



Programa: Monitoreo de Cuerpos Receptores.

Subprograma: Estuario de Bahía Blanca.

Objetivos del Subprograma: Mantener un sistema de vigilancia de la calidad ambiental del Estuario. Disponer de un sistema de información de los aspectos químicos, físicos, biológicos, microbiológicos y de impacto ambiental para la preservación de la calidad ambiental del Estuario de Bahía Blanca.

Período: Enero a Diciembre de 2013.



Resumen del Plan de Trabajo

En la siguiente tabla se detallan las tareas desarrolladas para este subprograma, que se han dividido en diferentes secciones:

Tareas	
ESTUARIO DE BAHIA BLANCA	
A. Sección Química Marina	3
B. Sección Peces	27
C. Sección Organismos Bentónicos.....	33
D. Sección Microbiología	54
E. Conclusiones: Estuario de Bahía Blanca.....	61
MONITOREOS DE APORTES NO INDUSTRIALES	
F. Monitoreo de Arroyos	66
G. Monitoreos de Canales Pluviales.....	71
H. Conclusiones: Monitoreo de Aportes No Industriales.....	74
ANEXO	76

Sección A - Química Marina

1. Muestreos

Se realizaron cuatro campañas, las dos primeras (abril y junio) a cargo del personal del Comité Técnico Ejecutivo, para la toma de muestra, determinaciones fisicoquímicas in situ, y análisis de las sustancias potencialmente contaminantes en agua y sedimentos.

Las muestras tomadas en estas campañas fueron derivadas al Laboratorio de Análisis Químico (LANAQUI) – CERZOS/UNS para la determinación de metales pesados en agua, sedimento y material biológico (ostras).

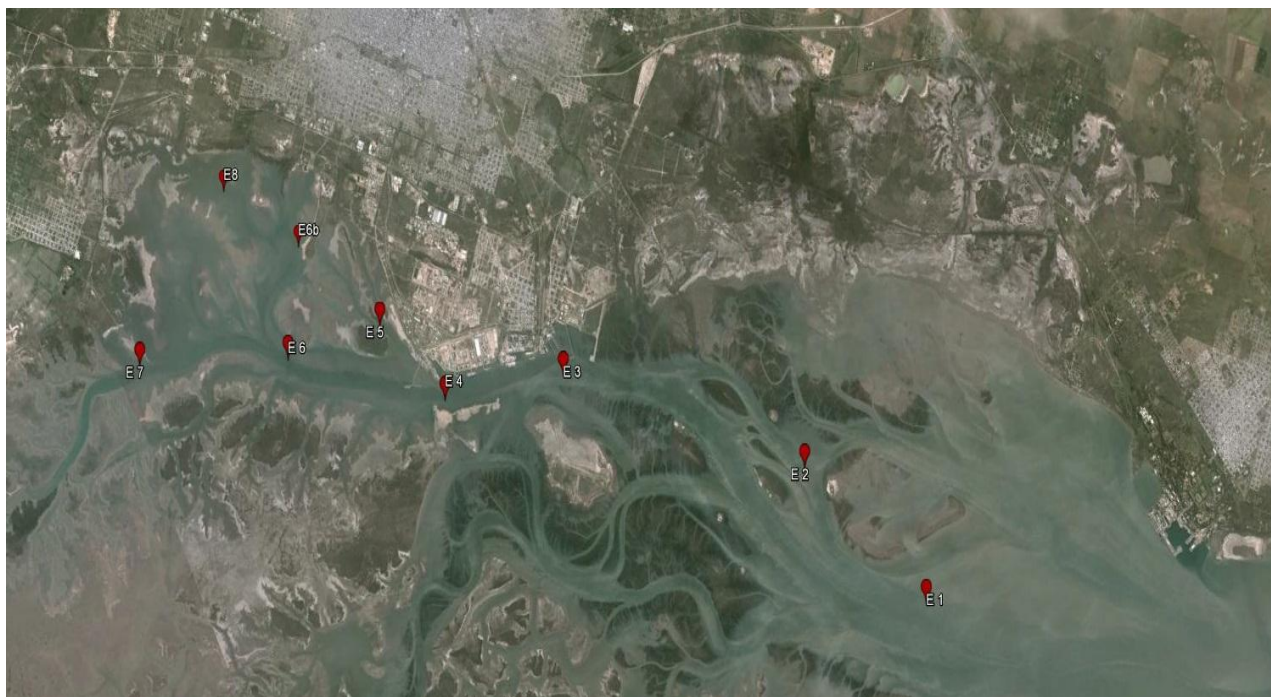
Las dos campañas restantes (agosto y noviembre) fueron realizadas por el Instituto Argentino de Oceanografía (IADO) bajo el convenio "Monitoreo del estuario de Bahía Blanca" responsables de la toma de muestra y análisis de agua, sedimentos, microbiología, bentos y peces.

Este convenio es el primero en contemplar un muestreo intensivo de peces, de al menos 4 especies diferentes incluyendo una que cumple todo su ciclo biológico dentro del estuario, además de realizar el primer muestreo de organismos bentónicos de fondos duros y blandos.

Asimismo el convenio pretende dar una continuidad a más de 10 años de monitoreo sobre el estuario de Bahía Blanca, realizado en conjunto con el IADO.

• Estaciones de Monitoreo

Estación	Ubicación
E1	Boya 26 (frente a Villa del Mar)
E2	En proximidades a la descarga cloacal 1 ^{ra} cuenca.
E3	Puerto de Ingeniero White
E4	Puerto Galván (posta de inflamables).
E5	En proximidades de descarga Polo Petroquímico.
E6	Canal Maldonado
E6b	En proximidades al ex basural Belisario Roldán
E7	Puerto Cuatros
E8	En proximidad a la descarga cloacal de la 3 ^{ra} cuenca



Plano de la ubicación de las estaciones de muestreo

• **Campañas Realizadas**

Las dos primeras campañas se realizaron sobre las estaciones E1 a la E6b, y las dos restantes sobre las estaciones E2, E3, E5, E6, E7 y E8.

Campañas				
	Abril	Junio	Agosto	Noviembre
E1	CTE			
E2				IADO
E3				
E4				
E5				
E6			(E6b)	
E7				
E8				

2. Informe de Resultados de Química Marina

Parámetros oceanográficos y fisicoquímicos.

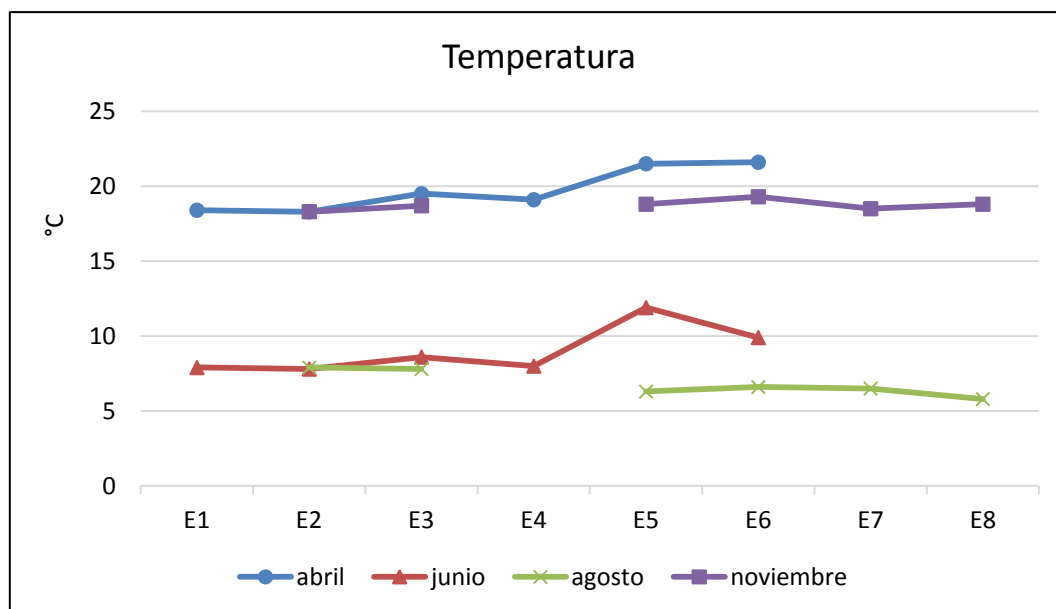
Se realizaron las mediciones de los siguientes parámetros oceanográficos:

In situ: temperatura, pH, turbidez, conductividad y O₂ disuelto. En las determinaciones realizadas por el IADO, se agregan los análisis de nutrientes y otros parámetros ecofisiológicos, dichos resultados, junto con sus conclusiones serán reportados en el informe final del año 2014 elaborado por el IADO. A los fines prácticos y de la misma manera que durante el año 2012, la estación denominada E6b, fue considerada dentro de los gráficos como E6, sin realizar observaciones puntuales, excepto en aquellos parámetros que en función de los resultados ameriten un comentario extra.

Temperatura

Los valores de temperatura registrados durante este período muestran una distribución homogénea para todas las estaciones de muestreo, acorde a cada estación del año.

Las temperaturas registradas oscilaron entre los 5,8 y 21,6 °C. Los valores de temperatura registrados durante este período son similares a los históricos registrados en monitoreos previos.



pH

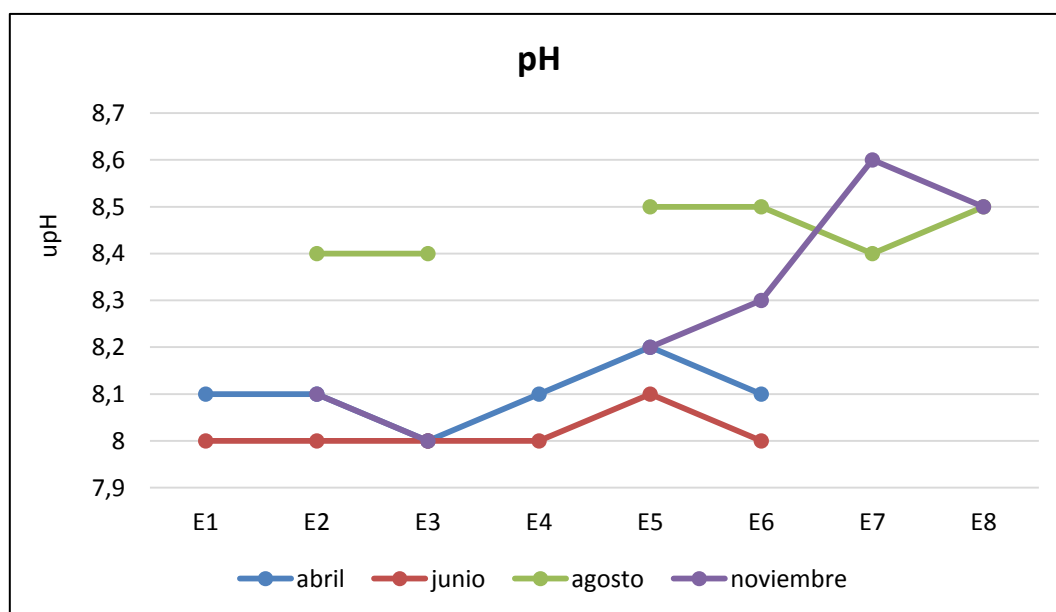
El pH es una medida de qué tan ácida es una solución. La escala de pH varía de 0 a 14. Las soluciones con un pH menor de 7 son ácidas, y los que tienen un pH mayor que 7 son básicas, o también llamadas alcalinas.

El conocimiento del pH es importante porque la mayoría de los organismos acuáticos se han adaptado a vivir en soluciones con un pH entre 5,0 y 9,0. El pH en un estuario tiende a permanecer constante porque los componentes químicos en el agua de mar se resisten a grandes cambios de pH. La actividad biológica, sin embargo, puede alterar significativamente el pH en un estuario.

A través de la fotosíntesis, las plantas eliminan el dióxido de carbono (CO_2) y expulsan oxígeno (O_2). El CO_2 se disuelve en agua y se convierte en ácido carbónico, generando un pH más alto, y el agua se vuelve más alcalina. Esto ocurre cuando las algas naturalmente comienzan a aumentar en los estuarios durante la primavera, los niveles de pH tienden a subir. Un exceso de algas (llamado un florecimiento de algas) puede causar que los niveles de pH en un estuario aumenten significativamente, y esto puede ser letal para muchos de los organismos acuáticos.

Los valores de pH registrados durante el período estudiado mostraron una distribución homogénea a lo largo de la grilla evaluada. Los valores oscilaron entre 8,0 upH y 8,6 upH, con un promedio anual de 8,2 upH.

Los valores de pH que se registraron en estas campañas son similares a los informados para etapas previas de este programa de monitoreo.



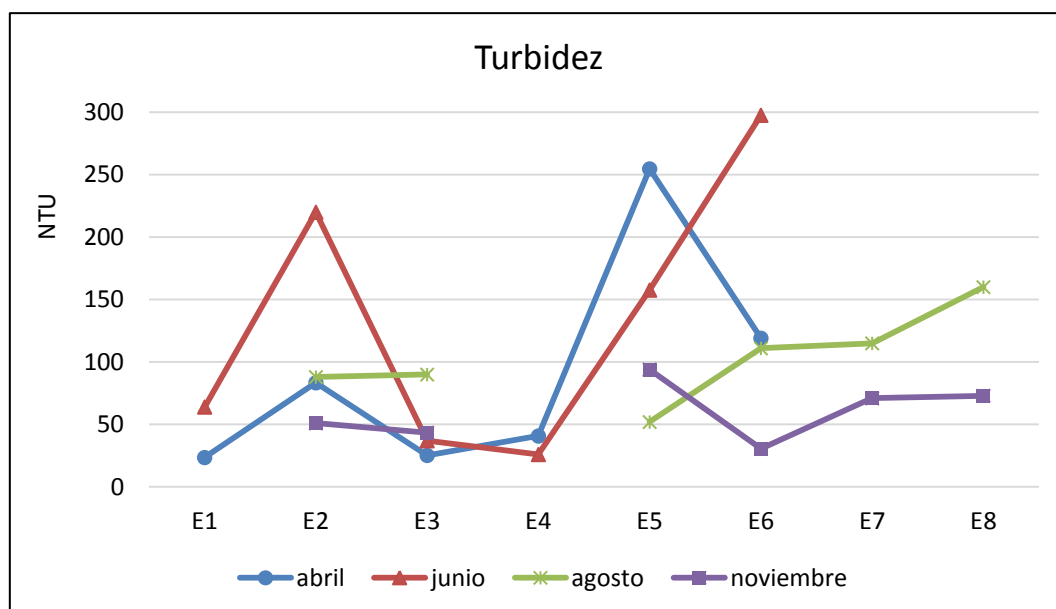
Turbidez del agua

La turbidez es esencialmente una medida de qué tan turbia o clara es el agua, dicho en otras palabras, la facilidad con que la luz puede ser transmitida a través del agua. Con el incremento de los sedimentos y los sólidos en suspensión en el agua, la cantidad de luz que puede pasar a través

de ella es baja. Cuando las algas, los sedimentos o residuos sólidos en el agua aumentan, también lo hace la turbidez.

La turbidez afecta a los organismos que dependen directamente de la luz, como las plantas acuáticas, ya que limita su capacidad para llevar a cabo la fotosíntesis. Esto a su vez, afecta a otros organismos que dependen de estas plantas para la alimentación y oxígeno.

Los valores de turbidez registrados, mostraron una distribución heterogénea a lo largo de la grilla de monitoreo. Los valores registrados variaron entre 24 a 298 NTU. Es de destacar que, durante las tareas de dragado realizadas en el 2013 sobre el canal principal, los valores de turbidez no mostraron variaciones importantes respecto de los históricos registrados.



Diferentes factores pueden modificar los registros de turbidez: el florecimiento planctónico, la resuspensión de sedimentos por efecto de tormentas, el dragado y refulado, la descarga de efluentes, alteraciones en la circulación de las aguas, la erosión de la costa, o las instalaciones de procesamiento de aguas residuales que no funcionan correctamente.

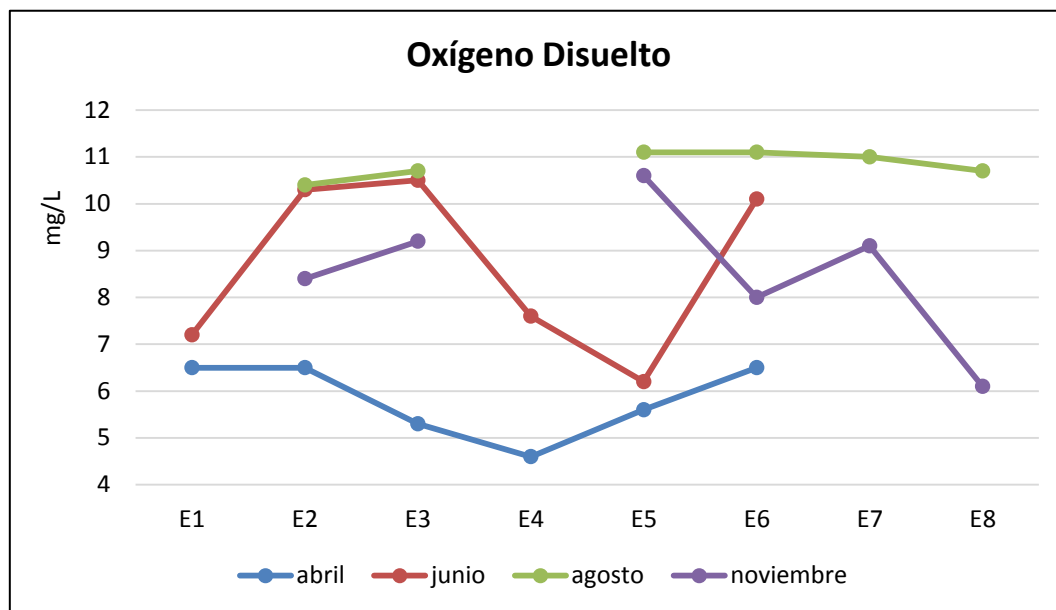
Si bien los valores de turbidez registrados son variables, su tendencia general de distribución coincide con los datos históricos oportunamente informados para este estuario.

Oxígeno disuelto

La cantidad de oxígeno disuelto (OD) en el agua de un estuario es el principal factor que determina el tipo y abundancia de organismos que pueden vivir allí.

Los niveles de OD están influenciados por la temperatura y la salinidad. La solubilidad del oxígeno disminuye a medida que aumenta la temperatura del agua y la salinidad. Los niveles de OD en el estuario también varían según la temporada, los niveles más bajos se producen durante los meses del verano, cuando las temperaturas son más altas.

Los valores de oxígeno disuelto (OD) registrados durante las campañas realizadas mostraron variaciones a lo largo de la grilla de muestreo. Los valores registrados variaron entre 4,6 a 11,1 mg/l.



La NOAA (1996 - NOAA's eutrophication survey) ha clasificado las muestras de calidad de agua como anóxicas cuando tienen 0 mg/l de oxígeno disuelto, hipóxicas si están por debajo de 2 mg/l y estresantes para la biota si están entre 2 y 5 mg/l.

Los valores registrados en el 2013 son similares a los históricamente reportados para este ambiente.

Sustancias potencialmente contaminantes.

- En agua:
 - Metales disueltos: Plomo, Cobre, Cadmio, Cromo (total), Níquel, Zinc y Mercurio.
- En sedimentos superficiales:
 - Metales: Plomo, Cobre, Cadmio, Cromo (total), Níquel, Zinc y Mercurio.
 - Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos.
 - Pesticidas organoclorados.

- En peces:
 - Metales pesados en músculo e hígado de las especies capturadas.
 - Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos.
 - Pesticidas organoclorados.

Metales disueltos en agua

La detección de metales disueltos en el agua es indicadora de ingreso reciente al sistema, ya que esta fase de los compuestos metálicos es sumamente efímera y es desplazada rápidamente hacia los otros compartimientos del sistema (por ej., material particulado en suspensión, sedimentos, organismos).

A los efectos de realizar estimaciones comparativas, resultan de utilidad los indicadores de referencia establecidos por la *National Oceanic and Atmospheric Administration* – NOAA, que diferencia dos niveles:

- **exposición aguda:** está referida a la concentración promedio para 1 hora de exposición. Señalamos que no existen niveles de concentración de referencia establecidos por la NOAA para menores períodos de exposición a 1 hora.
- **exposición crónica:** está referida a la concentración promedio para 96 horas de exposición (4 días). Tampoco existen niveles de concentración de referencia establecidos por la NOAA para mayores períodos de exposición a 96 horas.

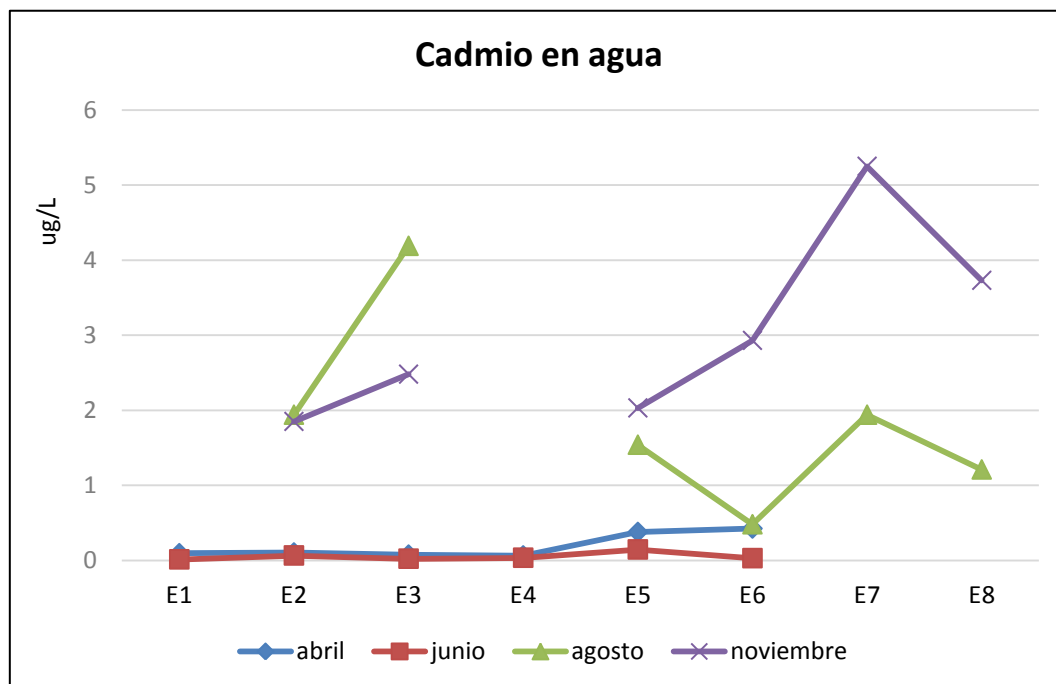
Además utilizaremos como nivel guía comparativo el indicado por el Decreto 831/93, de la Ley 24051 de residuos peligrosos, que establece niveles guía de calidad de agua para protección de la vida acuática, en aguas saladas superficiales.

En la Tabla A, del Anexo – Estuario de Bahía Blanca (página 77) se detallan los valores guías de la NOAA (exposición crónica y aguda), y los del Decreto 831/93.

Cadmio

Los valores de cadmio en agua oscilaron entre 0,012 y 5,25 µg/l. Es de destacar los elevados valores hallados en las dos últimas campañas de monitoreo, que superaron los niveles históricos registrados para este ambiente. Los mismos se muestran distribuidos a lo largo de toda la grilla de muestreo, lo que sugiere un ingreso multipuntual, que podría provenir de la deposición atmosférica.

El máximo valor hallado en junio de 2007 era de 1,25 µg/l en la E3. En las últimas dos campañas - agosto y noviembre - realizadas por el IADO, el 83% los valores superaron ese máximo histórico, con valores muy por encima de la unidad. Sobre estos últimos valores, no es posible realizar ninguna evaluación, sostienen los investigadores del IADO, para lo cual es necesario finalizar el programa de monitoreo a mediados del año 2014 y completar la grilla de resultados. Los valores de cadmio en agua se pueden apreciar en el gráfico siguiente.



Ninguno de los valores de cadmio, superaron los niveles guía de referencia de la NOAA, para "Exposición crónica", de 8,8 µg/l, solo el valor máximo determinado en la E7 en el mes de noviembre, supera el valor de 5 µg/l que establece el Decreto 831/93.

En esta oportunidad, las concentraciones de cadmio disuelto no resultaron similares a los valores determinados en los programas anteriores debido a los valores hallados en las últimas dos campañas. Como mencionamos anteriormente, el IADO continua realizando el monitoreo del estuario, según convenio firmado con la Municipalidad de Bahía Blanca, y hasta su finalización no es posible sacar conclusiones sobre estos resultados.

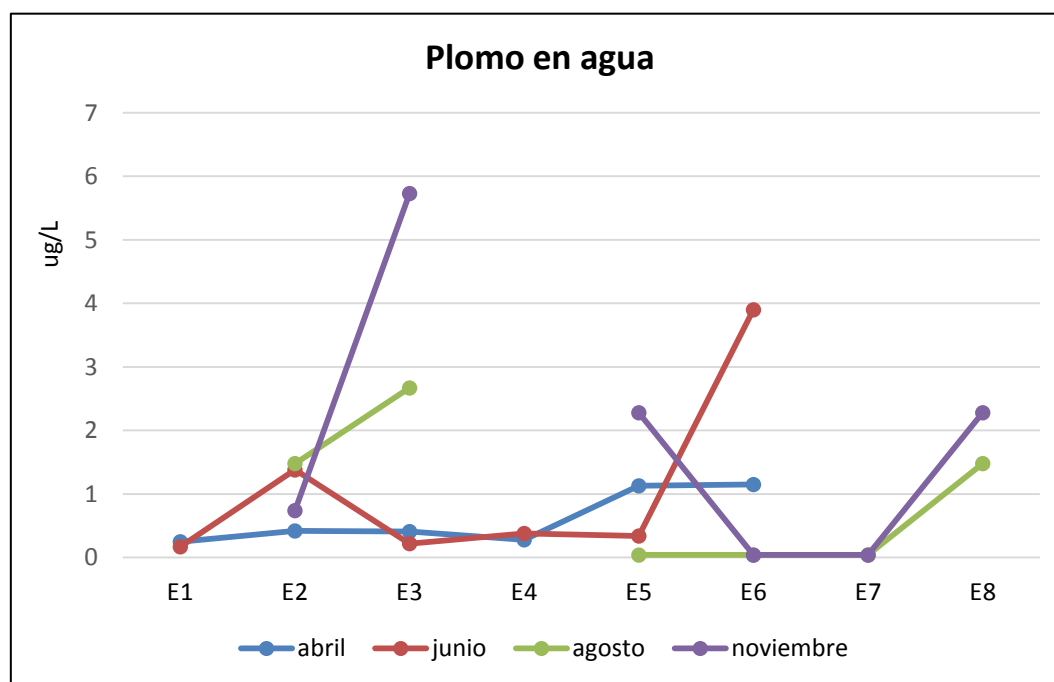
De todas maneras, y en función de los valores observados, desde el CTE se continúa con el monitoreo de fuentes probables que pudieran aportar cadmio al estuario sin poder determinar el origen del mismo. Tampoco se determinó la presencia de cadmio en el monitoreo de las descargas

cloacales (1^{ra} y 3^{ra} cuenca) de Bahía Blanca; y los resultados obtenidos en los pozos de monitoreo para el análisis de agua subterránea sobre el ex basural de Belisario Roldán, no han arrojado valores significativos que indiquen a este sitio como una de las probables fuentes que aporten cadmio al estuario, (Ver Subprograma de Aguas Subterráneas).

Un nuevo programa de monitoreo iniciado a mediados del 2013, para estimar las concentraciones de metales provenientes de deposiciones atmosféricas, arrojó valores detectables de cadmio y otros metales en los puntos de monitoreo cercanos al estuario. Al completarse un año de muestreo en julio de 2014, se podrá estimar la tasa de deposición anual de los diferentes metales, que se determinan e impactan sobre este cuerpo receptor.

Plomo

Los valores de plomo disuelto en el agua variaron entre menores al límite de detección y 5,73 µg/l. El valor máximo fue obtenido en la estación E3 de la campaña de noviembre.



En ninguna oportunidad se superaron los niveles guía de referencia de la NOAA, para "Exposición crónica", de 8,1 µg/l, ni el que establece el Decreto 831/93 de 10 µg/l.

Los valores detectados durante el 2013, se mostraron similares a los históricos registrados, incluso por debajo del promedio histórico para la concentración de este metal disuelto en agua.

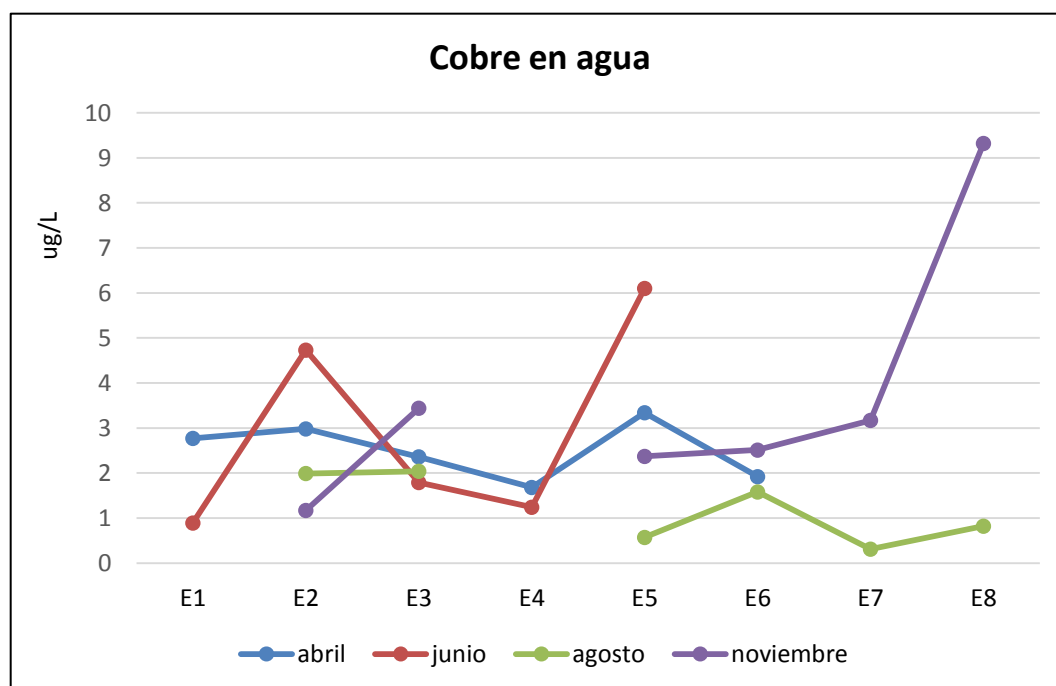
De la misma manera que con el cadmio, continuamos con los trabajos de monitoreo sobre las fuentes probables que aporten plomo a este sistema.

Cobre

Se detectaron concentraciones de cobre en agua en todas las campañas del 2013. Los valores registrados variaron entre 0,31 y 25,4 $\mu\text{g/l}$. En general los valores resultaron homogéneos en todos los puntos de muestreo, excepto el registrado en la estación E6b durante la campaña de junio (representada en la gráfica como E6).

Estos valores son ligeramente superiores al promedio histórico registrado (2002-2012), excepto para las estaciones E1 y E4.

Si bien el promedio general histórico 2002-2012 no mostraba zonas de acumulación preferencial, en los dos últimos años los máximos valores registrados se han determinado en la zona más interna del estuario, lo cual conlleva a esforzar los monitoreos e investigar las fuentes posibles de ingreso de cobre al sistema.



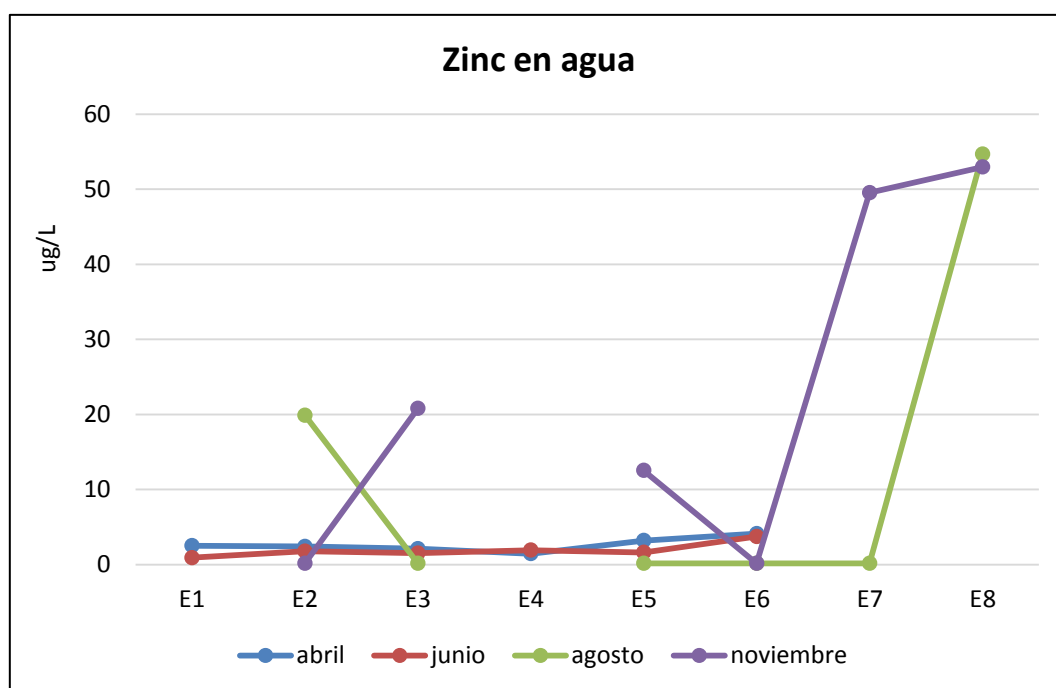
En siete oportunidades los valores superaron el nivel guía de referencia de la NOAA, para "Exposición crónica", tres veces para "Exposición aguda" y cuatro veces se superó el valor que establece el Decreto 831/93.

En función de estas observaciones, el CTE evaluará realizar futuros muestreos en la zona cercana a la estación E6b, enfocado en el ex basural, como posible fuente de contaminación.

Zinc

Los valores de zinc disuelto en agua variaron entre niveles de menores al límite de detección y 54,68 µg/l.

En general y como se observa en el gráfico, los valores obtenidos resultaron muy homogéneos especialmente durante las dos primeras campañas, posteriormente y durante las campañas siguientes, se altera esa homogeneidad, observando valores elevados alternando entre las estaciones E2 y E3, y con valores muy elevados en las estaciones E7 y E8.



De todas maneras, estos registros máximos son inferiores a los determinados años atrás, y los valores del 2013 son comparables con el promedio general histórico.

Es de destacar, que en general, los valores máximos históricos se han registrado en la zona externa del estuario (campañas 2005, 2008, 2011 y 2012), y eventualmente con valores elevados aleatorios en la zona más interna (E7 y E8) en campañas 2009, 2010 y en este año de monitoreo.

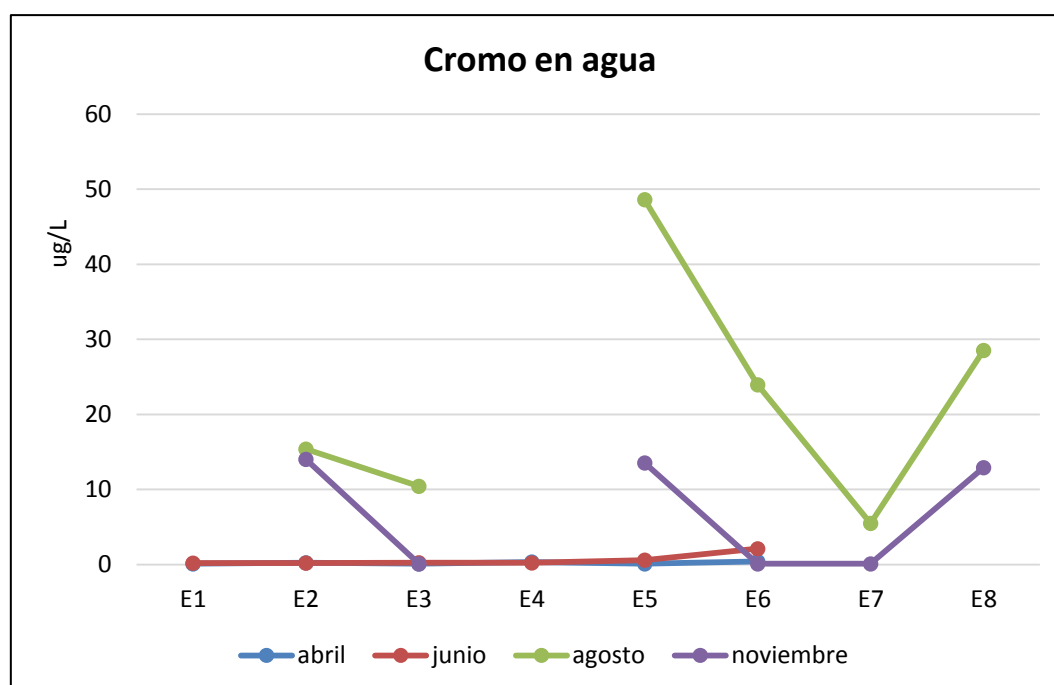
El nivel guía de referencia de la NOAA, para "Exposición crónica", de 81 µg/l, no fue superado en ninguna oportunidad. El Decreto 831/93 establece que el nivel de referencia para el zinc es de 0,2 µg/l. Al respecto todos los valores mayores al límite de detección en este período de monitoreo (75%) superaron el nivel establecido por el mencionado Decreto.

Al igual que con el resto de los metales, el CTE continúa con el monitoreo de fuentes probables – industriales, subterráneas, atmosféricas, cloacales y pluviales que aporten zinc al estuario, y en la

mayoría de ellas se observan concentraciones detectables de zinc. Cabe mencionar que este metal es propio de la corteza terrestre y aparece de manera natural en los cursos de agua.

Cromo

Los valores de cromo total disuelto en agua oscilaron entre menores al límite de detección y 48,62 $\mu\text{g/l}$, Durante las dos primeras campañas, las concentraciones presentaron una tendencia homogénea, luego los valores detectados en las campañas del IADO registran niveles elevados. Estos valores de las campañas – agosto y noviembre – constituyen los más elevados registros de cromo que se tengan reportados para este ambiente. La distribución de cromo a lo largo de las estaciones de muestreo puede verse en el siguiente gráfico.

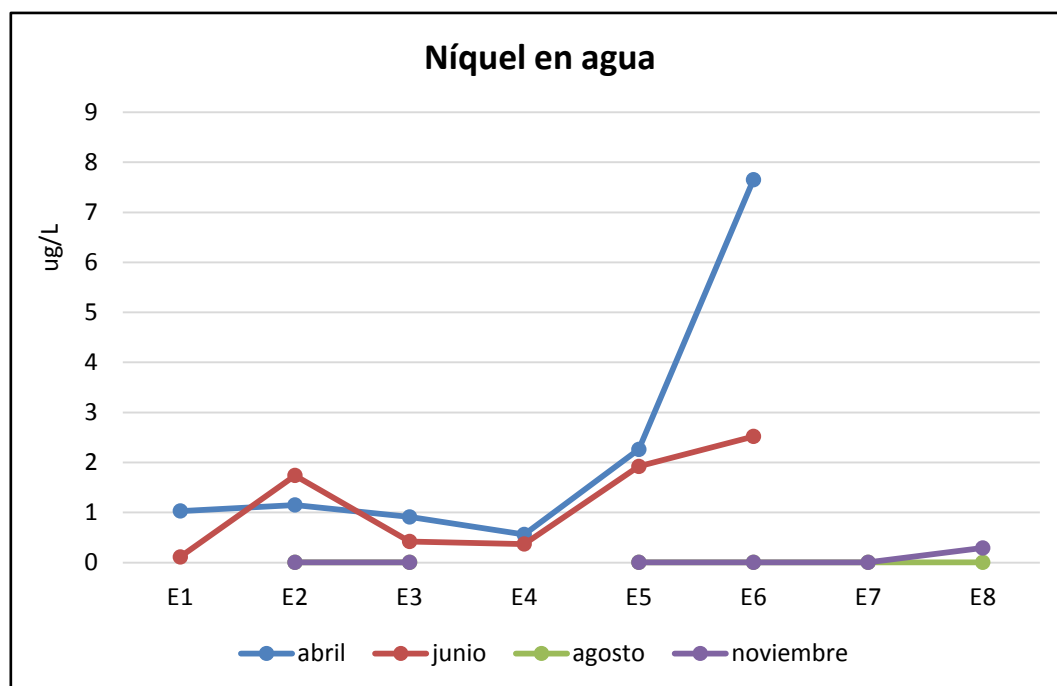


No está establecido un valor guía de referencia de la NOAA ni del Decreto 831/93, para el cromo.

Exceptuando las estaciones E2, E5, E6 y E8 que mostraron niveles elevados durante las campañas de agosto y noviembre, los restantes valores son comparables con los históricos reportados.

Níquel

Los valores de níquel disuelto presentaron niveles que oscilaron entre menores al límite de detección hasta 7,65 $\mu\text{g/l}$, este último valor fue detectado en la E6b durante la campaña de abril, según se puede ver en el gráfico siguiente (la estación E6b, se representa en la gráfica como E6).



El 92 % de los resultados determinados en las dos últimas campañas arrojaron valores menores al límite de detección. Los restantes valores resultaron similares a los detectados en campañas anteriores de monitoreo, excepto el valor detectado en la estación E6b.

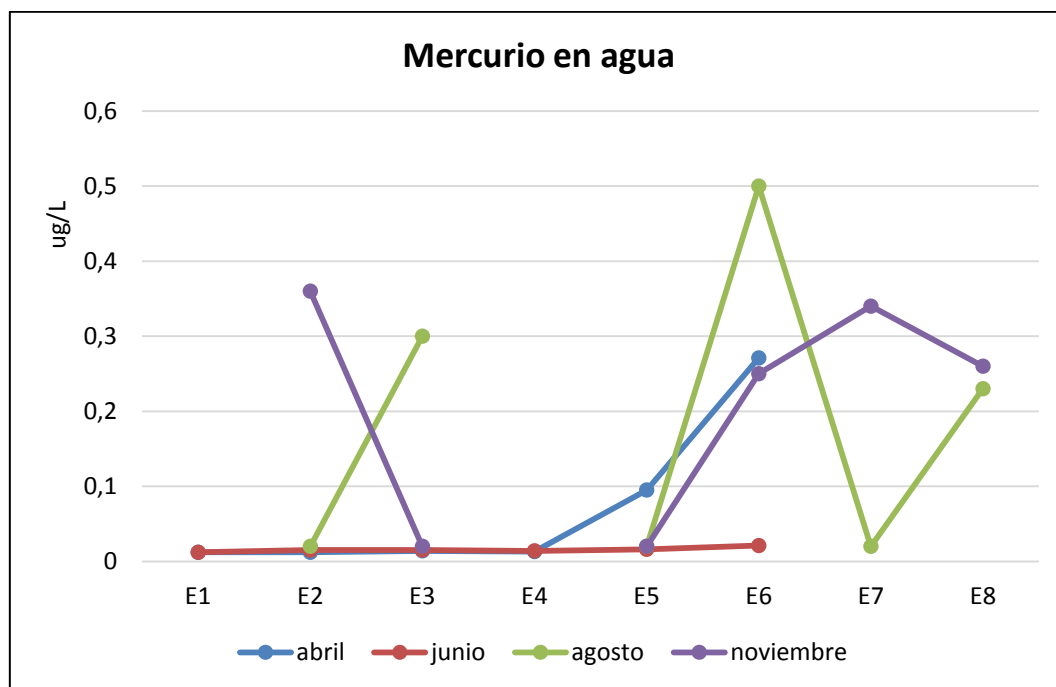
El nivel guía de referencia de la NOAA, para "Exposición crónica" no fue superado, y el valor establecido por el Decreto 831/93 solo fue superado por el máximo valor determinado en la estación E6b durante la campaña de abril.

Mercurio

Los valores de mercurio registrados variaron entre menores al límite de detección y 0,5 $\mu\text{g/l}$.

En este período, las máximas concentraciones fueron detectadas aleatoriamente en diferentes estaciones de muestreo, E2, E3, E6, E7 y E8 en diferentes oportunidades.

La distribución de valores puede observarse en el gráfico siguiente



El nivel guía de referencia de la NOAA, para "Exposición crónica" (0,94 µg/l), no fue superado, en lo que respecta al Decreto 831/93, el 33,3% de los datos supera el valor de 0,1 µg/l establecido como nivel guía.

En general los valores de mercurio determinados en este período, son similares e incluso inferiores a los históricos reportados para este estuario.

Metales en sedimento marino

El término sedimento se refiere a los depósitos en el fondo de los ecosistemas acuáticos compuestos de materiales de diversos tamaños, formas y mineralogía; originados de diferentes fuentes, terrígenas, biogénicas y autigénicas (*Canadian Council, 1999*).

El destino final y la ecotoxicología de los metales pesados en sistemas acuáticos dependen de varios aspectos fisicoquímicos y biológicos. La topografía, hidrología, biología y geología de las cuencas, así como los niveles de precipitación y el clima de la región determinan el amplio rango de condiciones químicas del agua. Además, la actividad humana agrega una cantidad de compuestos contaminantes que influyen en los sistemas acuáticos existentes. Sin embargo, uno de los principales procesos que controla la toxicidad de los metales es la afinidad y preferencia por la fase sólida o acuosa, cuando esta competencia favorece la fase acuosa - metal disuelto en agua - la movilidad del metal y su potencial tóxico se incrementa.



La movilidad de los metales suele ser el resultado de procesos naturales y de las actividades del hombre, llegando estos metales a enriquecer los sedimentos marinos. También es importante considerar que las partículas suspendidas con contaminantes asociados pueden sedimentar a lo largo de los cursos de agua y convertirse en parte de los sedimentos, frecuentemente a algunos kilómetros de sus fuentes químicas de origen.

En general, los metales pesados, presentan concentraciones relativamente elevadas en los sedimentos superficiales de las zonas costeras explotadas por el hombre.

En los últimos años ha existido gran inquietud sobre el comportamiento de los metales pesados en los ambientes acuáticos, debido a su potencial peligro sobre una gran variedad de flora y fauna, como así también sobre la salud humana, ya que estos metales, a diferencia de otros compuestos tóxicos, no son biodegradables y pueden acumularse en los tejidos y concentrarse a lo largo de la cadena alimenticia.

Los metales son emitidos a la atmósfera, descargados sobre el suelo, están presentes en las aguas residuales y finalmente acumulados en los sedimentos. Por lo tanto los sedimentos ofrecen *datos integrados en el tiempo* sobre las tendencias geográficas y temporales de las emisiones. Cuando existe una capacidad limitada de realizar los análisis de metales disueltos en los cursos de agua, es de utilidad estimar la calidad de un sistema natural mediante el análisis de los sedimentos.

Si bien no existen normas o niveles guía de referencia a nivel Nacional ni Provincial para sedimentos en el estuario de Bahía Blanca, y a efectos de hacer estimaciones comparativas aproximadas, resultan de utilidad los indicadores de referencia establecidos por la NOAA.

El objetivo de estos indicadores es proteger a los organismos que viven en los sedimentos acuáticos de los efectos negativos producidos por sustancias químicas presentes en estos ambientes, evaluar y comparar los patrones de distribución espacial de sedimentos contaminados y, diseñar y aplicar programas de monitoreo y remediación en aquellas situaciones que lo consideren necesaria.

El Decreto 831/93 no tiene establecido valores de referencia para metales en sedimento marino.

En la Tabla B del Anexo – Estuario de Bahía Blanca (página 77) se presentan los valores de **TEL** (Threshold Effect Level); **ERL** (Effects Range-Low); **ERM** (Effects Range-Median) y **PEL** (Probable Effect Level) establecidos por la NOAA para los parámetros inorgánicos contenidos en sedimentos marinos superficiales. Estos indicadores ofrecen diferentes grados de protección para la vida acuática, y se fundamentan sobre bases de datos de composición química de sedimentos y en bases de datos de bioensayos de toxicidad.

Los niveles **TEL**, están considerados para proveer un alto nivel de protección para organismos acuáticos, e indica que: concentraciones por debajo de las cuales, nunca o casi nunca se observan efectos biológicos negativos.

Los niveles **ERL** indican concentraciones por debajo de las cuales los efectos adversos raramente ocurren.

Por el contrario, los niveles **PEL** ofrecen una baja protección, e indican concentraciones por encima de las cuales los efectos adversos frecuentemente pueden ocurrir.

Los **ERM** ofrecen también una muy baja protección, e indican concentraciones por encima de las cuales los efectos adversos frecuentemente ocurren.

Cadmio

Se detectó la presencia de cadmio en todas las estaciones de muestreo, los valores variaron entre menores al límite de detección y 0,7 $\mu\text{g/g}$.

El valor máximo fue detectado en la estación E5 durante la campaña de abril.

En el gráfico de cadmio en sedimento, podemos observar los resultados obtenidos durante las distintas campañas de monitoreo, en relación al valor de referencia de la NOAA (TEL) y a la curva de los valores medios históricos (MH) registrados en este ambiente.

El gráfico muestra la concentración de cadmio en sedimento en $\mu\text{g/g}$ en ocho estaciones (E1-E8) durante cuatro campañas de monitoreo: abril (línea azul), junio (línea roja), agosto (línea verde) y noviembre (línea púrpura). Se incluyen también una línea roja punteada que representa el límite de referencia de la NOAA (TEL) y una línea negra con círculos amarillos que representa los valores medios históricos (MH). El eje vertical varía de 0 a 1 $\mu\text{g/g}$ en incrementos de 0,1. El eje horizontal muestra las estaciones E1 a E8.

Estación	abril	junio	agosto	noviembre	TEL	MH
E1	0,18	0,08	0,08	0,08	0,68	0,73
E2	0,28	0,08	0,06	0,12	0,68	0,81
E3	0,38	0,52	0,11	0,08	0,68	0,77
E4	0,42	0,46	0,46	0,46	0,68	0,84
E5	0,70	0,46	0,00	0,05	0,68	0,86
E6	0,51	0,51	0,11	0,07	0,68	0,86
E7	0,00	0,00	0,00	0,06	0,68	0,87
E8	0,00	0,00	0,14	0,08	0,68	0,87

COMITÉ TÉCNICO EJECUTIVO
MUNICIPALIDAD DE BAHÍA BLANCA

18

Los valores registrados en las dos primeras campañas, se muestran heterogéneos respecto a los de la segunda mitad del año, donde se registraron los valores más bajos del período, incluso los valores no detectables.

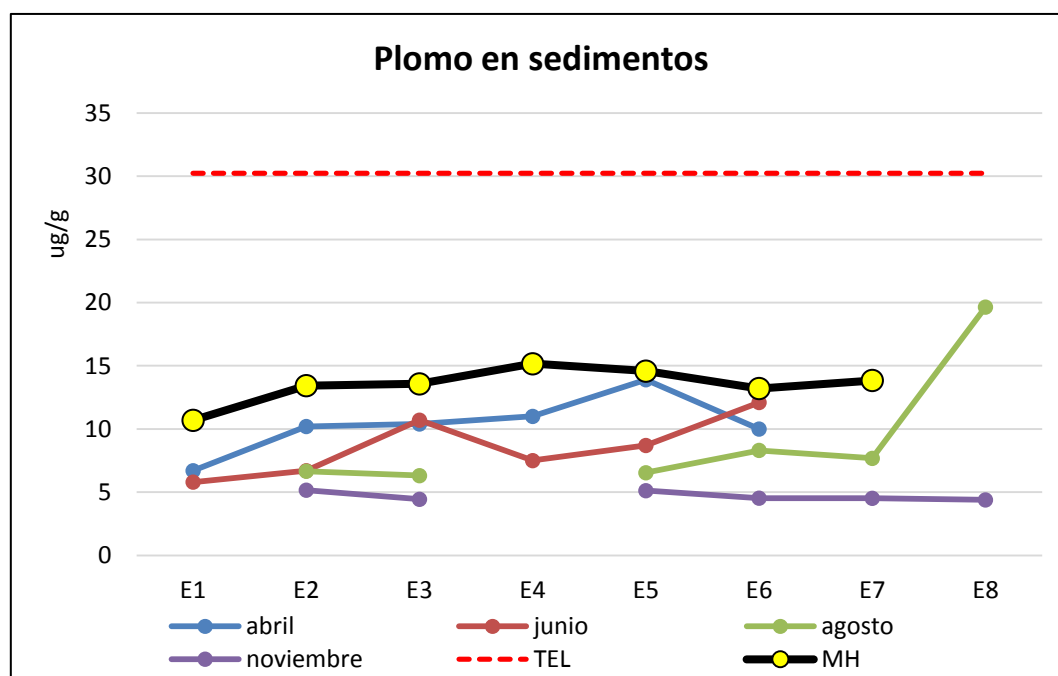
Con respecto a los valores de referencia de la NOAA, en una oportunidad se superó ligeramente el nivel más exigente (**TEL**: 0,68 $\mu\text{g/g}$), durante la campaña de abril en la estación E5.

Al observar el gráfico, podemos inferir que los valores del 2013, están muy por debajo de la media histórica y han resultado ser de los más bajos detectados para este ambiente, similares a los informados en el período 2011.

Plomo

Se detectó la presencia de plomo en los sedimentos superficiales en todas las estaciones durante las campañas de monitoreo. Las concentraciones variaron entre los 4,39 y 19,65 $\mu\text{g/g}$.

En el gráfico de plomo en sedimento, se pueden observar los resultados obtenidos durante las campañas de monitoreo, en relación al valor de referencia más exigente de la NOAA y a la curva de los valores medios históricos (MH) registrados en este ambiente.



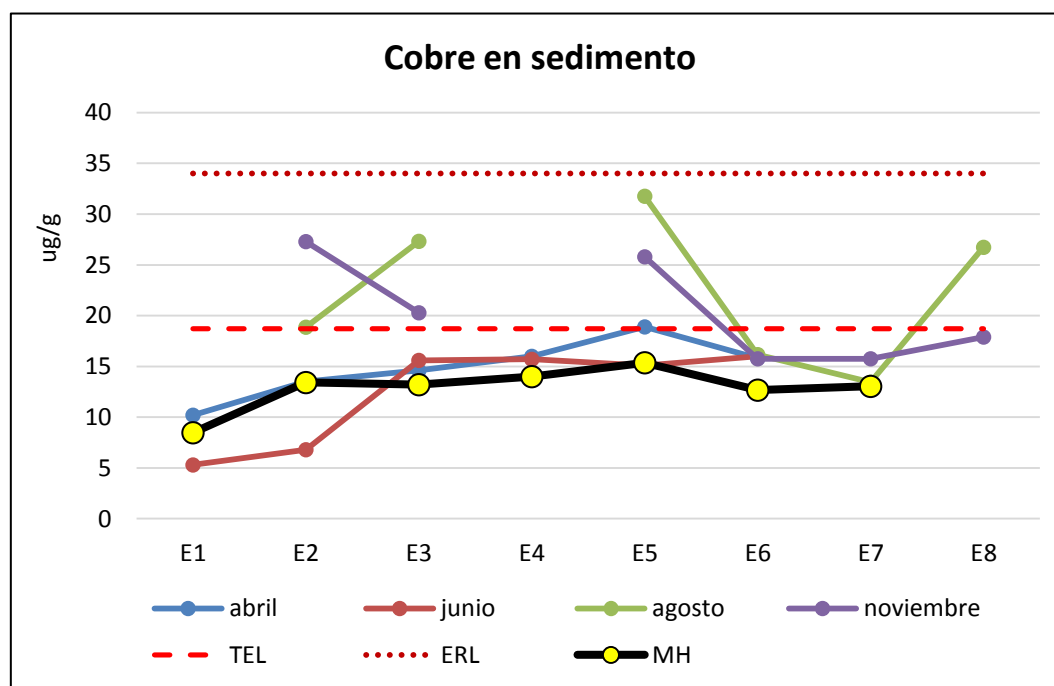
Todos los resultados obtenidos estuvieron por debajo de los niveles guías de referencia de la NOAA, incluso del que más protección ofrece, **TEL** establecido en 30,24 $\mu\text{g/g}$.

Las concentraciones registradas durante este período, resultaron homogéneas a lo largo de la grilla de muestreo y son similares a las halladas en monitoreos previos, manteniéndose las mismas por debajo de la media histórica registrada.

Cobre

Se registraron concentraciones de cobre en los sedimentos superficiales muestreados en todas las campañas realizadas durante este período, y los valores determinados variaron entre 5,3 y 31,77 $\mu\text{g/g}$. El valor máximo fue registrado en la estación E5 durante la campaña de agosto, en la cual se registraron los valores más elevados del período.

En el gráfico de cobre en sedimento, podemos observar los resultados obtenidos en la grilla de muestreo, en relación a los valores de referencia de la NOAA (TEL y ERL) y a la curva de los valores medios históricos (MH) registrados en este ambiente.

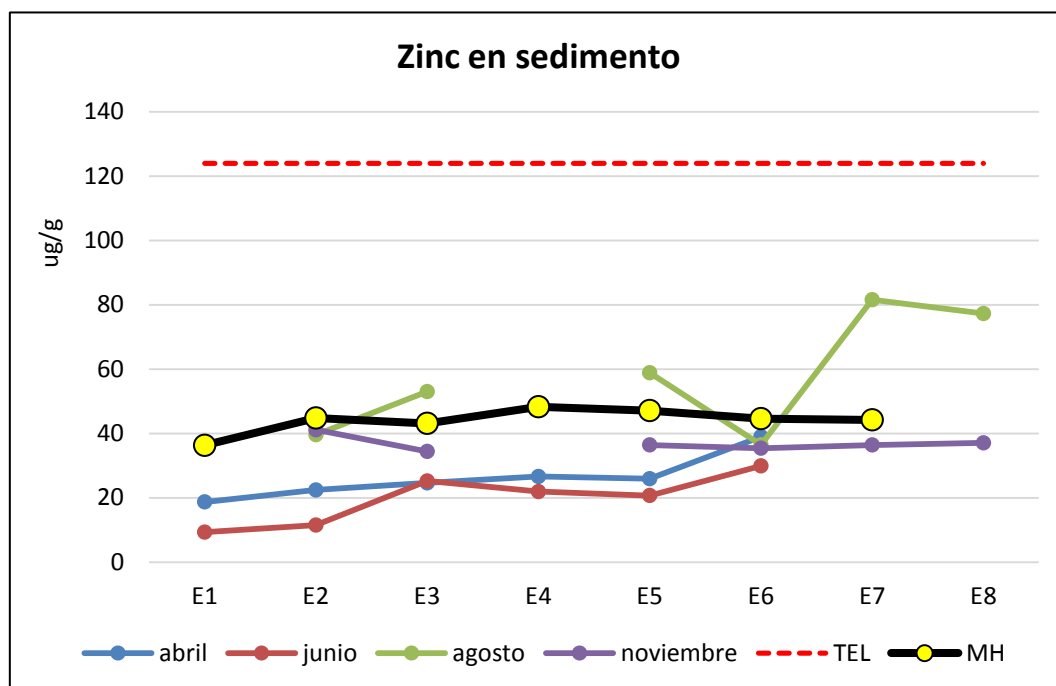


El 33,3% de los resultados obtenidos (8 datos), superaron el nivel **TEL** establecido de la NOAA para cobre en 18,7 $\mu\text{g/g}$, y en ninguna oportunidad se superó el nivel **ERL** de 34 $\mu\text{g/g}$.

En general, y más allá que los registros se observen ligeramente por encima de la media histórica registrada en este ambiente, las concentraciones de cobre en sedimento son del mismo orden de magnitud que las informadas en las etapas previas de este programa de monitoreo.

Zinc

Se detectó la presencia de zinc en todas las muestras evaluadas en las 4 campañas realizadas durante el 2013, los valores determinados variaron entre los 9,3 y 81,56 $\mu\text{g/g}$. El gráfico de zinc en sedimento muestra la homogeneidad de los resultados a lo largo de las estaciones de muestreo.

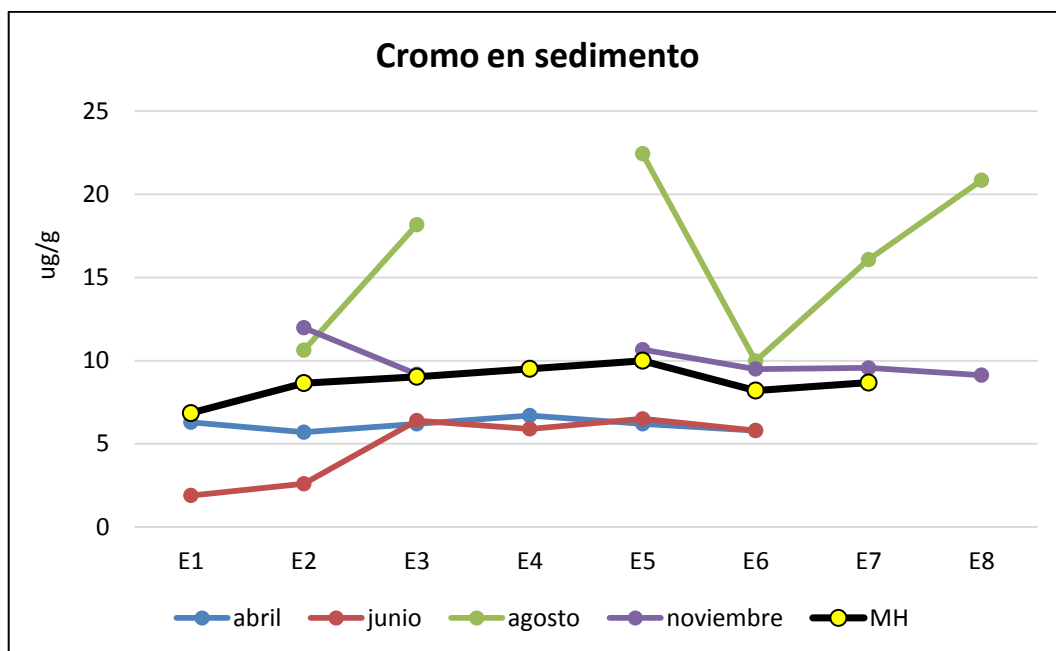


Ninguno de los valores obtenidos, supera los niveles de referencia de la NOAA, y se muestran por debajo del más exigente: **TEL**, establecido en 124 $\mu\text{g/g}$ para zinc en sedimentos.

Los valores de zinc en sedimentos de este informe son similares a los registrados en monitoreos previos, excepto los hallados en las estaciones E7 y E8 durante la campaña de agosto.

Cromo

Se registraron concentraciones de cromo en todas las campañas realizadas durante este período, los valores determinados variaron entre 1,9 y 22,4 $\mu\text{g/g}$. En general los valores se mostraron homogéneos a lo largo de las estaciones de muestreo, excepto los determinados en la campaña de abril, en la cual se registraron los valores máximos del período, según se observa en el gráfico de cromo en sedimento.

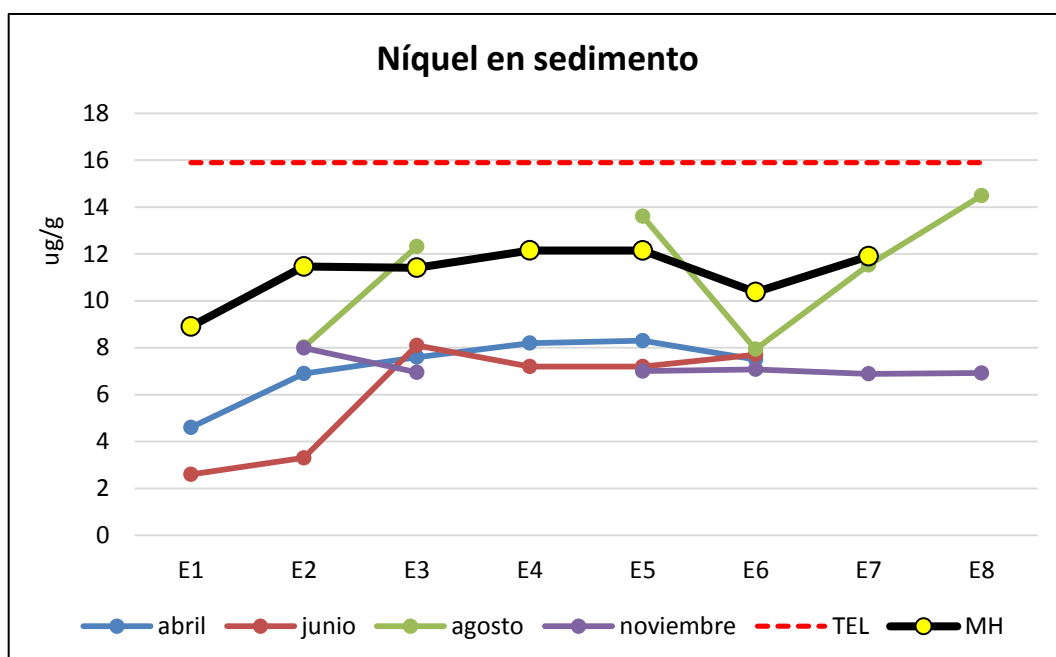


Respecto de los niveles de referencia de la NOAA, en ninguna oportunidad, los valores superaron el más exigente nivel de protección, **TEL** de 52,3 $\mu\text{g/g}$.

En general los valores de cromo en sedimentos determinados en el presente estudio fueron similares a los registrados históricamente para este ambiente.

Níquel

Se detectaron concentraciones de níquel en los sedimentos durante todas las campañas de monitoreo, con valores que oscilaron entre 2,6 y 14,5 $\mu\text{g/g}$. La distribución de valores de níquel en sedimento se muestra en el siguiente gráfico.

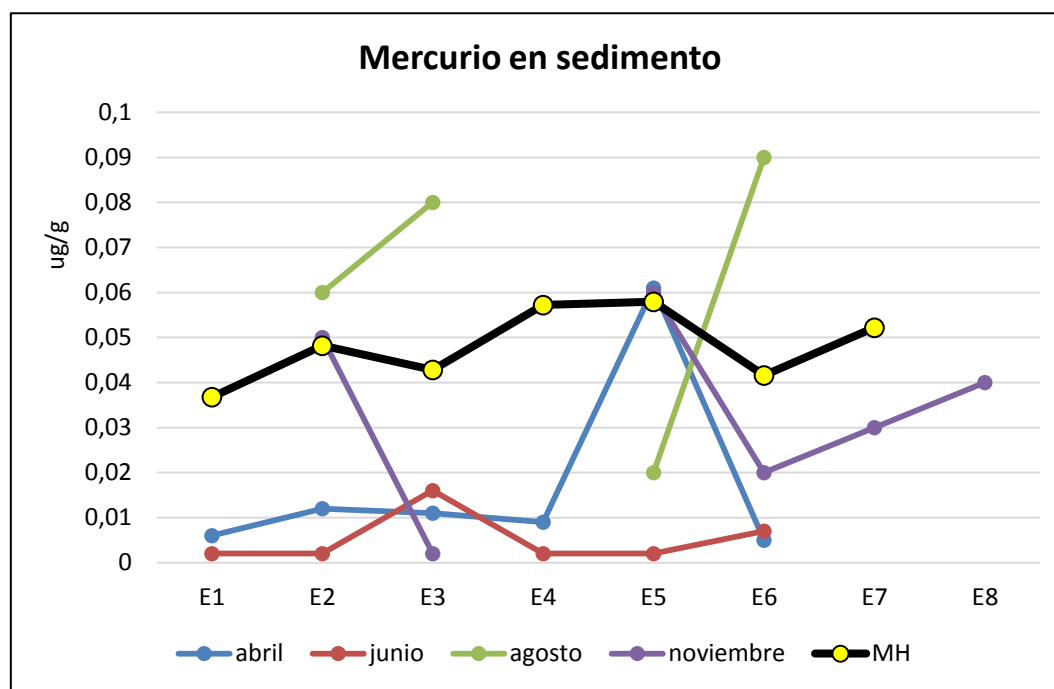


En referencia a los valores de la NOAA, ninguna de las concentraciones registradas supera el nivel **TEL** establecido en 15,9 µg/g.

Los valores de níquel en sedimentos determinados en el presente estudio fueron similares e incluso ligeramente inferiores a los registrados en las fases iniciales del programa de monitoreo, según se comparan con la media histórica

Mercurio

Las concentraciones de mercurio en los sedimentos superficiales del estuario oscilan entre valores menores al límite de detección y 0,09 µg/g. Las concentraciones se mostraron heterogéneas en el transcurso del año, según se observa en el gráfico de mercurio en sedimento.



Con respecto a los valores de referencia de la NOAA, todas las concentraciones registradas estuvieron por debajo del más exigente de los niveles (**TEL**) establecido en 0,13 µg/g.

En general los valores se muestran por debajo de la línea media histórica para este metal, y resultan similares a los obtenidos en los últimos años de monitoreo.

Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAHs)

Introducción

Se investigó la presencia, y distribución de hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs) en los sedimentos superficiales, durante las 4 campañas de monitoreo.

La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (USEPA) ha designado a los PAHs como contaminantes prioritarios. Los PAHs que incluimos en nuestras determinaciones son: naftaleno, acenaftileno, acenafteno, fluoreno, fenantreno, antraceno, fluoranteno, pireno, benzo [a] antraceno, criseno, benzo [k] fluoranteno, benzo [a] pireno, dibenzo (ah) antraceno, benzo [ghi] perileno, y el indeno (1,2,3) pireno.

Resultados

Se determinaron concentraciones de diferentes compuestos, los frecuentemente detectados fueron: naftaleno, acenaftileno, fenantreno, fluoranteno y pireno; en menos oportunidades se halló acenafteno y fluoreno, y en pocas ocasiones se pudo determinar fluoreno, benzo (a) antraceno y criseno.

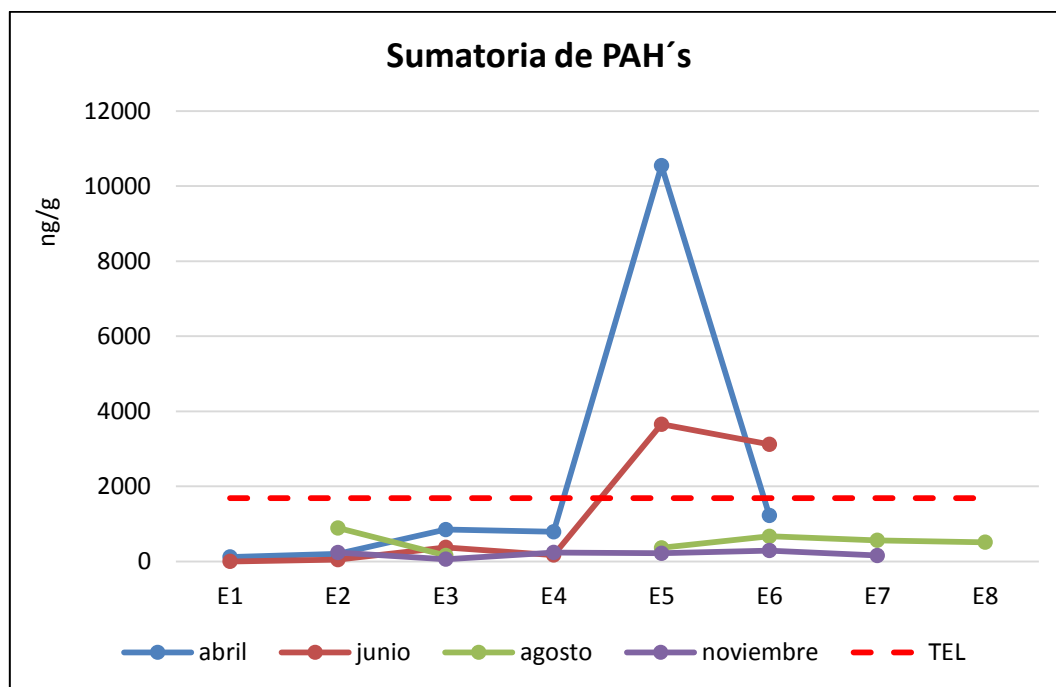
De las 360 determinaciones realizadas en este período, un 75% de ellas resultaron menores al límite de detección y cuantificación del método analítico.

Dentro de los valores mayores al límite de cuantificación (25%), las concentraciones variaron entre 17 a 5789 ng/g en peso seco, donde el máximo resultado corresponde a naftaleno.

Al igual que con los metales pesados, aquí también utilizamos como niveles de referencia los citados por la NOAA, para la sumatoria de PAHs totales.

En la Tabla C del Anexo – Estuario de Bahía Blanca (página 78) se presentan los valores de **TEL**, **ERL**, **ERM** y **PEL** establecidos por la NOAA para la sumatoria de PAHs totales contenidos en sedimentos marinos.

A continuación se muestra en el siguiente gráfico, la distribución de la sumatoria de PAHs totales. El rango de concentración para la ΣPAHs totales en el estuario osciló para este período, entre valores menores al límite de detección y 10546 ng/g. Es de destacar la elevada concentración en la estación E5 durante la primera campaña, con descenso en la concentración en sus dos contiguas estaciones.



Respecto a los niveles de referencia de la NOAA, en tres ocasiones se superó el nivel de referencia del **TEL**, dos veces en la E5 (abril y junio) y una vez en E6 en la campaña de junio.

Analizando de manera individual los 5 hidrocarburos mayormente determinados, podemos mencionar que naftaleno fue el compuesto predominante, con valores detectables en un 95,8 %, que oscilaron entre 20 y 5789 ng/g, seguido por el acenaftileno (50 % detectables) con rangos entre 73 y 2920 ng/g, fenantreno (54 % detectables) con valores entre 24 y 303 ng/g, fluoranteno (50 % detectables) con valores entre 48 y 1274 ng/g y pireno (54 % detectables) con valores entre 18 y 1800 ng/g.

Es de destacar que las máximas concentraciones de estos analitos fueron determinadas en la E5, considerando que la estación está siendo fuertemente influenciada por la descarga del canal del polo petroquímico (Ver resultado de PAHs en el Monitoreo del Canal Colector del Polo Petroquímico en el Subprograma: Efluentes Líquidos).

Comparando los resultados de este período respecto de monitoreos en años anteriores, los rangos obtenidos para la sumatoria de PAHs totales fueron similares a los informados en los monitoreos del 2009 y 2011, y por debajo de los registros del 2010. Con excepción puntual de las concentraciones determinadas en la E5 durante la campaña de abril que superan los 10000 ng/g.

Como observaciones se puede destacar que en este monitoreo, al igual que en años anteriores, se registra predominancia de PAHs de bajo peso molecular.

Si bien no existe una normativa internacional que así los clasifique, es de amplio consenso que los valores de PAHs en sedimentos menores a 10 ng/g corresponden a un nivel de distribución basal o "background" de los ecosistemas. Estos valores son hallados en lugares prístinos, generalmente alejados de las poblaciones. Las concentraciones que se ubican entre 10 y 100 ng/g corresponden a niveles con baja contaminación, encontrados por ejemplo en zonas turísticas. Por otro lado, los niveles de PAHs en el rango de 100-1000 ng/g identifican zonas con moderado impacto antrópico, estos valores son hallados en general en zonas portuarias y costeras urbanizadas alrededor del mundo. Valores de PAHs por encima de 1000 ng/g indican niveles moderados a altos de contaminación, y probables procesos de introducción crónica de estos contaminantes en los sistemas. Los valores por encima de 10000 ng/g responden a procesos de contaminación severa de sedimentos, con efectos frecuentes observados sobre la biota. En virtud a esta escala de clasificación, se puede sostener que la zona de estudio presentó niveles que corresponden a: valores de background (4,2%); niveles de baja concentración (8,3%); niveles con moderado impacto antrópico (70,8%), niveles moderados a altos de contaminación (12,5%) y niveles indicativos de contaminación severa (4,2%).

Compuestos Organoclorados

En las campañas de agosto y noviembre, se investigó la presencia de compuestos organoclorados (OCs) en los sedimentos.

Se disponen a la fecha de los resultados de solo 2 campañas de muestreo y análisis de pesticidas organoclorados, por lo tanto los siguientes resultados son preliminares y la información final y conclusiones serán aportadas por el IADO al finalizar el convenio vigente en el año 2014.

En las campañas de agosto y noviembre, se detectó la presencia de Mirex (0,53 ng/g) solo en la estación E2 (proximidades de la descarga cloacal). El resto de los pesticidas resultaron menores al límite de detección en todas las estaciones de monitoreo.

Considerando estos escasos resultados, podemos mencionar en general que los valores de pesticidas organoclorados detectados son bajos, y su presencia indica la existencia de fuentes antrópicas que lo están incorporando al estuario, dado que son sustancias químicas sintéticas que no existen en la naturaleza.

Sección B – Peces

1. Introducción - Objetivos

En este nuevo convenio 2013-2014 con el Instituto Argentino de Oceanografía, se solicitó la implementación de un programa intensivo de peces en sus estadios juveniles, de 4 especies representativas del estuario. El objetivo es describir la distribución de frecuencia de talla, composición etaria, alimentación, y contenido de metales pesados, hidrocarburos aromáticos polinucleares y organoclorados en músculo e hígado de:

- saraquita (*Ramnogaster arcuata*)
- pescadilla (*Cynoscion guatucupa*)
- corvina rubia (*Micropogonias furnieri*)
- gatuzo (*Mustelus schmitti*)

en dos sitios del estuario de Bahía Blanca y a lo largo de un ciclo anual.

2. Campañas de Muestreo

Las campañas de muestreo de peces se realizaron con una frecuencia bimestral y las 3 campañas correspondientes al período se hicieron en agosto, octubre y diciembre del 2013, en dos sitios de muestreo: Puerto Galván y Canal del Embudo, empleando como arte de pesca la red camaronera. A bordo los ejemplares eran identificados por especie, se medía su largo total y se separaba la muestra en pools para los diferentes tipos de análisis.

3. Informe de Resultados (preliminar)

Un total de 2286 individuos fueron capturados durante las 3 primeras campañas de muestreo, correspondientes a las 4 especies mencionadas. El 70% de las capturas se realizaron en el Canal del Embudo, y 30% restante en Puerto Galván. Estos porcentajes son relativos y están fuertemente influenciados por la especie saraquita. Sin considerar esta especie, las capturas de corvina y pescadilla mostraron distribuciones más heterogéneas con diferencias entre las diferentes fechas de muestreo. La captura de gatuzo no mostró preferencia de sitio.

Entre las capturas podemos mencionar que el 59% correspondió a saraquita, seguido de la pescadilla con el 22,4%, corvina con 16,6% y finalmente gatuzo con un 2% de las capturas.

Metales en Peces (preliminar)

Se muestran los resultados preliminares de las determinaciones de metales pesados en músculo de peces capturados en el estuario de Bahía Blanca. Este apartado forma parte del muestreo intensivo de peces, en el cual se determinan las concentraciones de metales pesados en los ejemplares capturados.

El informe final de resultados y las conclusiones, será presentado por el IADO al finalizar el convenio.

A continuación se presentan los resultados de las 2 primeras campañas de muestreo de peces realizadas en el 2013, en los dos sitios de muestreo: Puerto Galván y Canal del Embudo.

Se determinaron los niveles de metales pesados en una especie característica del estuario (saraquita), que desarrolla todo su ciclo de vida en el mismo: la saraquita, sobre la cual se definieron 4 clases de ejemplares para el muestreo y análisis correspondientes, en virtud a las características morfológicas de los mismos, diferenciando además los sitios donde se realizó la captura. Sobre las otras especies también se determinó la presencia de metales en músculo e hígado, siempre que la cantidad de muestra resultara suficiente.

Respecto de la captura de saraquita, la misma no alcanzó para realizar todas las determinaciones programadas previamente en el estudio, así en el 37,5% de los casos no hubo muestra para el análisis y el 12,5 % resultó en insuficiente cantidad de muestra.

De igual forma ocurrió con las demás especies, en donde el porcentaje de muestras no fue suficiente para la determinación de metales, pudiéndose determinar en pocas muestras la presencia de estos contaminantes.

En líneas generales, los metales cadmio y plomo, no se detectaron en los músculos analizados, excepto en una muestra de corvina y gatuzo que arrojaron valores muy bajos.

Con respecto al mercurio y al níquel, ambos mostraron poca frecuencia de detección, y los mayormente detectados fueron zinc, cromo y cobre, todos ellos en bajas concentraciones.

Ninguno de los valores detectados supera el más exigente valor establecido por la Unión Europea de metales pesados en músculo comestible de peces, ver Tabla D del Anexo – Estuario de Bahía Blanca (página 78). Debemos aclarar que esta tabla hace referencia a ejemplares adultos de tallas superiores a las analizadas en este estudio y sólo se la emplea a los fines comparativos.

Todos los resultados de peces, tablas de valores, estadísticas y conclusiones generales se presentarán al finalizar el convenio con el IADO a mediados del año 2014, en el informe final del Monitoreo del estuario de Bahía Blanca.

Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos en Peces (preliminar)

Estos son los primeros reportes de PAHs informados en peces por el Comité Técnico Ejecutivo, solicitados al Instituto Argentino de Oceanografía. Los mismos constituyen una información parcial, ya que restan dos muestreos a realizar en el año 2014, para el análisis de estos contaminantes en músculo de peces, y así completar la información y obtener datos más precisos que nos puedan indicar cuál es el estado actual de estos contaminantes en los peces del estuario.

Se detectó la presencia de PAHs en todas las especies analizadas. Los compuestos mayormente determinados fueron: naftaleno, antraceno, fluoranteno y criseno.

Los valores reportados como sumatoria de PAHs totales oscilaron entre 17,8 y 147,7 ng/g, dependiendo de las especies analizadas, observándose las mayores concentraciones entre saraquita, pescadilla y gatuzo.

A continuación, en la Tabla I y II se muestran los valores de PAHs totales registrados en la primera y segunda campaña de pesca (Ingeniero White y Canal del Embudo, respectivamente).

Tabla I. Valores de PAHs totales registrados en Agosto del 2013.

Ing. White 26/08/13	Especie	Clase de talla	n	PAHs Totales (ng.g ⁻¹ , p.s.)
Pescadilla	<i>Cynoscion guatucupa</i>	Clase IV (>350 mm) Adultos	1	17.8
Corvina	<i>Micropogias furnieri</i>	Clase III (70 – 159 mm)	28	64.2
Saraquita	<i>Ramnogaster arcuata</i>	Clase II (50 – 79 mm)	14	97.9
Saraquita	<i>Ramnogaster arcuata</i>	Clase III (80 – 109 mm)	11	88.1
Gatuzo	<i>Mustelus schmitti</i>	Clase III (400 – 450 mm)	1	77.5

Tabla II. Valores de PAHs totales registrados en Octubre del 2013.

Canal del Embudo	Especie	Clase de talla	n	PAHs Totales (ng.g ⁻¹ , p.s.)
Saraquita	<i>Ramnogaster arcuata</i>	Clase II (50 – 79 mm)	45	69,3
Saraquita	<i>Ramnogaster arcuata</i>	Clase IV (110 – 130 mm)	7	108,4
Pescadilla	<i>Cynoscion guatucupa</i>	Clase III (70 – 159 mm)	13	80,0
Pescadilla	<i>Cynoscion guatucupa</i>	Adulto (> 159 mm)	3	118,3
Corvina	<i>Micropogonias furnieri</i>	Clase III (70 – 159 mm)	58	92,7
Gatuzo	<i>Mustelus schmitti</i>	Clase III (400 – 450 mm)	3	147,7

Compuestos Organoclorados en Peces (preliminar)

De igual manera que con los PAHs, estos son los primeros reportes de compuestos organoclorados (OCs) informados en peces por el Comité Técnico Ejecutivo, reportes anteriores sólo analizaban la presencia de estos compuestos en los sedimentos superficiales del estuario.

En la primer campaña de pesca se detectaron valores de OCs, los cuales oscilaron entre 0,032 y 0,233 µg/g, en la segunda campaña la mayoría de los valores resultaron menores al límite de detección, excepto los detectados en hígado de pescadilla en los dos sitios de pesca, que mostraron concentraciones de organoclorados derivados del DDT, (o-p'-DDD y DDE).

En varias oportunidades de ambas campañas, no se dispuso de muestra o la misma resultaba insuficiente para el análisis correspondiente.

A continuación, en la Tabla I y II se muestran los valores de OCs registrados en la primera y segunda campaña de pesca.

Tabla I. Valores de OCs registrados en Agosto del 2013.

OCs ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, p.s.)	Saraqita (<i>Ramnogaster arcuata</i>)			
	Clase I (20 – 49 mm)	Clase II (50 – 79 mm)	Clase III (80 – 109 mm)	Clase IV (110 – 130 mm)
P.G.	s.m.	0.048	0.042	s.m.
C.E.	s.m.	0.093	0.099	0.038
OCs ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, p.s.)	Corvina (<i>Micropogonias furnieri</i>)			
	Clase I (10 – 39 mm)	Clase II (40 – 69 mm)	Clase III (70 – 159 mm)	Adultos (> 350 mm)
P.G.	s.m.	m.i.	0.041	s.m.
C.E.	m.i.	m.i.	n.d.	s.m.
OCs ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, p.s.)	Pescadilla (<i>Cynoscion guatucupa</i>)			
	Clase I (20 – 49 mm)	Clase II (50 – 89 mm)	Clase III (90 – 129 mm)	Adultos (> 350 mm)
P.G.	s.m.	s.m.	s.m.	0.233
C.E.	m.i.	m.i.	n.d.	n.d.
OCs ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, p.s.)	Gatuzo (<i>Mustelus schmitti</i>)			
	Clase I (300 – 349 mm)	Clase II (350 – 399 mm)	Clase III (400 – 450 mm)	Adultos (> 450 mm)
P.G.	0.068	s.m.	0.032	s.m.
C.E.	m.i.	0.057	0.083	s.m.

Referencias:

P.G.: Puerto Galvan; C.E.: Canal del Embudo
s.m.: sin muestra; m.i.: muestra insuficiente; n.d.: no detectable

Tabla II. Valores de OC's registrados en Octubre del 2013.

OCs ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, p.s.)	Saraquta (<i>Ramnogaster arcuata</i>)			
	Clase I (20 – 49 mm)	Clase II (50 – 79 mm)	Clase III (80 – 109 mm)	Clase IV (110 – 130 mm)
	P.G.	s.m.	n.d.	s.m.
C.E.	s.m.	s.m.	s.m.	s.m.
OCs ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, p.s.)	Corvina (<i>Micropogonias furnieri</i>)			
	Clase I (10 – 39 mm)	Clase II (40 – 69 mm)	Clase III (70 – 159 mm)	Adultos (> 350 mm)
	P.G.	s.m.	m.i.	n.d.
C.E.	m.i.	m.i.	n.d.	H y M: n.d.
OCs ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, p.s.)	Pescadilla (<i>Cynoscion guatucupa</i>)			
	Clase I (20 – 49 mm)	Clase II (50 – 89 mm)	Clase III (90 – 129 mm)	Adultos (> 350 mm)
	P.G.	s.m.	s.m.	n.d.
C.E.	m.i.	m.i.	n.d.	H: DDE: 4,2 ppm
OCs ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, p.s.)	Gatuzo (<i>Mustelus schmitti</i>)			
	Clase I (300 – 349 mm)	Clase II (350 – 399 mm)	Clase III (400 – 450 mm)	Adultos (> 450 mm)
	P.G.	m.i.	s.m.	n.d.
C.E.	m.i.	n.d.	n.d.	H y M: n.d.

Referencias:

P.G.: Puerto Galvan; C.E.: Canal del Embudo

s.m.: sin muestra; m.i.: muestra insuficiente; n.d.: no detectable

H: hígado; M: músculo

Sección C: Organismos Bentónicos

1. Bentos

Las especies de invertebrados bentónicos (bentos) son aquellas asociadas íntimamente con el fondo o sustrato del cuerpo de agua.

La zona submareal que está por debajo de la línea de marea, se caracteriza por presentar casi exclusivamente sustratos blandos, sobre un lecho rocoso, de características variables desde la boca hasta la cabecera del estuario. Allí se encuentran especies de hábitat superficial e infaunal (que viven dentro del sustrato).

Por otro lado el intermareal es la zona que queda al descubierto con la bajamar. En el estuario de Bahía Blanca, el intermareal se caracteriza por presentar principalmente sedimentos blandos, además se encuentran estructuras artificiales (duros) que sirven de sustrato para otras especies bentónicas, como ser los muelles.

La información científica sobre las comunidades de invertebrados bentónicos del estuario de Bahía Blanca es escasa y está desactualizada (Elías 1985, 1992; Elías y Bremec 1986; Bremec 1989, 1990) por lo que el objetivo de este monitoreo es actualizar el inventario de especies que componen estas comunidades y buscar especies que puedan ser utilizadas como bioindicadores.

1.1. Muestreo

En el marco del convenio realizado en conjunto por el IADO y el CTE, se realizaron dos muestreos estacionales, uno en invierno y otro en primavera. En cada uno, se efectuaron dos campañas, una de la comunidad bentónica intermareal adherida a muelles (sustratos duros) y otra submareal de sustratos blandos del fondo del Canal Principal de Navegación del estuario de Bahía Blanca.

1.1.1. Estaciones de muestreo

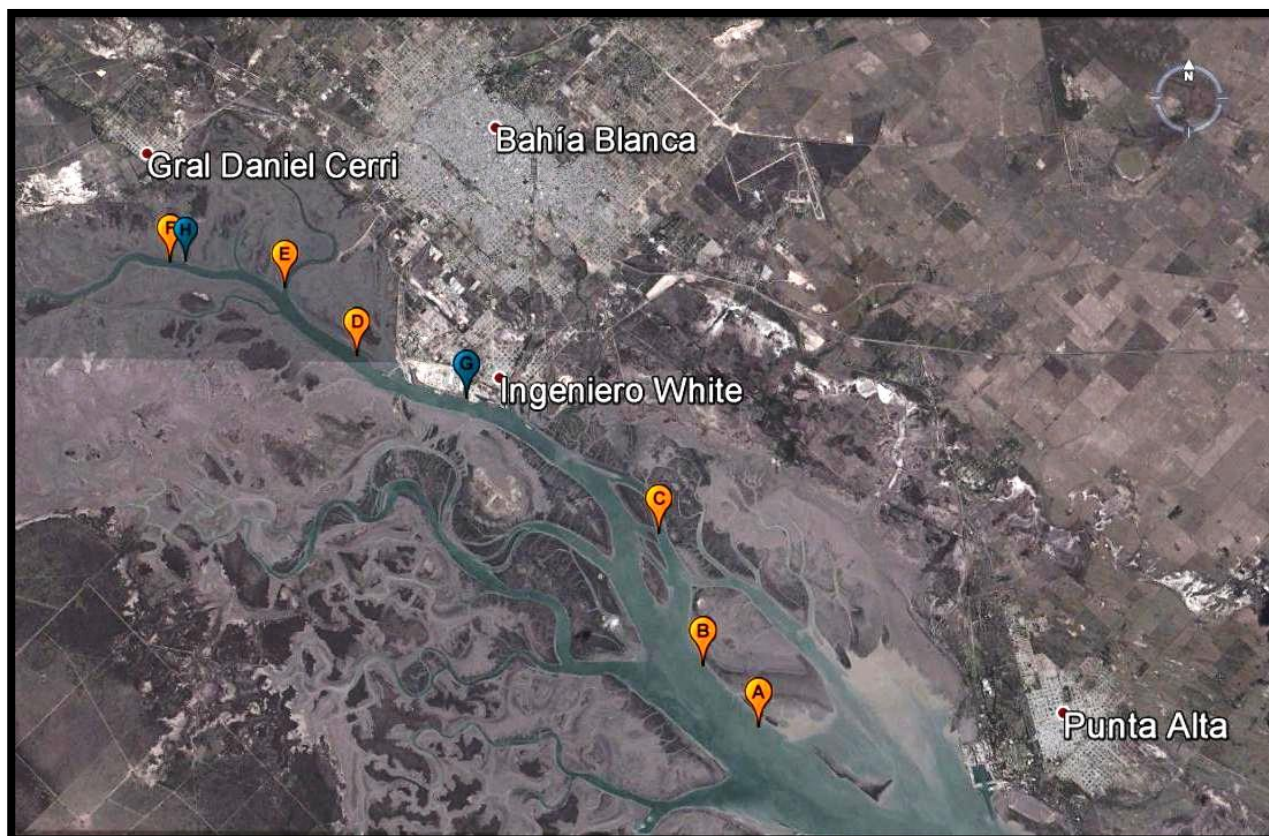
Las estaciones de muestreo de bentos se ubican en:

Estaciones de muestreo del Canal Principal de Navegación (sustrato blando)			
Estación		Latitud Sur	Longitud Oeste
A	Villa del mar	38° 52'	62° 11'
B	Boya 28-29	38° 51'	62° 12'

C	Cloaca Principal	38° 49'	62° 12'
D	Galván- Canal de descarga del polo	38° 46'	62° 19'
E	Maldonado- Club A. Brown	38° 45'	62° 20'
F	Puerto Cuatrerros	38° 45'	62° 23'

Estaciones de muestreo de las incrustaciones de los Muelles (sustrato duro)			
	Estación	Latitud Sur	Longitud Oeste
G	Ing White (Club Náutico BB)	38° 47'	62° 16'
H	Gral. Daniel Cerri (Puerto Cuatrerros)	38° 45'	62° 22'

A continuación se muestran en un mapa las estaciones de muestreo:



- Mapa del estuario de Bahía Blanca, indicando las estaciones de muestreo de Bentos. En naranja las estaciones del muestreo en sustrato blando, en celeste de sustrato duro.

1.1.2. Campañas

A continuación se presenta una tabla con el cronograma de campañas de muestreo 2013, cumplimentado en su totalidad y otra tabla donde se detalla el tipo de muestra colectada en cada muestreo:

Cronograma de Campañas de Muestreo 2013						
Muestreo	Junio-Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Muelles	X				X	
Canal Principal		X				X

Muestras recolectadas en cada tipo de muestreo						
	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Comunidad bentónica	Muelle	Canal Principal			Muelle	Canal Principal
Sedimentos		Canal Principal			Muelle	Canal Principal

1.1.3. Toma y Procesamiento de muestras

1.1.3.1. Bentos de sustrato blando

Sobre el Canal Principal de navegación en las seis estaciones de muestreo, se tomaron dos muestras con draga Van Veen de 30 x 55 cm de abertura (superficie 0,165 m²) (Figura 1B del anexo-Estuario de Bahía Blanca, página 79). Para tener información accesoria, se realizaron arrastres con rastra de 20 x 50 cm (malla 0,5 mm) (Figura 1A del anexo- Estuario de Bahía Blanca, página 79), dejando el barco a la deriva por tres minutos. El material obtenido, con ambas modalidades de muestreo, fue tamizado en la cubierta de la embarcación (malla 0,5 mm) a fin de separar la macrofauna bentónica de los sedimentos (Figura 1C del anexo- Estuario de Bahía Blanca, página 79). El material colectado se acondicionó en frascos plásticos, utilizándose para su fijación una solución de formaldehído en agua de mar (10%). Así mismo se colectó en cada estación sedimento entero, el que se guardó en bolsas plásticas.

1.1.3.2. Bentos de sustrato duro

En los muelles del Club Náutico Bahía Blanca, en Ing. White y de Puerto Cuatrerros, se definieron dos niveles de trabajo (intermareal superior e inferior) y en cada uno de ellos se tomaron tres muestras con una parcela circular de 184 cm² (Figuras 2A y 2B, del anexo- Estuario de Bahía

Blanca, página 80). El material colectado se acondicionó en frascos plásticos, utilizándose para su fijación una solución de formaldehído en agua de mar (10%). Así mismo se colectó en cada estación sedimento entero, el que se guardó en bolsas plásticas.

1.2. Análisis Realizados

1.2.1. Bentos de sustrato blando

In situ se determinó pH, temperatura y turbidez del agua. En el laboratorio del IADO, las muestras de bentos se analizan bajo un microscopio estereoscópico Nikon SM-Z1500 de amplificación máxima 11,5X, realizándose la identificación taxonómica y el conteo de los organismos colectados.

1.2.2. Bentos de sustrato duro

En el laboratorio del IADO, cada muestra de bentos se tamizó a través de una malla de 0,5 mm a fin de separar la macrofauna de los sedimentos. Las muestras se analizaron bajo un microscopio estereoscópico Nikon SM-Z1500 de amplificación máxima 11,5X, realizándose la identificación taxonómica y el conteo de los organismos colectados.

1.2.3. Sedimentos

A las muestras de sedimentos, en el IADO, se les analizó la granulometría con un analizador laser de partículas Malvern Mastersizer 2000 y el contenido de materia orgánica por pérdida de peso por calcinación (Walkey y Black, 1965).

1.2.4. Estimadores

Para cada nivel de muestreo (superior e inferior) se determinó número total de individuos (abundancia) y de especies (riqueza específica) y peso seco por parcela muestreada (biomasa). De la relación de estos parámetros (distribución de abundancia de las especies), se caracteriza la diversidad, uniformidad y la dominancia de especies de las comunidades.

1.3. Resultados

Se presentan los resultados preliminares de las campañas de invierno informados hasta el momento por el IADO, en sus informes parciales.

1.3.1. Bentos de sustrato blando

En este informe se presentan los datos fisicoquímicos y la caracterización sedimentológica, así como resultados preliminares biológicos de la campaña realizada en el Canal Principal de Navegación en Agosto de 2013, ya que los de la segunda campaña aún no han sido presentados por el IADO.

En la siguiente tabla se detallan los valores de los parámetros fisicoquímicos y granulométricos así como el porcentaje de materia orgánica total, de cada estación de muestreo.

Estación	pH (upH)	Conductividad (mS/cm)	Turbidez (UNT)	Temperatura (°C)	MO (%)	Granulometría
A	8,6	73,7	283	8,7	3,84	Arena fina
B	8,82	74,5	190	8,4	3,23	Arena fina
C	8,84	74,9	132	8,4	5,83	Limo grueso
D	8,91	74	91	8,5	5,54	Limo grueso
E	8,95	73,2	84	8,8	6,74	Arena muy fina
F	9,06	72,3	58	9,1	6,74	Arena muy fina

En dicho muestreo se recolectaron un total de 2233 individuos, el 50% de los cuales fueron muestreados en la Estación B, las estaciones con menor abundancia de organismos fueron estación A y la F.

Se identificaron un total de 41 especies. En todas las estaciones, las especies que registraron las mayores abundancias fueron los poliquetos, seguidos por los crustáceos.

1.3.2. Bentos de sustrato duro

En este informe se presentan resultados parciales de la primera campaña de invierno de la comunidad bentónica intermareal de fondos duros, en las dos estaciones de muestreo (Ingeniero White y Puerto Cuatrerros). Se realizaron las dos campañas para la toma de muestras de la

comunidad bentónica intermareal de fondos duros, en las dos estaciones de muestreo (Ingeniero White y Puerto Cuatrerros), una en invierno y otra en primavera de 2013.

En este informe se presentan resultados parciales de ambas campañas de invierno y de la de Puerto Cuatrerros de primavera.

- **Abundancia y Riqueza Específica**

En la siguiente tabla se resumen los resultados de la cantidad total de individuos y de especies muestreados por campaña y discriminados en los niveles superior e inferior:

LUGAR	PUERTO CUATREROS						INGENIERO WHITE		
MUESTREO	INVIERNO			PRIMAVERA			INVIERNO		
NIVEL	Inferior	Superior	Total	Inferior	Superior	Total	Inferior	Superior	Total
NÚMERO TOTAL DE INDIVIDUOS	2834	2261	5095	4216	1689	5905	2182	3714	5896
NÚMERO DE ESPECIES	20	10	22	22	10	22	22	14	22

Estación de muestreo G: Ingeniero White

Se recolectaron un total de 5896 individuos, el 63% en el intermareal superior y el 37% en el intermareal inferior. Se identificaron un total de 22 especies, 8 de las cuales fueron encontradas exclusivamente en la zona del intermareal inferior.

Estación de muestreo H: Puerto Cuatrerros

En el muestreo de invierno se recolectaron un total de 5905 individuos, el 29% en el intermareal superior y el 71% en el intermareal inferior. Se identificaron un total de 22 especies, 12 de las cuales sólo fueron encontradas en la zona del intermareal inferior.

En el muestreo de primavera se recolectaron un total de 5095 individuos, el 44% en el intermareal superior y el 56% en el intermareal inferior. Se identificaron un total de 22 especies, 12 de las cuales sólo fueron encontradas en la zona del intermareal inferior.

- **Diversidad y Biomasa**



En los dos sitios muestreados siempre se observó que el nivel de intermareal inferior tiene mayor biodiversidad y uniformidad que el superior (Figura 3, 4, y 5 del anexo-Estuario de Bahía Blanca, página 81). Por otra parte, el nivel superior está dominado por una única especie exótica el crustáceo *Balanus glandula*. Respecto a la biomasa, en ambos niveles los crustáceos son los que contribuyen en forma mayoritaria a la biomasa de la comunidad (Figura 6, 7 y 8 del anexo-Estuario de Bahía Blanca, página 82).

2. Ostras

Crassostrea gigas es una especie de ostra estuarina, que vive preferentemente en sustratos firmes del intermareal inferior en donde las larvas se adhieren, crecen y continúan con su ciclo de vida en forma sedentaria. Sin embargo, estos ostiones- como comúnmente se los conoce- también pueden encontrarse menos frecuentemente, en fondos arenosos y lodosos. Esta especie es altamente tolerante a un amplio rango de temperaturas, desde $-1,8$ a 35 °C y de salinidad entre 10 y 35‰.

Esta ostra posee mundialmente gran importancia económica y ecológica. Es una de las especies de moluscos más cultivadas para suplir necesidades alimenticias, además se destaca por ser una especie indicadora de calidad ambiental y del grado de contaminación de los ecosistemas acuáticos, puesto que acumula sustancias contaminantes o potencialmente tóxicas.

En Argentina es una especie exótica, ya que es originaria de la costa oeste de Japón. En el 1900 fue introducida en América sobre la costa oeste de Estados Unidos desde donde se ha ido expandiendo debido a su gran capacidad de adaptación a las diferentes condiciones del medio. En 1981 fue introducida en Bahía Anegada (Provincia Buenos Aires) con fines de acuicultura, desde donde se ha expandido. Desde hace un par de años se la ha hallado fortuitamente en el estuario de Bahía Blanca donde hoy se la encuentra en bajo número, pero ampliamente distribuida en casi cualquier sustrato duro sumergido.

El objetivo de analizar metales en muestras de la ostra *Crassostrea gigas*, es para evaluar su uso como biomonitor del estuario de Bahía Blanca (estudio screening).

2.1. Muestreo

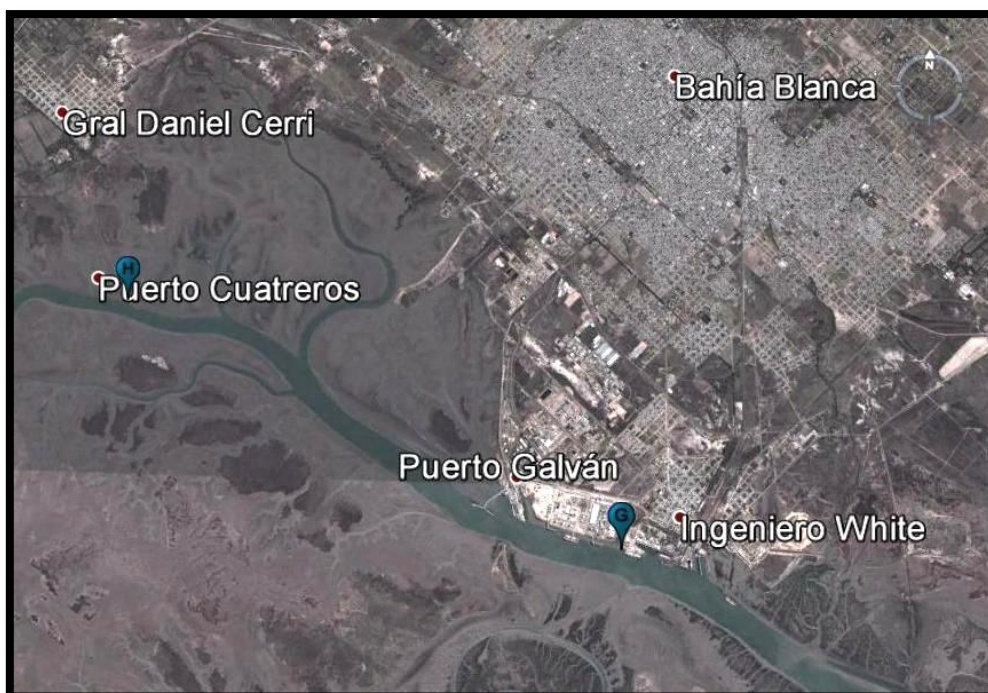
Se realizaron dos muestreos estacionales, en invierno y primavera en los dos sitios del muestreo de bentos de sustrato duro y en forma sincrónica a este.

2.1.1. Estaciones de muestreo

Las estaciones de muestreo se ubican en:

Estaciones de muestreo de las ostras incrustadas en los Muelles			
	Estación	Latitud Sur	Longitud Oeste
G	Ing. White (Club Náutico BB)	38° 47'	62° 16'
H	Gra.l Cerri (Puerto Cuatrerros)	38° 45'	62° 22'

A continuación se muestran en un mapa las estaciones de muestreo:



- Mapa del Estuario de Bahía Blanca, indicando las estaciones de muestreo de ostras

2.1.2. Campañas

A continuación se presenta una tabla con el cronograma de campañas de muestreo, y el tipo de muestra colectada en cada ocasión para cada estación de monitoreo:

Detalle de las Estaciones de monitoreo						
Estación	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
G (Ing. White)	Ostras				Sedimentos y Ostras	
H (Puerto Cuatrerros)					Sedimentos y Ostras	

2.1.3. Toma y Procesamiento de muestras

Los muestreos se realizaron por personal del Comité Técnico Ejecutivo, en las campañas de monitoreo de bentos de sustratos duros efectuadas en conjunto con personal del IADO. Se tomaron muestras manualmente de individuos que colonizan el nivel inferior del intermareal. Se colectaron y guardaron con elementos plásticos y se transportaron refrigeradas hasta el laboratorio del CTE. Allí se midieron las ostras (alto y largo), se separó el material blando de las valvas, se formaron pulles de ostras los que se pesaron y freezaron hasta su derivación.

2.2. Análisis Realizados

Las muestras de ostras y del sedimento asociado a ellas, fueron derivadas al Laboratorio de Análisis Químico (LANAQUI) – CERZOS/UNS para la determinación de metales pesados en el tejido blando de las ostras y en el sedimento. El tratamiento de las muestras y las determinaciones se realizaron bajo norma EPA SW-3052, 200.7, SM 3500 y JIS K 0094. Se utilizaron estándares certificados Chem-Lab, Zedelgem B-8210, Bélgica. Los metales a determinar fueron: Cadmio, Cromo, Cobre, Mercurio, Plomo, Níquel y Zinc.

2.3. Resultados

Se presentan los resultados correspondientes a datos biométricos de las ostras y metales en tejido blando de ostras y sedimentos.

2.3.1. Ostras

Los datos biométricos de las ostras muestreadas en cada oportunidad son:

Fecha	Lugar	Número de individuos por pull	Peso promedio por individuo de tejido blando fresco (grs)	Relación promedio Alto/Largo
Invierno	G (Ing. White)	6	18,8	1,24
Primavera	G (Ing. White)	6	13,3	1,29
Primavera	H (Cuatrerros)	5	10,2	1,28

Se determinaron los niveles de metales en los pulles de ostras obteniendo los siguientes resultados expresados en ppm de peso húmedo:

Fecha	Lugar	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Invierno	G (Ing. White)	0,42	0,060	43,4	0,009	0,16	0,17	132
Primavera	G (Ing. White)	0,53	0,059	30	0,02	0,121	< 0,050	164
Primavera	H (Cuatrerros)	0,53	0,059	53	0,035	0,128	0,053	190

Los resultados obtenidos de metales pesados en las ostras, los comparamos con los niveles límite Nacionales e Internacionales de metales pesados en tejidos blandos de bivalvos frescos aceptados como aptos para el consumo humano (tabla E del anexo-Estuario de Bahía Blanca, página 83).

Puede decirse que los valores de cadmio, cromo, mercurio, níquel y plomo se encuentran por debajo del nivel límite apto para el consumo. Mientras que el cobre y el zinc presenta valores que superan los indicados en el CAA para alimentos generales art. 156 Res. 1546/95; estos dos metales no fueron actualizados en la modificatoria según la Res. Nº 12/11 del MERCOSUR 2012.

2.3.2. Sedimentos

Se determinaron los niveles de metales en los sedimentos de ambas estaciones de muestreo en el muestreo de primavera, obteniendo los siguientes resultados expresados en ppm de peso seco:

Fecha	Lugar	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Primavera	G (Ing. White)	0,7	5,5	13,1	0,012	8,6	8,3	25,4
Primavera	H (Cuatrerros)	0,4	3	7,6	0,007	5,1	12,5	14,3
TEL		0,676	52,3	18,7	0,13	15,9	30,24	124
ERL		1,2	81	34	0,15	20,9	46,7	150

Valores promedio correspondientes a 5 réplicas independientes (desvío estándar < 3,5%)

En las 2 estaciones de monitoreo, durante la campaña de muestreo se registraron concentraciones detectables de todos los metales determinados en sedimentos.

Es de destacar, que a excepción del plomo, todos los demás metales se encontraron en menor concentración en la estación H (Puerto Cuatrerros) con respecto a la estación G (Ing. White). Una diferencia similar se observa si se comparan los resultados de metales en sedimentos de Puerto Cuatrerros: en el muelle (H) es menor la concentración que en el canal principal (E6) (ver resultados en sección química para E6 en Noviembre, páginas 18 a 23).

Como se mencionó en la Sección Química, no existen normas o niveles guía de referencia a nivel Nacional ni Provincial para sedimentos, y a efectos de hacer comparaciones aproximadas, se utilizarán los indicadores de referencia establecidos por la NOAA.

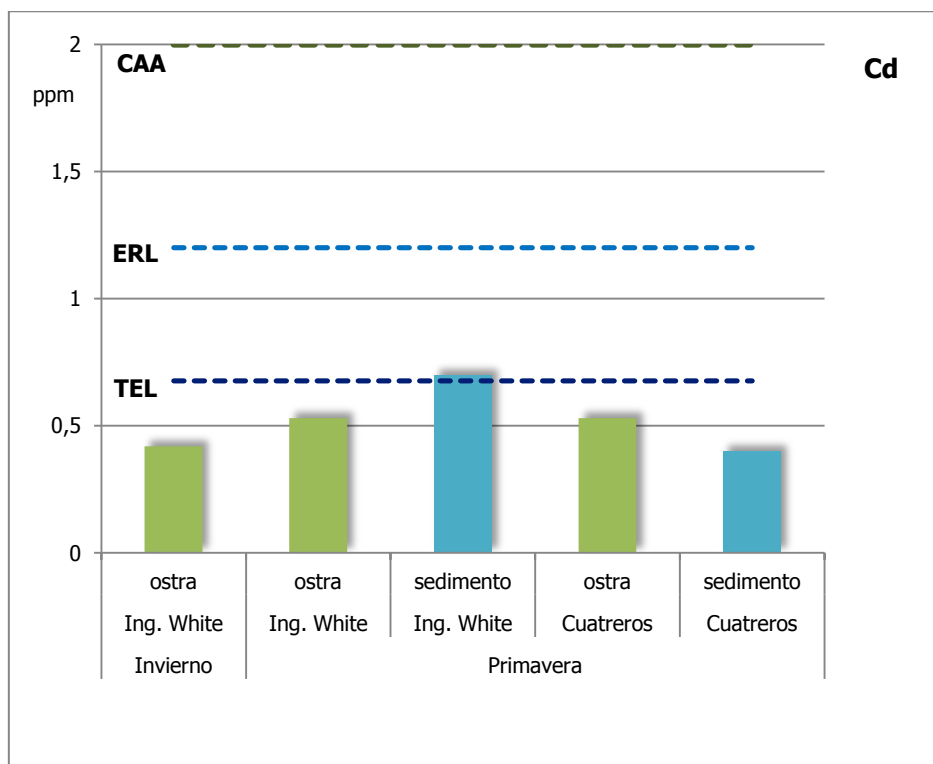
En una oportunidad se superó el nivel de protección de la vida acuática más exigente (TEL), propuesto por la NOAA para cadmio durante la campaña de primavera, en la estación G. Los restantes niveles de protección no fueron superados.

2.3.3. Metales

- **Cadmio**

- En las dos estaciones de monitoreo y durante ambas campañas se registraron concentraciones detectables de cadmio en las ostras, cuyos valores calculados en peso húmedo variaron entre los 0,42 ppm en invierno y 0,53 ppm en primavera en ambas estaciones de muestreo.
- Por otro lado, en las dos estaciones de monitoreo se registraron concentraciones detectables de cadmio en los sedimentos superficiales asociados a las ostras, cuyos valores medidos en peso seco fueron 0,4 ppm en la estación H y 0,7 ppm en la estación G.

En el siguiente gráfico, podemos observar los resultados obtenidos de cadmio en ostras y el sedimento asociado a ellas durante las campañas de monitoreo.



Los valores en ostras son calculados en ppm del peso húmedo.

Los valores en sedimentos son calculados en ppm del peso seco.

CAA: Código Alimentario Argentino. Límite admisible para consumo humano.

TEL (Threshold Effect Level): umbral de *no efecto adverso*.

ERL (Effects Range-Low): límite del rango de *efecto adverso raro*.

- Con respecto a los límites de metales considerados como aceptables para el consumo humano en bivalvos, el cadmio de las muestras analizadas no supera ningún límite nacional o internacional (tabla E del anexo-Estuario de Bahía Blanca, página 83).
- Acerca de los valores de referencia para cadmio propuestos por la NOAA en sedimentos marinos, en una oportunidad se superó el nivel de protección de la vida acuática más exigente (TEL), durante la campaña de primavera en la estación G. Los restantes niveles de protección

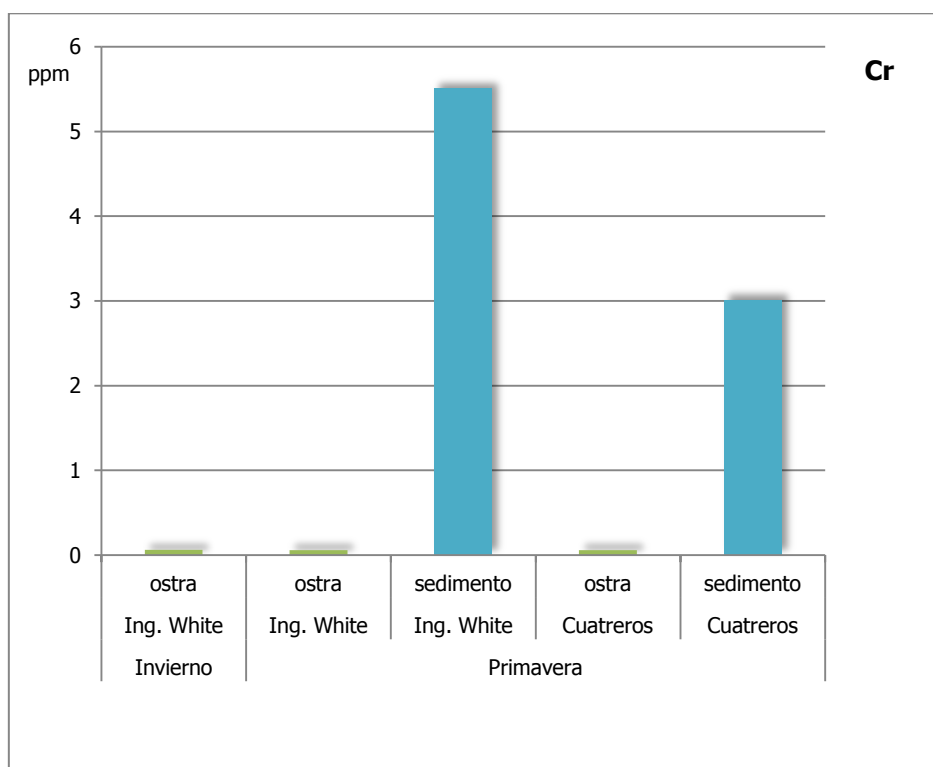
no fueron superados. Para una mejor observación gráfica de las concentraciones obtenidas de cadmio en sedimento, solo se muestra hasta el nivel de ERL de la NOAA.

Es de destacar que los valores promedios detectados en el sedimento de este muestreo fueron menores a valores promedios históricos para la concentración de cadmio en sedimento del estuario, que oscila entre 0,73 y 0,87 ppm (PIM, 2012).

• Cromo

- En las dos estaciones de monitoreo y durante ambas campañas se registraron concentraciones detectables de cromo en las ostras, cuyos valores calculados en peso húmedo variaron entre 0,059 en primavera (tanto en la estación H como en la G) y 0,060 ppm en invierno.
- Por otro lado, en las dos estaciones de monitoreo se registraron concentraciones detectables de cromo en los sedimentos superficiales asociados a las ostras, cuyos valores medidos en peso seco, fueron 3 ppm en la estación H y 5,5 ppm en la estación G.

En el siguiente gráfico, podemos observar los resultados obtenidos de cromo en ostras y el sedimento asociado a ellas, durante las campañas de monitoreo.



Los valores en ostras son calculados en ppm del peso húmedo.

Los valores en sedimentos son calculados en ppm del peso seco.

- Con respecto a los límites de metales considerados como aceptables para el consumo humano en bivalvos, el Código Alimentario Argentino no establece límites para el cromo, por ello se lo

compara con el considerado por la FDA (1997) de 13 ppm (no llegan visualizarse debido a la escala). El contenido de cromo en muestras analizadas no supera los límites internacionales mencionados (tabla E del anexo-Estuario de Bahía Blanca, página 83).

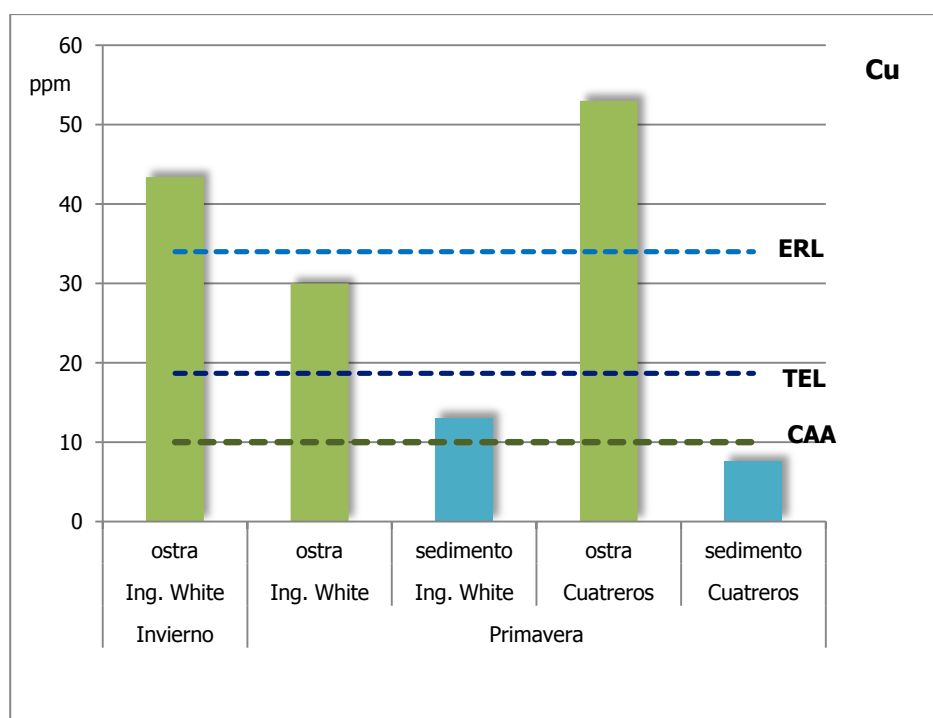
- Acerca de los valores de referencia para cromo propuestos por la NOAA en sedimentos marinos, en ninguna oportunidad se superaron niveles de protección de la vida acuática, durante las campañas de monitoreo. Para una mejor visualización de las concentraciones obtenidas de cromo en ostras y sedimento, en el gráfico no se muestran los niveles de la NOAA, ya que el más estricto el TEL es de 52,3 ppm.

Es de destacar que los valores promedios detectados en el sedimento de este muestreo fueron menores a valores promedios históricos para la concentración de cromo en sedimento del estuario, que oscila entre 6,9 y 10,0 ppm (PIM, 2012).

• Cobre

- En las dos estaciones de monitoreo y durante ambas campañas se registraron concentraciones detectables de cobre en las ostras, cuyos valores calculados en peso húmedo variaron entre los 30-43,4 ppm en la estación G y 53 ppm en la H.
- Por otro lado, en las dos estaciones de monitoreo se registraron concentraciones detectables de cobre en los sedimentos superficiales asociados a las ostras, cuyos valores medidos en peso seco, fueron 7,6 ppm en la estación H y 13,1 ppm en la estación G.

En el siguiente gráfico, podemos observar los resultados obtenidos de cobre en ostras y el sedimento asociado a ellas, durante las campañas de monitoreo.



Los valores en ostras son calculados en ppm del peso húmedo.

Los valores en sedimentos son calculados en ppm del peso seco.

CAA: Código Alimentario Argentino. Límite admisible para consumo humano.

TEL (Threshold Effect Level): umbral de *no efecto adverso*.

ERL (EffectsRange-Low): límite del rango de *efecto adverso raro*.

– Con respecto a los límites de metales considerados como aceptables para el consumo humano en bivalvos, el cobre de las muestras supera el límite nacional de 10 ppm para alimentos generales art. 156 Res. 1546/95 del CAA, es de destacar que este valor no fue modificado en la actualización 2012 e internacionalmente sólo se contempla en la ley Chilena teniendo el mismo límite que en la Argentina (tabla E del anexo-Estuario de Bahía Blanca, página 83).

– Acerca de los valores de referencia para cobre propuestos por la NOAA en sedimentos marinos, en ninguna oportunidad se superaron niveles de protección de la vida acuática, durante las campañas de monitoreo. Para una mejor observación gráfica de las concentraciones obtenidas de cobre en sedimento, solo se muestra hasta el nivel de ERL de la NOAA.

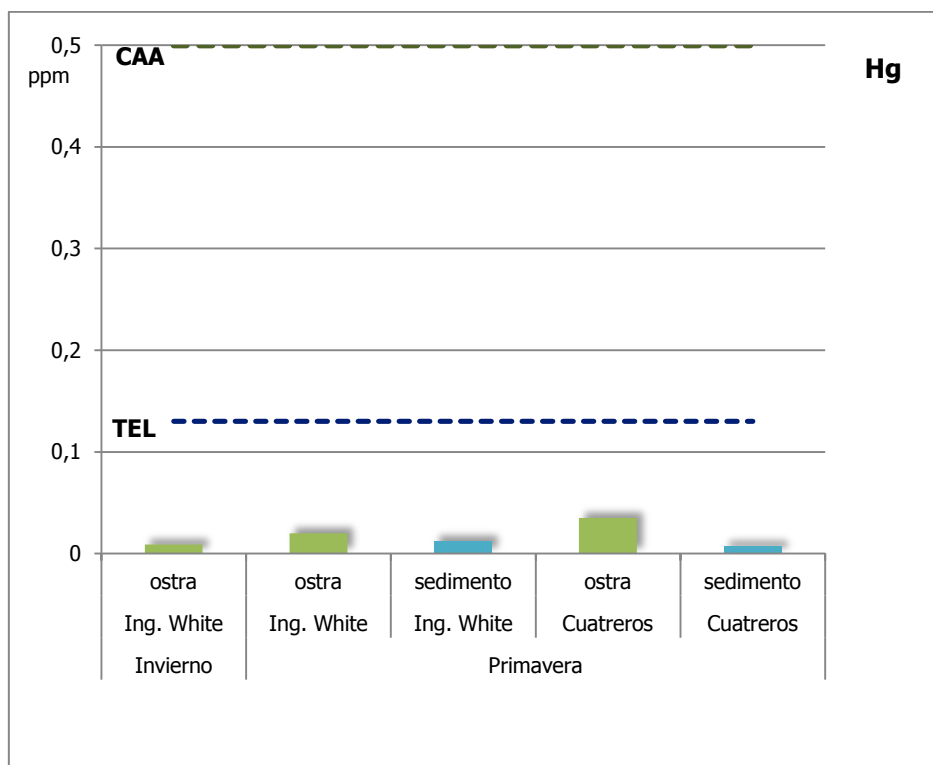
Es de destacar que los valores promedios detectados en el sedimento de la estación H de Puerto Cuatros fueron menores a valores promedios históricos para la concentración de cobre en sedimento del estuario, que oscila entre 8,5 y 15,4 ppm (PIM, 2012). Por su parte el cobre de los sedimentos de la estación G (Ing. White) se encuentra dentro del rango del promedio histórico.

• Mercurio

– En las dos estaciones de monitoreo y durante ambas campañas se registraron concentraciones detectables de mercurio en las ostras, cuyos valores calculados en peso húmedo variaron entre los 0,009-0,020 ppm en la estación G y 0,035 ppm en la H.

– Por otro lado, en las dos estaciones de monitoreo se registraron concentraciones detectables de mercurio en los sedimentos superficiales asociados a las ostras, cuyos valores calculados sobre el peso seco, fueron 0,007 ppm en la estación H y 0,012 ppm en la estación G.

En el siguiente gráfico, podemos observar los resultados obtenidos de mercurio en ostras y el sedimento asociado a ellas, durante las campañas de monitoreo.



Los valores en ostras son calculados en ppm del peso húmedo.

Los valores en sedimentos son calculados en ppm del peso seco.

CAA: Código Alimentario Argentino. Límite admisible para consumo humano.

TEL (Threshold Effect Level): umbral de *no efecto adverso*.

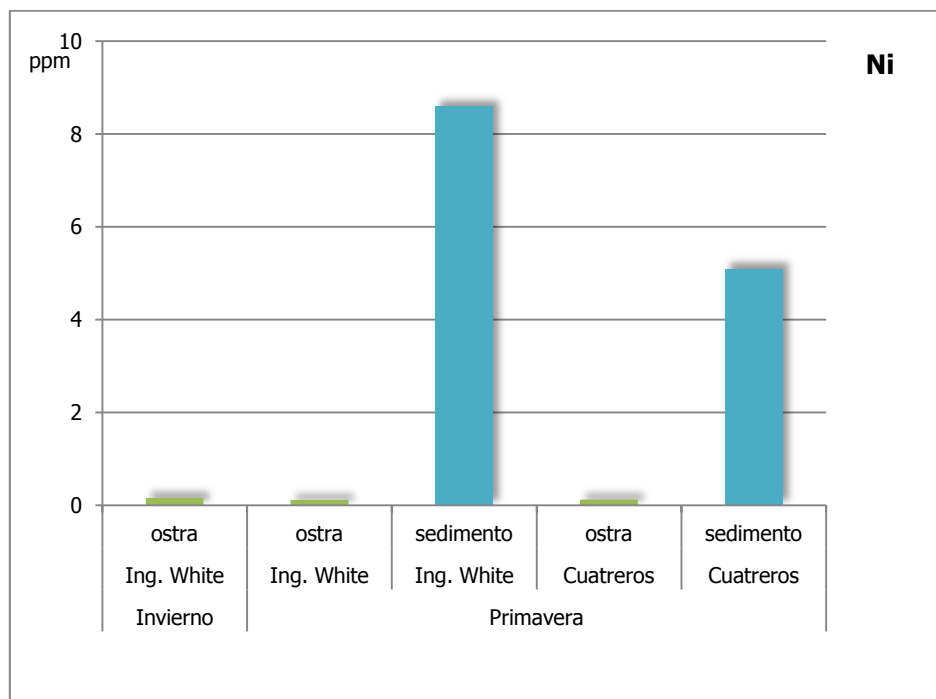
- Con respecto a los límites de metales considerados como aceptables para el consumo humano en bivalvos, el mercurio de las muestras analizadas no supera ningún límite nacional o internacional (tabla E del anexo-Estuario de Bahía Blanca, página 83).
- Acerca de los valores de referencia para mercurio propuestos por la NOAA en sedimentos marinos, en ninguna oportunidad se superaron niveles de protección de la vida acuática, durante las campañas de monitoreo. Para una mejor observación gráfica de las concentraciones obtenidas, solo se muestra hasta el nivel de TEL de la NOAA.
Es de destacar que los valores promedios detectados en el sedimento de este muestreo fueron menores a valores promedios históricos para la concentración de mercurio en sedimento del estuario, que oscila entre 0,04 y 0,06 ppm (PIM, 2012).

• Níquel

- En las dos estaciones de monitoreo y durante ambas campañas se registraron concentraciones detectables de níquel en las ostras, cuyos valores calculados en peso húmedo oscilaron entre los 0,121-0,160 ppm en la estación G y 0,128 ppm en la H.

- Por otro lado, en las dos estaciones de monitoreo se registraron concentraciones detectables de níquel en los sedimentos superficiales asociados a las ostras, cuyos valores medidos en peso seco, fueron 5,1 ppm en la estación H y 8,6 ppm en la estación G.

En el siguiente gráfico, podemos observar los resultados obtenidos de cromo en ostras y el sedimento asociado a ellas, durante las campañas de monitoreo.



Los valores en ostras son calculados en ppm del peso húmedo.
Los valores en sedimentos son calculados en ppm del peso seco.

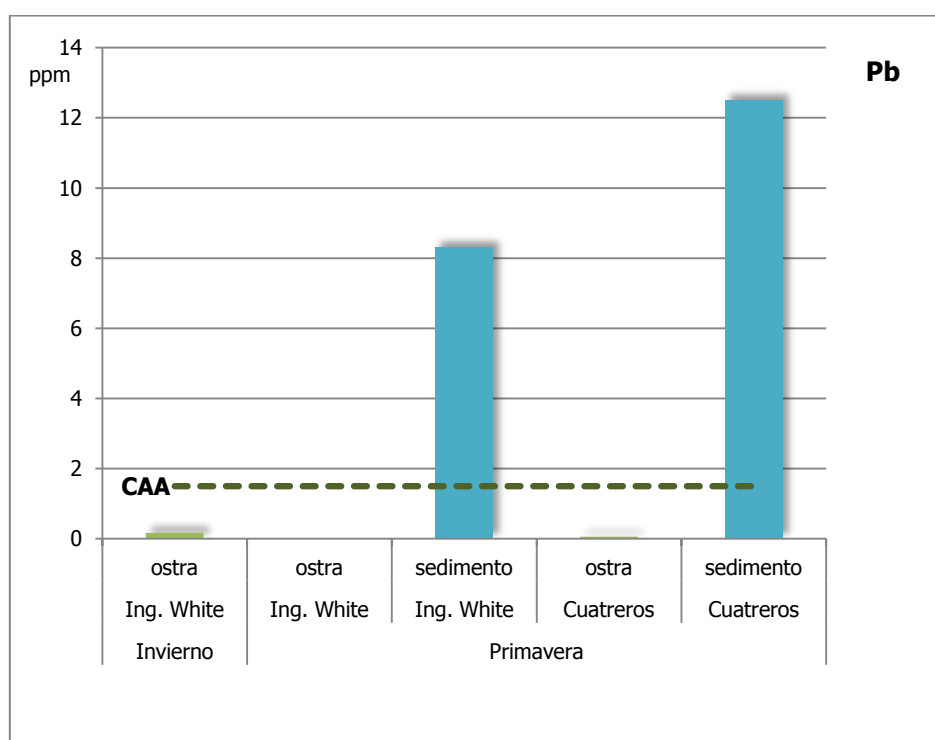
- Con respecto a los límites de metales considerados como aceptables para el consumo humano en bivalvos, el Código Alimentario Argentino no pone límites al níquel, por ello se lo compara con el considerado por la FDA (1997), de 80 ppm. El contenido de níquel de las muestras analizadas no supera ningún límite nacional o internacional (tabla E del anexo-Estuario de Bahía Blanca, página 83).
- Acerca de los valores de referencia para níquel propuestos por la NOAA en sedimentos marinos, en ninguna oportunidad se superaron niveles de protección de la vida acuática, durante las campañas de monitoreo. Para una mejor visualización de las concentraciones obtenidas de níquel en ostras y sedimento, en el gráfico no se muestran los niveles de la NOAA, ya que el más estricto el TEL es de 15,9 ppm.

Es de destacar que los valores promedios detectados en el sedimento de este muestreo fueron menores a los valores promedios históricos para la concentración de níquel en sedimento del estuario, que oscila entre 8,9 y 12,2 ppm (PIM, 2012).

• Plomo

- En la estación de monitoreo G durante la campaña de invierno y en la estación H en el de primavera, se registraron concentraciones detectables de plomo en las ostras, cuyos valores calculados en peso húmedo fueron 0,17 ppm en la estación G y 0,053 ppm en la H.
- Por otro lado, en las dos estaciones de monitoreo se registraron concentraciones detectables de plomo en los sedimentos superficiales asociados a las ostras, cuyos valores calculados sobre el peso seco, fueron 12,5 ppm en la estación H y 8,3 ppm en la estación G.

En el siguiente gráfico, podemos observar los resultados obtenidos de plomo en ostras y el sedimento asociado a ellas, durante las campañas de monitoreo.



Los valores en ostras son calculados en ppm del peso húmedo.

Los valores en sedimentos son calculados en ppm del peso seco.

CAA: Código Alimentario Argentino. Límite admisible para consumo humano.

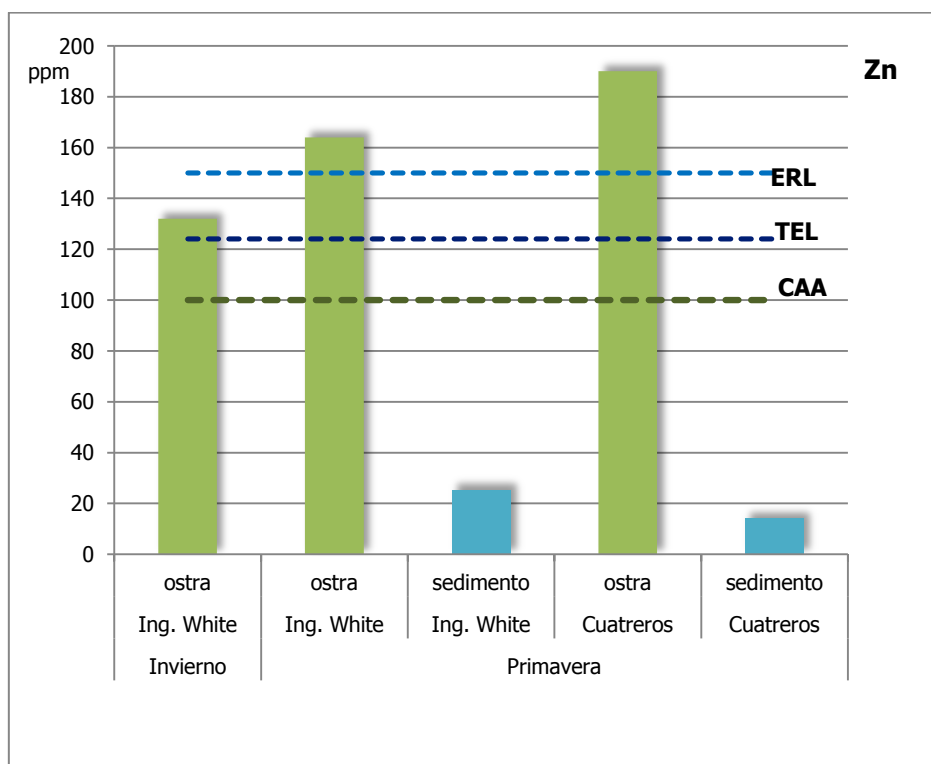
- Con respecto a los límites de metales considerados como aceptables para el consumo humano en bivalvos, el plomo de las muestras analizadas no supera ningún límite nacional o internacional (tabla E del anexo-Estuario de Bahía Blanca, página 83).
- Acerca de los valores de referencia para plomo propuestos por la NOAA en sedimentos marinos, en ninguna oportunidad se superaron niveles de protección de la vida acuática, durante las campañas de monitoreo. Para una mejor visualización de las concentraciones obtenidas de níquel en ostras y sedimento, en el gráfico no se muestran los niveles de la NOAA, ya que el más estricto el TEL es de 30,24 ppm.

- Es de destacar que los valores promedios detectados en el sedimento de la estación G (Ing. White) fueron menores a valores promedios históricos para la concentración de plomo en sedimento del estuario, que oscila entre 8,5 y 15,4 ppm (PIM, 2012). Por su parte el plomo de los sedimentos de la estación H de Puerto Cuatrerros se encuentra dentro del rango del promedio histórico.

• Zinc

- En las dos estaciones de monitoreo y durante ambas campañas se registraron concentraciones detectables de zinc en las ostras, cuyos valores calculados en peso húmedo oscilaron entre los 132-164 ppm en la estación G y 190 ppm en la H.
- Por otro lado, en las dos estaciones de monitoreo se registraron concentraciones detectables de zinc en los sedimentos superficiales asociados a las ostras, cuyos valores medidos en peso seco, fueron 14 ppm en la estación H (Puerto Cuatrerros) y 25 ppm en la estación G (Ing. White).

En el siguiente gráfico, podemos observar los resultados obtenidos de zinc en ostras y el sedimento asociado a ellas durante las campañas de monitoreo.



Los valores en ostras son calculados en ppm del peso húmedo.

Los valores en sedimentos son calculados en ppm del peso seco.

CAA: Código Alimentario Argentino. Límite admisible para consumo humano.

TEL (Threshold Effect Level): umbral de *no efecto adverso*.

ERL (Effects Range-Low): límite del rango de *efecto adverso raro*.

- Con respecto a los límites de metales considerados como aceptables para el consumo humano en bivalvos, el zinc de las muestras supera el límite nacional de 100 ppm para alimentos generales art. 156 Res. 1546/95 del CAA es de destacar que este valor no fue modificado en la actualización 2012 e internacionalmente solo se contempla en la ley Chilena teniendo el mismo límite que en la Argentina (tabla E del anexo-Estuario de Bahía Blanca, página 83).
- Acerca de los valores de referencia para zinc propuestos por la NOAA en sedimentos marinos, en ninguna oportunidad se superaron niveles de protección de la vida acuática, durante las campañas de monitoreo. Para una mejor observación gráfica de las concentraciones obtenidas de zinc en sedimento, solo se muestra hasta el nivel de ERL de la NOAA.
Es de destacar que los valores promedios detectados en el sedimento de este muestreo fueron menores a valores promedios históricos para la concentración de zinc en sedimento del estuario, que oscila entre 36,3 y 48,3 ppm (PIM, 2012).

2.3.4. Comparación de las concentraciones de metales en tejido blando de ostras del estuario de Bahía Blanca con las publicadas para otros lugares del mundo.

Para poder comparar las concentraciones detectadas de metales pesados en tejido blando de ostras, respecto de las informadas en otros lugares del mundo, se realizó una investigación bibliográfica sobre publicaciones que aportaran datos sobre otros estuarios y/o ambientes similares al de nuestro estudio.

En la tabla F del anexo-Estuario de Bahía Blanca (página 84), se detallan los resultados de algunas de las publicaciones seleccionadas para este análisis comparativo. Al final se puntualiza un promedio mundial para cada metal y los valores aproximados propuestos por Cantillo¹ como indicadores de contaminación en ostras, en un informe de la NOAA (1997) realizado con la base de datos del programa de seguimiento mundial de mejillones, que incluye a las ostras. Debido al origen de estos valores umbrales de contaminación, su uso es útil cuando se los quieren comparar con monitoreos globales, no locales. A pesar de ello, para sondear nuestros resultados, los utilizaremos, ya que no existen datos locales ni zonales al respecto.

¹Cantillo A.Y., (1997) World Mussel Watch database. U.S. Dept. de Comercio, NOAA, Coastal Monitoring and Bioeffects Assessment Division. NOAA technical memorandum NOS ORCA 109, 198pp.

Del análisis surge que:

- Las concentraciones de cobre y zinc detectados en las ostras del estuario de Bahía Blanca no superan los umbrales de contaminación propuestos por Cantillo para la NOAA.
- En otros lugares del mundo, el resto de los metales son superados, y en algunos casos hasta muy ampliamente (ver valores resaltados de la tabla F del anexo-Estuario de Bahía Blanca, página 84).
- La concentración de cadmio, cromo, mercurio, níquel y plomo en el tejido blando de las ostras muestreadas siempre estuvo por debajo del promedio mundial para ostras.
- La concentración de cobre y zinc están por encima del promedio mundial para ostras. Esto se entiende parcialmente debido a la biología de esta especie que es acumuladora natural de estos metales que le resultan fisiológicamente esenciales. El factor de acumulación es variable entre las especies a pesar de ser una tendencia general de las ostras. El promedio mundial se calcula con los datos registrados mundialmente y cargados en dicha base de datos, la misma cuenta con gran cantidad de registros de Estados Unidos para otra especie de ostra.

Es oportuno aclarar que la concentración de un metal no puede descontextualizarse a la hora de evaluar si dicho nivel indica contaminación, ya que las condiciones naturales locales van a influir en los niveles base propios y característicos de una comunidad en particular.

Sección D: Microbiología

Las poblaciones bacterianas presentes en ecosistemas marinos y costeros, son un excelente sistema de advertencia temprana, ya que responden a las modificaciones del medio mediante cambios cualitativos o cuantitativos, más rápidamente que el resto de la biota. Las diferencias en la abundancia de las poblaciones bacterianas en diferentes áreas se pueden relacionar con las concentraciones existentes de la materia orgánica fácilmente asimilable. El objetivo es presentar la distribución espacio- temporal de distintos grupos de bacterias utilizadas como indicadores de contaminación antrópica, en aguas y sedimentos del estuario de Bahía Blanca, durante 2013.

1. Muestreo

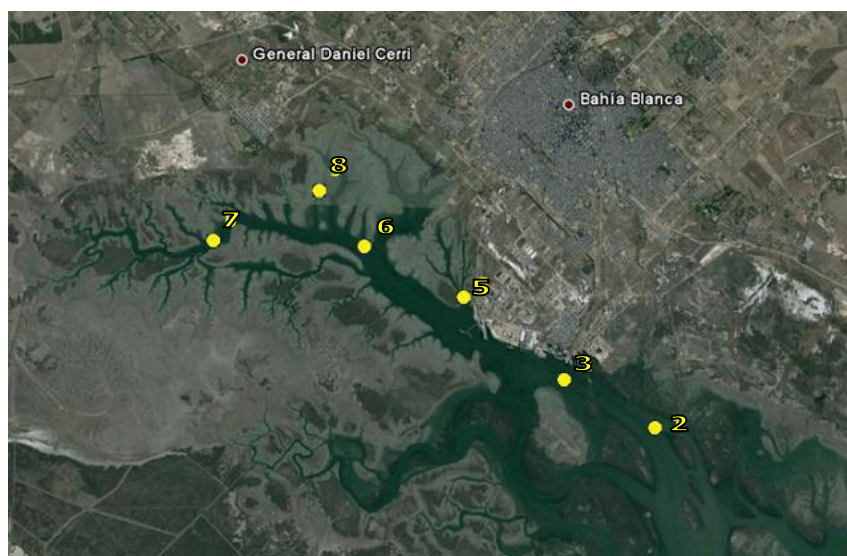
1.1. Campañas

Se realizaron dos campañas sobre las estaciones E2, E3, E5, E6, E7 y E8, sincrónicamente con el muestreo realizado para las determinaciones de la Sección A. Química, en los meses de agosto y noviembre, en las cuales se recolectaron muestras de agua y sedimento.

Se recolectaron muestras de aguas subsuperficial (30 cm de profundidad) y de sedimentos. Las muestras fueron obtenidas por personal del IADO y de la UNS.

1.2. Estaciones de Muestreo

Las estaciones de este muestreo (E2, E3, E5, E6, E7 y E8) son coincidentes con las utilizadas en la Sección de Química, su localización según la designación histórica informada en los PIM fue la detallada en la página 3.



- Mapa: ubicación de las estaciones de muestreo microbiológico en el estuario de Bahía Blanca.

1.3. Procesamiento de Muestras

En el Laboratorio de Microbiología General e Industrial y de los Alimentos de la U.N.S., se realizaron los recuentos de indicadores bacterianos, *Escherichia coli* en agua de mar y bacterias degradadoras de hidrocarburos en sedimentos marinos.

1.4. Análisis Realizados

En las muestras **sedimentos** se realizó el recuento de:

- Bacterias degradadoras de hidrocarburos (Mills² y adaptada para sedimentos marinos por Cabezalí y Cubitto³). Las muestras se incubaron a 25°C durante 45 días. Los resultados se informan como Número más Probable de bacterias degradadoras de hidrocarburos por gramo de sedimento seco (NMP BDH/g).
- *Escherichia coli* (Streitenberger y Baldini⁴). 6 gramos de sedimento húmedo, se suspendieron en 54 mL de solución LOCKE, se agitaron a 450 rpm durante 15 minutos, a fin de liberar las bacterias adheridas a ellos y se sembraron igual que las muestras de agua. Los resultados se informan como UFC/g de peso seco.

En las muestras de **agua** se realizó la cuantificación de:

- *Escherichia coli*: recuento en placa en el medio de cultivo agar Endo. Previa revivificación de las bacterias estresadas (2 horas a temperatura ambiente en medio de cultivo PCA: Agar Plate Count). La incubación fue durante 48 horas a 44,5° C. Los resultados se informan como UFC/100ml de agua.
- Bacterias Heterótrofas de origen terrestre: recuento en placa en el medio de cultivo PCA. La incubación fue a 25°C durante 72 horas. Los resultados se informan como UFC/ml de agua.
- Bacterias Heterótrofas de origen marino: recuento en placa en el medio de cultivo Marine 2216 (Difco). La incubación fue durante 72 horas a 25°C. Los resultados se informan como UFC/ml de agua.

² Mills A.L., Breuil C. y Colwell R.R. 1978. Enumeration of petroleum degrading marine and estuarine microorganisms by the most probably number method. Canadian Journal of Microbiology 24: 552-557.

³ Cabezalí C. B. y Cubitto M.A. 1990. Detección bacteriológica de contaminación por petróleo en el estuario de Bahía Blanca. Revista Argentina de Microbiología, 22:167-174.

⁴ Streitenberger M.E. y Baldini M.A. 2010. Deterioro de un área recreacional por efectos del volcado de líquidos cloacales. Revista Argentina de Microbiología. 42: 307-310.

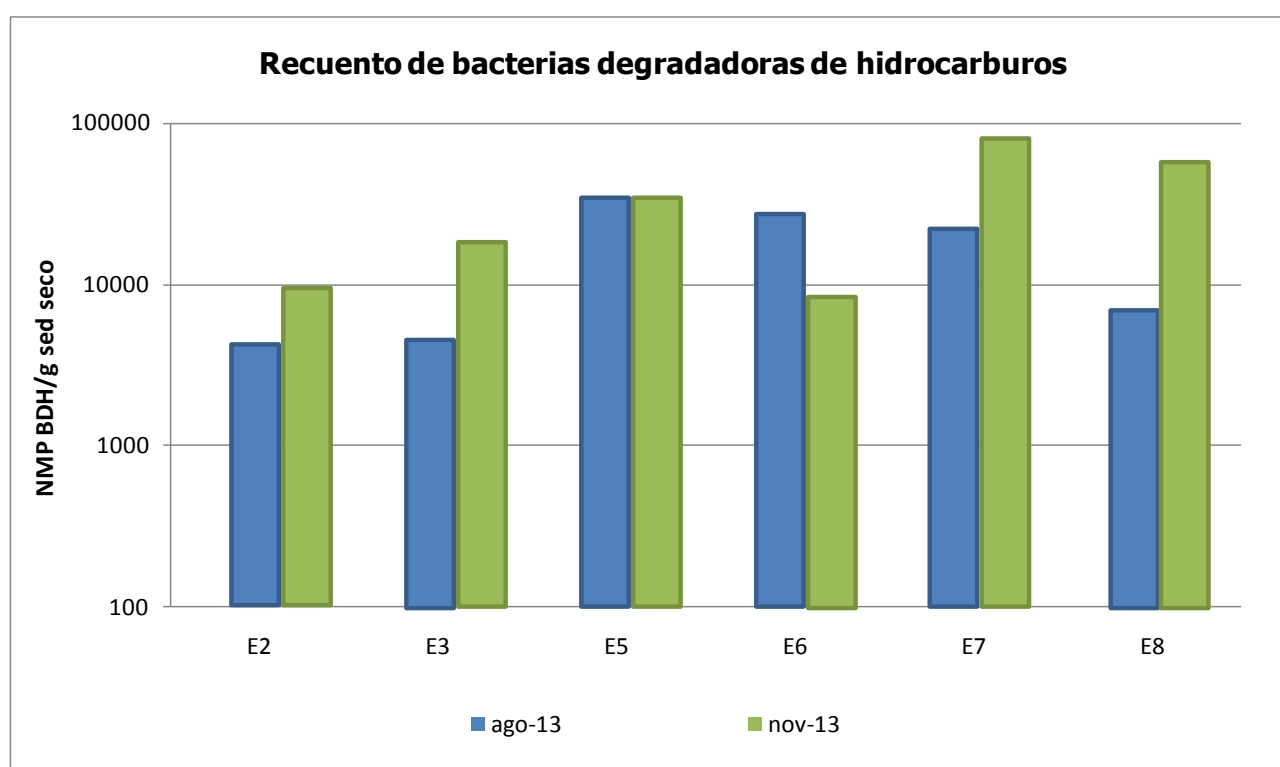
2. Resultados

Se presentan los resultados informados por el IADO-UNS.

2.1. Bacterias degradadoras de hidrocarburos en sedimentos

En todos los sitios de muestreo se detectó bacterias degradadoras de petróleo, en valores superiores a 1000 NMP/g. A diferencia del 2012 no se hallaron recuentos >100000 NMP/g.

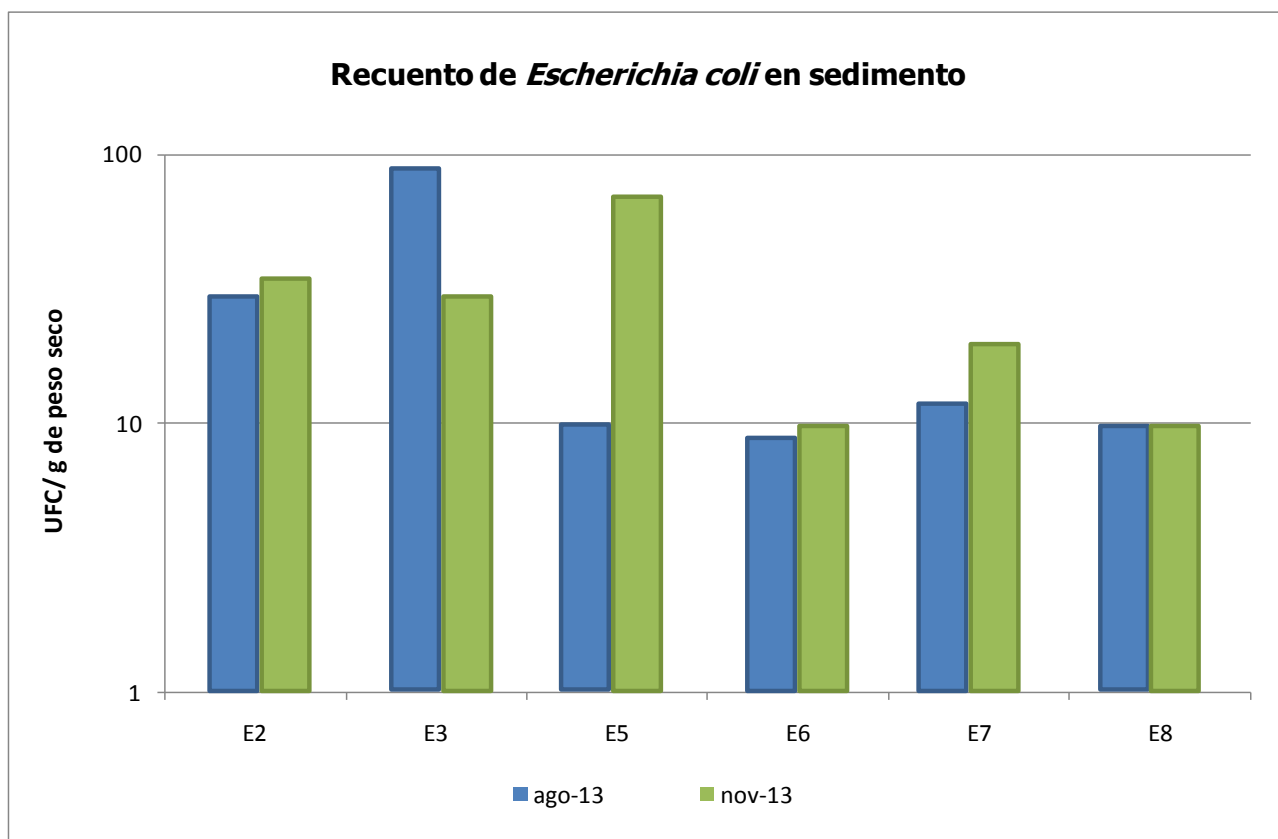
Los resultados obtenidos en cuanto a la cuantificación de bacterias degradadoras de hidrocarburos en los muestreos realizados en el año 2013 se resumen en el siguiente gráfico:



Las estaciones E5 y E7 los recuentos fueron siempre superiores a 10000 NMP de BDH/g sed seco. Si se comparan ambos muestreos, en el de noviembre se observa un leve incremento en las estaciones E2, E3, E7 y E8 en el NMP de BDH/g sed seco. A la altura de la estación E5 (canal Galván, en proximidades de descarga Polo Petroquímico) se mantienen altos recuentos, probablemente sustentados por la actividad constante relacionada con hidrocarburos en ese puerto. Mientras que los valores más elevados, los de noviembre en la zona interna E7 y E8, tal vez estén relacionados a alguna situación puntual o como se viene analizando año tras año, se deba a una leve tendencia general ascendente de BDH al internalizarse en el estuario y en canales menores, ya que se trata de zonas de menor dinámica que la externa.

2.2. *Escherichia coli* en sedimentos

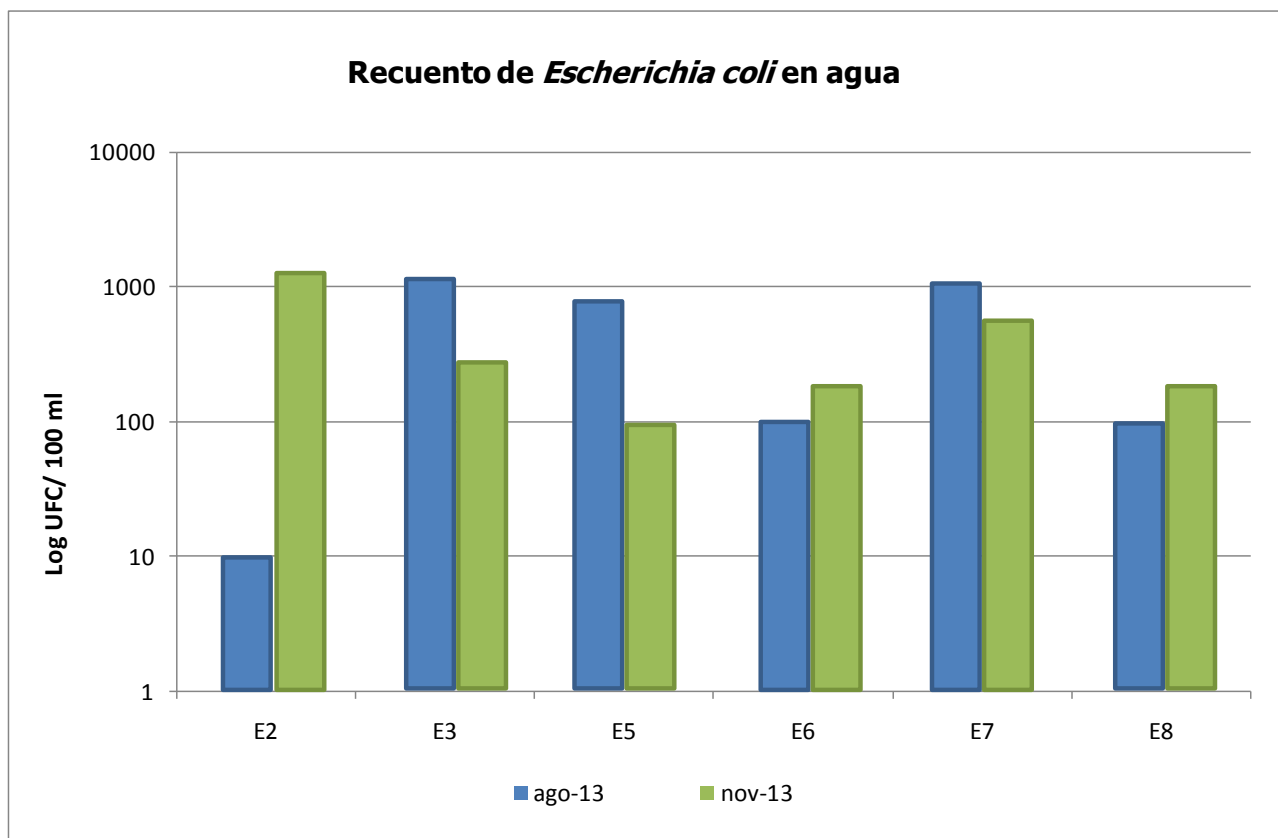
El siguiente gráfico muestra los recuentos de *E. coli* en sedimentos en las estaciones de muestreo:



En las estaciones más externas es evidente una tendencia a la acumulación de bacterias indicadoras por gramo de peso seco, donde existe la influencia de la cloaca principal, del puerto de Ing. White y Canal Galván. En el resto de los sitios de muestreo los valores no presentan variaciones significativas entre muestreos pero comparando con años anteriores, sí hay una tendencia a la disminución de los recuentos especialmente en E8. Esto podría deberse a las mejoras realizadas en la planta de tratamiento de la 3^{ra} cuenca (ver Efluentes Líquidos página 31).

2.3. *Escherichia coli* en agua

El siguiente gráfico muestra los recuentos de *E. coli* en agua en las estaciones de muestreo:

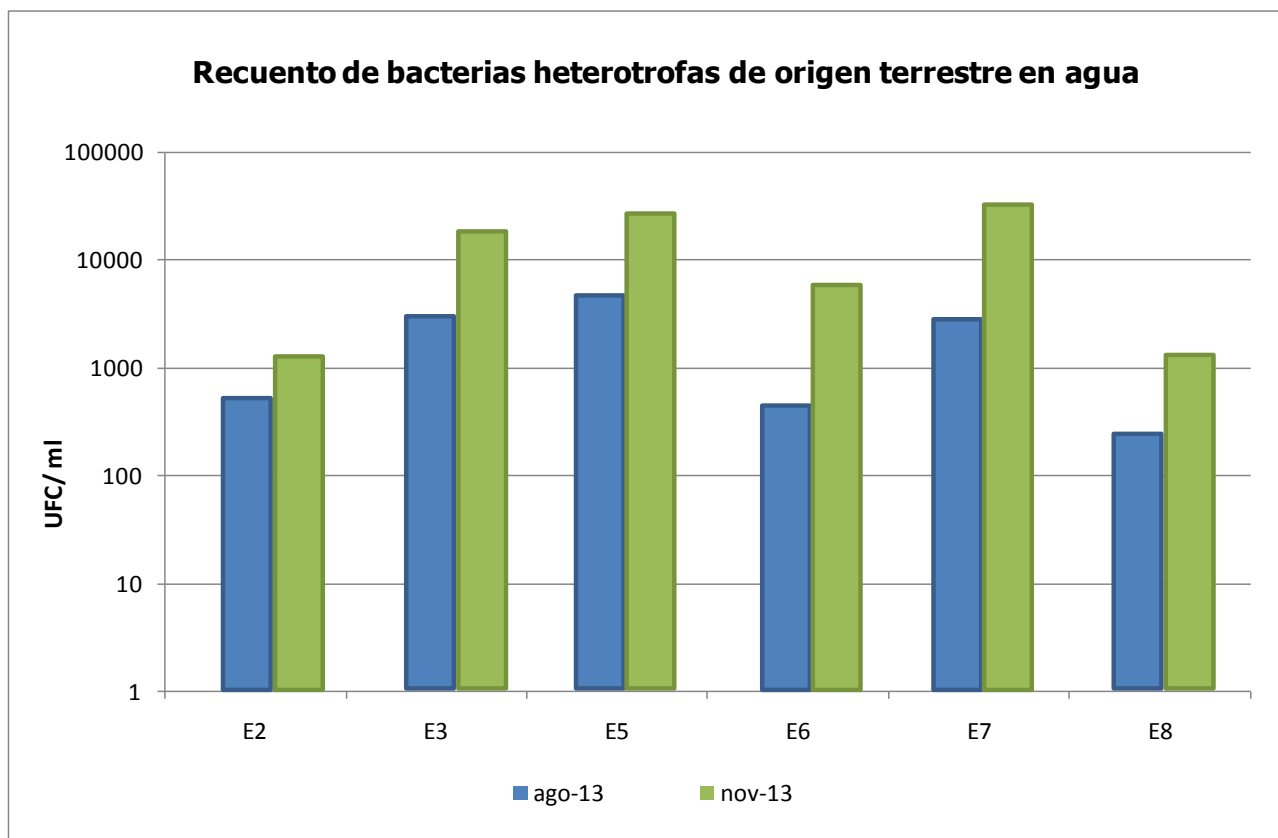


En la campaña de agosto de 2013, los resultados de los indicadores de contaminación fecal en aguas de la estación E2 (en proximidades a la descarga cloacal 1^{ra} cuenca) fueron inusualmente bajos, esto puede deberse a las condiciones de marea. En el muestreo de noviembre, sí se observó la tendencia que se viene dando desde el 2009 en esta estación, con valores >1000 UFC de *E.coli* /100 ml. Por otro lado, en el muestreo de agosto se detectaron recuentos levemente >1000 UFC de *E.coli* /100 ml, en E3 y E7.

Comparando con años anteriores, se ve una leve disminución en el recuento de *Escherichia coli* en agua en la estación E8.

2.4. Bacterias Heterótrofas de origen terrestre, en agua

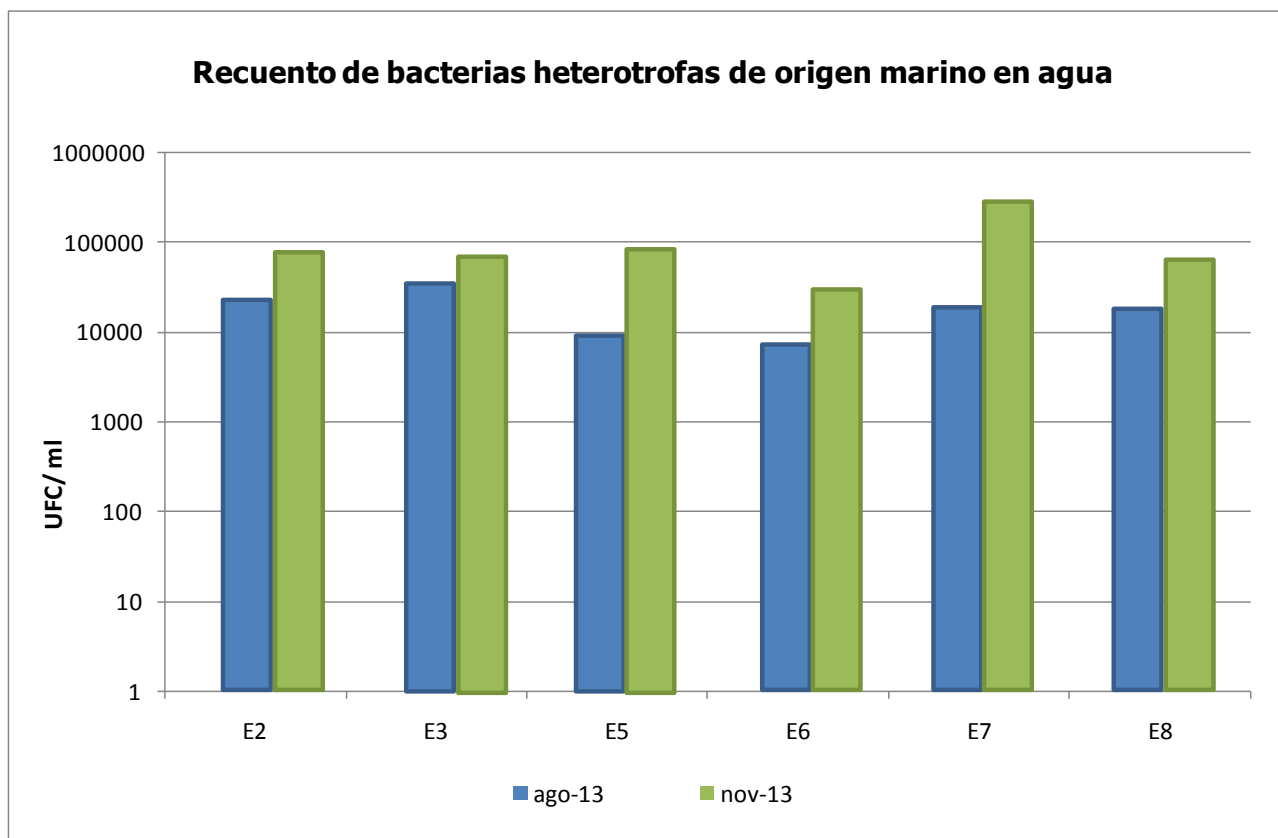
El siguiente gráfico muestra los recuentos de bacterias heterótrofas de origen terrestre en aguas de las estaciones de muestreo:



En términos generales los valores registrados en 2013, comparados con años anteriores, se mantienen relativamente constantes. Sin embargo en el muestreo de noviembre en E3, E5 y E7, se detectan recuentos altos de bacterias heterótrofas terrestres >10000 UFC/ml.

2.5. Bacterias Heterótrofas de origen marino, en agua

El siguiente gráfico muestra los recuentos de bacterias heterótrofas de origen marino en aguas de las estaciones de muestreo:



Los recuentos de bacterias heterótrofas marinas siempre son muy estables (10000-100000 UFC/ml), ya que se trata de un grupo autóctono del medio marino. Solo se registraron recuentos mayores a 100000 en E7.

Sección E: Conclusiones Estuario de Bahía Blanca

Muchos de los resultados de este informe son preliminares, por lo tanto y hasta que no finalice el Programa de Monitoreo del Estuario que lleva a cabo el Instituto Argentino de Oceanografía, las observaciones realizadas en esta sección no son concluyentes y están sujetas a la finalización del Convenio MBB-IADO, y al Informe Final que este Instituto presente a mediados del año 2014.

De todas maneras y al contar con una base de datos robusta con más de 10 años de monitoreo, se han comparado los valores de este período con los registros históricos, lo que permite realizar comparaciones temporales del estado del estuario, que es de utilidad para el sistema de vigilancia.

A. Química Marina

Parámetros oceanográficos y fisicoquímicos

Los valores de temperatura registrados durante este período muestran una distribución homogénea para todas las estaciones de muestreo, acorde a cada estación del año. Las temperaturas oscilaron entre los 5,8 y 21,6 °C y son similares a los históricos registrados en monitoreos previos.

Los valores de pH registrados durante el período estudiado mostraron una distribución homogénea a lo largo de la grilla evaluada. Los valores oscilaron entre 8,0 upH y 8,6 upH, con un promedio anual de 8,2 upH, resultando similares a los informados para etapas previas de este programa de monitoreo.

Los valores de turbidez registrados, mostraron una distribución heterogénea a lo largo de la grilla de monitoreo. Los valores registrados variaron entre 24 a 298 NTU, si bien son variables, su tendencia general de distribución coincide con los datos históricos oportunamente informados para este estuario.

Los valores de oxígeno disuelto (OD) registrados durante las campañas realizadas mostraron variaciones a lo largo de la grilla de muestreo, variando entre 4,6 a 11,1 mg/l. Los valores registrados en el 2013 son similares a los históricamente reportados para este ambiente.

Sustancias Potencialmente Contaminantes

Metales Disueltos en Agua

Se detectaron concentraciones de metales pesados disueltos en agua de mar durante todas las campañas de monitoreo.

Los valores de **cadmio** en agua oscilaron entre 0,012 y 5,25 µg/l. Es de destacar los elevados valores hallados en las dos últimas campañas de monitoreo, que superaron los niveles históricos registrados para este ambiente. Ninguno de los valores de cadmio, superaron los niveles guía de referencia de la NOAA, solo el valor máximo determinado en la E7 en el mes de noviembre, supera el valor de 5 µg/l que establece el Decreto 831/93.

Los valores de **plomo** disuelto en el agua variaron entre menores al límite de detección y 5,73 µg/l. En ninguna oportunidad se superaron los niveles guía de referencia de la NOAA, ni el que establece el Decreto 831/93. Los valores detectados durante el 2013, se mostraron similares a los históricos registrados

Los valores de **cobre** registrados variaron entre 0,31 y 25,4 µg/l. En general los valores resultaron homogéneos en todos los puntos de muestreo, excepto un registro elevado en la E6b durante la campaña de junio. Estos valores son ligeramente superiores al promedio histórico registrado (2002-2012), excepto para las estaciones E1 y E4. En siete oportunidades los valores superaron el nivel guía de referencia de la NOAA, para "Exposición crónica", tres veces para "Exposición aguda" y cuatro veces se superó el valor que establece el Decreto 831/93.

Los valores de **zinc** disuelto en agua variaron entre niveles menores al límite de detección y 54,68 µg/l. El nivel guía de referencia de la NOAA, para "Exposición crónica" (81 µg/l), no fue superado en ninguna oportunidad. El Decreto 831/93 establece que el nivel de referencia para el zinc es de 0,2 µg/l. Al respecto todos los valores mayores al límite de detección (75% del total de datos) superaron el nivel establecido, esto ocurre debido a diferencia en magnitud que tiene el nivel establecido por la NOAA respecto al del Decreto 831/93.

Respecto a los valores de **chromo total**, en las dos primeras campañas, las concentraciones presentaron una tendencia homogénea, luego los valores detectados en las campañas del IADO detectan elevados niveles de cromo disuelto, que constituyen los más elevados registros de cromo que se tengan reportados para este ambiente.

Por su parte, las concentraciones de **níquel** disuelto presentaron niveles que oscilaron entre menores al límite de detección hasta 7,65 µg/l. En líneas generales, los valores resultaron similares a los detectados en campañas anteriores de monitoreo, excepto el valor máximo detectado en la estación E6b.

Los valores de **mercurio** registrados variaron entre menores al límite de detección y 0,5 µg/l. En general los valores de este período, son similares e incluso inferiores a los históricos reportados para este estuario.

Metales en Sedimentos

Se detectó la presencia de metales en los sedimentos de todas la campañas de monitoreo

Con respecto al **cadmio**, los valores variaron entre menores al límite de detección y 0,7 µg/g. Podemos inferir que los valores del 2013, están muy de debajo de la media histórica y han resultado ser de los más bajos detectados para este ambiente, similares a los informados en el período 2011.

Las concentraciones de **plomo** variaron entre los 4,39 y 19,65 µg/g, resultaron homogéneas a lo largo de la grilla de muestreo y son similares a las halladas en monitoreos previos, manteniéndose las mismas por debajo de la media histórica registrada.

Los valores de **cobre** determinados variaron entre 5,3 y 31,77 µg/g, si bien se ubicaron ligeramente por encima de la media histórica registrada, las concentraciones de cobre en sedimento son del mismo orden de magnitud que las informadas en las etapas previas de este programa de monitoreo.

Los valores de **zinc** determinados variaron entre los 9,3 y 81,56 µg/g, son similares a los registrados en monitoreos previos, excepto los hallados en las estaciones E7 y E8 durante la campaña de agosto.

Los valores de **chromo** variaron entre 1,9 y 22,4 µg/g. En general se mostraron homogéneos a lo largo de las estaciones de muestreo, excepto los determinados en la campaña de abril, igualmente fueron similares a los registrados históricamente para este ambiente.

El **níquel** presentó valores que oscilaron entre 2,6 y 14,5 µg/g, y fueron similares e incluso ligeramente inferiores a los registrados históricamente en este estuario.

Las concentraciones de **mercurio** han variado entre valores menores al límite de detección y 0,09 µg/g, y en general se muestran por debajo de la línea media histórica para este metal, y resultan similares a los obtenidos en los últimos años de monitoreo.

Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAH's) en Sedimentos

De las 360 determinaciones realizadas en este período, un 75% de ellas resultaron menores al límite de detección y cuantificación del método analítico.

Los compuestos frecuentemente detectados fueron: naftaleno, acenaftileno, fenantreno, fluoranteno y pireno; podemos mencionar que naftaleno fue el compuesto predominante, con valores detectables en un 95,8 %, que oscilaron entre 20 y 5789 ng/g.

Es de destacar que las máximas concentraciones de estos analitos fueron determinadas en la E5, debido que la estación está fuertemente influenciada por la descarga del canal del polo petroquímico.

Comparando los resultados de este período respecto de monitoreos en años anteriores, los rangos obtenidos para la sumatoria de PAHs totales fueron similares a los informados en los monitoreos del 2009 y 2011, y por debajo de los registros del 2010. Con excepción puntual de las concentraciones determinadas en la E5 durante la campaña de abril que superan los 10000 ng/g.

Al igual que en años anteriores, se registra predominancia de PAHs de bajo peso molecular.

Con estos resultados se puede sostener que la zona de estudio presentó niveles que corresponden a: valores de background (4,2%); niveles de baja concentración (8,3%); niveles con moderado impacto antrópico (70,8%), niveles moderados a altos de contaminación (12,5%) y niveles indicativos de contaminación severa (4,2%).

Compuestos Organoclorados en Sedimentos

Considerando que solo se detectó la presencia de Mirex (0,53 ng/g) en la estación E2 (proximidades de la descarga cloacal), y el resto de los compuestos resultaron menores al límite de detección y contando solamente con dos campaña de monitoreo, los resultados existentes no pueden aportar conclusiones definitivas y están sujetos a la finalización del monitoreo realizado por el IADO.

B. Peces

Los resultados de peces (capturas, talla, dieta, presencia de sustancias contaminantes) en este informe no son concluyentes y están supeditados a la finalización del Programa de Monitoreo y al informe final que presente el Instituto con mayor experiencia en el tema.

C. Organismos Bentónicos

Los resultados parciales presentados sobre organismos bentónicos en este informe no son concluyentes y están supeditados a la finalización del Programa de Monitoreo llevado a cabo por el IADO y al informe final que al respecto se presente a mediados del año 2014.

Con respecto al muestreo de ostras realizado por el Comité Técnico Ejecutivo, podemos mencionar que las concentraciones de metales en las ostras del estuario de Bahía Blanca no superan los umbrales de contaminación propuestos por Cantillo (1997) para la NOAA.

La concentración de cadmio, cromo, mercurio, níquel y plomo en el tejido blando de las ostras muestreadas siempre estuvo por debajo del promedio mundial para ostras y de los límites establecidos por la legislación nacional e internacional para consumo humano.

La concentración de cobre y zinc en el tejido blando de las ostras analizadas estuvieron por encima del promedio mundial para ostras y superan los límites establecidos para consumo humano, según el CAA, es por ello que se procedió a elevar esta información a las Autoridades competentes para conocimiento de estos resultados. Por otra parte, las legislaciones internacionales (por ejemplo Comunidad Europea), incluyendo la del Mercosur (Resol. GMC 12/11) no contemplan al cobre ni al zinc en sus nuevas actualizaciones, (probablemente debido a que estos metales son esenciales para las ostras) pero sí hacen foco y son cada vez más exigentes con el cadmio, mercurio, plomo y arsénico.

D. Microbiología

Si bien los resultados presentados sobre microbiología en este informe no son concluyentes y están supeditados a la finalización del Programa de Monitoreo, al respecto, y considerando que disponemos de una base de datos importante de monitoreo con el IADO podemos realizar una breve mención sobre los indicadores bacteriológicos hasta aquí determinados.

Las estaciones E5 (aledaña a la descarga del polo petroquímico en Galván) y E7 (Puerto Cuatreros) presentaron recuentos de bacterias degradadoras de hidrocarburos siempre altos, evidenciando algún grado de acumulación de los mismos.

Comparando con años anteriores, se evidencia una tendencia a la disminución en el recuento de *Escherichia coli* en agua y sedimentos, hacia el interior del estuario, especialmente en la estación E8.

Monitoreo de Aportes no Industriales

Sección F. Monitoreo de Arroyos

Introducción

Como complemento de las actividades de monitoreo realizadas para controlar el estuario de Bahía Blanca y sus afluentes, se inició a mediados del 2013 un muestreo mensual de los principales cauces que descargan en el estuario.

Los sitios elegidos de muestreo fueron:

- Río Sauce Chico (38°43'44.42"S - 62°27'8.64"O)
- Arroyo Napostá (38°46'14.12"S - 62°13'58.27"O)
- Canal Maldonado (38°43'45.96"S - 62°18'45.65"O)
- Arroyo Saladillo de García (38°42'22.37"S - 62°22'11.35"O).

Campañas de muestreo

Estos arroyos y canales recorren diferentes sectores con diversos usos a saber: agrícola-ganaderos, urbanos, industriales, recreativos, rurales, hortícolas. Por esta razón y para evitar muestrear aguas arriba de alguna potencial fuente de contaminación, la toma de muestra se realizó sobre el tramo final de los cursos de agua próximo a su descarga en el estuario de Bahía Blanca.

Los muestreos se realizaron con una frecuencia mensual, iniciando en agosto del 2013, con fecha de término en julio del 2014.

Se practicaron los análisis fisicoquímicos habituales para cursos de agua y se completaron los mismos con análisis bacteriológico y parasitológico, éstos últimos realizados por profesionales de la Universidad Nacional del Sur (UNS), identificando solo aquellos parásitos de interés sanitario. Entre los parámetros bacterianos, se investigó la presencia de *Escherichia coli*, heterótrofas terrestres y se realizaron también los aislamientos para identificación de la especie patógena *Salmonella* spp, a cargo de los exámenes microbiológicos estuvo la cátedra de Microbiología General de la UNS.

Informe de Resultados

Se presentan a continuación las tablas de resultados para cada cauce analizado, durante el período 2013.

Tabla I. Resultados del Arroyo Napostá

Arroyo Napostá	26/08/2013	10/09/2013	07/10/2013	04/11/2013	17/12/2013
Fisicoquímico					
pH (upH)	8	8,1	7,9	7,2	7,2
Temperatura (°C)	7,7	18,9	14	18,2	23,2
Conductividad (mS/cm)	1,54	1,7	1	1,7	1,6
DQO (mg/l)	n/a	n/a	n/a	15	n/a
Cadmio (mg/l)	n/a	<0,005	<0,005	<0,005	n/a
Niquel (mg/l)	n/a	<0,01	<0,01	< 1,01	n/a
Zinc (mg/l)	n/a	0,01	0,05	0,03	n/a
Plomo (mg/l)	n/a	<0,01	<0,01	< 0,01	n/a
Cobre (mg/l)	n/a	0,008	0,006	< 0,006	n/a
Bacteriológico					
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)	5200	2600	3000	6200	3000
Heterótrofas terrestres (UFC/ml)	2700	4400	8500	9000	2000
<i>Salmonella</i> spp (UFC/250ml)	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia
Parasitológico					
Flia. Amoebida (quistes)	s/m	ausencia	s/m	presencia	s/m
Flia. Ascarididae (huevos)	s/m	ausencia	s/m	ausencia	s/m
<i>Blastocystis</i> sp. (quistes)	s/m	ausencia	s/m	ausencia	s/m
<i>Cryptosporium</i> sp. (quistes)	s/m	ausencia	s/m	ausencia	s/m
Flia. Nematodea (larvas)	s/m	ausencia	s/m	ausencia	s/m
Flia. Rhabditoidea (larvas)	s/m	ausencia	s/m	ausencia	s/m
Flia. Toxocaridae (huevos)	s/m	ausencia	s/m	ausencia	s/m
Flia. Trichostrongylidae	s/m	ausencia	s/m	ausencia	s/m

s/m: sin muestra

n/a: no analizado

Tabla II. Resultados del Canal Maldonado

Canal Maldonado	26/08/2013	10/09/2013	07/10/2013	04/11/2013	17/12/2013
Fisicoquímico					
pH (upH)	9,6	9	9,7	8,6	9,4
Temperatura (°C)	16,6	22,4	26,2	22,3	27,1
Conductividad (mS/cm)	1,84	1,99	1,8	1,66	1,93
DQO (mg/l)	n/a	n/a	n/a	192	n/a
Cadmio (mg/l)	n/a	<0,005	<0,005	< 0,005	n/a
Niquel (mg/l)	n/a	<0,01	<0,01	< 0,01	n/a
Zinc (mg/l)	n/a	0,02	0,02	0,05	n/a
Plomo (mg/l)	n/a	<0,01	<0,01	< 0,01	n/a
Cobre (mg/l)	n/a	0,008	0,006	0,01	n/a
Bacteriológico					
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)	1500	4400	1100	44000	28000
Heterótrofas terrestres (UFC/ml)	2800	5000	6000	1300000	76000
<i>Salmonella</i> sp (UFC/250ml)	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia
Parasitológico					
Flia. Amoebida (quistes)	s/m	ausencia	s/m	ausencia	s/m
Flia. Ascarididae (huevos)	s/m	ausencia	s/m	ausencia	s/m
<i>Blastocystis</i> sp. (quistes)	s/m	presencia	s/m	ausencia	s/m
<i>Cryptosporium</i> sp. (quistes)	s/m	ausencia	s/m	ausencia	s/m
Flia. Nematodea (larvas)	s/m	ausencia	s/m	presencia	s/m
Flia. Rhabditoidea (larvas)	s/m	ausencia	s/m	ausencia	s/m
Flia. Toxocaridae (huevos)	s/m	ausencia	s/m	ausencia	s/m
Flia. Trichostrongylidae	s/m	ausencia	s/m	ausencia	s/m

s/m: sin muestra

n/a: no analizado

Tabla III. Resultados del Arroyo Sauce Chico

Sauce Chico	26/08/2013	10/09/2013	07/10/2013	04/11/2013	17/12/2013
Fisicoquímico					
pH (upH)	9,3	8,9	8,2	8,9	9,1
Temperatura (°C)	5,3	17,5	17,3	19,9	26
Conductividad (mS/cm)	1,07	0,97	0,5	1,08	1,29
DQO (mg/l)	n/a	n/a	n/a	9	n/a
Cadmio (mg/l)	n/a	<0,005	<0,005	< 0,005	n/a
Niquel (mg/l)	n/a	<0,01	<0,01	< 0,01	n/a
Zinc (mg/l)	n/a	0,03	0,01	< 0,01	n/a
Plomo (mg/l)	n/a	<0,01	<0,01	< 0,01	n/a
Cobre (mg/l)	n/a	0,02	0,006	0,008	n/a
Bacteriológico					
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)	1200	200	500	300	500
Heterótrofas terrestres (UFC/ml)	1900	640	53000	5700	2000
<i>Salmonella</i> sp (UFC/250ml)	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia
Parasitológico					
Flia. Amoebida (quistes)	ausencia	s/m	ausencia	s/m	ausencia
Flia. Ascarididae (huevos)	ausencia	s/m	ausencia	s/m	presencia
<i>Blastocystis</i> sp. (quistes)	ausencia	s/m	ausencia	s/m	ausencia
<i>Cryptosporium</i> sp. (quistes)	ausencia	s/m	ausencia	s/m	ausencia
Flia. Nematodea (larvas)	ausencia	s/m	ausencia	s/m	ausencia
Flia. Rhabditoidea (larvas)	ausencia	s/m	ausencia	s/m	ausencia
Flia. Toxocaridae (huevos)	ausencia	s/m	ausencia	s/m	presencia
Flia. Trichostrongylidae	ausencia	s/m	ausencia	s/m	ausencia

s/m: sin muestra

n/a: no analizado

Tabla IV. Resultados del Arroyo Saladillo de García

Saladillo de García	26/08/2013	10/09/2013	07/10/2013	04/11/2013	17/12/2013
Fisicoquímico					
pH (upH)	9,1	8,8	8,9	8,9	9,7
Temperatura (°C)	6,5	18,6	20,6	19,1	25,5
Conductividad (mS/cm)	10,5	7,8	10,8	11,8	19,4
DQO (mg/l)	n/a	n/a	n/a	95	n/a
Cadmio (mg/l)	n/a	<0,005	<0,005	< 0,005	n/a
Niquel (mg/l)	n/a	<0,01	<0,01	< 0,01	n/a
Zinc (mg/l)	n/a	0,01	0,06	< 0,01	n/a
Plomo (mg/l)	n/a	<0,01	<0,01	< 0,01	n/a
Cobre (mg/l)	n/a	0,02	0,006	< 0,006	n/a
Bacteriológico					
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)	100	1000	400	300	100
Heterótrofas terrestres (UFC/ml)	600	1900	8600	6500	3800
<i>Salmonella</i> sp (UFC/250ml)	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia
Parasitológico					
Flia. Amoebida (quistes)	ausencia	s/m	ausencia	s/m	ausencia
Flia. Ascarididae (huevos)	ausencia	s/m	presencia	s/m	ausencia
<i>Blastocystis</i> sp. (quistes)	ausencia	s/m	ausencia	s/m	ausencia
<i>Cryptosporium</i> sp. (quistes)	ausencia	s/m	ausencia	s/m	ausencia
Flia. Nematodea (larvas)	ausencia	s/m	ausencia	s/m	ausencia
Flia. Rhabditoidea (larvas)	ausencia	s/m	ausencia	s/m	ausencia
Flia. Toxocaridae (huevos)	ausencia	s/m	ausencia	s/m	ausencia
Flia. Trichostrongylidae	ausencia	s/m	ausencia	s/m	ausencia

s/m: sin muestra

n/a: no analizado

Sección H. Monitoreo de Canales Pluviales

Introducción

Desde el año 2008 se incorporó el monitoreo de descargas de los canales pluviales que vuelcan al estuario de Bahía Blanca. El objetivo de dicho monitoreo es evaluar la calidad fisicoquímica y las concentraciones de metales pesados de estos cursos, considerados como fuente importantes de ingreso de contaminantes al cuerpo receptor.

Se realizó el mismo plan de trabajo que el utilizado en años previos. Se muestrearon todos aquellos canales pluviales a cielo abierto, en el área del Polo Petroquímico e Ingeniero White, cuyo destino final es el estuario de Bahía Blanca.

Campañas de muestreo

Los muestreos de los canales se planificaron para tomar las muestras luego de las 12 horas de registrarse una precipitación, esperando que la mayoría de los canales alcanzaran un nivel importante de agua que permitiera la toma de muestra y realizar la determinación *in situ* de algunos parámetros. Esta condición de muestreo es importante para evitar una posible contaminación cruzada con las aguas subterráneas que pueden aflorar en los fondos de los canales pluviales (en muchas ocasiones y sin haberse registrado precipitaciones, se puede observar sobre el fondo de los canales agua estancada en escasa cantidad, que corresponde al afloramiento del agua subterránea).

En el siguiente plano, se muestran las ubicaciones de los sitios de muestreos.



Referencias: PS: canal frente al Barrio Puertas del Sur; CR: canal pluvial en Ruta 3 Sur; AC: canal pluvial Avenida Colón; GT: canal pluvial calle Guillermo Torres.

Durante el año 2013 se realizó una campaña de muestreo en el mes de julio.

Las tomas de muestra, conservación y transporte, se realizaron siguiendo las metodologías recomendadas por los "Métodos Normalizados de Análisis para Agua Potable y Aguas Residuales", APHA-AWWA-WPCF, 17^o edición.

Realización de Análisis

Se realizaron mediciones *in situ* de los siguientes parámetros: pH, conductividad eléctrica, temperatura y turbidez. La muestra tomada fue llevada al laboratorio del CTE donde se realizaron análisis de BTEX y se separaron alícuotas que fueron enviadas a un laboratorio externo donde se analizaron metales pesados (cadmio, zinc, cobre, plomo y níquel).

Las determinaciones analíticas se realizaron siguiendo las metodologías recomendadas por los "Métodos Normalizados de Análisis para Agua Potable y Aguas Residuales", APHA-AWWA-WPCF 17^o edición y las recomendadas por la Agencia de Protección Ambiental de EE.UU, EPA-SW 846.

Informe de Resultados

En la siguiente tabla se muestran los resultados del muestreo de canales pluviales.



Determinaciones	Resultados						
	Pluvial 1	Pluvial 2	Pluvial 4	Pluvial 5	Pluvial 7	Pluvial C.P.	Pluvial P.S.
Fisicoquímicos							
pH (upH)	9,1	8,8	9,2	8,7	9,0	8,2	8,4
Conductividad (mS/cm)	18,40	16,00	26,50	26,60	1,29	1,89	1,02
Turbidez (UNT)	94	73	65	128	7	76	999
Temperatura (°C)	7,9	6,7	5,3	6,0	5,9	6,4	9,7
Metales pesados							
Cadmio (mg/l)	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Plomo (mg/l)	0,01	< 0,01	0,02	< 0,01	0,01	< 0,01	0,02
Zinc (mg/l)	0,03	0,02	0,02	0,03	0,01	0,03	0,09
Niquel (mg/l)	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Cobre (mg/l)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,03
Hidrocarburos							
Benceno (mg/l)	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Tolueno (mg/l)	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Etil-benceno (mg/l)	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
o-Xileno (mg/l)	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01

Los sitios de muestreo: canales 8, AC y GT se encontraban con agua estancada, por lo que se decidió no muestrearlos.

Sección I: Conclusiones: Monitoreo de aportes no industriales

Monitoreo de Arroyos

Dentro de los aspectos fisicoquímicos, los arroyos mostraron valores de pH, temperatura y conductividad eléctrica acordes a los esperados para estos cursos y según las estaciones del año.

Dentro de los metales pesados analizados, cadmio, plomo y níquel nunca arrojaron valores detectables en ninguno de los cursos de agua. El zinc mostró concentraciones habituales para estos cursos, desde no detectables hasta 0,06 mg/l. Llama la atención los valores – si bien muy bajos – de cobre detectados en diferentes cursos de agua.

Algo para destacar son los registros bacteriológicos de *Escherichia coli* en todos los cursos de agua, con valores muy altos en el canal Maldonado, el cual se vió afectado directamente por la descarga cloacal de la 3^{era} cuenca, que enviaba el efluente sin tratamiento hacia el canal, y los valores registrados en el arroyo Napostá de hasta 6200 UFC/100ml.

La presencia de parásitos de interés sanitario fue escasa hasta el momento, no observando prevalencia de algún organismo en particular, diagnosticando los mismos de manera aleatoria y dispersa. De todas maneras resta concluir con los muestreos durante el año 2014 y esperar a los resultados que se obtengan en los meses más cálidos debido a que en estos períodos se incrementa la prevalencia de las parasitosis.

Canales Pluviales

Los valores de pH resultaron normales para estos canales, acordes a los registrados en años previos de monitoreo. Algunos canales mostraron elevados valores de conductividad eléctrica.

No se detectó la presencia de **cadmio**, y **níquel** sobre las muestras analizadas.

Cobre: se detectó en todas muestras analizadas, los valores encontrados fueron bajos, y ligeramente superiores a los registrados en años previos

Plomo: se detectaron concentraciones de este metal de manera aleatoria, sin responder a ningún patrón o comportamiento. Los valores fueron similares a los registrados en monitoreos previos.

Al igual que otros años, el **zinc** es el elemento que más aparece, los valores detectados oscilaron desde 0,01 a 0,09 mg/l.



En ninguno de los sitios se detectó la presencia de BTEX, estos valores se repiten como en otros años, resultando importante ya que podría despreciarse el aporte de hidrocarburos al estuario por estas vías.

A fin de evaluar los resultados obtenidos se consideran dos alternativas.

Por una parte, y teniendo en cuenta que el objetivo del monitoreo es evaluar los aportes al estuario, se puede considerar aceptable comparar los resultados con la Resolución 336/03 ya que, al igual que el resto de los afluentes del estuario, al ingresar en él, sufren procesos de dilución. Con este criterio, se puede indicar que todos los valores obtenidos se encuentran por debajo de los límites admisibles.

En segundo lugar, se puede considerar a estos cursos de agua como cuerpos receptores. En este sentido, y comparando con los niveles guía del Decreto 831/93 (para agua salobre), se observa que los valores de plomo superaron el nivel guía, mientras que para el resto de los metales nunca lo hicieron.



ANEXO

Programa: Monitoreo de Cuerpos Receptores

Subprograma: Estuario de Bahía Blanca

Sección A: Química Marina

Tabla A. Se presentan los valores establecidos por la NOAA y el Decreto 831/93 como guía de referencia para los parámetros inorgánicos disueltos en agua de mar. Los resultados están expresados en $\mu\text{g/l}$ ó ppb.

Parámetro	Exposición aguda	Exposición crónica	Decreto 831/93
Cadmio	40	8,8	5
Zinc	90	81	0,2
Cromo (total)	No establecido	No establecido	No establecido
Cobre	4,8	3,1	4
Hierro	300	50	No establecido
Mercurio	1,8	0,94	0,1
Níquel	74	8,2	7,1
Plomo	210	8,1	10

Tabla B. Indicadores de referencia establecidos por la NOAA para metales pesados en sedimentos marinos superficiales. Las concentraciones están expresadas en $\mu\text{g/g}$ (ppm) en base seca.

Parámetro	TEL	ERL	PEL	ERM
	"Threshold Effect Level"	"Effects Range-Low"	"Probable EffectLevel"	"EffectsRange-Median"
Cadmio	0,68	1,2	4,21	9,6
Zinc	124	150	271	410
Cromo (total)	52,3	81	160	370
Cobre	18,7	34	108	270
Mercurio	0,13	0,15	0,7	0,71
Níquel	15,9	20,9	42,8	51,6
Plomo	30,24	46,7	112	218

Tabla C. Indicadores de referencia establecidos por la NOAA para la sumatoria de Hidrocarburos aromáticos policíclicos en sedimentos marinos superficiales. Las concentraciones están expresadas en ng/g (ppb) en base seca.

Parámetro	TEL	ERL	PEL	ERM
	"Threshold Effect Level"	"EffectsRange-Low"	"Probable EffectLevel"	"EffectsRange-Median"
Σ PAHs totales	1684	4022	16770	44792

Tabla D. Estándares nacionales e internacionales de metales pesados en músculo comestible de peces aceptados como aptos para el consumo humano directo o indirecto. La concentraciones están expresadas en µg/g músc (ppm).

Metal	FAO ⁽¹⁾	WHO ⁽²⁾	U.E. ⁽³⁾	U.K. ⁽⁴⁾	Código Alimentario Argentino ⁽⁵⁾
Cd	1,00	1,50	0,05	0,05 / 0,30	0,05
Pb	2,00	2,50	0,30	0,20 / 0,40	0,30
Hg	0,5 / 1,00	1,00	0,50	0,50 / 1,00	0,50
Zn	40,00	50,00	---	---	---
Cu	30,00	40,00	30,00 / 45,00	---	---

Referencias:

⁽¹⁾: Nauen (1983)

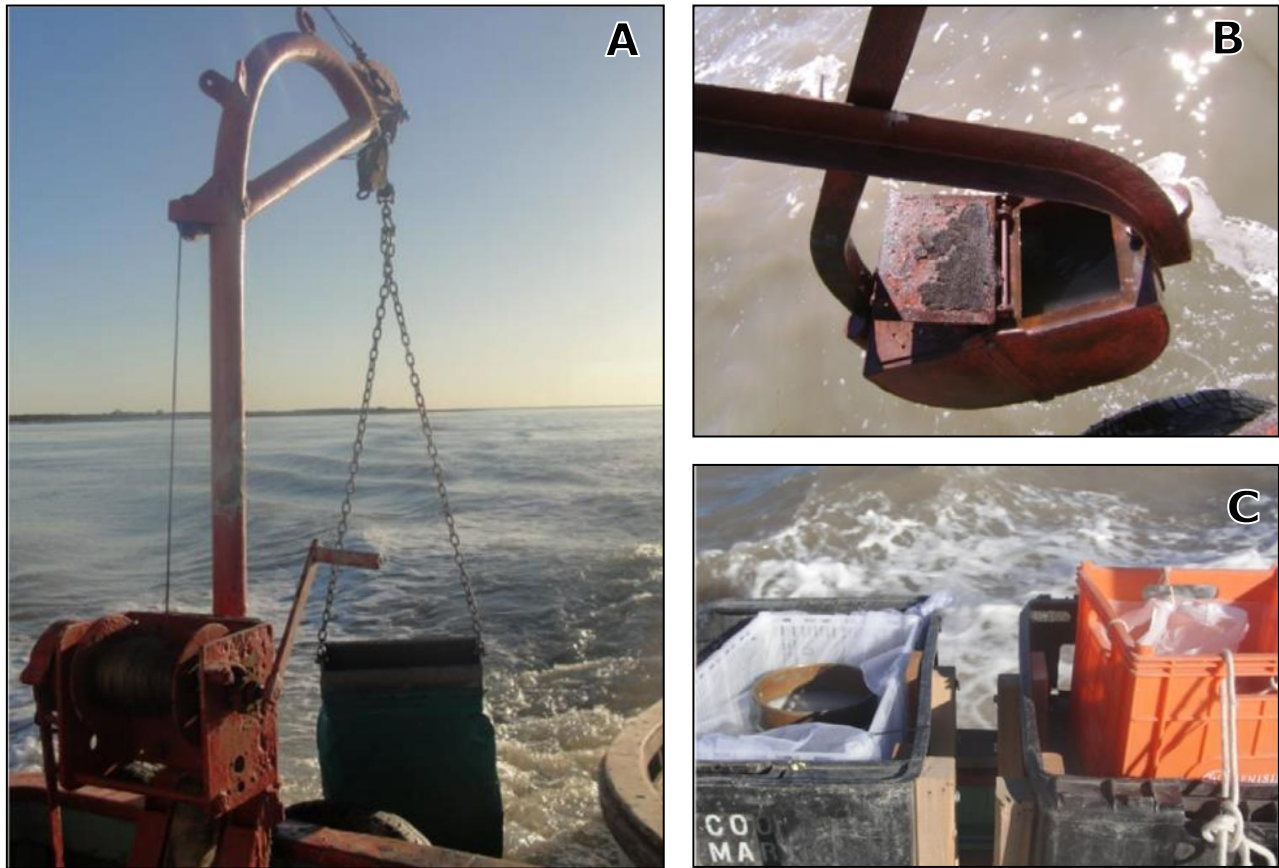
⁽²⁾: World Health Organization (1991)

⁽³⁾: Reglamento (CE) N° 1881/2006 de la Comisión de 19 de diciembre de 2006

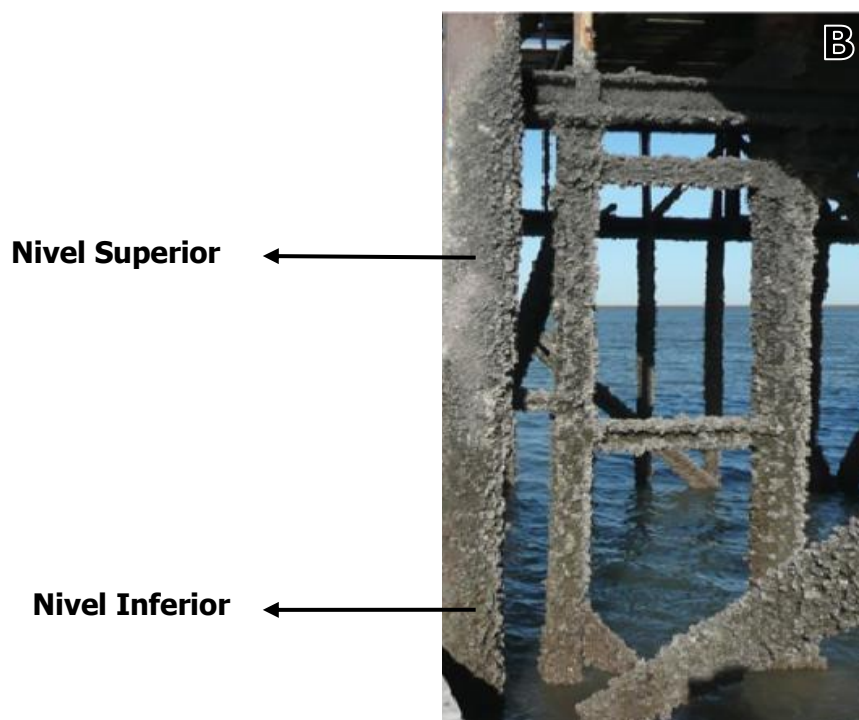
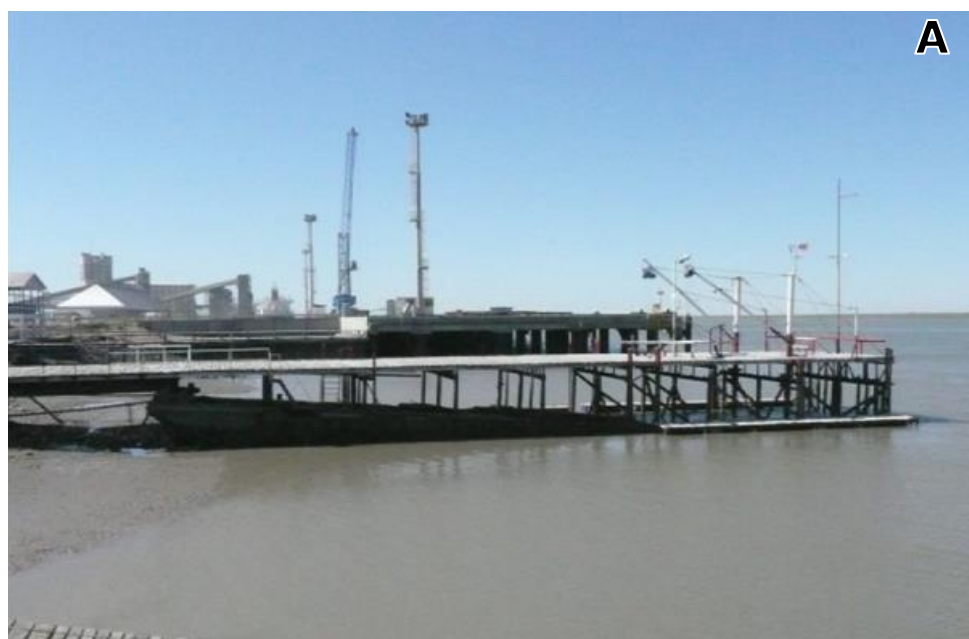
⁽⁴⁾: extraído de FIN FactSheet (2006)

⁽⁵⁾: CAA. Cap. III - Modif. Art. 156 - Mercosur/GMC/ Res. N° 12/11.

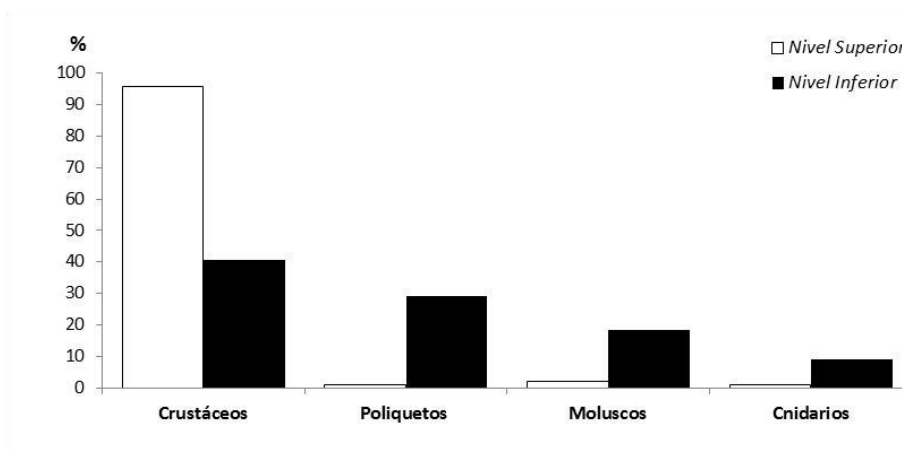
Sección C: Organismos Bentónicos



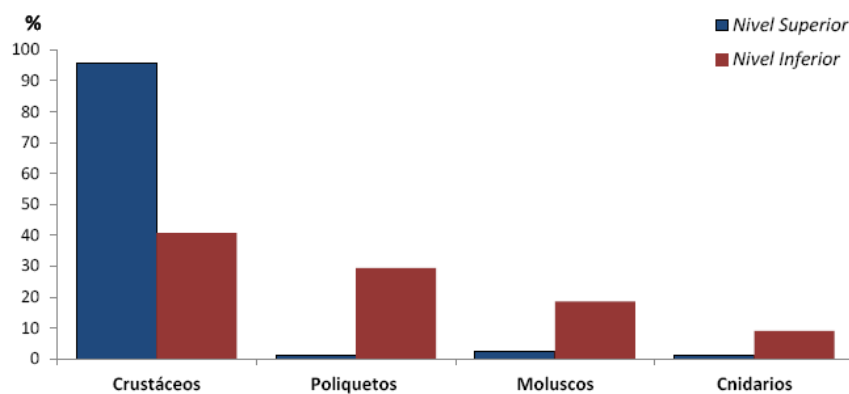
- **Figura 1:** Muestreo submareal de la comunidad bentónica de sustrato blando en el Canal Principal de Navegación del estuario de Bahía Blanca. **A:** rastra, **B:** draga Van Veen y **C:** tamiz a bordo.



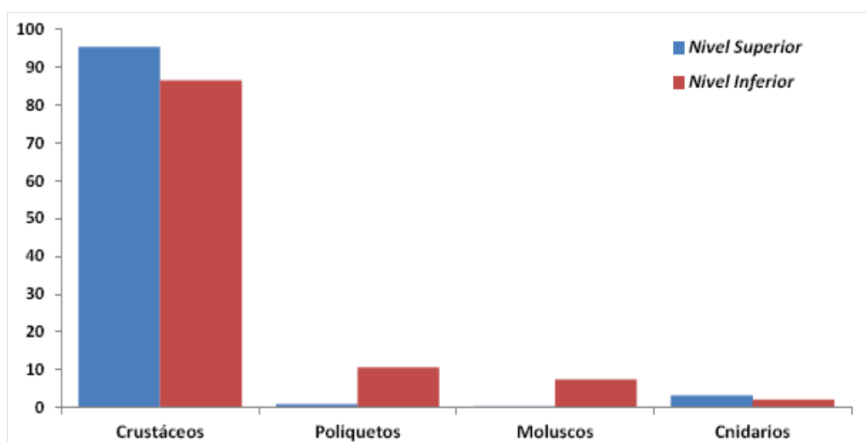
• **Figura 2:** **A:** Vista general del muelle del Club Náutico Bahía Blanca y **B:** Detalle de los niveles considerados para la toma de muestras de bentos intermareal de fondos duros.



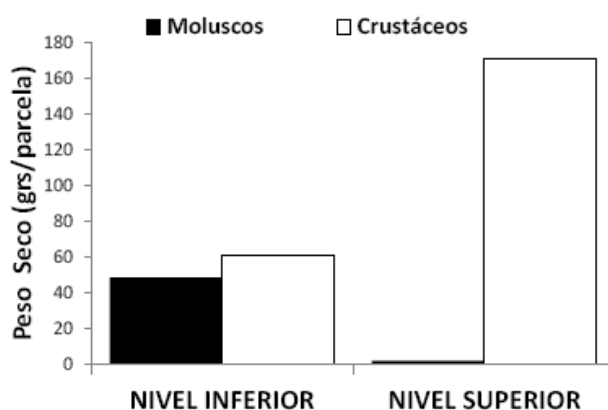
- **Figura 3:** Diversidad del bentos del Club Náutico BB, en Ing White expresada en porcentaje y discriminada por niveles de muestreo (invierno de 2013)



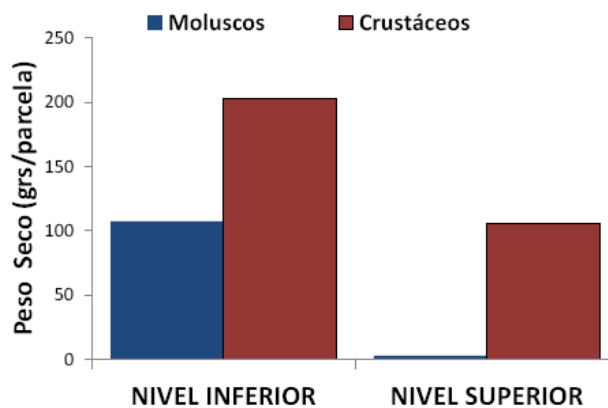
- **Figura 4:** Diversidad del bentos del Puerto Cuatreros expresada en porcentaje y discriminada por niveles de muestreo (invierno de 2013).



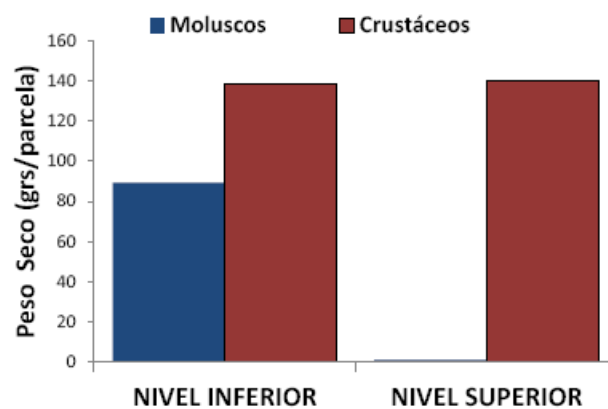
- **Figura 5:** Diversidad del bentos del Puerto Cuatreros expresada en porcentaje y discriminada por niveles de muestreo (primavera de 2013).



- **Figura 6:** Biomasa expresada como peso seco, de los dos grupos taxonómicos más relevantes presentes en la comunidad bentónica del Club Náutico BB, en Ing White (invierno de 2013)



- **Figura 7:** Biomasa expresada como peso seco, de los dos grupos taxonómicos más relevantes presentes en la comunidad bentónica del Puerto Cuatrerros (invierno de 2013)



- **Figura 8:** Biomasa expresada como peso seco, de los dos grupos taxonómicos más relevantes presentes en la comunidad bentónica del Puerto Cuatrerros (primavera de 2013)

Tabla E: Máximo aceptable para comestible en moluscos bivalvos (ppm de peso húmedo)

Legislación vigente	Cadmio	Cromo	Cobre	Mercurio	Níquel	Plomo	Zinc
(1) MERCOSUR (Res. GMC N° 12/11)	2	–	–	0,5	–	1,5	–
(2) Código Alimentario Argentino (Mod. 2012) <small>(*)art. 156 Res 1546/95 alimentos generales</small>	2	–	10 ^(*)	0,5	–	1,5	100 ^(*)
(3) Comunidad Económica Europea (<i>Codex Alimentarius</i> , 1995)	2	–	–	1	–	3	–
(4) Comisión de Comunidades Europeas (EC 1881/2006 y 629/2008)	1	–	–	0,5	–	1,5	–
(5) USA (FDA, 1997)	4	13	–	1	80	1,7	–
(6) México (NOM-242-SSA1-2009)	2	–	–	0,5	–	1	–
(7) Chile (RSA, 977/97)	–	–	10	0,5	–	2	100

Referencias:

- (1) RESOLUCIÓN GMC N° 12/11 Reglamento técnico MERCOSUR sobre límites máximos de contaminantes inorgánicos en alimentos (derogación de las res. GMC N° 102/94 y N° 35/96).
- (2) Código Alimentario Argentino. Modificación por Resolución Conjunta SPReI N° 116/2012 y SAGyP N° 356/2012. Bs. As., Arg 18/7/2012.
- (3) *Codex Alimentarius* (1995). Norma General del Codex para los Contaminantes y las Toxinas Presentes en los Alimentos, Codex Stan. FAO/OMS, 193 p.
- (4) Regulación de la Comisión de Comunidades Europeas (EC) N° 1881/2006 de la Comisión de 19 de diciembre de 2006 por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios. (EC) N° 629/2008 del 2 de Julio 2008 enmienda de la (EC) N° 1881/2006.
- (5) Food and Drugs Administration (FDA). 1997. HACCP Guidelines. US Department of Health and Human Services, Public Health Service, FDA.
- (6) NORMA Oficial Mexicana NOM-242-SSA1-2009, Productos y servicios. Productos de la pesca frescos, refrigerados, congelados y procesados. Especificaciones sanitarias y métodos de prueba. Diario Oficial de la Federación, México.
- (7) Reglamento Sanitario de los Alimentos (RSA), Decreto Supremo 977/96, Ministerio de Salud, República de Chile.

**Tabla F:** Concentraciones de metales pesados en tejido blando de ostras, publicados en todo el mundo (ppm en peso húmedo)

Especie	Lugar	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Referencia
<i>Crassostrea gigas</i>	Estuario de Bahía Blanca	0,42	0,06	43,4	0,009	0,16	0,17	132	Presente estudio
<i>Crassostrea gigas</i>	Estuario de Bahía Blanca	0,53	0,059	30	0,02	0,121	< 0,050	164	Presente estudio
<i>Crassostrea gigas</i>	Estuario de Bahía Blanca	0,53	0,059	53	0,035	0,128	0,053	190	Presente estudio
<i>Crassostrea gigas</i>	Taiwán (China)	-	-	23,1	-	0,550	1,290	120,4	Hsu <i>et al.</i> (1979)
<i>Crassostrea gigas</i>	Taiwán (China)*	-	-	54- 410	-	-	-	-	Han y Hung (1990)
<i>Crassostrea gigas</i>	Taiwán (China)*	0,19	-	53,4	0,019	-	-	172	Young y Hsien (2003)
<i>Crassostrea gigas</i>	Bahía Hansan-Koje (Corea)*	0,54	-	6,3	-	-	-	110	Hwang <i>et al.</i> (1986)
<i>Crassostrea gigas</i>	Sedenia (Italia)	0,15	-	-	0,017	-	0,108	-	Piras <i>et al.</i> (2013)
<i>Crassostrea gigas</i>	Golfo de Vizcaya (España)*	0,20	3,8	74,9	0,146	0,418	0,578	416	Solaun et al. (2013)
<i>Crassostrea gigas</i>	Bahía Kaneohe (EEUU)*	-	-	33,5	-	-	0,122	173	Hunter <i>et al.</i> (1995)
<i>Crassostrea gigas</i>	Rio Tamar (Australia)*	-	-	14,5-38,1	-	-	0-0,8	446- 2984	Ayling (1974)
<i>Crassostrea gigas</i>	Knysna (Sudafrica)*	1,80	-	6,6	-	0,320	-	85	Watling y Watling (1976)
<i>Crassostrea gigas</i>	Isla Kyushu (Japón)*	3,92	-	1022	-	-	2,900	-	Szefer <i>et al.</i> (1997)
<i>Crassostrea gigas</i>	Costa Escocesa	0,32	0,5	13,8	-	0,823	0,120	231	McIntosh <i>et al.</i> (2002)
<i>Crassostrea angulata</i>	Estuario de Guadalquivir (España)*	-	-	595,8	-	-	-	1946	Cordon (1987)
<i>Crassostrea virginica</i>	Long Island Sound (EE.UU.)*	-	-	114-216	-	-	-	-	Zarogian (1979)
<i>Crassostrea virginica</i>	Bahía de St. Louis (EE.UU.)*	-	-	9,2-39,4	-	-	-	52- 1026	Lytle y Lytle (1982)
<i>Crassostrea virginica</i>	Costa Atlantica (EE.UU.)	-	0,4	91,5	-	0,190	0,470	1428	Pringle <i>et al.</i> (1968)
<i>Crassostrea virginica</i>	Bahía Chesapeake (EE.UU.)	3,41	-	10,9- 273,5	-	-	-	505- 3033	Wright <i>et al.</i> (1985)
<i>Crassostrea virginica</i>	Veracruz (México)	11,77	-	-	-	-	0,484	-	Lango-Reynoso <i>et al.</i> (2010)
<i>Crassostrea virginica</i>	Veracruz (México)	-	20	280	-	14,000	11,000	3352	Ávila Perez y Zarzúa-Ortega (1993)
<i>Crassostrea virginica</i>	Veracruz (México)	7,32	33,64	202,4	-	7,620	21,420	157	Anton (2002), Galaviz (2003) y Guzman(2005)
<i>Crassostrea virginica</i>	México*	0,82	-	65,2	-	-	1,760	126	Vázquez <i>et al.</i> (1993)
<i>Crassostrea margaritacea</i>	Costa sur de Suráfrica*	-	-	1-19,4	-	-	-	25- 1303	Watling y Watling (1974)
<i>Crassostrea madrasensis</i>	Estuario Ennore (India)*	0,53	4,6	47,6	-	2,900	1,005	150,5	Joseph y Srivastava (1993)
<i>Crassostrea brasiliiana</i>	Bahía Sepetiba (Brasil)*	1,90	1,606	4,9	-	3,620	2,700	1900	Lima <i>et al.</i> (1986); Gomes <i>et al.</i> (1991)
<i>Crassostrea brasiliiana</i>	Bahía Guanabara (Brasil)*	0,08	-	29,6	-	0,680	<0,26	260,6	Gomes <i>et al.</i> (1991)
<i>Crassostrea brasiliiana</i>	Estuario de Cananéia (Brasil)	11,00	-	2,6	0,020	-	0,080	393	Machado <i>et al.</i> (2002)
<i>Crassostrea iridescens</i>	El Salvador*	< 0,24	3,16	124,4	-	2,120	<0,24	408	Michel y Zengel (1998)
<i>Crassostrea iridescens</i>	Mazatlan (México)*	3,60	-	20	-	1,700	-	402	Paez-Osuna y Marmolejo Rivas (1990)
<i>Crassostrea rhizophorea</i>	Estuario del Rio Cocó y Ceará (Brasil)*	1,07	0,35	3,70	-	-	-	236	Gonçalves <i>et al.</i> (2007)
<i>Saccostrea commercialis</i>	Puerto Jackson (Australia)	-	-	149-175	0,01-0,03	-	0,9-1,1	861-1176	Scanes y Roach (1999)
<i>Ostrea equestris</i>	Norte de Rio de Janeiro (Brasil)	0,11	0,06	8,3	-	0,076	0,020	162	Ferreira <i>et al.</i> (2005)
Ostras	Promedio Mundial*	0,54	0,198	12,4	0,078	0,186	0,206	82	Cantillo (1998) NOAA (1997)
Ostras	Umbral de contaminación*	0,74	0,5	60	0,046	0,68	0,64	800	Cantillo (1998) NOAA (1997)

*Valores originales calculados en peso seco, transformados a peso húmedo multiplicando por 0,2 (se asume contenido de humedad del 80%)

