

# TIPOS DE CONTAMINACIÓN, SUS FUENTES Y EFECTOS EN EL ESTUARIO DE LA BAHÍA DE SANTOÑA

José VILLASANTE COLINA  
IES “Meruelo”

## 1. Contaminación: generalidades

Se define la contaminación como la *disminución o aumento de una sustancia en la Naturaleza que afecta negativamente al medio ambiente.*

### 1-1. Principales procesos químicos naturales

Los procesos químicos naturales más importantes en la atmósfera son:

- El principal proceso químico en la naturaleza es la fotosíntesis, donde los vegetales absorben anhídrido carbónico, luz solar y agua, produciendo oxígeno y materia orgánica. El mayor contaminante, el más nocivo para el ser vivo, en el medio ambiente es el anhídrido carbónico, estimándose que existen 700.000 tn/año en la naturaleza, de los cuales se recicla un 20% anualmente, siendo los mayores emisores -más del 80%- los hongos y las bacterias.

- Fotosíntesis marina, donde el fitoplancton transforma el anhídrido carbónico en algas (materia orgánica) y oxígeno. El mayor contaminante es el aerosol marino (Cl Na y metales) que emiten principalmente los océanos, más de 270 millones de tn al día; este aerosol, que es higroscópico, emerge en la atmósfera lo que debido a la menor temperatura con la altitud, un decremento de un grado centígrado por cada cien metros, absorbe agua y favorece la formación de agua de lluvia lo que origina unos suelos más fértiles en otras sustancias.

Erosión geológica que es debida a la disolución de rocas y areniscas en el agua. Intercambios biológicos: Respiración, putrefacción y excreción de los seres vivos.

### 1-2. Tipos

La contaminación, según su origen, se puede clasificar en:

1-2-1. Contaminación natural, efectuada por la naturaleza, siendo más del 75% del total. A su vez, se clasifica en contaminación atmosférica (10 km) y estratosférica.

Dentro de la contaminación atmosférica, se ha detectado que los niveles de concentración de anhídrido carbónico en el aire han pasado desde 290 ppm en 1850 hasta 330 ppm en la actualidad, estimándose que de los 600 millones de tn que se vierten todos los años, el 20% se transforma por la vegetación terrestre, y 1/4 por el mar.

#### 1-2-1-1. Efecto invernadero

La Tierra recibe mediante los rayos solares  $1.400 \text{ w/m}^2$ ; a su vez, estos rayos al atravesar las nubes pierden un 2% de su energía que la almacenan el dióxido de carbono, metano y óxidos de nitrógeno, lo que provoca un aumento de temperatura, formando alrededor de la Tierra un aumento de temperatura, así la superficie de la Tierra ha aumentado una media de  $0,35^\circ\text{C}$  durante este siglo. Este efecto está más agravado por el aumento de concentración de dióxido de carbono y la presencia de compuestos cloro-fluorcarbonados (CFC, freones) y dioxinas que acumulan mucha energía y tardan mucho tiempo en volver a la Tierra.

Las principales causas del aumento de dióxido de carbono son la deforestación de más de 22 millones de ha, y el incremento de combustibles fósiles quemados.

#### 1-2-1-2. Lluvia ácida

La mayoría de los contaminantes se vierte a la naturaleza en zonas industriales y forma oxidada, bajo la cual se disuelve en agua, los densos precipitan y los gases ligeros (óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno) ascienden, con la altitud la temperatura desciende y los gases aumentan de densidad y los contaminantes se solubilizan mejor y precipitan con el agua de lluvia, por lo cual esta lluvia contiene ácidos: nítrico, sulfúrico, orgánicos.

#### 1-2-1-2.1. Capa de Ozono

En la estratosfera, existen pocos gases debido a la baja temperatura que impide el ascenso de contaminantes y masas de aire, existiendo solo radicales hidróxilo, dioxinas, monóxido de carbono. El oxígeno absorbe los rayos ultravioleta solares y produce el ozono, que se sitúa entre los 10 y 35 km con una concentración alrededor de 10 ppm y es suficiente para proteger de los rayos ultravioleta a los seres humanos. No obstante, debido a la presencia de derivados clorados (CFC, dioxinas, etc.) muy activos, destruyen esta capa y forman espacios "agujeros" más grandes que España sin capa de ozono. Actualmente se están sustituyendo estos CFC por otros compuestos similares (halones, FCH) que no contienen cloro.

- Contaminación antropogénica, realizada por el hombre, en las capas inferiores de la naturaleza. A continuación se muestra la Tabla II los gases contaminantes de origen antropogénico.

Según su origen, los dividimos en:

- Contaminantes urbanos: tráfico, calefacción
- Contaminantes industriales y energéticos
- Contaminantes agrarios

- Contaminantes domésticos: aguas residuales

Las aguas residuales se clasifican en Aguas residuales urbanas (ARU) y aguas residuales industriales (ARI). El hombre expulsa 1,4 l al día y 200 gr de heces fecales. De esta agua residual el 99,9% es líquida y el 0,1% de sólidos, de estos el 70% son de origen orgánico (proteínas y grasas) y el 30% de inorgánico (arena, sales y metales).

Por otra parte, en las aguas residuales urbanas un gramo de heces humano contiene un millardo de virus y bacterias infecciosas, además de otros protozoos, destacan las bacterias:

- *Escherichia coli*, que produce diarrea
- *Salmonella typhi*, que produce fiebres
- *Vibrio Cholerae*, que produce cólera

Virus:

- *Enterovirus*, que produce poliomelitis y parálisis
- *Hepatitis A*, que produce hepatitis infecciosa

Según su toxicidad, los contaminantes líquidos y sólidos vertidos "residuos" exceptuando las aguas, se clasifican en:

- Residuos urbanos: papel, madera, alimentación
- Residuos inertes: chatarra, vidrio o escombros
- Residuos Tóxico Peligrosos: disolventes, aceites, tintes, etc.

## 2. La contaminación en el estuario de Santoña

### 2-1. Generalidades del estuario de Santoña

El estuario de Santoña se encuentra en la zona oriental de Cantabria y abarca a los municipios de Santoña, Argoños, Escalante, Bárcena de Cicero, Voto, Ampuero, Limpias, Colindres y Laredo. Su superficie aproximada es de 3.500 ha, de ellas un 70% en fase intermareal, siendo su uso el 50% de uso industrial-pesquero, el 28% uso urbano y el 22% para actividades agropecuarias. Su perímetro es de 43 km.

El estuario tiene un clima con temperaturas suaves y una humedad casi constante, debido al estancamiento de nubes, con una pluviosidad similar a la de Cantabria y sus vientos suaves predominan de orientación N y N.O.

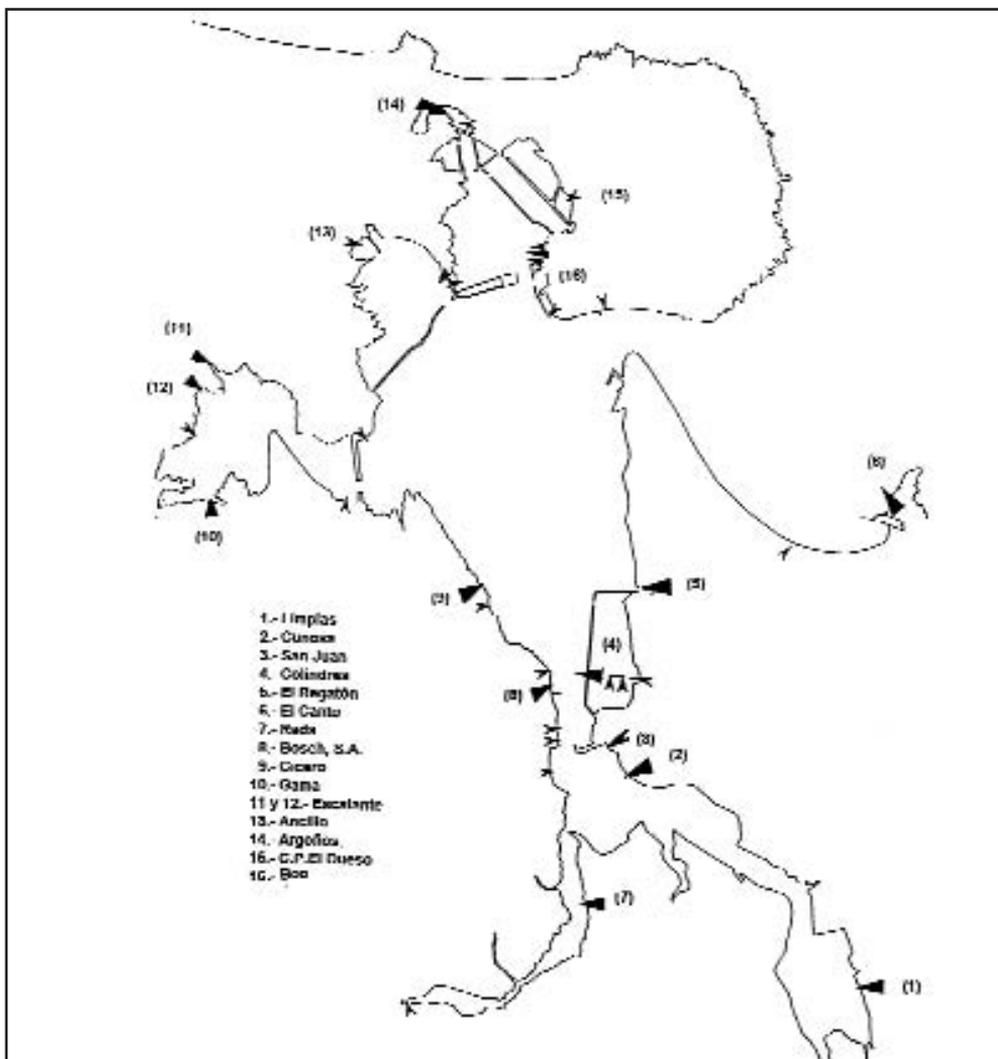
Este estuario varió su morfología postglaciar, pasando del descenso rectilíneo a Berria a la situación actual con el aumento del nivel del agua del mar. Geológicamente es una estructura de pliegues y fallas que abarca la desembocadura del río Asón, litológicamente predominan los aportes terrígenos: arcillas, arenas, calizas, marismas.

Se ha comprobado que la corriente entra por la escollera de Santoña lentamente y la bajamar se realiza desde Colindres por la zona occidental de Laredo al Puntal. La composición del agua es similar a la marina con una concentración de 35 gr de sales por litro.

El río Asón tiene una longitud de 39 km y un desnivel de 540 m y una pendiente de 0,18 m, con un caudal medio de 17 m<sup>3</sup>/s. El estuario está muy protegido por las montañas, por ello la altura de la ola en su interior no supera le 10% de la exterior.

Debido a los inviernos cálidos, la vegetación en las marismas es abundante con alto número de plantas termófilas y algunos encinares, predominando una vegetación hidrófila y halófila en las marismas, playas y marjales.

Las marismas son ecosistemas de alta productividad biológica, destacando por sus recursos pesqueros, siendo zona de especial protección como área de invernada, paso y refugio de miles de aves acuáticas.



Mapa de vertidos del estuario

## 2-2. La contaminación en el estuario de Santoña

La población de los municipios que abarcan el estuario se dedican preferentemente a las actividades pesqueras y a la industria conservera, especialmente de anchoa y bonito. Además destaca la empresa Bosch, situada en Treto y que fabrica aparatos eléctricos. Todas estas industrias no vierten ningún producto tóxico que altere la vida acuática del estuario. Según estudios realizados se han encontrado los siguientes puntos de vertido, que se indican en la Fig.

En consecuencia, la contaminación al estuario vendrá dada por las Aguas Residuales Urbanas (ARU) y las Aguas Residuales industriales (ARI) infraponderando los vertidos de explotaciones agropecuarias

### 2-2-1 Vertido de ARU

Según los análisis realizados en los 16 puntos de vertidos indicados en la Fig. 2, exceptuando el del Canto de Laredo, que comprenden casi la totalidad de aguas residuales urbanas, sobre el estuario se vierten diariamente, por término medio, más de 3.500 m<sup>3</sup> de agua debido a las aguas residuales urbanas, además de 1,8 tn de sólidos en suspensión, principalmente materia orgánica y detergentes. No se ha detectado ningún contaminante tóxico peligroso o algún parámetro elevado de alguna sustancia.

Solamente se han encontrado unos valores muy altos de cloruros que conlleva a una elevada conductividad; esto es debido al vertido conjunto de fábricas o pequeños locales donde se elabora la anchoa. Se ha de destacar la variabilidad de volumen de la época, bien sea día laborable o festivo; verano o invierno, dada la gran importancia turística de la zona. Se comprueba que el vertido de ARU se realizan directamente al estuario, sin proceso alguno de depuración, exceptuando Cicero y Voto que tienen un tratamiento primario de depuración, siendo el caso más grave el de Santoña en la ría de Boo, sobre todo cuando la marea se encuentra en bajamar.

Según un modelo simulador hidrodinámico, realizado por el equipo de Raúl Medina, no da tiempo a expulsar todas las aguas residuales del estuario en la bajamar y por tanto provoca un traslado de dichas aguas hacia la parte superior del estuario.

### 2.2.2. Vertido de ARI

Recientemente, se han construido los Polígonos industriales de Santoña y Laredo destinados a la modernización de las empresas conserveras, esto ha llevado a la construcción de una depuradora de tratamiento primaria, que elimina las escamas y grasas, pero no los cloruros. La concentración de metales pesados es menor de 0,1 ppm, mucho menor de los valores permitidos. Su caudal es bajo.

Respecto al vertido de Bosch, S.A. tiene un caudal de 1.000 l por minuto, aprovechando el río Carranque que desemboca en su zona, todos sus parámetros tienen unos valores mucho más bajos de los permitidos y destacan los vertidos metálicos: Zn (0,9 ppm); Cu (0,8 ppm) Ni (1,5 ppm) Cd (0,01

ppm) Pb (0,02 ppm) Hg (0,01 ppm) Cr (0,3 ppm) respecto a los demás vertidos al estuario, no existiendo ningún contaminante tóxico peligroso. En esta fabrica existe una depuradora de tratamiento secundario para eliminar la materia orgánica de sus propias aguas residuales. Destaca los numerosos peces y moluscos que habitan junto a su punto de vertido, que garantiza su poca contaminación

### 2-3. Contaminación en aguas superficiales

No se detecta ningún parámetro anómalo, ni tóxico peligroso, únicamente un ligero aumento de materia orgánica, siendo su contaminación muy inferior a la de cualquier estuario cercano, siendo la zona más contaminada la ría de Boo. También, se observan aguas estancadas en la ribera del Dueso, junto a la Colonia Penitenciaria, que producen malos olores y numerosos insectos, así como materia putrefacta.

La mayor contaminación se produce en bajamar y en verano, en especial en la playa de Santoña y la zona de la playa entre Colindres y Laredo, donde se producen numerosas enfermedades de piel en los bañistas, debido a los abundantes virus originarios de las heces fecales y que van disueltos en el agua marina.

La concentración de metales pesados es del orden de los microgramos por litro, lo que demuestra la inexistencia de vertidos metálicos. No aparecen ni disolventes o pinturas. Las zonas cercanas a los puntos de vertido y los muelles son las zonas más contaminadas, en especial de hidrocarburos, papeles y plásticos, todos ellos de origen antropogénico.

(ppm)	Cu	Hg	Fe	Pb
Santander	0,009	----	0,05	0,004
Cádiz	1,97 a 7,14	0,04 a 0,06	----	----
Huelva	2,06 a 3	0,03 a 0,04	----	----
Suances	6 a 6,4	0,004 a 0,91	99 a 366	32,9 a 35,6
Santoña	0,001	0,004	0,01	0,005

Comparación de concentración metálica en almejas

(ppm)	Cu	Hg	Fe	Pb
Santander	0,225	----	0,135	0,004
Cádiz (Ostiones)	28 a 264,7	0,04 a 0,06	-----	-----
Huelva (Ostiones)	120 a 200	0,03 a 0,04	-----	-----
Suances (Lapa)	1,2 a 2,4	0,08 a 0,95	20,5 a 189	2 a 8,1
Santoña	0,01	0,005	0,023	0,001

Comparación de concentración metálica en ostras

#### 2-4. Contaminación en organismos vivos

El elevado nivel de materia orgánica disuelta, en especial en las zonas cercanas a los puntos de vertido, provoca miles de colonias fecales en los organismos vivos, no siendo aptos para el consumo directamente, sino que es necesario depurar los moluscos, en especial los muergos, ostras y mejillones para su posterior consumo gastronómico.

(ppm)	Cu	Hg	Fe	Pb
Santander	0,002	-----	0,02 a 0,09	0,03
Valencia	-----	0,01 a 0,29		0,01 a 105
<b>Santoña</b>	<b>0,000</b>	<b>0,006</b>	<b>0,004</b>	<b>0,000</b>

Comparación de concentración metálica en peces

Respecto a la concentración metálica, ésta es muy baja, siendo los mejillones los moluscos que mayor concentración acumulan y a su vez los moluscos mucho mas que los peces. Dentro de los metales, el más abundante es el hierro (0,04 ppm), seguido del plomo y del cobre (0,01 ppm). No existe relación entre las concentraciones de las aguas superficiales y los organismos vivos situados en esas aguas. A continuación se muestran varias Tablas que indican la comparación de concentración metálica entre organismos vivos de otros estuarios.

(ppm)	Pb	Cd	Hg
Galicia	27	-----	-----
Asturias	25 a 225	2,3 a 10	-----
Triestre	3 a 414	0,6 a 22	0,2 a 76
M. Norte	22 a 170	0,3 a 2	0,2 a 2
M. Báltico	20 a 85	0,3 a 1,8	-----
Huelva	1.600	4,1	-----
Restronget	1.620	12	-----
Sorf. J.	30.500	850	-----
Corpus Ch.	-----	130	-----
M. Rojo	-----	2 a 5	-----
Algeciras	15 a 85	0,6 a 5,3	0,02 a 0,26
Guipuzcoa	-----	0,37 a 5,6	-----
Vizcaya	1.456	-----	2,35
Cataluña	26 a 230	0,15 a 1,2	0,3 a 4,9
Valencia	30 a 60	0,1 a 1,1	0,1 a 0,8
Andalucía	25 a 90	0,1 a 2,5	0,09 a 0,1
Holanda	0,3 a 74,7	2,1 a 11,3	0,9 a 5,7
Taiwan	68	0,08	
<b>Santoña</b>	<b>0,27 a 0,71</b>	<b>2,7 a 16,3</b>	<b>0,10 a 0,26</b>

Concentración de valores de Pb, Cd y Hg en lodos

## 2-5. Contaminación en lodos o sedimentos

Estos análisis son los auténticos indicadores de la contaminación en el estuario, siendo variable según su profundidad. Es muy superior en las zonas cercanas a los puntos de vertido, en especial en la ría de Boo. También, en los recodos y zonas cerradas donde hay menos flujo de agua. Se acumulan mayor concentración de contaminantes sólidos.

Lo más destacable es las numerosas bolas viscosas que precipitan en las playas durante la bajamar y cuya concentración es una mezcla de materia orgánica procedente de las heces fecales y detergentes y que originan numerosas enfermedades y un grave impacto visual ambiental.

Respecto a la concentración metálica, los de mayor concentración en lodos son el cobre y el zinc, justificados por la descomposición de calizas y tuberías en usos domésticos. También es destacable los niveles de cadmio que son debido a los vertidos de aguas residuales conserveras de anchoa, así como de harinas de pescado, niveles que les diferencia de otros estuarios cercanos.

## 2-6. Conclusiones y recomendaciones

### 2-6-1. Conclusiones

Los resultados obtenidos demuestran una baja concentración contaminante, tanto en valor absoluto como comparada con otros estuarios, siendo máxima en la ría de Boo y en la zona cercana a los muelles de Colindres y Santoña y mínima en las zonas más interiores como Voto y Ampuero. No se han encontrado ningún contaminante tóxico peligroso que pudiera alterar la vida acuática en el estuario.

Se ha detectado una considerable y preocupante materia orgánica tanto en disolución como precipitando en lodos, que origina además de malos olores, diversas enfermedades de piel en los bañistas. Esta concentración origina una significativa colonias de coliformes fecales y totales sobre los organismos vivos del estuario que obliga a los consumidores de moluscos una depuración adecuada, en cambio no afecta a los peces, ya que no son filtros de aguas.

También se han detectado bolas alquitranadas insolubles en el estuario, que se adhieren sobre los muros o se depositan en sus arenas y rocas, estas bolas posiblemente sean originadas por un combustible no adecuado.

En la zona cercana al Club de Remo se concentra una zona de agua estancada, que produce una eutrofización con formación de muchas algas, disminución de oxígeno y poca vida acuática. No obstante, es menos grave que la zona del Dueso, donde hay agua muy putrefacta que origina malos olores e inmensos insectos. También resalta por sus malos olores la nueva depuradora primaria del polígono industrial de Santoña.

### 2-6-2. Recomendaciones

El principal problema es la inexistencia de depuradoras para las aguas residuales urbanas, que deben ir siempre independiente de las industriales

conservas, que pudieran ir, previa filtración de grasas y escamas, al estuario, ya que los cloruros y la mínima materia orgánica vertida no son nocivos para la vida acuática. También se ha detectado la presencia de lixiviados ganaderos de la zona Escalante y Voto, en especial los días lluviosos.

Respecto a Santoña, la depuradora de tratamiento primario iría conectada mediante un emisario a la zona norte de Berria, evitando el estuario. No es inteligible cómo el municipio de Santoña no mantuvo en funcionamiento la antigua depuradora de tratamiento primario con el consiguiente daño que ha producido a sus habitantes y al estuario. Además, se deberá construir un edificio que aisle la actual depuradora que evite tan malos olores.

Es conveniente dragar parcialmente la ría de Boo permitiendo el paso de mayor flujo de agua por el muro occidental, junto al polígono industrial, a la parte interna de las marismas de Berria, que originará la autodepuración de esa ría. También se debe favorecer la circulación de aguas por los canales internos del estuario, donde casi están estancadas.

Así mismo, sería bueno sustituir el tendido eléctrico que discurre por el estuario por otro subterráneo, que evite el impacto visual ambiental.

### 3. Bibliografía

- AEDO, C. *et al.* (1990). *El bosque en Cantabria*. Universidad de Cantabria.
- BOTAS, J. *et al.* (1989). *Watermases of the Central Cantabria Coast*. Sci Mar.
- CASANELLES, E. (1983). *La contaminación hoy*. Ed. TIDE. Barcelona.
- DEGREMONT (1979). *Manual técnico del agua*. Ed. Degremont. Bilbao.
- DOMÉNECH, X. (1991). *Química atmosférica*. Ed. Miraguano. Madrid.
- GONZÁLEZ M. *et al.* (1993). *La prehistoria de las marismas de Santoña*. Universidad de Cantabria.
- MOPT (1991). *Residuos Tóxicos Peligrosos, tratamiento y eliminación*. Ed. Secretaría Técnica MOPT. Madrid.
- VILLASANTE, J. (1997). *Contaminación por metales pesados en el estuario de Santoña*. Universidad de Cantabria.

### 4. Anexos

#### 4-1. Análisis en organismos vivos

Parámetro	Valor medio	Valores máximos
Pb (ppm)	0,003	0,002 a 0,004
Cu (ppm)	0,004	NSD a 0,020
Cd (ppm)	0,001	NSD a 0,01
Mn (ppm)	NSD	NSD
Fe (ppm)	0,05	0,04 a 0,08
Hg (ppm)	0,005	0,004 a 0,01
As (ppm)	NSD	NSD

## 4-2 Análisis en aguas superficiales

Parámetro	Valor medio	Valores máximos
pH	7,6	7-4 a 8,4
P. redox (mV)	115	108 a 142
S. en suspen.(mg/l)	62	56 a 102
Zn: Soluble (mg/l)	0,02	0,01 a 0,05
Total (mg/l)	0,03	0,01 a 0,06
Cd: Soluble (mg/l)	0,001	NSD a 0,007
Total (mg/l)	0,001	NSD a 0,008
Cr: Soluble (mg/l)	0,002	NSD a 0,009
Total (mg/l)	0,002	NSD a 0,012
As:	NSD	NSD
Pb: Soluble (mg/l)	0,008	NSD a 0,026
Total (mg/l)	0,009	NSD a 0,033
Ni: Soluble (mg/l)	0,004	NSD a 0,011
Total (mg/l)	0,005	NSD a 0,018
Fe: Soluble (mg/l)	0,120	0,08 a 0,33
Total (mg/l)	0,131	0,09 a 0,38
Cu: Soluble (mg/l)	0,020	0,01 a 0,030
Total (mg/l)	0,025	0,01 a 0,035
Mn (mg/l)	NSD	NSD
Hg : Soluble(mg/l)	0,002	NSD a 0,012
Total (mg/l)	0,003	NSD a 0,018

NSD : No se detecta

## 4-3. Análisis en lodos

Parámetro	Valor medio	Valores máximos
Salinidad (g/l)	28,5	14 a 32
Materia orgánica (%)	4	3 - 8,8
PFI	8,1	6,88 - 8,4
Potencial redox (mV)	- 147	- 74 - - 370
% Agua	38	32 - 51
Cr (ppm)	7,9	4,1 - 9,61
Pb (ppm)	0,49	0,22 - 1,16
Hg (ppm)	0,16	0,10 - 0,26
Cd (ppm)	7,4	2,41 - 16,31
Cu (ppm)	36,9	10,1- 72,5
Ni (ppm)	43,6	9,8 - 75,8
Zn (ppm)	111,5	48 - 171

***EL SIGLO DE ORO:  
CERVANTES Y SHAKESPEARE***