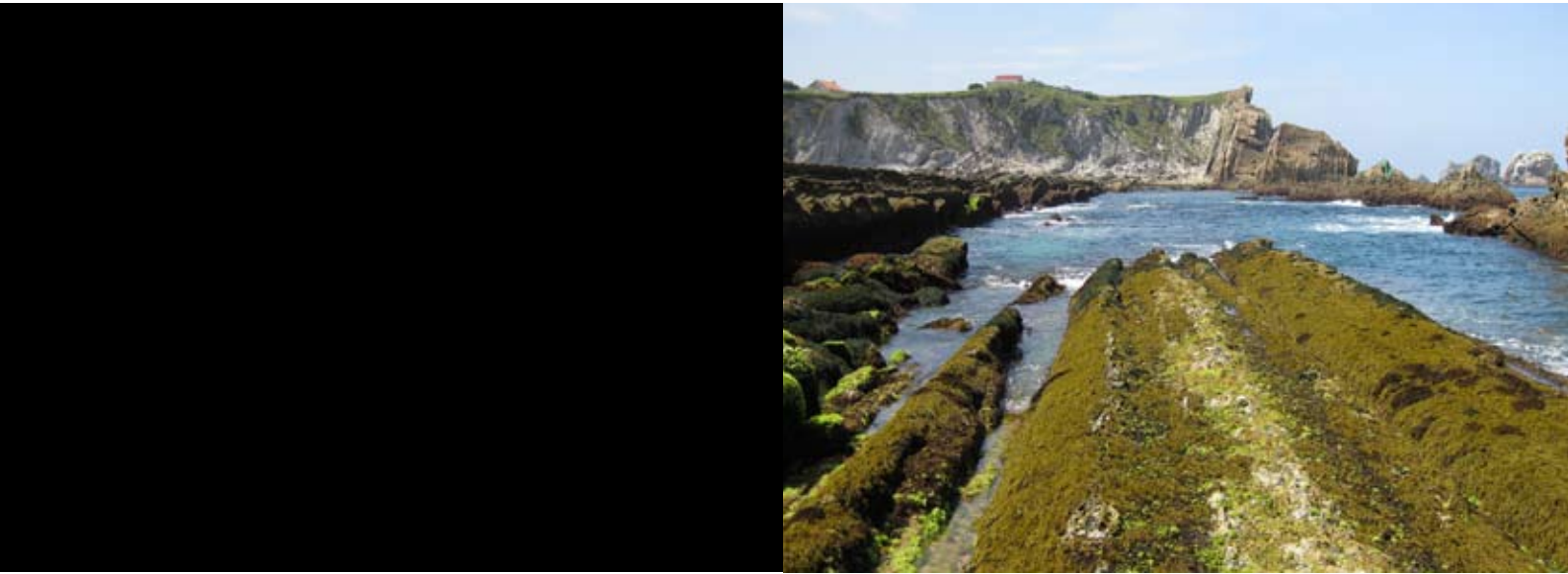




4 | Resultados



Resultados



Como resultado de las diferentes campañas efectuadas se han tomado una gran cantidad de datos acerca de la calidad del agua, las características de los sedimentos y las comunidades biológicas (fitoplancton, invertebrados, macroalgas). En este documento se sintetizan los resultados que se han considerado más relevantes, pudiendo consultarse la información detallada en los informes técnicos correspondientes.

4.1. MASAS DE AGUA DE TRANSICIÓN

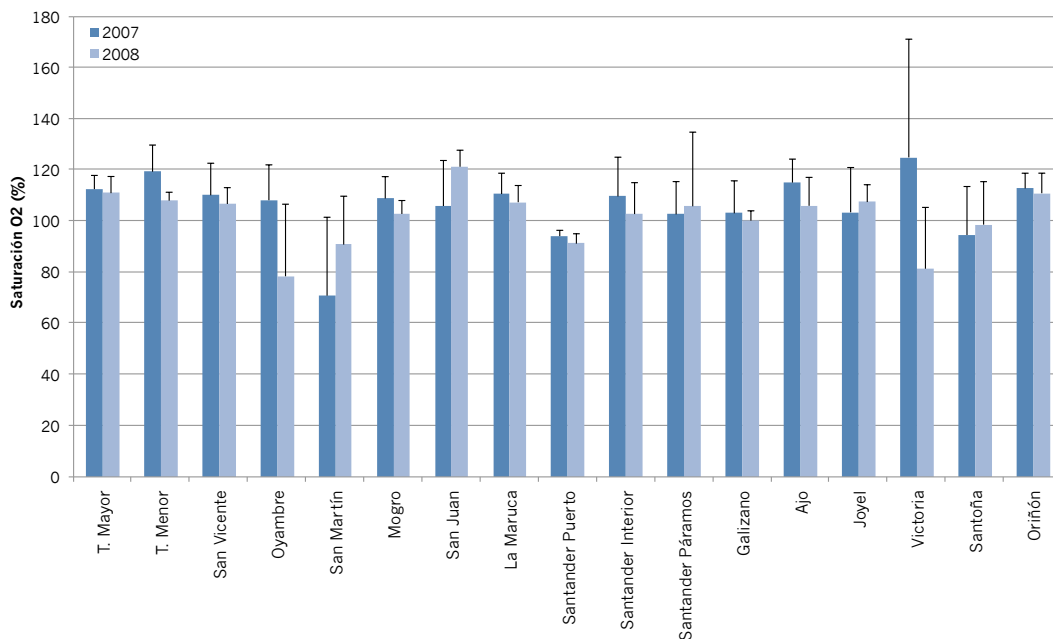
4.1.1. CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA DEL AGUA

- **Oxígeno disuelto**

Una buena calidad del agua requiere niveles adecuados de oxígeno, y sus oscilaciones pueden desencadenar situaciones de estrés para muchos organismos, incluso la muerte. Es por ello que la medición de oxígeno en el agua es una práctica rutinaria a la hora de valorar su calidad. La concentración de oxígeno en el agua puede variar en función de la actividad fotosintética de los productores primarios (vegetales), la actividad respiratoria de todos los organismos acuáticos y de la contaminación orgánica (aguas residuales, contaminación difusa) que aporta materia al medio acuático que consumirá oxígeno en el proceso de descomposición.

En los estuarios de Cantabria no existen, en general, problemas de oxígeno disuelto, encontrándose en la mayoría de los casos próximo a la saturación (situación de equilibrio). No obstante, este patrón general se modifica en la ría de San Martín de la Arena, debido a los importantes aportes contaminantes que recibe, los cuales generan procesos de reducción del oxígeno (hipoxia) en las zonas más internas del estuario. Otro caso singular son las marismas de Victoria, que presenta un estado de eutrofización natural y oscilaciones muy bruscas en la concentración de oxígeno disuelto. En los restantes estuarios solamente se registran valores medios inferiores al 100% en Oyambre, la zona portuaria de la Bahía de Santander y las marismas de Santoña.

■ Valores medios de la **saturación de oxígeno** disuelto en los estuarios analizados

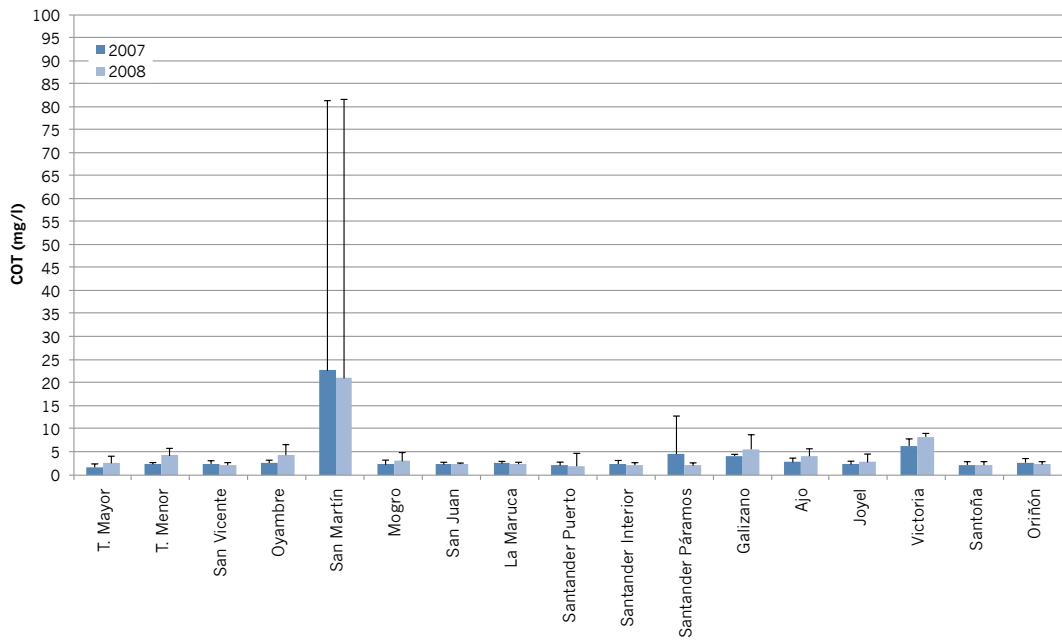


• **Carbono orgánico total**

El carbono orgánico puede tener origen natural o antrópico y es un buen indicador de la existencia de fuentes de contaminación orgánica. Por ello, en muchos casos, su concentración está inversamente relacionada con la de oxígeno disuelto.

La mayoría de los estuarios presentan valores medios inferiores a 5 mg/l, a excepción de las marismas de Victoria, donde es algo más elevado, y la ría de San Martín de la Arena, donde se superan los 20 mg/l. En este estuario la elevada concentración de materia orgánica registrada (con valores máximos de 297 mg/l) se asocia, fundamentalmente, a los vertidos procedentes de la industria papelera.

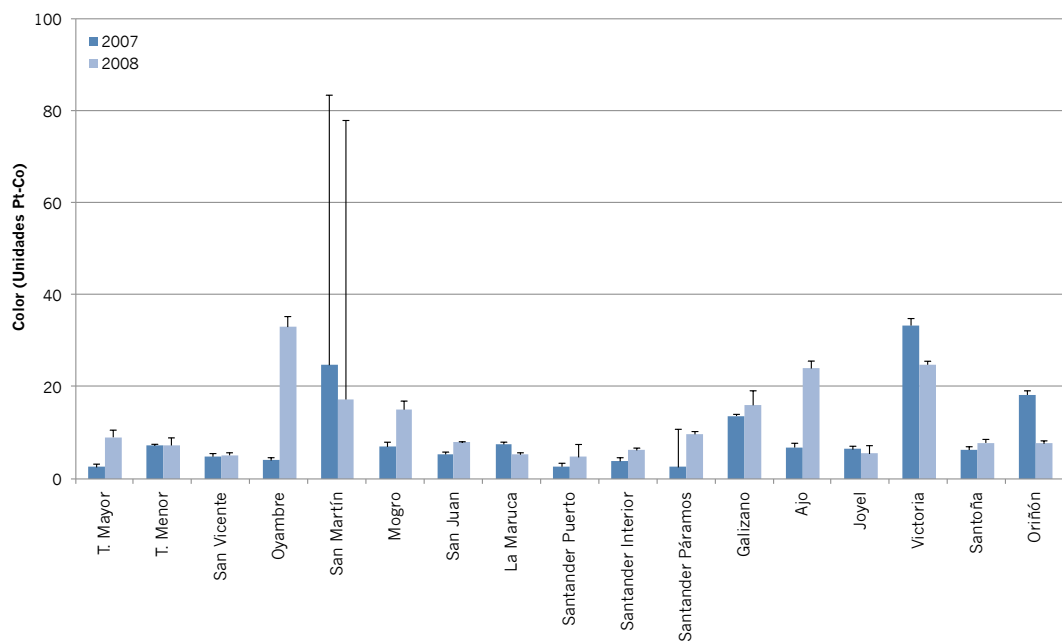
■ Valores medios de **carbono orgánico total** en los estuarios analizados



• **Color**

El color del agua se debe principalmente a materia vegetal en descomposición (algas, ligninas, ácidos húmicos...) así como a minerales como hierro y manganeso. Nuevamente encontramos valores de color por encima de la media en el Saja-Besaya, guardando estrecha relación con las ligninas provenientes de la industria papelera, y en las marismas de Victoria, asociándose en este caso a la elevada densidad de fitoplancton que su estado eutrófico genera. Además, puntualmente se observan valores elevados en Oyambre y la ría de Ajo en 2008.

■ Valores medios de **color** en los estuarios analizados



• **Nutrientes (formas de nitrógeno y fósforo)**

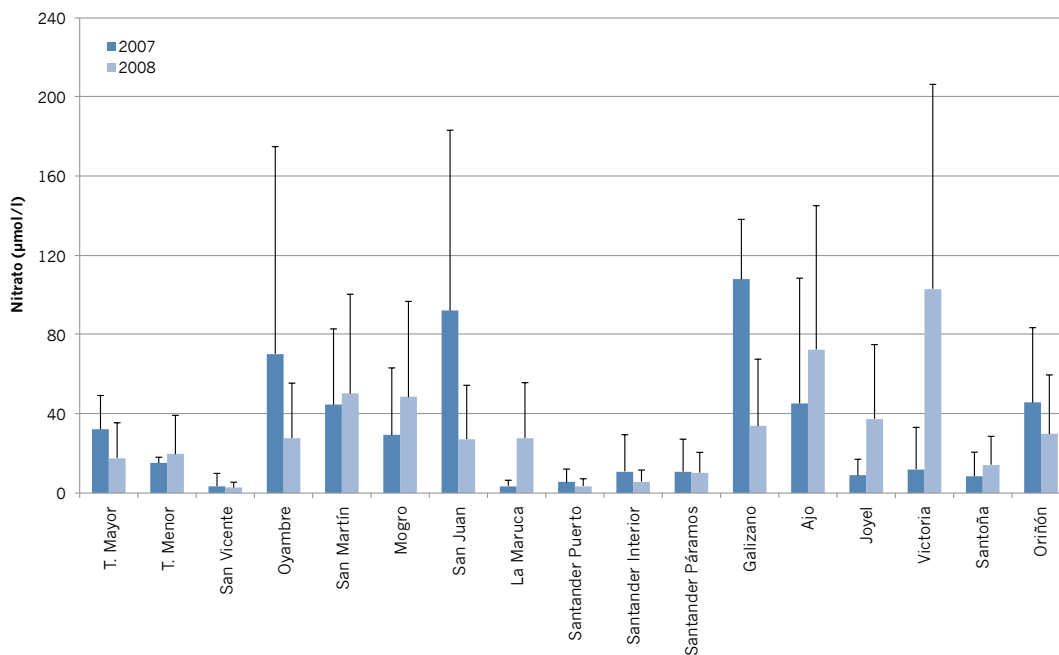
Los principales nutrientes disueltos en el agua de los estuarios son los compuestos de nitrógeno (amonio, nitrato, nitrito) y de fósforo (fosfatos). Su disponibilidad puede resultar un factor limitante para el desarrollo vegetal, aunque con la actividad humana su concentración puede aumentar considerablemente, generando una proliferación excesiva de fitoplancton o macroalgas, proceso denominado "eutrofización". Las elevadas concentraciones de amonio o fosfato se suelen asociar a vertidos de aguas residuales urbanas, mientras que el incremento en la concentración de nitrato proviene fundamentalmente de los aportes de los ríos.

CAMBIOS CAUSADOS EN EL AGUA A CAUSA DE LA EUTROFIZACIÓN	
Biológicos	Aumento de la actividad de organismos descomponedores. Enfermedad y muerte de animales acuáticos.
Físicos	Acumulación de animales y vegetales muertos en los fondos, freno a la circulación del agua. Cambio de color y propiedades ópticas en el agua.
Químicos	Disminución del oxígeno disuelto en el agua. Incremento de compuestos químicos como fosfatos, nitratos, etc.

	FUENTE NATURAL	FUENTE ARTIFICIAL	RANGO DE CONCENTRACIÓN
Amonio	No se encuentra en elevadas concentraciones de manera natural.	Residuos urbanos, descargas industriales.	Normal=15 micromol > 150 micromol=contaminación
Nitrato	Rocas ígneas, filtraciones a través de la tierra de materia orgánica.	Fertilizantes en zonas rurales.	Normal=10-20 micromol
Fosfato	Rocas, materia orgánica.	Aguas residuales con detergentes fosfatados, vertidos industriales y fertilizantes.	Normal=1 micromol > 1,5 micromol=exceso

De acuerdo con estas premisas, los nutrientes reflejan procesos de contaminación orgánica por aguas residuales urbanas en la ría de San Martín de la Arena, la ría de Galizano, la ría de Ajo y las marismas de Victoria, aunque en este último caso se atribuye más a su nivel de eutrofización. Además, hay que señalar que, aunque los valores medios no lo reflejan, se han medido concentraciones de nutrientes relativamente elevadas en San Juan de la Canal y algunos puntos de la bahía de Santander y las marismas de Santoña.

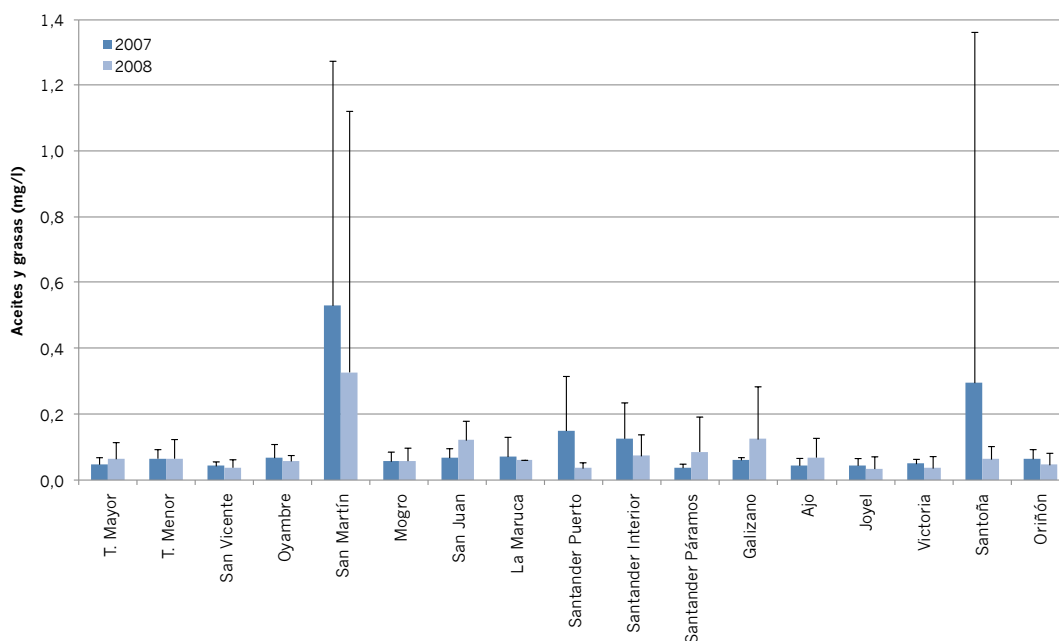
Valores medios de **nitrato** en los estuarios analizados



• Aceites y grasas

La concentración de aceites y grasas es bastante baja, destacando únicamente la registrada en la ría de San Martín y, en menor medida, en las marismas de Santoña, donde se registraron valores máximos superiores a 1 mg/l en algunos puntos.

Valores medios de **aceites y grasas** en los estuarios analizados



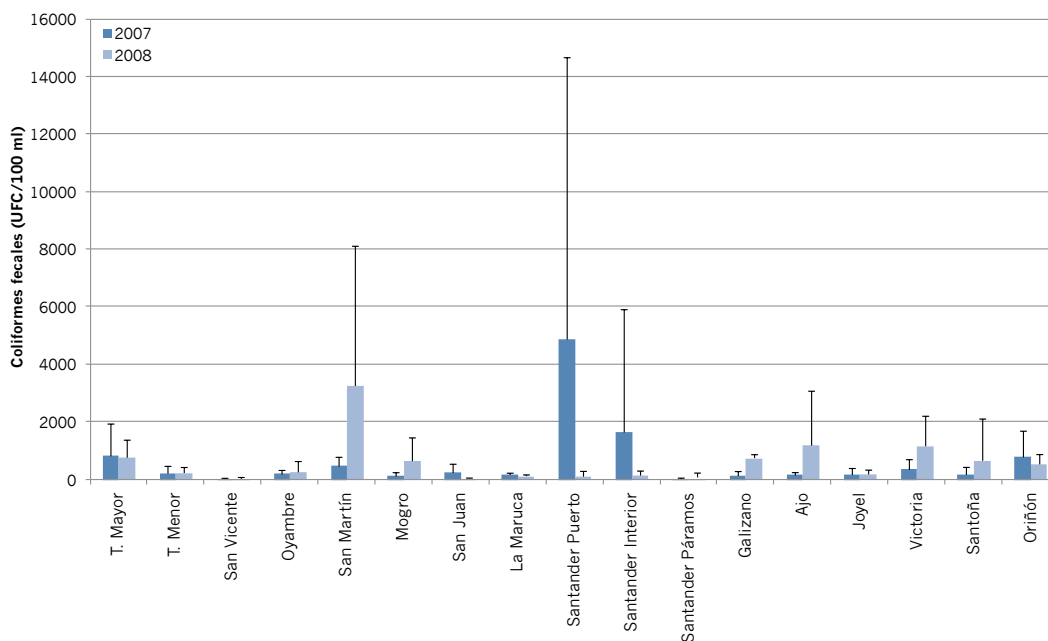
• Indicadores fecales

La cuantificación de bacterias termotolerantes de origen animal en ambientes acuáticos se emplea como indicador de la presencia de vertidos residuales de origen fecal. Los coliformes fecales se asocian en mayor grado a los vertidos puntuales de aguas residuales urbanas, mientras que los estreptococos fecales reflejan mejor la contaminación difusa de origen animal derivada de las actividades ganaderas.

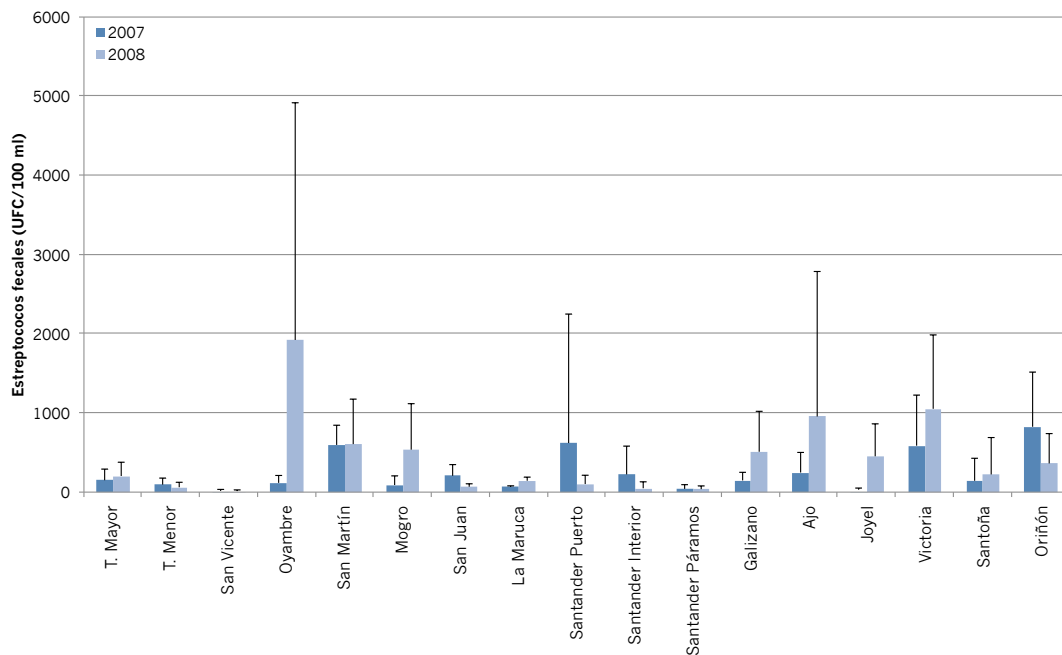
En cuanto a los coliformes destacan las concentraciones registradas en la ría de San Martín en 2008 y en la margen izquierda de la bahía de Santander en 2007. En la Bahía se registraron valores muy elevados en la dársena del Barrio Pesquero debido a un vertido de aguas residuales que existía en su interior, y que actualmente ya está recogido por el sistema de saneamiento, como reflejan los datos obtenidos al año siguiente. Puntualmente también se han registrado concentraciones algo superiores a la media en Tina Mayor, Ajo, Victoria, Santoña y Oriñón.

Los máximos de estreptococos se registraron en Oyambre y la ría de Ajo, y valores algo superiores a la media en otros estuarios como la ría de San Martín, Mogro, zona portuaria de la bahía de Santander, Galizano, Victoria u Oriñón, lo que indica contaminación de origen ganadero.

■ Valores medios de **coliformes totales** en los estuarios analizados



Valores medios de **estreptococos fecales** en los estuarios analizados



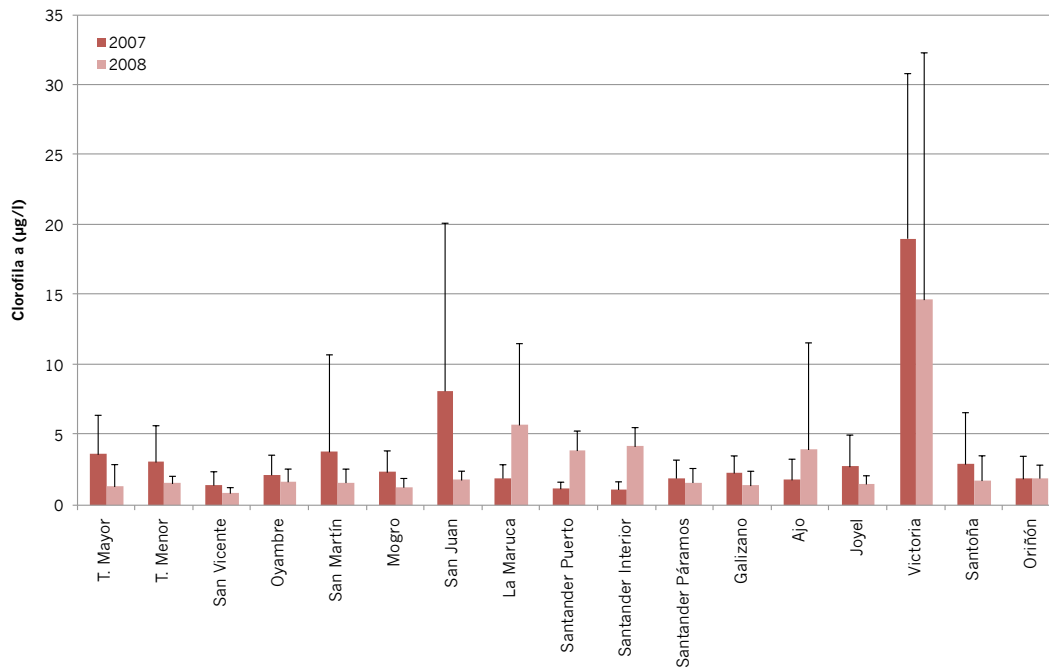
4.1.2. COMUNIDADES DE FITOPLANCTON

La importancia del estudio del fitoplancton en ambientes estuarinos radica en que éste se relaciona estrechamente con los ciclos biogeoquímicos de los nutrientes, con el equilibrio de las cadenas tróficas y con la producción potencial del sistema acuático. La clorofila "a" es el pigmento común a todos los organismos que realizan fotosíntesis con liberación de oxígeno, y su concentración se utiliza como un estimador de la biomasa algal (o fitoplanctónica) presente en el medio. En estuarios de zonas templadas (como son los de Cantabria) el ciclo anual del fitoplancton se caracteriza por presentar una o dos floraciones, en primavera y/o otoño, coincidentes con las condiciones óptimas de luz y temperatura.

• Clorofila "a"

Las concentraciones medias de clorofila "a" en los estuarios de Cantabria se encuentran dentro de los rangos normales para estuarios templados, registrándose mayores concentraciones, como cabe esperar, en la época primaveral. Como excepción, destacan los resultados obtenidos en las marismas de Victoria, que registra concentraciones medias superiores a los 14 $\mu\text{g/l}$, y máximos de 25 $\mu\text{g/l}$, tanto en el 2007 como en el 2008. Como se ha comentado anteriormente, este hecho se debe a su condición de laguna costera, que favorece la acumulación de nutrientes y el consecuente desarrollo de poblaciones fitoplanctónicas de elevada biomasa. Además, puntualmente se detectan concentraciones algo elevadas en otras zonas, como por ejemplo en San Juan de la Canal.

■ Valores medios de clorofila "a" en los estuarios analizados

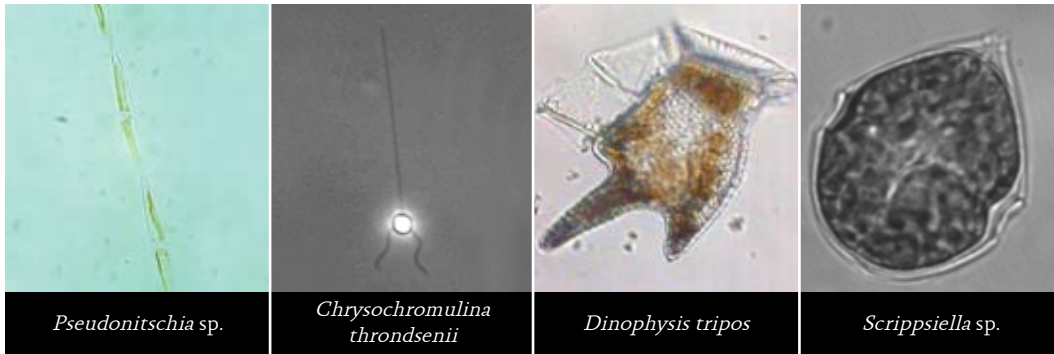


• Comunidad fitoplanctónica

La densidad fitoplanctónica en los estuarios de Cantabria es bastante homogénea, salvo en el caso de las marismas de Victoria, donde se alcanzan densidades superiores a las 30×10^6 células/l en primavera y a las 500×10^6 células/l en otoño. Estos *blooms* fitoplanctónicos estuvieron dominados por diatomeas, predominantes en la época primaveral, y por formas cocoides en otoño. La elevada densidad celular en el *bloom* primaveral se debe a la presencia masiva de una diatomea céntrica (*Hemiselmis* spp.). Este género también presenta densidades algo más elevadas en Joyel y Santoña. La elevada densidad celular encontrada en otoño se debe a las diatomeas y, en menor medida, a los dinoflagelados, en particular a la especie *Oxyrrhis marina*.



Algunas especies de fitoplancton observadas en las zonas estuáricas

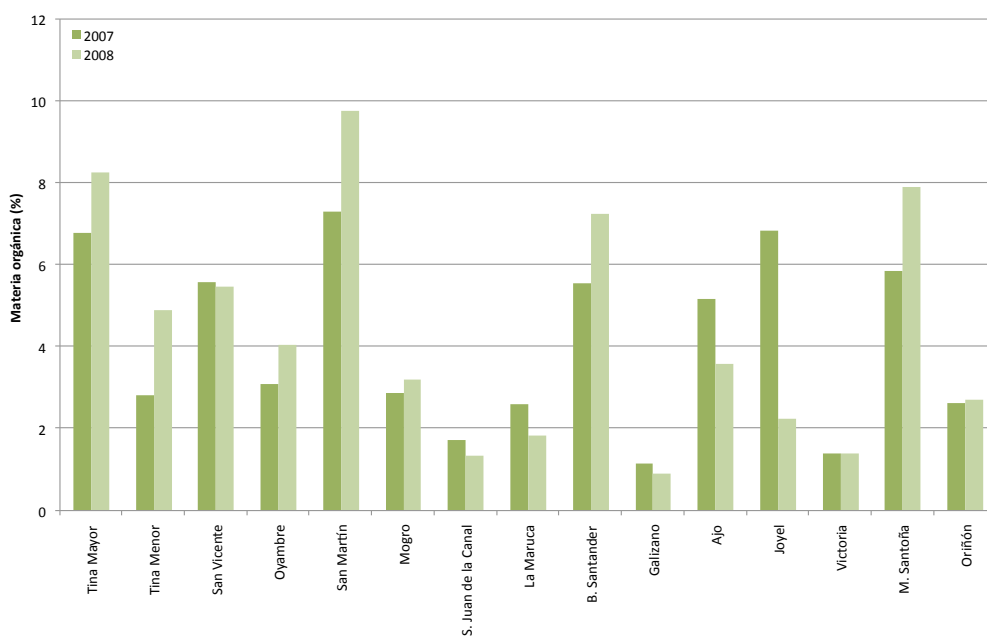


4.1.3. CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA DEL SEDIMENTO

• Materia Orgánica

Como en campañas precedentes, la ría de San Martín de la Arena registra los valores medios más elevados de materia orgánica, seguida de la Bahía de Santander, las Marismas de Santoña y la ría de Tina Mayor. En algunos casos, estas concentraciones de materia orgánica se asocian a la existencia de vertidos de aguas residuales urbanas, pero, en otras ocasiones, simplemente se debe al mayor porcentaje de fangos, fracción dominante principalmente en los ambientes estuarinos en los que las corrientes fluviales y mareales son menores (zonas internas).

Valores medios de **materia orgánica** en los estuarios analizados



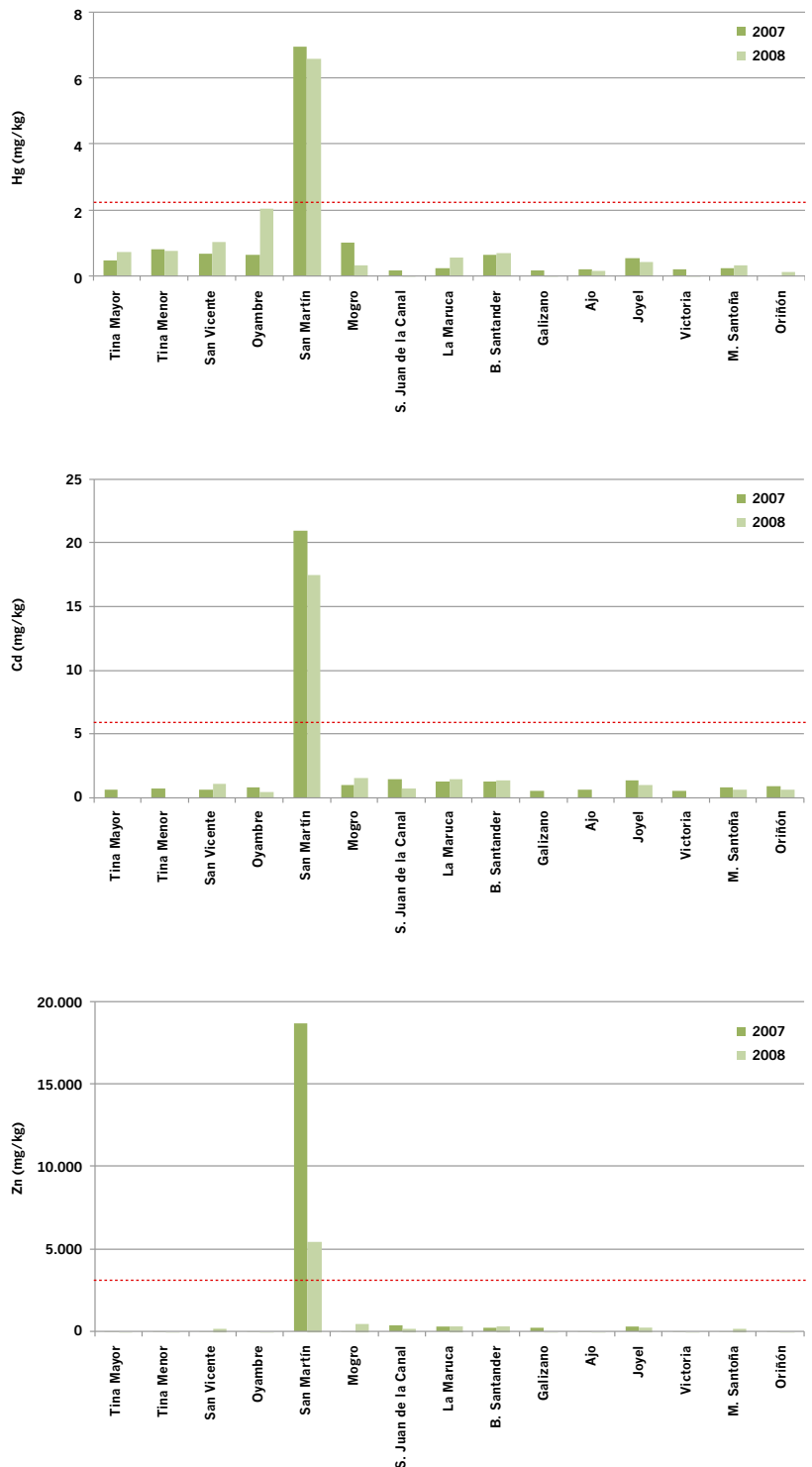
• Metales pesados

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 las actividades industriales. Su estudio es importante, dado que son elementos tóxicos, persistentes y bioacumulables.

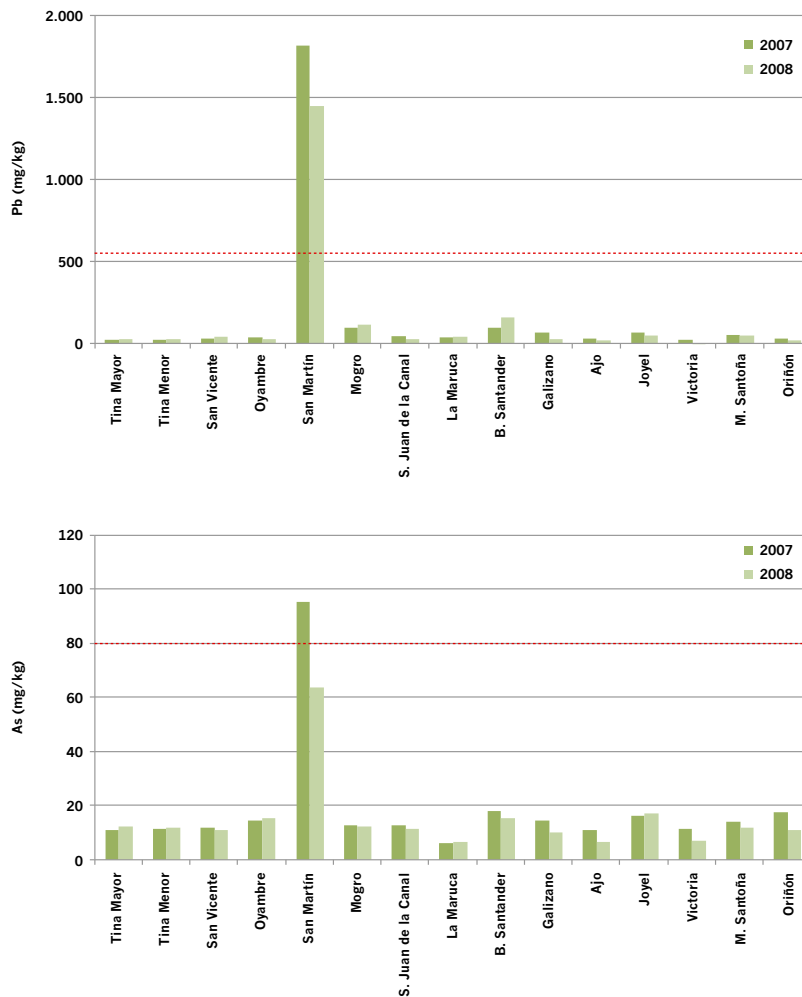
	FUENTES DEL METAL EN EL MEDIO AMBIENTE	USOS	PROBLEMAS AMBIENTALES
Zinc	Fertilizantes, lodos residuales, minería, fundiciones.	Industria automovilística, cosméticos, detergentes, pinturas, equipos eléctricos...	Acidificación del agua, biomagnificación, reducción de la vegetación y de la descomposición de 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 su movilidad son bajas.
Aluminio	Muy abundante en la corteza terrestre, no se encuentra de forma libre, sino en rocas ígneas.	Fabricación de 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...).	Suele inmovilizarse, pero en suelos con altas cantidades de Níquel, puede disminuir el crecimiento de plantas y algas.
Cadmio	Minería y uso de fertilizantes fosfatados.	Aleaciones, pigmentos, plásticos, cubiertas anticorrosión para hierros...	Alteración de procesos de microorganismos y en consecuencia de toda la cadena trófica.
Mercurio	Entra en el ambiente a través de rotura de minerales. Su incremento en el medio se debe a la acción humana.	Agricultura, papelería, industria odontológica (fabricación de empastes o productos de laboratorio entre otros).	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...	Altas concentraciones en el suelo afectan al crecimiento de plantas y a la descomposición de la materia orgánica.
Cromo	No se encuentra de forma libre en la naturaleza. Altas cantidades son consecuencia de la acción humana.	Fabricación de acero inoxidable, industria papelería, 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...	Bioasimilación y toxicidad aumentan con la salinidad, pero las concentraciones han de ser elevadas para notar el efecto.

En la ría de San Martín de la Arena se detectan concentraciones de mercurio, cadmio, plomo, zinc y arsénico muy superiores a las medidas en los restantes estuarios. También se detecta la acumulación de este tipo de contaminantes en algunas zonas de la bahía de Santander, aunque con concentraciones mucho menores. En el resto de estuarios, las concentraciones de metales pesados se encuentran dentro de los rangos normales.

Concentraciones de **mercurio, cadmio, zinc, plomo y arsénico** en los diferentes estuarios analizados.



* La línea punteada marca el nivel de referencia.



• Bifenilos Policlorados (PCBs) e Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs)

Solamente se ha detectado contaminación por PCBs e HAPs en algunas estaciones de la zona portuaria e interior de la bahía de Santander.

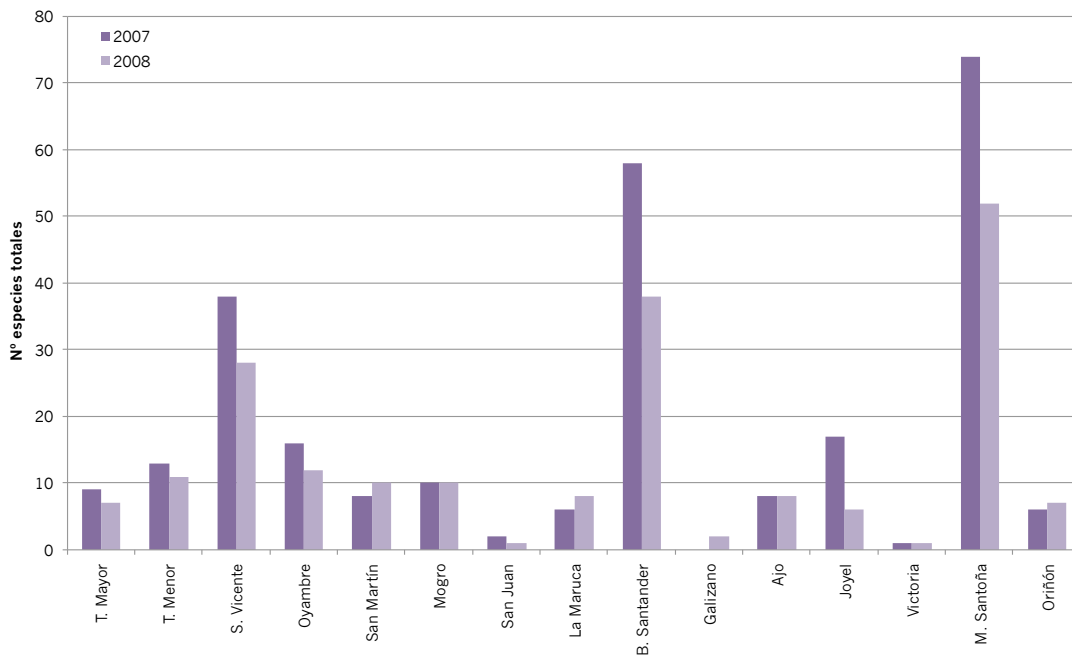
4.1.4. COMUNIDADES DE INVERTEBRADOS BENTÓNICOS

En las zonas intermareales del conjunto de estuarios analizados se han registrado 107 y 87 especies en 2007 y 2008, respectivamente. Asimismo, en las zonas submareales de la bahía de Santander se identificaron 103 especies en 2007 y 119 en 2008, mientras que en las estaciones submareales de la ría de San Martín únicamente se registraron 12 especies en 2007 y 14 en 2008.

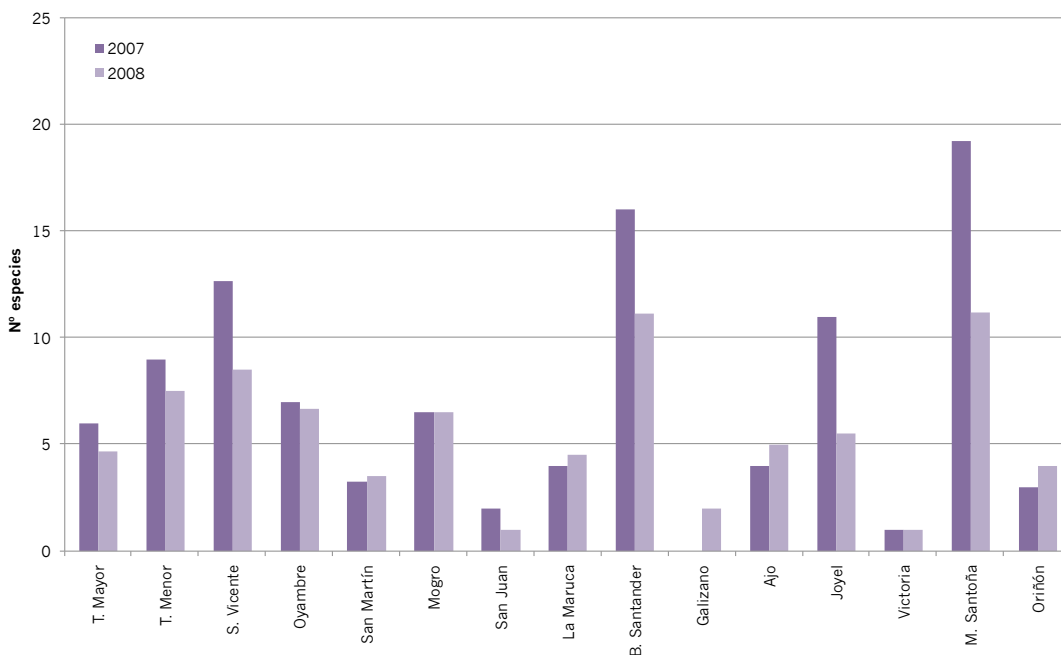
Los estuarios que mayor riqueza presentan son las marismas de San Vicente, la Bahía de Santander y las Marismas de Santoña, siendo especialmente elevada en el submareal de la Bahía. En general, la riqueza fue mayor en 2007 en las zonas intermareales, aunque no se observan diferencias significativas en el caso del submareal. Por el contrario, destacan, por su baja riqueza, los estuarios más pequeños (San Juan de la Canal, La Maruca, Galizano y Victoria), junto a la ría de San Martín de la Arena, especialmente en las zonas submareales más internas de este último estuario, donde los invertebrados bentónicos están prácticamente ausentes.

La diversidad es más homogénea, dado que depende, además del número de especies, de la distribución de sus abundancias. Así, en este caso los valores más bajos corresponden a la ría de San Martín, San Juan, Galizano, Victoria y Joyel. En el caso de Joyel, esta baja diversidad se debe a la dominancia del gasterópodo *H. ulvae*, especie que puntualmente presenta una elevada abundancia. Los valores máximos se registran en las marismas de Santoña y en la bahía de Santander, destacando especialmente la diversidad observada en las zonas submareales de este último estuario.

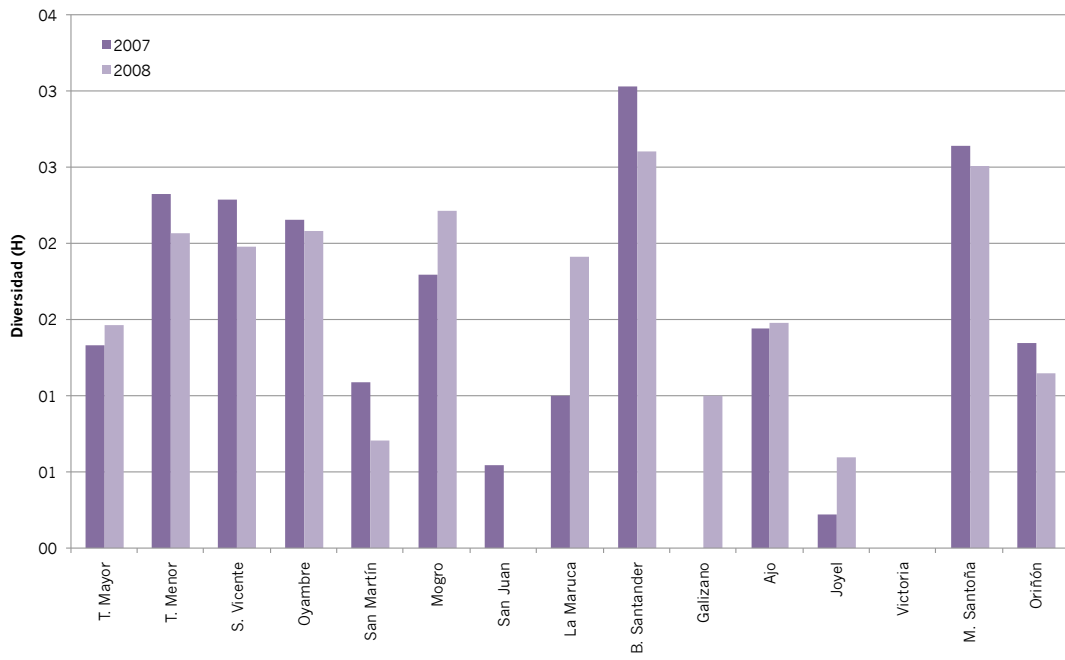
■ Riqueza total registrada en las zonas intermareales de los estuarios analizados



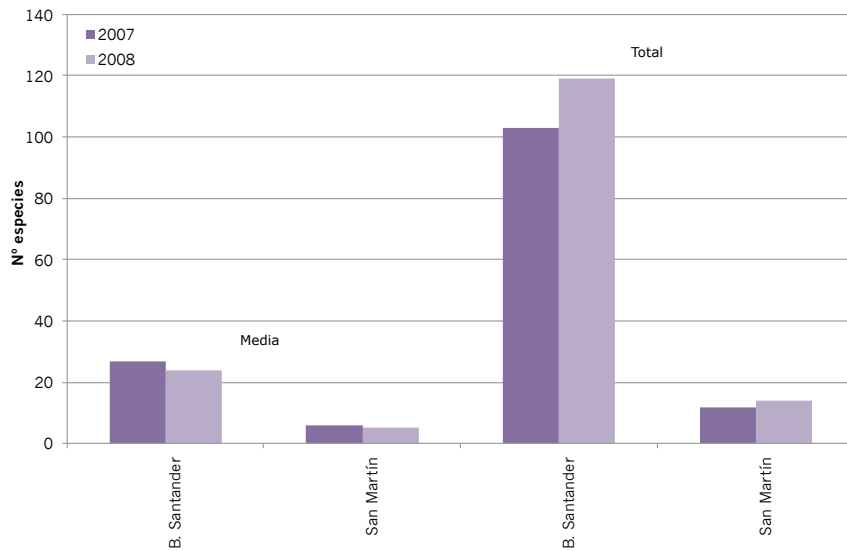
■ Riqueza media registrada en las zonas intermareales de los estuarios analizados



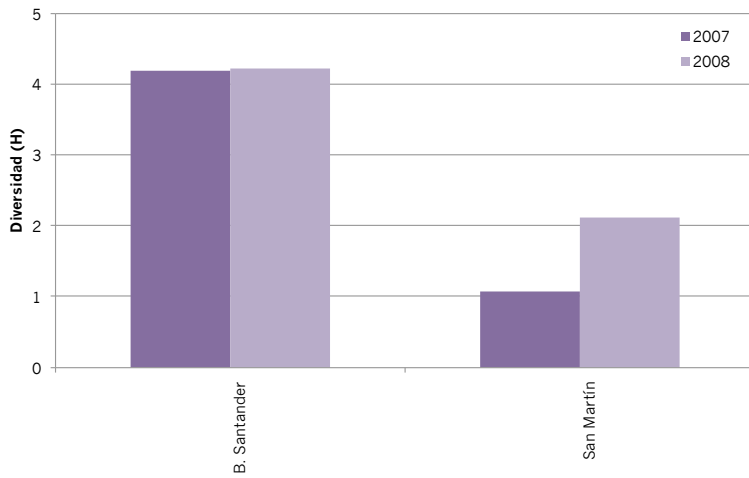
■ Diversidad media registrada en las zonas intermareales de los estuarios analizados



■ Riqueza total y media registrada en las zonas submareales de la bahía de Santander y la ría de San Martín de la Arena

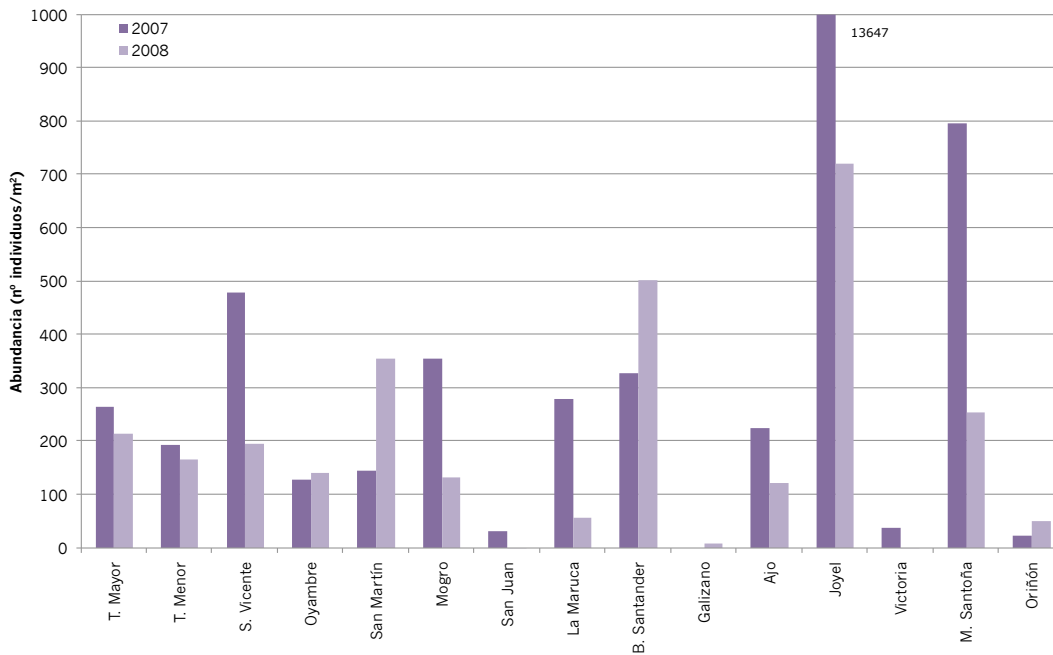


■ Diversidad media registrada en las zonas submareales de la bahía de Santander y la ría de San Martín de la Arena

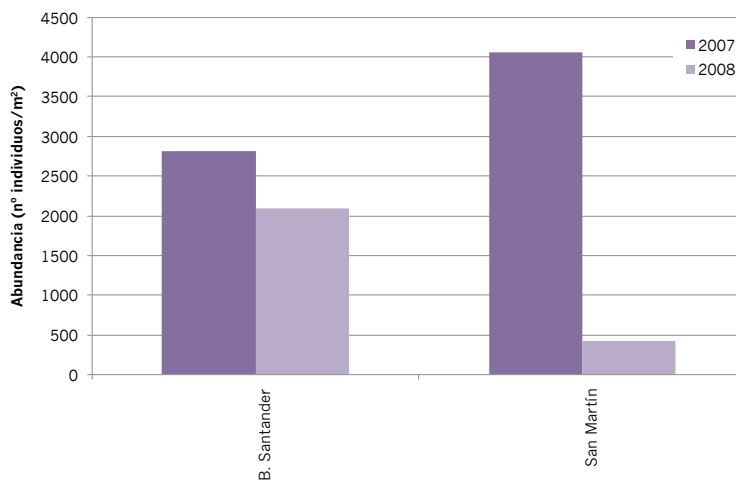


La abundancia es muy heterogénea espacial y temporalmente, siendo normalmente más elevada en el submareal que en el intermareal. Asimismo, fue menor en 2008, excepto en las zonas intermareales de la bahía de Santander y la ría de San Martín de la Arena. Destaca la elevada abundancia de Joyel y las Marismas de Santoña en 2007, debido en ambos casos a la dominancia puntual de *H. ulvae* mencionada anteriormente.

■ Abundancia media registrada en las zonas intermareales de los estuarios analizados



■ ■ Abundancia media registrada en las zonas submareales de la bahía de Santander y la ría de San Martín de la Arena



Como es característico de los estuarios de Cantabria, entre las especies más frecuentes y abundantes en las zonas intermareales se encuentran el poliqueto *Nereis diversicolor* (gusana de sangre), el molusco gasterópodo *Hydrobia ulvae*, el molusco bivalvo *Scrobicularia plana* (almeja de perro), el crustáceo decápodo *Carcinus maenas* (Cámbaro) y el crustáceo isópodo *Cyathura carinata*. Otras especies características son los bivalvos *Abra alba*, *Abra tenuis*, *Cerastoderma edulis* (berberecho), *Venerupis decussata* (almeja fina), *Loripes lacteus*, los poliquetos *Nephtys hombergii* y *Melinna palmata*, o los gasterópodos *Nassarius sp.* o *Bitium reticulatum*, especies que aparecen, fundamentalmente, en las marismas de San Vicente de la Barquera, la bahía de Santander y las Marismas de Santoña. Por otra parte, hay diversas especies habituales en el estuario que no suelen aparecer en las muestras debido a la técnica utilizada para su extracción, como por ejemplo *Arenicola marina* (coco) y *Diopatra neapolitana*.

En las estaciones submareales de la bahía de Santander dominan los poliquetos de la familia capitellidae como *Notomastus latericeus*, especies de las familias *Maldanidae* y *Spionidae*, junto a otros poliquetos como *Melinna palmata* o *Glycera unicornis*, bivalvos como *Corbula gibba*, *Abra nitida* o *Nucula sp.*, gasterópodos como *Nassarius pigmaeus*, o el sipuncúlido *Phascolion strombus*. En la canal, además de estas especies, también es abundante el poliqueto *Paraonis lyra*, y en la zona de la bocana el cangrejo ermitaño *Diogenes pugilator*, el poliqueto *Nephtys sp.* o el crustáceo anfípodo *Siphonocetes sp.* En la ría de San Martín, las estaciones submareales más externas están dominadas por poliquetos de las familias capitellidae y spionidae, mientras que en la parte más interna la fauna está prácticamente ausente.

■ ■ *Arenicola marina* y *Diopatra neapolitana*



■ Algunas de las especies más frecuentes y abundantes (expresado en individuos/m²) en **zonas intermareales**

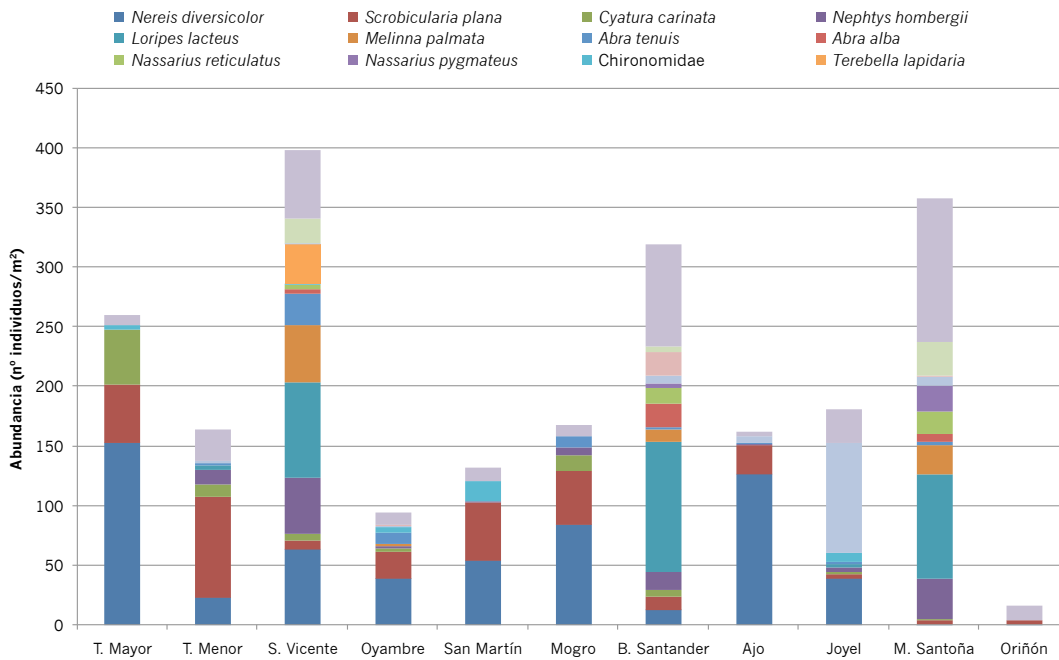
ESPECIE	2007		2008	
	frecuencia (%)	abundancia media ± Sd	frecuencia (%)	abundancia media ± Sd
 <i>Nereis diversicolor</i>	62	47 ± 81	59	93 ± 123
 <i>Hydrobia ulvae</i>	57	695 ± 3.268	72	114 ± 264
 <i>Scrobicularia plana</i>	55	19 ± 33	52	42 ± 46
 <i>Nephtys hombergii</i>	55	17 ± 27	39	26 ± 21
 <i>Carcinus maenas</i>	51	3 ± 4	30	2 ± 3
 <i>Cerastoderma edule</i>	47	5 ± 7	31	4 ± 8
 <i>Ruditapes decussatus</i>	38	3 ± 5	15	7 ± 3
 <i>Abra tenuis</i>	32	5 ± 13	31	16 ± 59
 <i>Loripes lacteus</i>	28	45 ± 155	22	20 ± 13
 <i>Nassarius reticulatus</i>	28	7 ± 13	13	12 ± 5
 <i>Cyathura carinata</i>	28	5 ± 14	35	12 ± 37
 <i>Melinna palmata</i>	26	13 ± 42	17	40 ± 30

Algunas de las especies más frecuentes y abundantes (expresado en individuos/m²) en **zonas submareales**

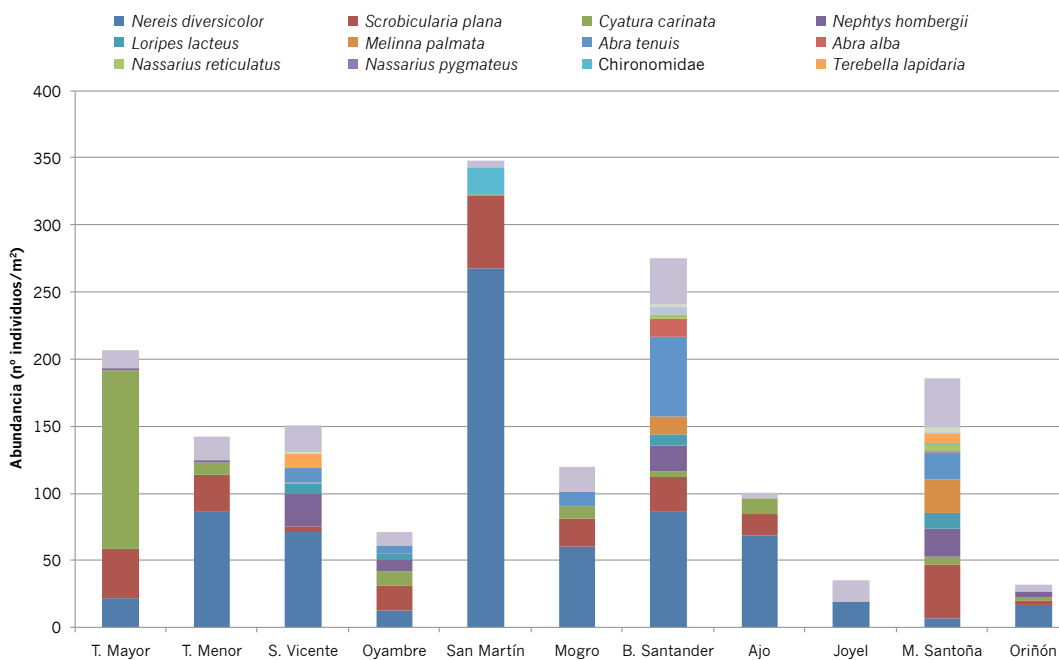
ESPECIE		2007		2008	
		frecuencia (%)	abundancia media \pm Sd	frecuencia (%)	abundancia media \pm Sd
	<i>Notomastus latericeus</i>	72	149 \pm 123	63	77 \pm 66
	Maldanidae	72	175 \pm 169	58	105 \pm 119
	Spionidae	78	198 \pm 295	68	49 \pm 37
	Capitellidae	78	629 \pm 2.156	74	56 \pm 40
	<i>Corbula gibba</i>	61	63 \pm 101	47	46 \pm 71
	<i>Melinna palmata</i>	56	106 \pm 161	63	126 \pm 187
	<i>Glycera unicornis</i>	61	44 \pm 38	58	38 \pm 34
	Sipuncula	50	44 \pm 48	37	27 \pm 38
	<i>Nassarius pygmaeus</i>	50	38 \pm 43	11	6 \pm 18
	<i>Nucula sp</i>	44	33 \pm 41	47	34 \pm 38
	<i>Abra nitida</i>	33	26 \pm 40	21	14 \pm 29
	<i>Paraonis lyra</i>	39	90 \pm 266	37	55 \pm 109
	<i>Diogenes pugilator</i>	17	39 \pm 95	5	3 \pm 13

En lo que respecta al intermareal, además de la mayor riqueza que presentan los tres estuarios más grandes, como singularidad puede mencionarse la mayor proporción de poliquetos de la familia Capitellidae encontrados en la marismas de Joyel en 2007 o de las larvas de insectos de la familia Chironomidae en San Martín y Victoria, así como la baja abundancia en Oriñón y Joyel (sin considerar *H. ulvae*).

Abundancia media de las principales especies registradas en las zonas intermareales de los estuarios analizados en el año 2007 *



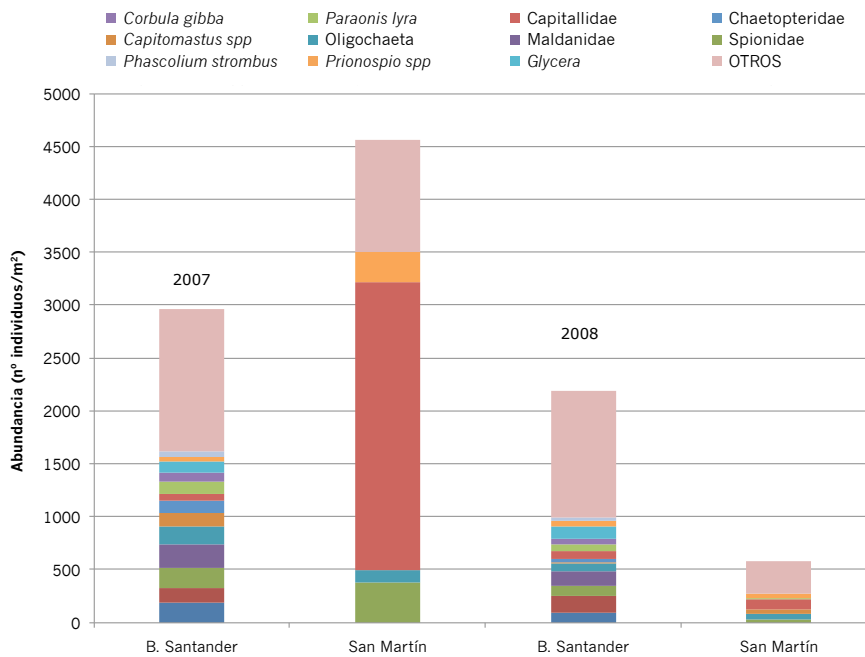
Abundancia media de las principales especies registradas en las zonas intermareales de los estuarios analizados en el año 2008 *



* No se incluye *H. ulvae*.

En el submareal, la composición es muy semejante ambos años, aunque de acuerdo con lo comentado anteriormente, el número de individuos fue menor en 2008. Asimismo, se observa que la abundancia se reparte mucho más homogéneamente entre las distintas especies que en el intermareal. Como excepción, destaca lo observado en la ría de San Martín en 2007, con una dominancia absoluta de poliquetos capitélidos. Una elevada abundancia de estos organismos es característico de ambientes muy contaminados.

Abundancia media de las principales especies registradas en las zonas submareales de la bahía de Santander y la ría de San Martín de la Arena



4.1.5. SÍNTESIS DE LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS ESTUARIOS

Los estuarios son los ambientes más amenazados, dado que son los que mayor presión humana reciben y los sistemas más sensibles. No obstante, en términos generales, su estado es aceptable o bueno, aunque existen algunas excepciones y peculiaridades en cada uno de ellos.

Dentro de los que mejor estado presentan se encuentran **Tina Mayor, Tina Menor, San Vicente, Mogro, La Maruca, Joyel y Oriñón**, con buena calidad del agua, los sedimentos y la biota.

En **Oyambre** la calidad de los sedimentos y los invertebrados es buena, aunque puntualmente se detectan valores algo más elevados de algunas variables (color, nitrato, indicadores fecales). Este hecho podría atribuirse, entre otros factores, a las alteraciones hidrodinámicas que sufre el estuario, ahora mismo en fase de restauración ambiental. Además, aunque no se aborda en este trabajo, debe mencionarse que una parte muy importante de su superficie está cubierta por la especie invasora *Baccharis halimifolia* (Chilca).

En **San Juan de la Canal** se registran puntualmente valores elevados de nitrato y clorofila, aunque el resto de las variables se encuentran en general dentro de los rangos normales.

La **Bahía de Santander** presenta en general un buen estado, aunque puntualmente se observan concentraciones elevadas de nutrientes y contaminación de origen fecal. Asimismo, se detecta la acumulación de metales pesados e hidrocarburos en algunas zonas del interior del estuario. En lo que a las comunidades biológicas respecta, destaca la elevada riqueza y diversidad que presentan las comunidades bentónicas de los páramos intermareales de su margen derecha, sólo equiparables a las observadas en las marismas de Santoña.

En la ría de **Galizano** y la ría de **Ajo** se detecta la presencia de contaminantes procedentes de vertidos de aguas residuales urbanas o actividades agropecuarias (nutrientes, indicadores de contaminación fecal). No obstante, en ambos casos el grado de contaminación es inferior al período precedente, especialmente en lo que respecta a la concentración de indicadores de contaminación fecal.

Los aportes de aguas residuales urbanas que actualmente recibe el estuario de las marismas de **Santoña** se reflejan en su calidad del agua, aunque difiere considerablemente de unas zonas a otras. Así, el estado general es inferior en algunos puntos del interior del estuario y en las rías de Escalante, Argoños y, especialmente, en la de Boo. En esta última, destacan las concentraciones de aceites y grasas registrados, lo que puede relacionarse con el polígono industrial y el núcleo de población de Santoña que vierten en dicha zona. En contrapartida, hay que señalar que las marismas de Santoña albergan, junto con la bahía de Santander, las comunidades de invertebrados bentónicos más ricas de toda Cantabria.

Sin ninguna duda, el estuario que peor estado presenta es la ría de **San Martín de la Arena** (Suances), el cual sufre importantes procesos de contaminación urbana e industrial, en parte debidos a la conocida contaminación histórica que ha sufrido la ría. Estos procesos se traducen en una disminución del oxígeno disuelto y un incremento de la materia orgánica, nutrientes, aceites y grasas e indicadores de contaminación fecal en el agua, concentraciones de metales pesados en los sedimentos elevados, y un empobrecimiento de las comunidades de invertebrados bentónicos, que llegan a estar prácticamente ausentes en las zonas más internas de la ría. No obstante, los niveles de oxígeno medidos, uno de los principales problemas del estuario, fueron superiores a los observados en campañas precedentes.

Por último, las marismas de **Victoria** son un caso singular dentro de los estuarios de Cantabria, debido a su condición de laguna litoral con escasa comunicación con el mar abierto. Estas condiciones favorecen el estado de eutrofización en el que se encuentra la marisma, probablemente potenciado por la existencia de algún foco de contaminación en la zona. Así, la acumulación de nutrientes y la escasa renovación del agua desembocan en un crecimiento masivo del fitoplancton que genera desequilibrios en la concentración de oxígeno disuelto. Esta variable normalmente se encuentra en exceso por el día, debido a la actividad fotosintética de las algas, mientras que por la noche pueden generarse procesos de hipoxia debido a la respiración de los organismos.

La síntesis de dichos resultados se expresa en la siguiente tabla para cada indicador y masa de agua considerada, estableciendo tres niveles de calidad: ● buen estado, cuando el estado general alcanza los criterios de calidad exigidos por la DMA; ● estado mejorable, cuando el estado globalmente es bueno o moderado, pero se detectan algunos problemas que podrían comprometer el cumplimiento de la normativa en un futuro; y ● mal estado, cuando la masa de agua se encuentra claramente alterada respecto al indicador en cuestión.

☐ Síntesis de la calidad de las aguas de transición

	AGUAS					SEDI- MENTOS	BIOTA	
	oxígeno disuelto	materia orgánica	nutrientes	aceites y grasas	indicadores fecales	metales pesados	inverte- brados	fito- plancton
<i>Tina Mayor</i>	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Tina Menor</i>	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>San Vicente</i>	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Oyambre</i>	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>San Martín</i>	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Mogro</i>	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>San Juan</i>	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>La Maruca</i>	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Bahía de Santander (puerto)</i>	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>B. Santander (interior)</i>	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>B. Santander (páramos)</i>	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Galizano</i>	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Ajo</i>	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Joyel</i>	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Victoria*</i>	●	●	●	●	●	●		●
<i>M. Santoña</i>	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Oriñón</i>	●	●	●	●	●	●	●	●

- Buen estado
- Estado mejorable
- Mal estado

* Estado de eutrofización natural

4.2. MASAS DE AGUA COSTERAS

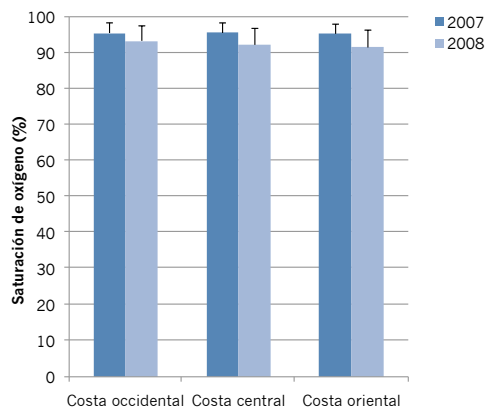
La capacidad de asimilación, dispersión y dilución de los contaminantes en aguas costeras es mucho mayor que en las zonas estuáricas, especialmente en zonas con la amplitud de mareas y condiciones de oleaje del mar Cantábrico. No obstante, es importante controlar la calidad de estas masas de agua, dado que, aunque en menor grado y con menor riesgo que en los estuarios, también están sometidas a vertidos directos a costa, como son los vertidos de aguas de origen urbano de la EDAR de San Vicente de la Barquera, los emisarios submarinos de la Virgen del Mar y Castro Urdiales, o los de origen industrial procedentes del emisario de Solvay en Usgo o el vertido de Derivados del Fluor en Ontón.

4.2.1. CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA DEL AGUA

• Oxígeno disuelto

La concentración de oxígeno disuelto en las aguas costeras de Cantabria es bastante homogénea y próxima a la saturación en todos los casos. Es decir, dista mucho de existir ningún problema de hipoxia.

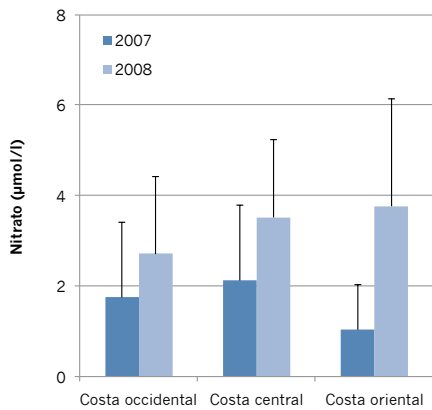
▣ Valores medios de **oxígeno disuelto** en la costa occidental, central y oriental de Cantabria



• Nutrientes

Igualmente, la concentración de nutrientes es bastante baja, como es propio del mar Cantábrico y, por lo tanto, el riesgo de sufrir algún proceso de eutrofización es prácticamente inexistente. Se observan algunas diferencias espaciales y temporales, aunque se atribuyen a la variabilidad estacional, e incluso diaria, propia de este tipo de variables.

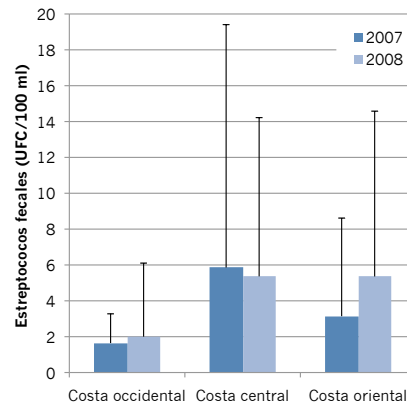
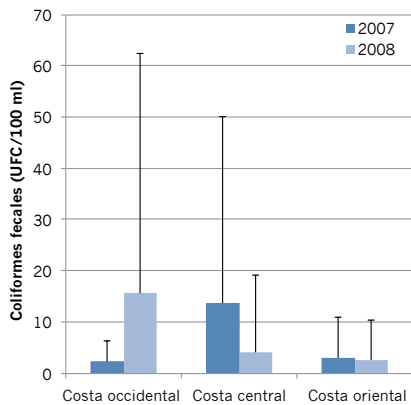
Concentraciones medias de **nitrato** en la costa occidental, central y oriental de Cantabria



Indicadores de contaminación fecal

En concordancia con lo expuesto anteriormente, las concentraciones de indicadores de contaminación fecal es muy baja, muy por debajo por ejemplo de los límites establecidos para las aguas de baño. No obstante, en algunos casos se detecta la influencia de los aportes estuáricos, principalmente de la ría de San Martín, la bahía de Santander y, en menor medida, de las marismas de Santoña.

Concentraciones medias de indicadores de **contaminación fecal** en la costa occidental, central y oriental de Cantabria

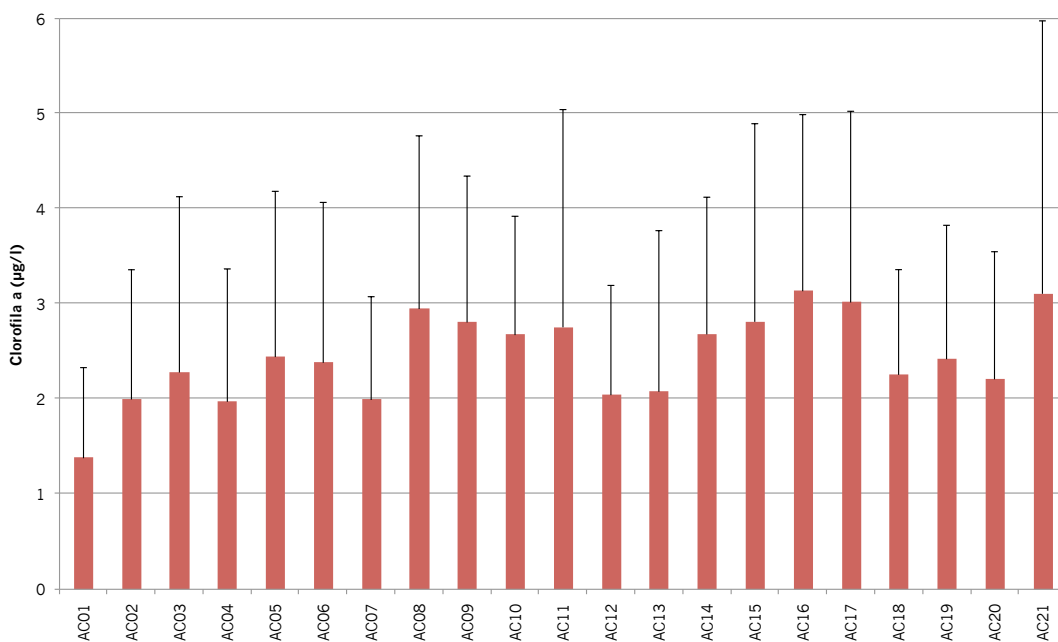


4.2.2. COMUNIDADES DE FITOPLANCTON

• Clorofila "a"

Como es habitual en el mar Cantábrico, la concentración de clorofila "a" en las aguas costeras de Cantabria es bastante baja, con concentraciones medias por estación por debajo de los 3,5 µg/l. La concentración es bastante homogénea en todo litoral, aunque en la zona oriental, entre los 10 y los 30 metros de profundidad, se observaron valores algo más elevados.

■ Concentraciones medias de clorofila "a" en las aguas costeras



• Comunidad fitoplanctónica

Como es característico del medio marino, las especies fitoplanctónicas más representativas durante la época primaveral y otoñal pertenecen a las diatomeas, dominando los géneros *Pseudo-nitzschia* y *Chaetoceros*. Los dinoflagelados son el segundo grupo en importancia, aunque con una densidad bastante menor que las diatomeas. Su estudio es importante ya que existen especies que pueden producir toxinas peligrosas para organismos marinos y para la salud humana.

Composición y abundancia del fitoplancton en las aguas costeras

		Mayo	Septiembre
		< 20.000 células/litro	< 10.000 células/litro
Grupos Taxonómicos	Diatomeas	<i>Pseudonitzschia</i> <i>Chaetoceros</i>	<i>Leptocylindrus</i> <i>Chaetoceros</i> <i>Pseudonitzschia</i>
	Dinoflagelados	<i>Heterocapsa</i>	
	Flagelados y cocoides	<i>Pyramimonas</i> <i>Chryso/Phaeo/Imant</i> <i>Plagioselmis</i> <i>Teleaulax</i> <i>Chrysochromulina</i> Formas flageladas Formas cocoides	Formas flageladas
	Crisofíceas	<i>Apedinella spinifera</i>	

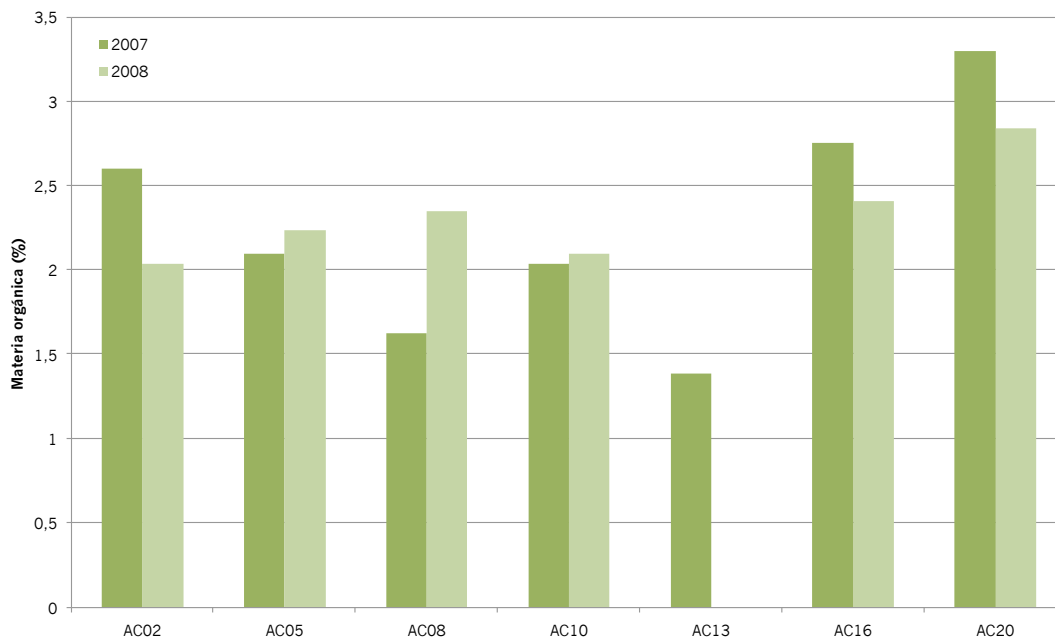


4.2.3. CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA DEL SEDIMENTO

• Materia Orgánica

Como es propio de zonas costeras de fondos arenosos, la concentración de materia orgánica en el litoral de Cantabria es bastante baja, dado que la escasez de los aportes de este tipo y el hidrodinamismo propio de la zona no lo permiten.

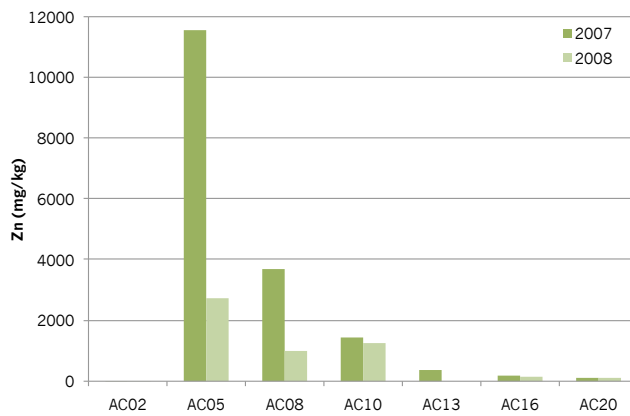
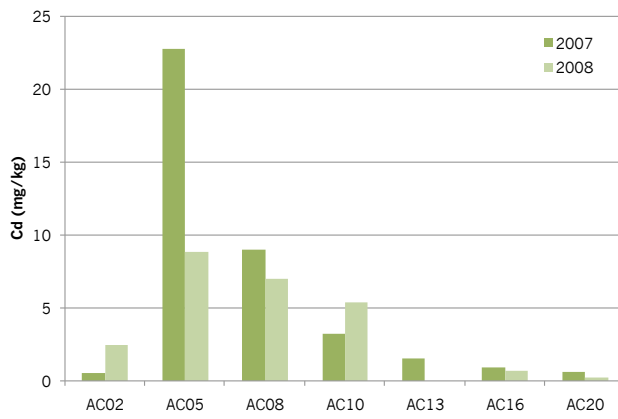
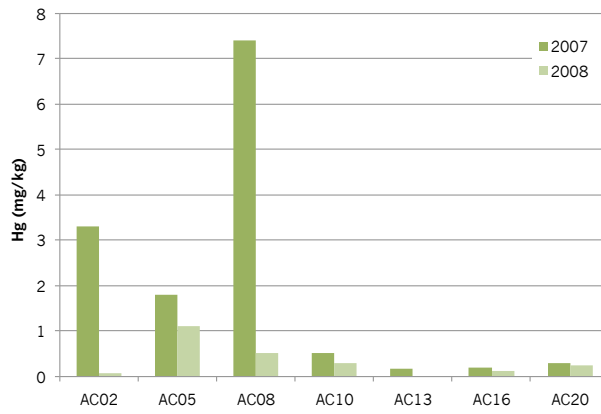
■ Concentración de materia orgánica en las estaciones de la zona costera

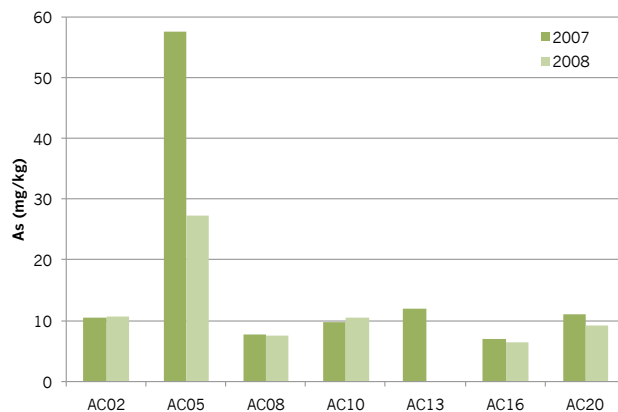
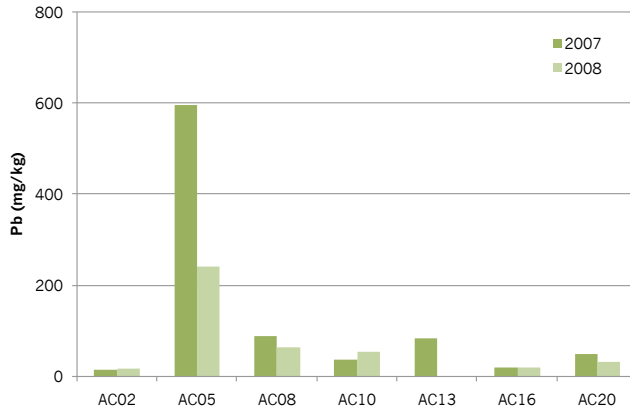


• Metales pesados

En 2007 se registraron concentraciones de algunos metales pesados algo más elevadas que en otras zonas en la estación AC05 (cadmio, zinc, plomo), localizada frente a la ría de San Martín de la Arena, así como en la estación AC08 (mercurio, cadmio y zinc), frente a la Virgen del Mar. No obstante, hay que tener en cuenta que dichas concentraciones se han cuantificado sobre la fracción fangosa, la cual se encuentra siempre por debajo del 10% en la costa, por lo que la concentración de metales respecto a la fracción total es muy reducida. El resto de metales pesados presenta concentraciones normales.

Concentración de **mercurio, cadmio, zinc, plomo y arsénico** en las estaciones de la zona costera



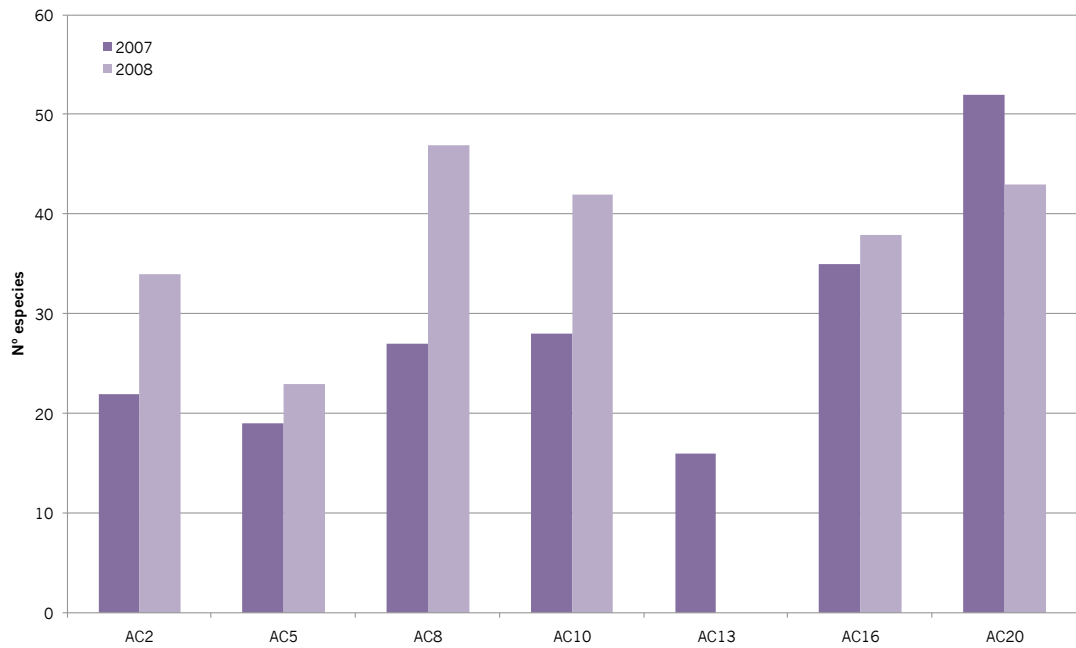


No se ha detectado contaminación por PCBs o HAPs en los sedimentos de las zonas costeras.

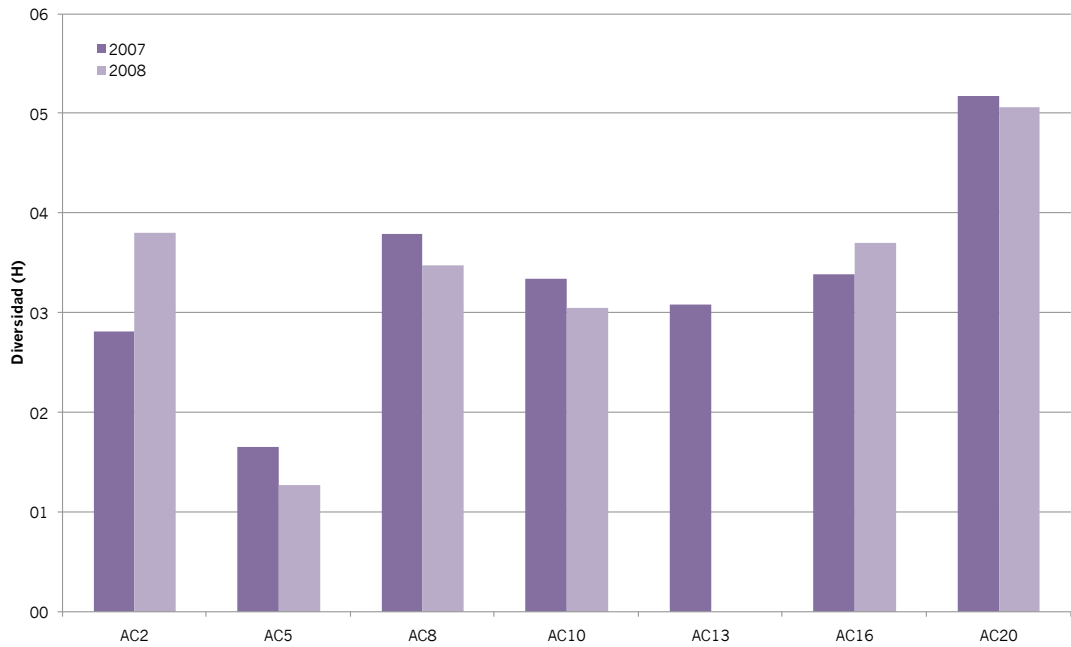
4.2.4. COMUNIDADES DE INVERTEBRADOS BENTÓNICOS

En la zona costera se han inventariado un total de 146 especies durante el período de estudio, 93 en 2007 y 109 en 2008. La riqueza por estación oscila entre 16 y 52, correspondiendo los valores más bajos a la estación AC13, frente a la ría de Ajo, y AC05 frente a la ría de San Martín de la Arena. En esta última estación también se registraron los valores mínimos de diversidad en ambas campañas, mientras que en las restantes este parámetro fue bastante homogéneo. Como es habitual en este tipo de ambientes la abundancia presenta una elevada variabilidad, destacando los valores mínimos observados en la estación frente a la ría de Ajo, y los máximos observados en 2008 frente a la ría de Suances y la Virgen del Mar. Estos máximos se deben a la dominancia del poliqueto *Magelona papillicornis*.

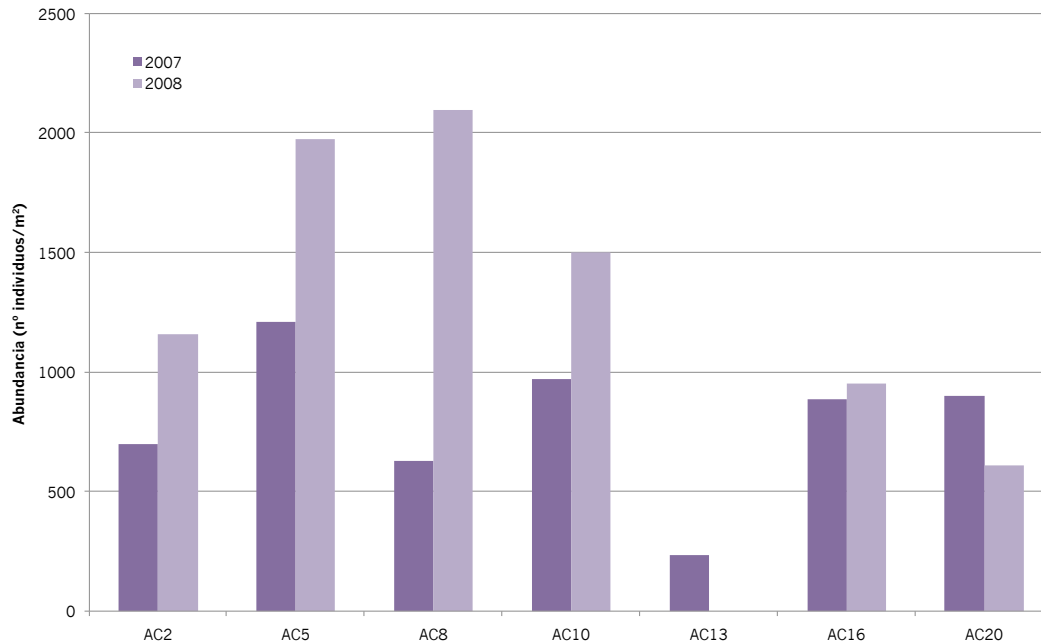
■ Riqueza de macroinvertebrados en las estaciones de la zona costera



■ Diversidad de macroinvertebrados en las estaciones de la zona costera



■ Abundancia de macroinvertebrados en las estaciones de la zona costera












Entre las especies más frecuentes y abundantes se encuentran *Magelona papillicornis*, *Paraonis lyra*, *Ampelisca brevicornis*, *Diogenes pugilator*, *Sigalion mathildae*, *Echinocardium cordatum*, *Spiophanes bombyx*, *Hippomedon denticulatus* y *Nephtys sp.*, junto a nemertinos y diversas especies de poliquetos de la familia Spionidae.

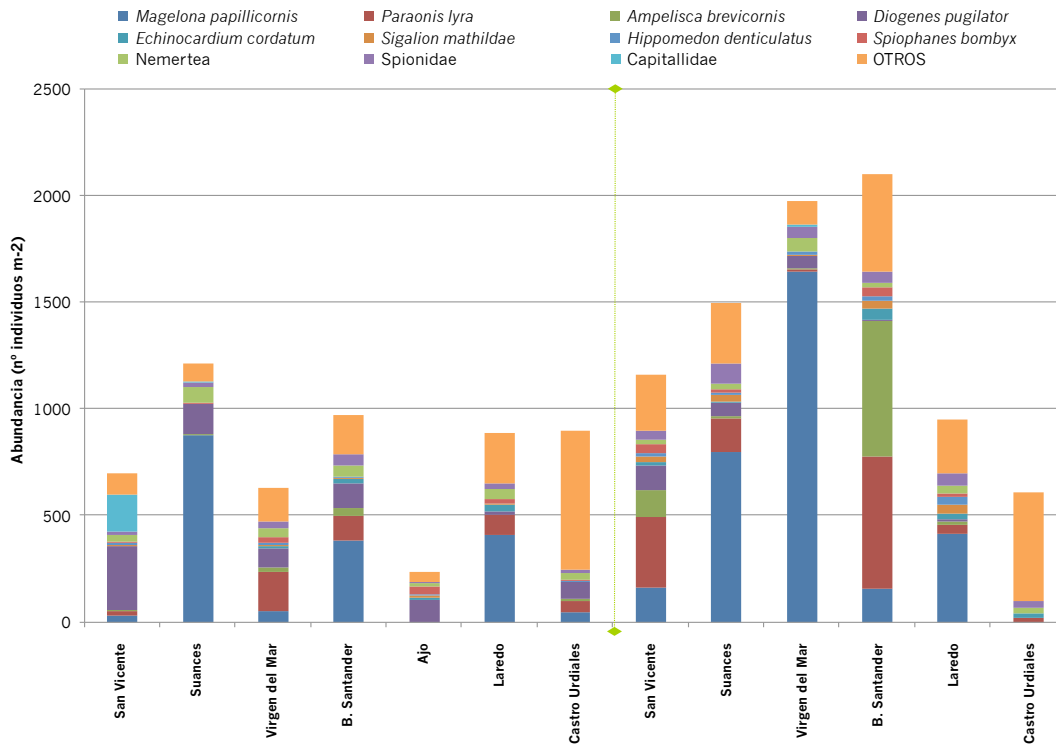
Además de la dominancia de *Magelona papillicornis* en las estaciones frente a Suances y la Virgen del Mar mencionada anteriormente, destaca la mayor abundancia relativa de capitelidos en la costa de San Vicente en 2007, y de *Ampelisca brevicornis* y *Paraonis lyra* en la zona de influencia de la bahía de Santander en 2008. Asimismo, en la estación frente a Castro Urdiales, donde la proporción de arenas medias es mayor que en otras zonas, la dominancia de las especies más características es menor, es decir, hay muchas otras especies que presentan una abundancia semejante.



Algunas de las especies más frecuentes y abundantes (expresado en individuos/m²) en la zona costera

ESPECIE	2007		2008	
	frecuencia (%)	abundancia	frecuencia (%)	abundancia
 <i>Magelona papillicornis</i>	100	259	100	532
 <i>Diogenes pugilator</i>	100	118	83	43
 <i>Spiophanes bombyx</i>	86	15	67	20
 <i>Paraonis lyra</i>	71	67	100	195
 <i>Ampelisca brevicornis</i>	71	12	83	130
 <i>Sigalion mathildae</i>	71	4	83	23
 <i>Hippomedon denticulatus</i>	71	4	83	18
 <i>Nephtys sp</i>	71	7	100	11
 <i>Echinocardium cordatum</i>	57	11	83	21

■ Abundancia media de las principales especies registradas en la zona costera

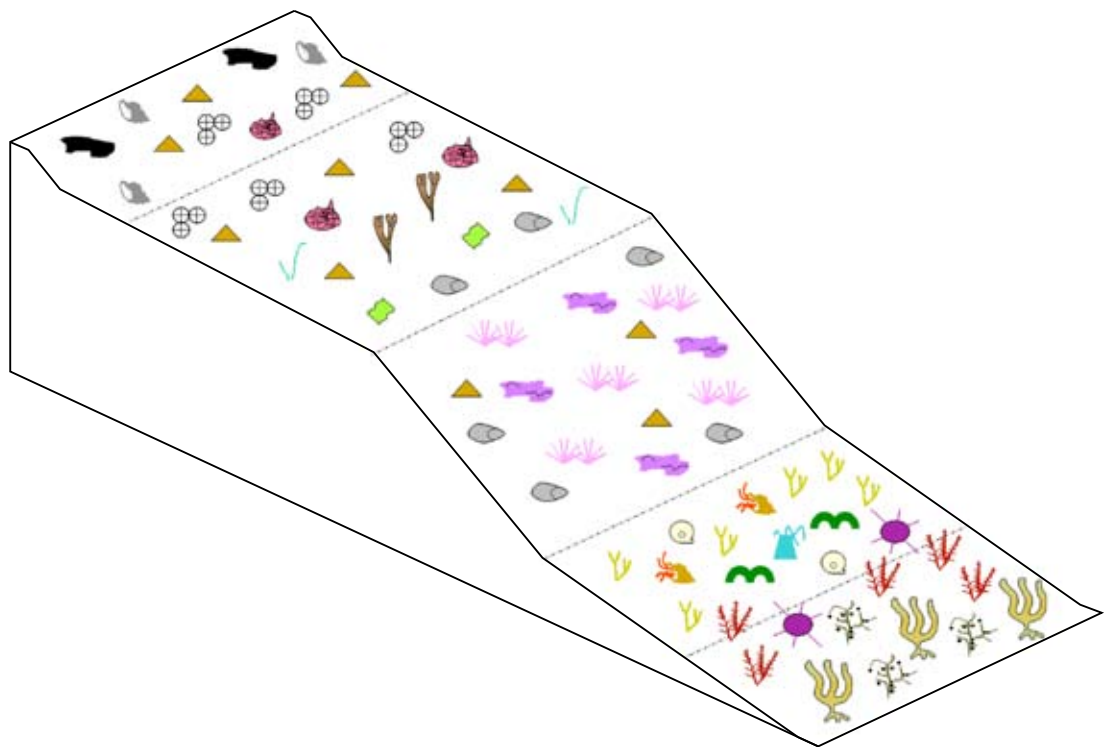


4.2.5. COMUNIDADES DE MACROALGAS

Las comunidades de macroalgas que colonizan las zonas rocosas intermareales de la costa de Cantabria siguen los patrones de distribución general característicos del litoral cantábrico, aunque existen peculiaridades en las distintas estaciones en función de las condiciones ambientales propias de cada zona y las generadas por las presiones antropogénicas, como los vertidos de aguas residuales.

El ascenso y el descenso del nivel del mar, entre otros factores, hace que las distintas especies de macroalgas se distribuyan en bandas horizontales en función de su tolerancia a la variabilidad de condiciones que caracterizan dicho medio. De este modo, se puede establecer una zonificación intermareal en la que se distinguen varios horizontes o niveles de marea que presentan comunidades de macroalgas bien diferenciadas y diversa fauna asociada.

▣ Distribución general de las principales comunidades de macroalgas en los distintos horizontes de marea en la costa de Cantabria



Líquenes
Verrucaria sp.

Moluscos
Patella sp. (lapa)
Gibbula sp. (caracolillo)
Littorina sp. (caracolillo)
Mytilus sp. (mejillón)

Cnidarios
Anemonia sp. (anémona)

Artrópodos: Crustáceos
Chthamalus sp. (cirrípedos)
Pagurus sp. (ermitaño)

Equinodermos
Paracentrotus sp. (erizo)

Algas verdes: Clorófitos
Codium sp.
Ulva sp.
Enteromorpha sp.

Algas rojas: Rodófitos
Corallina sp.
Gelidium sp.
Mesophyllum sp.
Lithophyllum sp.

Algas verdes: Clorófitos
Fucus sp.
Cystoseira sp.
Bifurcaria sp.
Laminaria sp.

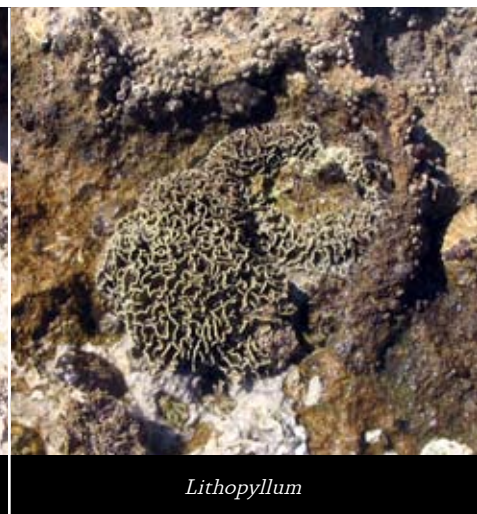
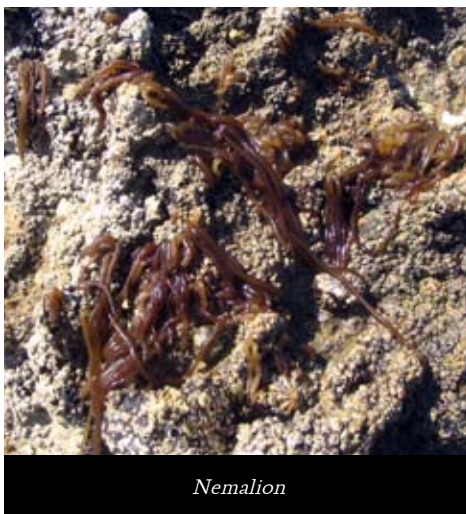
El nivel más elevado o **supramareal** es una zona más bien terrestre, a la que únicamente llegan las salpicaduras de las olas. Es una zona dominada por líquenes (p.e. *Verrucaria* y *Lichina*), y donde las algas están escasamente representadas o ausentes.

☐ Poblaciones características del **supralitoral**



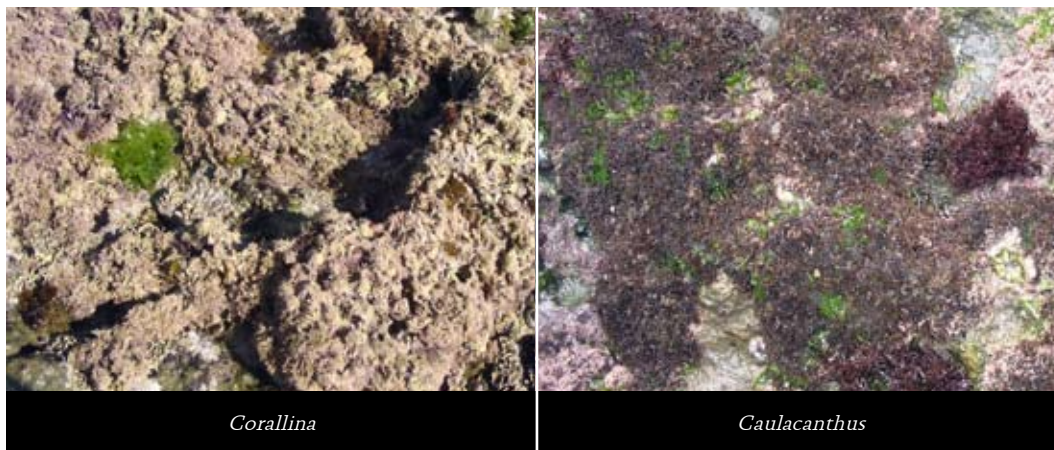
El nivel más elevado del intermareal, **intermareal superior**, únicamente queda sumergido durante los períodos de pleamar, por lo que sólo pueden colonizar el sustrato aquellas poblaciones de macroalgas más resistentes a las duras condiciones que se producen durante las horas de bajamar. Entre las especies presentes en este nivel destacan las algas pardas de los géneros *Fucus*, *Pelvetia* o *Nemalion* así como el alga roja coralina *Lithophyllum tortuosum*.

☐ Poblaciones características del **intermareal superior**



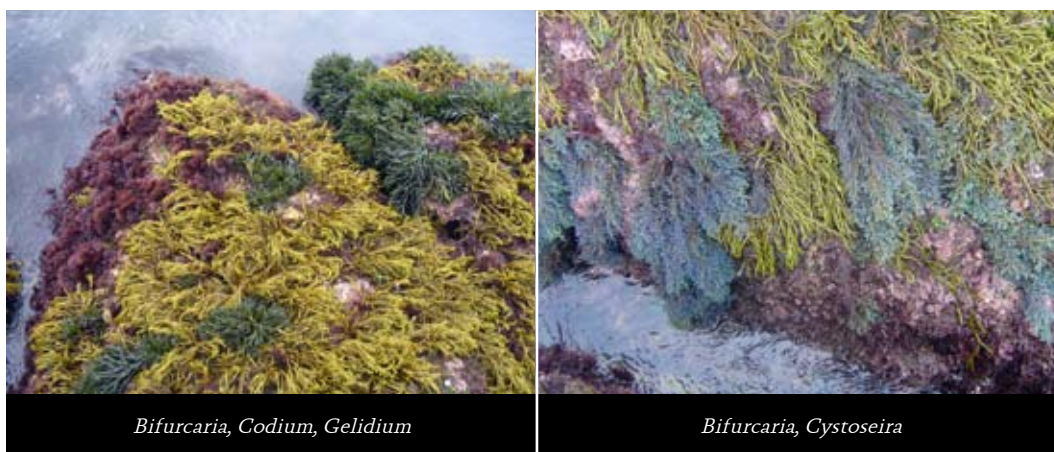
En el siguiente nivel, el **intermareal medio**, los períodos de emersión no son tan prolongados, lo que permite un mayor desarrollo de las comunidades de macroalgas. Esta franja intermareal está dominada por el alga roja *Corallina sp.*, que debido a su estructura calcárea presenta una elevada resistencia a la desecación y a ser consumida por los herbívoros que habitan en la zona. Además de *Corallina*, en este nivel se pueden encontrar diversas especies acompañantes, como *Mesophyllum*, *Caulacanthus* o *Ceramium*, entre otras.

❖ Poblaciones características del **intermareal medio**



El nivel más bajo del intermareal, o **intermareal inferior**, únicamente queda descubierto del agua durante los períodos de bajamar de mareas vivas. En la costa de Cantabria la especie más representativa de este nivel sería el alga parda *Bifurcaria bifurcata*. Al aumentar el tiempo en el que la franja queda cubierta por agua, el número de especies capaces de sobrevivir en estas condiciones aumenta considerablemente, dando lugar a un mayor desarrollo de las cobertura vegetal y de las comunidades faunísticas asociadas. Además de *Bifurcaria*, en este nivel es frecuente encontrar diversas poblaciones algales, entre las que cabría destacar las de *Codium*, *Gelidium*, *Cystoseira*, *Stypocaulon* y *Chondracanthus*, etc.

❖ Poblaciones características del **intermareal inferior**



Este esquema general presenta múltiples variantes dependiendo de las distintas características y factores ambientales que se dan en cada zona. Así, por ejemplo, aunque en las rasas intermareales con poca pendiente se pueden identificar prácticamente todas las poblaciones mencionadas anteriormente, en las zonas expuestas de los acantilados costeros los horizontes intermareales de vegetación son mucho más reducidos y presentan un menor número de especies, limitándose a aquellas que son capaces de soportar las duras condiciones del oleaje (*Corallina*, *Mesophyllum*, *Gelidium*, etc.)

Además de la geomorfología general de la costa, otros factores como la acumulación de sedimentos, la tasa de renovación de las aguas o la contaminación (p.e. debido a vertidos de aguas residuales) pueden modificar notablemente los patrones de distribución de las comunidades. Así, por ejemplo, en zonas con baja tasa de renovación y en zonas sometidas a vertidos de aguas residuales urbanas suelen producirse proliferaciones de algas verdes oportunistas, tales como *Ulva* y *Enteromorpha*, que suelen ser consideradas especies indicadoras de contaminación.

∴ Proliferación de algas verdes en pozas con baja tasa de renovación y elevada carga de nutrientes



Por último, la contaminación industrial puede afectar notablemente a las comunidades que se encuentran en el entorno próximo a los vertidos, dando lugar a zonas muy empobrecidas biológicamente, con un escaso desarrollo de las comunidades de macroalgas y de la fauna asociada. Sin embargo, en términos generales, la escasez de vertidos contaminantes a costa y la elevada capacidad de dilución que presenta el mar Cantábrico, hace que las aguas costeras de Cantabria tengan buena calidad, lo que da lugar a comunidades de macroalgas y fauna asociada en muy buen estado de conservación a lo largo de toda la costa.

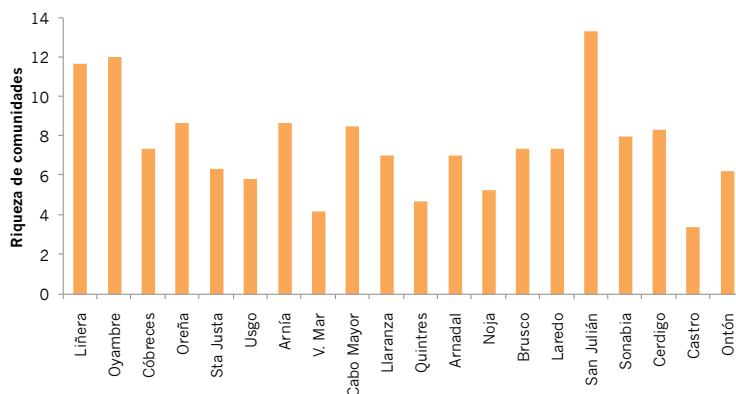
Empobrecimiento de las comunidades de macroalgas afectadas por vertidos industriales a la costa (Ontón)



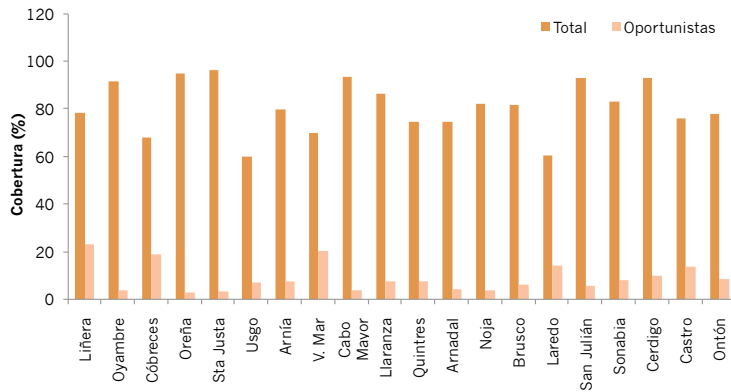
Así, la riqueza de poblaciones de macroalgas características presenta un valor medio de 8 ± 2.5 y, salvo alguna excepción, no difiere significativamente de unas zonas a otras. Los valores máximos corresponden a Liñera, Oyambre y San Julián, y los mínimos a Castro y la Virgen del Mar.

Por otra parte, la cobertura total de macroalgas es superior al 60% en todos los casos, y con frecuencia al 80%. Asimismo, el porcentaje de oportunistas es bastante bajo, superando el 15% únicamente las estaciones de Liñera, Cóbreces y La Virgen del Mar.

Riqueza de comunidades en las diferentes estaciones analizadas



■ Cobertura de macroalgas características y de especies oportunistas en las diferentes estaciones analizadas



4.2.6. SÍNTESIS DE LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS COSTERAS

La calidad del agua y del sedimento en las aguas costeras de Cantabria es buena, así como el estado de las comunidades biológicas que albergan (fitoplancton, macroinvertebrados, macroalgas).

No obstante, se detectan algunos focos de contaminación puntual, principalmente de origen industrial, que afectan localmente a la calidad del medio en sus proximidades.





5 | Glosario

Glosario



Abundancia: Frecuencia de individuos de una determinada especie en una unidad espacial o biotopo previamente definida.

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

Artrópodos: Filo 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 un determinado momento. Las especies sensibles a leves cambios o perturbaciones, 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 el mismo sitio. Hay gran variedad de especies indicadoras, dependiendo 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 un organismo, población o ecosistema. Por lo general se expresa 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 recoger 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 se recoge una muestra de agua.

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

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 y los suelos, 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.

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

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

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 estándar es la medida más común de dispersión. Dicho de manera sencilla, mide qué tan dispersos están 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.

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 UPS.

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.

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

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.

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.

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 periodo 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 amono o por reducción del nitrato. Se pueden encontrar 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: PolíCloroBifenilos. 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: Como medio pelágico se entiende el 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, sin hallarse ligados al fondo.

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

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

Potencial Redox: Es la diferencia de potencial eléctrico entre el 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 con salinidad intermedia entre la promedio del agua dulce (< 0.5 UPS) y el agua oceánica (35 UPS).

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 este estudio, la sonda multiparamétrica 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, plancton 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.



GOBIERNO
de
CANTABRIA