



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 2017



Resumen del Plan de Trabajo

En la siguiente tabla se detallan las tareas desarrolladas para este subprograma, que se han dividido en dos grandes secciones según se estudie el estuario en si o los afluentes al mismo:

Tareas	
ESTUARIO DE BAHIA BLANCA	
1. Programa de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Estuario de Bahía Blanca.....	03
2. Estudio Ecotoxicológico del Estuario.....	12
3. Bioindicadores Costeros: Ostras.....	19
MONITOREOS DE APORTES NO INDUSTRIALES	
1. Monitoreo de Arroyos.....	32
2. Monitoreo de la Descarga Cloacal 3 ^{ra} Cuenca.....	37
3. Evaluación del Impacto Bacteriológico de la Descarga Cloacal de la 3 ^{ra} Cuenca en la Zona Interna del Estuario	41
ANEXO.....	47

Estuario de Bahía Blanca

1 Programa de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Estuario de Bahía Blanca

Durante el año 2016 se realizaron las gestiones para la renovación del Convenio entre la Municipalidad de Bahía Blanca y el Instituto Argentino de Oceanografía (IADO-CONICET/UNS), para darle continuidad al "Programa de Monitoreo de la Calidad Ambiental de la Zona Interior del Estuario de Bahía Blanca".

A continuación se detalla la propuesta de monitoreo presentada por el IADO y consensuada con este Comité, para el monitoreo a realizarse durante el periodo 2017-2018.

1.1 Propuesta del Área Química Marina

Módulo 1: Parámetros Físico-químicos y Eco-fisiológicos en aguas del estuario.

Se llevarán a cabo cuatro campañas trimestrales y en cada una de ellas se realizará la toma de muestras en 6 estaciones a lo largo del Canal Principal de Navegación. En las mismas se evaluarán los siguientes parámetros oceanográficos:

- Parámetros físico-químicos:

Temperatura
Conductividad/salinidad
pH
Oxígeno disuelto
Turbidez

- Parámetros ecofisiológicos:

Nutrientes inorgánicos disueltos N, P y Si
Materia orgánica particulada
Pigmentos fotosintetizadores (clorofila a y feopigmentos)

Módulo 2: Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos.

Se llevarán a cabo 4 (cuatro) campañas trimestrales, y en cada una de ellas se realizará la toma de muestras en 6 estaciones a lo largo del Canal Principal de Navegación.

Se determinarán 17 hidrocarburos aromáticos policíclicos en 6 muestras de sedimentos superficiales por campaña: Total 24 muestras.

Para el caso de peces, se propone realizar cuatro campañas trimestrales de muestreo en dos áreas del estuario: Canal del Embudo y Puerto Cuatrerros. Con los peces muestreados en cada campaña se determinarán 15 muestras (muestras compuestas).

Módulo 3: Pesticidas Organoclorados

Se determinarán los contenidos de pesticidas organoclorados en 2 muestras de sedimentos superficiales por campaña: Total 8 muestras.

Para el caso de peces, se propone realizar cuatro campañas trimestrales de muestreo en dos áreas del estuario: Canal del Embudo y Puerto Cuatrerros. Con los peces muestreados en cada campaña se determinarán 15 muestras (muestras compuestas).

En las muestras de peces se realizará también la determinación de biomarcadores moleculares: lactato deshidrogenasa (LDH) y fosfatasa alcalina (ALP) en tejidos (hígado y músculo) y el contenido proteico en una especie seleccionada (entre las especies de peces estudiadas), como un indicador de alerta temprana del impacto generado por sustancias potencialmente tóxicas sobre los organismos mencionados. Esta experiencia es pionera en el tema para el estuario, y brindará una nueva herramienta de evaluación para mejorar el espectro de información.

Módulo 4: Metales pesados

Para facilitar su interpretación se propone dividir este Módulo en 6 (seis) Sub-Módulos, que a continuación se detallan:

Módulo 4.1: Análisis de metales disueltos

Se analizarán los niveles de algunos metales pesados potencialmente tóxicos (Cd, Pb, Cu, Zn, Cr, Ni, Fe y Hg) disueltos en el agua de columna del estuario de Bahía Blanca. Se trabajará sobre muestras de agua del estuario correspondiente a las 6 estaciones de muestreo del Canal Principal, en las 4 campañas propuestas.

Las concentraciones de metales disueltos junto con las condiciones físico-químicas del ambiente estudiado permiten caracterizar los ingresos recientes de estos elementos en el sistema.

Módulo 4.2: Análisis de metales en sedimentos (fracción total y fracción fina).

Se analizarán los niveles de algunos metales pesados potencialmente tóxicos (Cd, Pb, Cu, Zn, Cr, Ni, Fe y Hg) depositados en el sedimento superficial del estuario, evaluando la distribución en el sedimento total y en la fracción granulométrica <63 µm (limo-arcillosa). Se trabajará sobre muestras de sedimento del estuario correspondiente a las 6 estaciones de muestreo del Canal Principal, en las 4 campañas propuestas.

El análisis de los metales en el sedimento total es un indicador / integrador de los metales que se acumulan a lo largo del tiempo en el sistema.

El análisis de los metales en la fracción granulométrica <63 μm (limo-arcillosa) permite comprender la distribución espacial de esos elementos en la zona bajo estudio.

Módulo 4.3: Análisis de metales en peces

En este caso se propone realizar cuatro campañas trimestrales de muestreo de peces en dos áreas del estuario: Canal del Embudo y Puerto Cuatrerros. Teniendo en cuenta la información obtenida en años anteriores, sólo se analizará metales en las clases II, III y IV de Saraquita y Clases II, III y Adultos en cada una de las otras 3 especies seleccionadas. En cada caso y cada campaña se analizarán 2 pools de juveniles y 3 ejemplares adultos (27 muestras por campaña). En los peces muestreados en cada campaña se determinarán los contenidos de Cd, Pb, Cu, Zn, Cr, Ni, Fe y Hg en músculo comestible.

Módulo 4.4: Análisis de abundancia y análisis de metales en el zooplancton

La presente propuesta involucra el análisis del zooplancton (meso y macrozooplancton), con el objetivo de relacionar esta información con el estudio de la alimentación de especies ictícolas.

Para el análisis cuantitativo y cualitativo del mesozooplancton (200 μm -20mm) se utilizará una red tipo Nansen de 200 μm de abertura de malla, mientras que para el caso del macrozooplancton (20-200mm) una red de 500 μm . Las redes estarán provistas de un flujómetro, a partir del cual se calculará el volumen de agua filtrada para luego calcular las abundancias (número de individuos/ m^3). En este sentido, se realizarán conteos totales de cada fracción de tamaño y por especie. Finalmente, también sobre estas muestras de zooplancton se determinarán la concentración de metales traza.

En cada una de las campañas de muestreo de peces (en Canal del Embudo y en Puerto Cuatrerros) se tomarán muestras de zooplancton, que ha demostrado ser el principal item alimento de las especies estudiadas.

En ellas se determinarán los contenidos de algunos metales pesados (Cd, Pb, Cu, Zn, Cr, Ni, Fe y Hg) para cuantificar la potencial transferencia trófica de esos elementos en el estuario.

Módulo 4.5: Análisis de metales en material particulado en suspensión.

Se analizarán los niveles de metales pesados potencialmente tóxicos (Cd, Pb, Cu, Zn, Cr, Ni, Fe y Hg) adsorbidos en el material particulado en suspensión (MPS). Se trabajará sobre muestras que se obtendrán a partir de agua del estuario correspondiente a las 6 estaciones de muestreo del Canal Principal, en las 4 campañas propuestas.

Las concentraciones de metales en el MPS permitirán comprender el transporte de esos elementos dentro del estuario, tanto en dirección como en magnitud.

Módulo 4.6: Determinación de factores de enriquecimiento

La aplicación de este sistema de cálculo permitirá comprender el aumento del nivel de concentraciones entre los compartimientos del estuario, y sus correspondientes consecuencias ecosistémicas.

1.2 Propuesta del área Biología de Peces

Módulo 5: Biología de las especies estudiadas

Para el estudio de los aspectos biológicos en peces se propone realizar un total de 10 campañas de muestreo. Las mismas se realizarán en tres sitios del Estuario de Bahía Blanca: 1) en las proximidades de Puerto Cuatrerros, 2) sobre la costa sur del Canal del Embudo y 3) en la desembocadura de Canal Vieja. Este último sitio será incluido por primera vez en el monitoreo de peces.

En los sitios 1 y 2, la captura de los peces se realizará con una frecuencia trimestral y mediante la utilización de dos redes tipo camaronera con bolsa confeccionada con malla de 10 mm de nudo a nudo opuesto. En el sitio 3, las capturas se realizarán sólo en dos oportunidades durante el período junio-septiembre y con dos redes camaronera.

Las especies a estudiar son: saraquta (*Ramnogaster arcuata*), pescadilla (*Cynoscion guatucupa*), corvina (*Micropogonias furnieri*) y gatuzo (*Mustelus schmitti*).

A continuación se detallan los análisis biológicos que se realizarán con el material colectado por especie:

- *Ramnogaster arcuata*:

Se estudiará la alimentación de las cuatro clases de talla ya determinadas en monitoreos anteriores (clases: I, II, III y IV). Para ello, se analizará el material que se obtenga en Puerto Cuatrerros y en Canal del Embudo, durante la época en que la actividad alimenticia de esta especie es más importante. En Canal Vieja, con el objetivo de determinar el espectro trófico e intensidad alimentaria que presenta esta especie en una zona del estuario impactada por la descarga cloacal, se analizará el material obtenido durante las dos campañas que se realicen desde junio a septiembre.

En esta oportunidad se propone efectuar también un análisis de la frecuencia de talla y peso, proporción por sexo, determinación de estadio de madurez gonadal y peso gonadal. Con la información antes detallada se calculará el factor de condición, el índice gonado-somático y la talla de primera madurez para la población total y por sexo. El material para dichos análisis será obtenido, en los tres sitios de muestreo, durante la época de reproducción de esta especie (desde Junio a Septiembre).

- *Cynoscion guatucupa* y *Micropogonias furnieri*:

Se analizará la dieta de las tres clases de estadios juveniles (clases: I, II y III). Los muestreos se realizarán en Puerto Cuatrerros y en Canal del Embudo, al finalizar la temporada de presencia de juveniles en el estuario (Junio-Agosto). También se calculará el factor de condición y la relación talla-peso, información que permitirá evaluar la condición corporal de la población de cada una de las especies.

A los adultos se les registrará la longitud total y se analizará el contenido estomacal de cada uno de los ejemplares necesarios para los análisis químicos de metales pesados y compuestos orgánicos.

- *Mustelus schmitti*:

A los estadios juvenil (clases I, II y III) y adulto se les registrará la longitud total y se analizará el contenido estomacal de los ejemplares necesarios para los análisis químicos de metales pesados y compuestos orgánicos.

Módulo 6: Análisis cuantitativo y selectividad de la dieta/análisis químicos

- Análisis cuantitativo de la dieta

Obtención de los contenidos estomacales:

En el laboratorio, de cada muestra se tomará una submuestra integrada por los primeros 10 ejemplares por cada intervalo de 10 mm de longitud total. A cada individuo se le registrará: longitud total (Lt) medido al mm inferior, peso total (p) en gr. Los estómagos serán removidos y guardados a -20°C para su posterior procesamiento. Las presas serán separadas e identificadas a la menor categoría taxonómica posible con la ayuda de una lupa binocular estereoscópica. De cada ítem presa se registrará ocurrencia, número y peso húmedo con una precisión de 0,001 g.

- Análisis general de la dieta

La intensidad alimentaria será estimada mediante el índice de vacuidad (IV) y el índice de repleción (IR). Para cuantificar la dieta se calcularán los siguientes índices: Porcentaje de frecuencia de ocurrencia (%Fi), como el porcentaje del número de estómagos conteniendo la presa i dividido por el número total de estómagos con contenido; Porcentaje de frecuencia numérica (%Ni), como el porcentaje del número de individuos de la presa i dividido por el número total de presas; Porcentaje de frecuencia en peso (%Pi), como el porcentaje en peso de los individuos de la presa i dividido por el peso total de los contenidos estomacales. Con los tres índices, se calculará el Índice de importancia relativa de cada presa ($IRI_i = \%Fi \times [\%Ni + \%Pi]$),

relativizado al 100%. Con esta información se conformarán tablas de composición de la dieta general por especie y por clase de talla, mes y sitio de muestreo.

- Selectividad de la dieta

Los resultados obtenidos del análisis cuantitativo de la dieta de *Ramnogaster arcuata*, *Cynoscion guatucupa* y *Micropogonias furnieri* serán relacionados con la abundancia del zooplancton. A cada una de las especies de peces se le estimará el índice de selectividad que presente para cada uno de los ítems presa consumidos.

- Muestras para análisis químicos

En todas las campañas se tomarán muestras de las especies de peces capturadas para el análisis de metales pesados y compuestos orgánicos, siguiendo el diseño de muestreo propuesto por el Laboratorio de Química Marina. Cada muestra estará integrada por el número de ejemplares necesarios hasta lograr los gramos de tejido muscular, obtenidos de la región dorsal, por delante de la aleta dorsal. A cada uno de los individuos se le registrará la longitud total al mm inferior y el peso en g.

1.3 Propuesta de Biología de Comunidades Macrobentónicas

Módulo 7: Inventario

A través del programa de "Monitoreo de la Zona Interna del Estuario de Bahía Blanca" en 2013, se comenzó a realizar el inventario de los organismos bentónicos del Canal Principal de Navegación y las zonas Portuarias del estuario de Bahía Blanca. La información científica sobre estos organismos era escasa y estaba desactualizada. Para finalizar con este inventario o línea de base se propone:

- a) Identificar al menor nivel taxonómico posible los organismos que caracterizan cada una de las estaciones relevadas en los monitoreos realizados durante 2013 y 2015.
- b) Realizar fichas ecológicas digitales de las especies o grupos de especies más relevantes.
- c) Inventariar las especies epibentónicas submareales del Canal Principal y analizar los descriptores comunitarios (riqueza, diversidad, dominancia, biomasa) a partir de los monitoreos realizados en 2013 y 2015.

Módulo 8: Monitoreo de los sectores del Canal Principal que reciben el aporte directo de las descargas de los efluentes industriales/domiciliarios.

Las comunidades bentónicas, por su alta sensibilidad a los cambios ambientales, tienen la capacidad de reflejar las anomalías y los procesos de degradación que suceden en los ambientes

costeros, como ha sido demostrado en diversos estudios desarrollados en diferentes partes del mundo. Esto las convierte en indicadores biológicos, mundialmente reconocidos, para detectar el grado de contaminación que las actividades humanas generan sobre los ecosistemas costeros. Se propone: Monitorear los sectores del Canal Principal que reciben el aporte directo de las descargas de los efluentes industriales/domiciliarios.

Resumen de actividades:

1) Monitoreo Maldonado; Canal Galván y Canal Vieja-La Ballena. Se proponen tres campañas una a cada sector donde se realizarán las siguientes tareas:

a) Obtención de las muestras: En cada sector se definirá una transecta, hacia el interior de los canales donde vuelcan los efluentes industriales y cloacales, sobre la cual se realizaran tres estaciones de muestreo. En cada estación se tomarán tres muestras con draga (Total muestras 27). Además, se tomará una muestra de sedimentos para la determinación de metales pesados y compuestos orgánicos y bacteriología.

b) Procesamiento de las muestras: El material obtenido será tamizado a través de una malla de 1 mm, el material biológico retenido será fijado en formol al 4% en agua de mar. El material biológico será clasificado e identificado al menor nivel taxonómico posible; los taxones serán cuantificados en abundancia (número de individuos). Para estimar la biomasa de la comunidad, se tomará el peso húmedo de la muestra y el peso seco de los taxones más abundantes por separado. La estructura y distribución espacial de las asociaciones se estudiarán aplicando índices de diversidad específica. Además, se realizará un análisis de la estructura comunitaria según su abundancia mediante el uso de Escalamiento Multidimensional no Métrico (MDS) y un Análisis de Clasificación Numérica, ambos estimados con el Índice de Similitud de Bray-Curtis usando el software PRIMER (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research). Para determinar la contribución de las especies a la similitud entre las muestras se realizará un test SIMPER.

c) De cada estación se tomará una muestra compuesta por sub-muestra de 5 gr de las tres dragas de cada estación para realizar el análisis sedimentológico con el analizador laser de partículas Malvern Mastersizer 2000 (total 9 muestras de sedimentos). El contenido de materia orgánica total de los sedimentos será determinado por pérdida de peso por calcinación (total 9 muestras materia orgánica).

2) Interpretación integral de los resultados, recomendaciones de monitoreo y conclusiones.

1.4 Propuesta para el Área Microbiología

Módulo 9: Estudios de los indicadores bacterianos de contaminación antrópica en aguas y sedimentos de la zona interna del estuario.

En aguas:

- Búsqueda y cuantificación de *Escherichia coli*.
- Cuantificación de bacterias heterótrofas de origen terrestre.
- Cuantificación de bacterias heterótrofas de origen marino.

En sedimentos:

- Búsqueda y cuantificación de *E. coli*.
- Cuantificación de bacterias degradadoras de hidrocarburos
- En cada campaña se realizarán 6 estaciones de muestreo.

Módulo 10: Análisis bacteriológicos de sedimentos en los sitios donde se realizan estudios de comunidades bentónicas.

Búsqueda de *E. coli* y bacterias degradadoras de hidrocarburos en 9 (nueve) muestras de sedimentos.

1.5 Monitoreos ejecutados durante 2017

1.5.1 Estado de avance

Los informes de avance del monitoreo presentados por el IADO, indican que las tareas de muestro y análisis se vienen realizando según el convenio.

Asimismo, todos los resultados obtenidos durante el 2017 en las diferentes campañas se mostraron dentro de los rangos históricos, excepto un valor bajo de Oxígeno disuelto (OD), de ocurrencia puntual que se registró en la estación cercana a la descarga de la planta de tratamiento de líquidos cloacales de la primera cuenca. Los restantes valores de OD a lo largo de la grilla de muestreo estuvieron dentro de los valores normales para el estuario.

El informe final y las conclusiones del programa de monitoreo 2017-2018, será entregado por el IADO en el transcurso del tercer trimestre del 2018.

1.5.2 Muestreos complementarios

Durante el año 2017 se realizaron diferentes salidas para muestreo de agua y sedimento en el estuario conjuntamente con el Consorcio de Gestión del Puerto de Bahía Blanca (CGPBB) y paralelamente se realizaban las campañas de monitoreo programadas con el IADO. La tabla a continuación, se presentan los monitoreos realizados durante el año 2017:

Fecha	Institución	Determinaciones
marzo	CGPBB	Parámetros fisicoquímicos en agua- Metales en agua y sedimentos - Hidrocarburo y Organoclorados en sedimentos
agosto	IADO	Primer campaña de Química -Microbiología y Peces
octubre	CGPBB	Parámetros fisicoquímicos en agua- Metales en agua y sedimentos - Hidrocarburo y Organoclorados en sedimentos
octubre	IADO	Segunda campaña de Peces
diciembre	IADO	Segunda campaña de Química -Microbiología y Organismos bentónicos

Los resultados obtenidos en las campañas realizadas con el CGPBB se mostraron en general dentro de los parámetros históricos para el estuario. Cabe destacar que el CGPBB tiene establecidos 15 sitios de muestreo, cubriendo un área que va desde Puerto Rosales hasta la Posta de Inflamables en Puerto Galván, monitoreando especialmente sitios de amarre, interior de puertos, y un área denominada vaciadero entre la Boya 20 y 21. Cuatro de estos sitios están próximos a los puntos de muestreos establecidos por el IADO para sus campaña trimestrales, situación que nos permite incrementar las tareas de vigilancia y monitoreo sobre el estuario.

Estos estudios permiten caracterizar los potenciales efectos sobre el sistema, y reconocer la capacidad de reacción del mismo. Las tendencias identificadas se analizan en un marco histórico, lo que permite señalar procesos evolutivos en la calidad ambiental del estuario. La información obtenida, será de gran utilidad para concretar planes de control y manejo del estuario.

2 Estudio Ecotoxicológico del Estuario

2.1 Introducción

El primer estudio que se llevó a cabo en la parte interna del estuario de Bahía Blanca durante 2015-2016, para evaluar la ecotoxicidad en agua y sedimentos, en el marco del Convenio (Decreto N° 955/2015) entre la Municipalidad de Bahía Blanca y el Instituto Argentino de Oceanografía (IADO – CONICET / UNS) permitió arribar a las principales conclusiones:

- Se analizó la respuesta del eslabón inicial de la cadena trófica del estuario de Bahía Blanca ante las variaciones de la calidad del agua, aportando los primeros datos sobre niveles de peligrosidad trasladable y asimilable a otros organismos.
- Los sitios de muestreo E1 (1^{ra} Cuenca) y E6 (Puerto Cuatrerros) representaron los sitios más sensibles que requerirían especial atención en futuros programas de gestión ambiental. Sin embargo, en los restantes sitios de muestreo también se observaron alteraciones en el crecimiento y estado fisiológico de las microalgas utilizadas en los bioensayos que podrían estar asociados con situaciones de vertidos puntuales de sustancias contaminantes y por lo tanto se recomienda continuar con la evaluación.
- Alteraciones morfológicas observadas podrían reflejar una situación puntual de estrés ambiental de tipo físico o químico que ameritarían una mayor profundización de los estudios para detectar los posibles efectos de los contaminantes individuales y múltiples y sus efectos sinérgicos adicionales sobre la trama trófica del estuario, con el fin de conformar una herramienta fiable para la evaluación de calidad de la masa de agua del estuario.
- Sobre la base de las principales conclusiones finales y para descartar que esas conclusiones reflejaran condiciones circunstanciales, se advirtió la necesidad de un segundo año de estudio. La continuación del estudio permitirá identificar sitios que requieran la intervención y/o el manejo en futuros programas de gestión para establecer niveles guía de protección del ambiente estuarial y su biota y para establecer niveles guía de protección del ambiente estuarial ante las variaciones de la calidad del agua por actividad antrópica.

En base a estos resultados el IADO, en conformidad con el CTE, propuso para el periodo 2017-2018 un nuevo convenio con los siguientes objetivos:

Objetivo general

- Evaluar la respuesta de organismos pertenecientes a dos niveles tróficos diferentes: fitoplancton (productores primarios) y zooplancton (consumidores primarios) y
- Analizar la existencia de morfologías anómalas en diatomeas tanto al final de los bioensayos como en el ambiente natural.

Objetivos específicos

- 1- Evaluar la ecotoxicidad de muestras de agua y elutriado del sedimento del estuario de Bahía Blanca sobre organismos planctónicos (microalgas y larvas de invertebrados) a través de bioensayos.
- 2- Relacionar los resultados de los ensayos ecotoxicológicos con los parámetros fisicoquímicos y sustancias potencialmente contaminantes presentes en agua y en el elutriado del sedimento del estuario.
- 3- Detectar anomalías morfológicas en organismos utilizados en la realización de los bioensayos y verificar si las mismas están presentes en las poblaciones naturales del estuario.
- 4- Corroborar la caracterización como sitios sensibles a aquellos identificados como tal durante el Primer estudio realizado durante 2015-2016 e identificar nuevos sitios que pudieran requerir intervención y/o manejo en futuros programas de gestión.

2.2 Marco teórico

En los ecosistemas, la trama trófica describe el proceso de transferencia de sustancias nutritivas a través de las diferentes especies de una comunidad biológica. En ella, cada nivel trófico obtiene la energía necesaria para la vida del nivel inmediatamente anterior y el productor la obtiene a través del proceso de fotosíntesis. De este modo, la energía fluye en todo el sistema.

En los ambientes acuáticos, el zooplancton es el eslabón intermedio que transfiere la energía capturada por el fitoplancton a otros animales. Si el plancton sufre alteraciones debido a cambios ambientales, la cadena trófica se altera.

Las microalgas, como componentes del fitoplancton, como ya se señaló, constituyen el grupo de productores primario indispensable en todos los ecosistemas acuáticos, ya que determinan la productividad de los mismos y sustentan el desarrollo de los restantes niveles de la cadena trófica. Por ello, resulta fundamental evaluar los efectos de sustancias potencialmente tóxicas sobre este grupo de organismos.

Por otro lado, es válido señalar que la importancia del zooplancton radica principalmente en su rol de conductor del flujo de la energía, desde los productores primarios a los consumidores de niveles tróficos superiores, siendo así un importante grupo responsable de la productividad

secundaria y también esencial en la regeneración de transporte y nutrientes por su alto metabolismo.

Además, en los estuarios, las tramas tróficas constituyen potencialmente, un importante ensamble entre contaminantes presentes en el agua y en los sedimentos y las especies de peces y moluscos bivalvos que representan una fracción importante de los alimentos procedentes del mar consumidos por el hombre.

Se sabe que las comunidades planctónicas reflejan los efectos de la calidad del agua, ya que debido a su sensibilidad actúan como sensores de la acumulación de los efectos de contaminantes a lo largo del tiempo. Esto es de gran importancia en aquellos ambientes bajo acción antrópica como ocurre en el estuario de Bahía Blanca.

Si bien tanto organismos fito como zooplanctónicos pueden ser utilizados individualmente como especies test en los ensayos de toxicidad, la realización de ensayos simultáneos con especies de diferentes niveles tróficos, es una aproximación ventajosa para una interpretación holística de los riesgos relacionados con los ecosistemas globales, a través de la integración de respuestas variadas a distintos niveles organizacionales y tróficos.

2.3 Plan de trabajo

Ensayos de Ecotoxicidad General

2.3.1 Ensayos crónicos y de reproducción de microalgas

Estos ensayos se realizarán con la finalidad de evaluar el comportamiento ecológico de organismos fotosintéticos expuestos al agua y al sedimento del estuario de Bahía Blanca.

Este tipo de ensayo se fundamenta en que una población microalgal, cuando se encuentra en condiciones propicias para su desarrollo, es capaz de aumentar su tamaño de población, por lo que en esas condiciones es posible evaluar si las muestras a analizar producen inhibición o estimulación de la tasa de crecimiento poblacional. Este método consistirá en exponer a las microalgas a las muestras del estuario, bajo condiciones controladas de laboratorio.

Siendo la tasa de crecimiento una respuesta sensible y fácil de monitorear, se puede evaluar la disminución de dicha respuesta como un indicador del estrés al cual están sujetas las poblaciones de microalgas.

- Organismos a evaluar

Para la selección de una microalga marina como herramienta ecotoxicológica, deben conjugarse tanto aspectos biológicos como funcionales de laboratorio. Para este estudio se propone utilizar especies autóctonas y que presenten características óptimas para el cultivo, crecimiento,

manipulación y sensibilidad, como: *Nitzschia* aff. *kuetzingioides* Hustedt (Heterokontophyta) y *Tetraselmis subcordiformis* (Wille) Butcher (Chlorophyta).

Se utilizarán las cepas aisladas desde el ambiente natural y mantenidas en cultivo durante el primer estudio. El aislamiento de ambas especies se llevó a cabo por la combinación de tres métodos: diluciones seriadas y aislamiento por pipeta y en placas de agar. El mantenimiento de los monocultivos de las especies en estudio se realiza en agua de mar, filtrada (1,7 µm) esterilizada en autoclave, y enriquecida con medio de cultivo PES (Provasoli, 1968)¹. Los cultivos se mantienen en sala de cultivo bajo condiciones de luz, temperatura y aireación controladas.

2.3.2 Ensayo de mortalidad

El principio de este bioensayo se basa en la determinación de la mortalidad in vivo de larvas de un organismo zooplanctónico. La selección de larvas de *Artemia salina* (Phylum Arthropoda, Clase Crustaceae, Suclase Branchiopoda) se realizó considerando que ha sido señalado como un organismo clave para su utilización en ensayos biológicos debido a su estado criptobiótico durante su ciclo de vida.

Los bioensayos con larvas de *A. salina* son un valioso instrumento como prueba en una primera evaluación para categorizar la toxicidad de productos químicos y como prueba de referencia para el ambiente marino (Vanhaecke & Persoone, 1984)².

Las larvas metanauplios se obtendrán transcurridas 24 hs. a partir de la eclosión de los quistes bajo condiciones de pH, salinidad y temperatura controlados.

La muerte de las larvas se establecerá por la falta total de movimiento durante 10 segundos de observación bajo microscopio estereoscópico.

2.4 Sitios y sistema de muestreo

A.- Muestreo Trimestral: Las muestras de agua y sedimento (total muestras: 12) se tomarán trimestralmente, en las seis estaciones establecidas en el programa de monitoreo que realiza el CTE (E1, E2, E3, E4, E5, E6), coincidentemente con los muestreos químicos y bacteriológicos de agua y sedimento. Las muestras de sedimento se tomarán con draga y las de agua con botella tipo van Dorn.

B.- Un único muestreo: se tomarán muestras en proximidades del Canal Galván, Maldonado y Canal Vieja. En cada sector se definirá una transecta, hacia el interior de los canales donde

¹ Provasoli, L. (1968). Media and prospects for the cultivation of marine algae. *En: Cultures and Collections of Algae* (Watanabe, A. Hattori, A., editors), 63-67. Japanese Society of Plant Physiologists, Tokyo.

² Vanhaecke P, Persoone G. (1984) The ARC-Test: a standardized short-term routine toxicity test with *Artemia* nauplii. *Methodology and evaluation. Ecotoxicological Testing for the Marine Environ.:* 143-157.

vuelcan los efluentes industriales o cloacales, sobre las cuales se seleccionarán tres estaciones de muestreo. En cada estación se tomarán tres muestras de sedimentos con draga (Total de muestras: 9). Estos muestreos para la realización de los bioensayos serán coincidentes con aquellos que realice el equipo de estudio del bentos correspondiente al Plan de Monitoreo.

Toma de muestras y elaboración de elutriado

En cada estación, se tomará una muestra de agua y una de sedimento para generar el elutriado. Para la elaboración del mismo se aplicará la técnica puesta a punto por el equipo de trabajo durante el estudio realizado durante 2015-2016, aplicando agitación y posteriormente una rápida decantación, ya que de ese modo se resuspende el mayor porcentaje de elementos químicos adsorbidos a las partículas de sedimento.

Diseño experimental

Para la realización de los bioensayos, se seguirá los lineamientos básicos establecidos por la USEPA (1994 y 2012), con modificaciones acordadas con el CTE.

Como medio de cultivo "control" para ambas especies, se utilizará agua de mar proveniente de Pehuen Co, zona considerada libre de contaminantes. El agua será acondicionada (filtrada por malla de 1,7 μm y esterilizada en autoclave), previamente a la realización de los controles. Los tratamientos serán: agua y elutriado.

A. Cuatro Muestreos Trimestrales:

En cada muestreo:

- 6 estaciones de muestreo: E1 - E2 - E3 - E4 - E5 - E6
- 2 especies de microalgas y 1 especie zooplanctónica
- Agua: 1 control + 1 tratamiento
- Elutriado del sedimento: 1 control + 1 tratamiento
- 4 réplicas
- Total de muestras a analizar: 672 (336 en agua y 336 en elutriado del sedimento).

B. Un único muestreo:

- 9 estaciones de muestreo Canal Galván, Maldonado y Canal Vieja.
- 2 especies de microalgas y 1 especie zooplanctónica
- 1 control + 1 tratamiento (elutriado)
- 4 réplicas
- Total de muestras de analizar: 120.

2.5 Bioensayos con microalgas

Determinaciones a realizar en cada una de las réplicas

En un total de 528 réplicas se determinará a las 0, 24, 48, 72 y 96 horas de experimentación:

- Variaciones de la abundancia (expresada en número de células/ml) de ambas especies de microalgas seleccionadas. Los recuentos se realizarán con muestras fijadas en Lugol, en cámara de Neubauer de 0,1 mm de profundidad (2 réplicas por recuento) bajo microscopio óptico
- Variaciones en la tasa fotosintética (expresada en mg. De clorofila *a* /ml) de las especies de microalgas seleccionadas, mediante el empleo de un espectrofluorómetro.
- Determinación de posibles morfologías anómalas
- El análisis se realizará por observación de las microalgas bajo microscopio electrónico de barrido (MEB).

A.- En *Nitzschia* aff. *kuetzingioides* Hustedt (Heterokontophyta): Luego de 96 hs. de la exposición en 66 muestras problema.

B.- En diatomeas en el ambiente natural: Se realizará en 33 muestras tomadas con red de fitoplancton de 30 µm en cada estación de muestreo.

2.6 Bioensayos con larvas de *Artemia salina*

Determinaciones a realizar en cada una de las réplicas

En un total de 264 réplicas se determinará a las 24 hs. y 48 hs. de experimentación:

- a) Porcentaje de motilidad relativa.
- b) Mortalidad

2.7 Análisis e interpretación de los resultados

Se brindarán los resultados parciales obtenidos en forma trimestral.

El informe final se ajustará al objetivo general y comprenderá:

- Resultados y análisis de los mismos.
- Integración de los resultados de los bioensayos con los parámetros fisicoquímicos mediante análisis estadísticos: análisis de varianza, análisis de regresión y correlación, y análisis multivariados.



- Conclusiones.
- Recomendaciones para establecer niveles guía de protección del ambiente estuarial.

2.8 Avances realizados durante 2017

Los resultados parciales de los ensayos realizados en 2017 fueron presentados en informes de avance donde consta que las tareas se viene realizando satisfactoriamente y los resultados parciales se encuentran dentro de lo esperado.

El informe final y las conclusiones del programa de estudios ecotoxicológicos 2017-2018, será entregado por el IADO en el transcurso del tercer trimestre del 2018.

3 Bioindicadores costeros: Ostras

La ostra del Pacífico, *Crassostrea gigas* es una especie exótica, en 1981 en Argentina fue introducida en Bahía Anegada (Provincia Buenos Aires) con fines de acuicultura debido a su rápido crecimiento y su tolerancia a un amplio rango de condiciones ambientales, desde donde se ha expandido.

En 2010, Dos Santos y Fiori³, reportan por primera vez la presencia de *Crassostrea gigas* en el estuario de Bahía Blanca a partir de entonces se la ha hallado cada vez con mayor frecuencia y hoy ya está ampliamente distribuida en casi cualquier sustrato duro sumergido.

Estos moluscos bivalvos son filtradores y pueden bioacumular sustancias tóxicas, como metales, agroquímicos, hidrocarburos, fitotoxinas, bacterias y virus potencialmente peligrosos para el hombre. Aunque la bioacumulación de microorganismos es pasiva y muchas veces inocua para los moluscos, los microorganismos se pueden acumular en diferentes órganos y tejidos del bivalvo donde permanecen estables durante largos períodos de tiempo. Muchos moluscos son consumidos crudos o poco cocidos y en consecuencia los microorganismos pueden llegar viables a los consumidores siendo capaces de producir enfermedad⁴.

Internacionalmente, los organismos reguladores de la calidad de los alimentos establecen valores límites de metales pesados y microorganismos presentes en moluscos que aseguran la calidad para su consumo. Entre los microorganismos se regula la presencia del principal indicador de contaminación, *Escherichia coli*, y de patógenos como *Salmonella* spp. y *Vibrio* spp.

El objetivo de este programa es evaluar la dinámica del contenido de metales en tejido blando de ostra *Crassostrea gigas*, la cuantificación de indicadores microbiológicos y determinar la presencia de microorganismos críticos en muestras del estuario.

3.1 Muestreo

Este año se continuó con el mismo cronograma de muestreo estacional del estuario utilizado en el 2016: uno finalizando el verano, otro en invierno y por último uno en primavera. En el muestreo del verano además de los sitios del estuario de Bahía Blanca se muestreó una estación prístina alejada del impacto urbano e industrial en el balneario Los Pocitos, en Bahía Anegada, la cual está clasificada por la provincia de Buenos Aires para producción y comercialización de moluscos bivalvos AR-BA 001 según resolución 39/07, por lo tanto es controlada por el SENASA, al contrario de lo que sucede en el estuario de Bahía Blanca que no está clasificado.

³ Dos Santos EP y Fiori SM. 2010. Primer registro sobre la presencia de *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) (Bivalvia: Ostreidae) en el estuario de Bahía Blanca (Argentina). Comunicaciones de la Sociedad Malacologica del Uruguay, 9: 245 – 252.

⁴ Costagliola M, Malaspina A, Guerrero R, Ma D, Odizzio M, Abelenda A y De Kereki C. 2000. Estudio de la presencia de *Vibrio cholerae* en la Zona Común de Pesca Argentina-Uruguay. Período 1992-1996. Frente Marítimo, 18: 53-58.

3.1.1 Estaciones de Muestreo

Se muestreó en tres muelles del estuario de Bahía Blanca y en una bahía aledaña al mismo. Las estaciones de muestreo se ubican en:

Estaciones del muestreo de ostras			
Estación		Latitud Sur	Longitud Oeste
G	Ing. White (Club Náutico BB)	38°47'22,83"	62° 16' 46,58"
H	Gral. Cerri (Puerto Cuatrerros)	38°45'0,97"	62° 22' 49,98"
I	Villa del Mar (Club Náutico Punta Alta)	38°51'26,56"	62° 07' 2,51"
LP	Bahía Anegada (Balneario Los Pocitos)	40°25'45,78"	62° 25' 18,45"

Estos puntos de muestreo se ubican, a continuación en dos mapas:



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



- Mapa ubicando al Balneario Los Pocitos, punto de muestreo considerado como background.

3.1.2 Toma de Muestras

Los muestreos fueron realizados por personal del Comité Técnico Ejecutivo. Se tomaron muestras de ostras, sedimento y agua asociados a ellas. Al agua se le midió *in situ*, pH, temperatura, conductividad y turbidez con medidor multiparamétrico HORIBA.

Para realizar los análisis microbiológicos se colectaron muestras de sedimento y agua de mar subsuperficial en frascos plásticos estériles y de ostras en bolsas de nylon estériles. Se transportaron las muestras refrigeradas y se entregaron inmediatamente a personal del laboratorio de microbiología de la UNS.

Las muestras destinadas a determinación de metales 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 pooles de ostras los que se pesaron y acondicionaron junto al agua y sedimento hasta su derivación.

3.2 Determinaciones

3.2.1 Biometría

Se realizaron mediciones a las valvas de las ostras muestreadas con calibre milimetrado y se pesaron las muestras de tejido blando junto al líquido intervalvar, con balanza.

3.2.2 Metales

Las muestras de ostras, agua de mar y sedimento, fueron derivadas al Laboratorio de Análisis Químico (LANAQUI)–CERZOS/UNS para la determinación de metales pesados en las tres matrices. El tratamiento de las muestras de ostras 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: Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Ni y Zn. Los resultados de metales en tejido blando de ostra, se compararon con los límites de metales considerados como aceptables para el consumo humano en bivalvos, según el Código Alimentario Argentino (CAA) y la resolución SAGPyA 829/2006 del Servicio Nacional de Sanidad Animal de Argentina (SENASA). El SENASA fija como límite de Cadmio, Plomo y Mercurio la concentración en tejido de ostra de 1 ppm, 1 ppm y 0,5 ppm respectivamente. Mientras que el Código Alimentario Argentino (Capítulo III, art 156) fija como límites para moluscos bivalvos: Cadmio: 2 ppm, Cobre: 10 ppm, Mercurio: 0,5 ppm, Plomo: 1,5 ppm, Zinc: 100 ppm. Los metales que no están normados en la legislación argentina se los comparó con los límites de la Food and Drugs Administration (FDA)⁵, como ser el Cromo: 13 ppm y el Níquel: 80 ppm.

3.2.3 Microbiológicos

Las muestras de ostras, agua de mar y sedimento, fueron derivadas al Laboratorio de Microbiología General de la UNS para la determinación de *Escherichia coli* (en las tres matrices), *Enterococcus* (en sedimento y agua), *Vibrio* spp (en agua y ostras) y *Salmonella* spp (en ostras). Los resultados de indicadores fecales en ostras, se compararon con los límites considerados como aceptables para el consumo humano en bivalvos. En Argentina, el SENASA establece en el Decreto 4238/68 (modificatoria del numeral 23.24 en la resolución 829/2006) que los moluscos para consumo humano, para ser comercializadas directamente deben contener menos de 230 *E. coli* por cada 100 grs de carne y líquido intervalvar y ausencia de *Salmonella* spp. en 25 grs. Si bien la normativa para el consumo interno no exige la búsqueda de *Vibrio*, la FDA y la EPA marcan niveles seguros en regulaciones y guías⁶, así como varios mercados extranjeros (MINCETUR⁷, 2010) que establecen como requisito para la importación de moluscos bivalvos, la ausencia de ciertas

⁵ Food and Drugs Administration (FDA). 1997. HACCP Guidelines. US Department of Health and Human Services, Public Health Service.

⁶ Food and Drugs Administration (FDA). 2011. Fish and Fishery Products Hazards and Controls Guidance - Fourth Edition. US Department of Health and Human Services, Center for Food Safety and Applied Nutrition, FDA.

⁷ Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (MINCETUR). 2010. Guía de requisitos sanitarios y fitosanitarios para exportar alimentos a la Unión Europea. Lima, Perú. 31p.

especies de *Vibrio* en 30 grs de carne de ostras. Por su lado en agua, contrastamos las determinaciones con los valores de la Resolución ADA N° 42/2006 que establece como límite de referencia para *Enterococcus* en agua marina de uso recreativo un valor de 35 colonias/100 ml, este límite coincide con el internacional para aguas de contacto primario dado por la U.S.E.P.A⁸.

La metodología utilizada para cada determinación y matriz esta detallada en el informe final presentado por el Laboratorio de Microbiología General de la UNS.

3.3 Resultados

Las mediciones de parámetros fisicoquímicos medidos in situ en agua arrojaron valores normales para el lugar y la época del año, los mismos se presentan en la siguiente tabla:

Fecha	Lugar	pH (upH)	Temperatura (°C)	Conductividad (mS/cm)	Turbidez (NTU)
Verano	Los Pocitos	8,3	22,2	60,3	n/a
	Villa del Mar	8,1	24,0	63,6	n/a
	Ing. White	8,0	22,5	47,1	120
	Cuaterros	8,1	22,0	57,7	114
Invierno	Villa del Mar	8,2	14,8	57,7	saturado
	Ing. White	8,1	12,2	50,5	132
	Cuaterros	8,2	12,1	43,9	30
Primavera	Cuaterros	8,2	21,2	44,8	52
	Ing. White	7,8	20,0	54,4	205
	Villa del Mar	7,9	21,2	21,1	289

Los resultados correspondientes a datos biométricos de las ostras, contenido de metales y análisis microbiológicos del tejido blando de ostras, agua y sedimentos, se presentan en los siguientes apartados.

3.3.1 Datos biométricos

⁸U.S. EPA 2012. Water Quality Standards Handbook. Second edition. EPA-823-B-12-002.

Los individuos muestreados son medidos para generar una base de datos que permita caracterizar a las ostras que se asientan en el estuario de Bahía Blanca. Los datos biométricos de las ostras colectadas en cada lugar son:

Período	Lugar	Número de individuos/pool	Peso promedio por individuo (grs)	Relación promedio Alto/Largo
Verano	Villa del Mar	16	5,5	1,11
	Ing. White	21	10,5	1,39
	Cuatros	21	10,6	1,40
Invierno	Villa del Mar	19	12,8	1,06
	Ing. White	20	10,8	1,42
Primavera	Cuatros	23	11,0	1,49
	Villa del Mar	22	14,1	1,14
	Ing. White	23	10,9	1,45

3.3.2 Metales

• Agua

Las ostras filtran el agua que las circundan y los metales disueltos y particulados son incorporados y acumulados en sus tejidos. Se realiza la detección de metales en el agua a fin de estudiar la acumulación de los mismos en cada compartimento del sistema (agua-ostra-sedimento).

Los indicadores de referencia establecidos por la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) en las tablas SQiRTs⁹, se utilizan a fin de realizar comparaciones, estos diferencian dos niveles de exposición a los contaminantes:

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

Se determinaron la concentración de metales en el agua de mar lindante a las ostras de ambas estaciones de monitoreo y de Los Pocitos. Esta última se promedia con las realizadas desde 2015, utilizándose ese promedio como background. A continuación se tabulan los resultados expresados en µg/L:

⁹Buchman, M. F. (2008). NOAA Screening Quick Reference Tables. NOAA OR&R Report 08-1 Seattle WA, Office of Response and Restoration Division, National Atmospheric and Oceanic Administration: 34 pp.



Lugar	fecha	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
LP (Los Pocitos)	verano	0,06	0,12	1,2	0,09	0,43	0,38	0,37
H (Cuatreros)	verano	0,110	0,59	4,4	0,240	0,85	0,55	3,2
	invierno	0,039	0,134	3,1	0,022	0,53	0,35	2,04
	primavera	0,138	0,26	4,1	0,450	2,6	0,59	0,47
G (Ing. White)	verano	0,030	0,66	4,0	0,270	0,49	0,81	6,9
	invierno	0,041	0,047	4,0	0,009	0,61	0,7	0,1
	primavera	0,095	0,15	4,4	0,300	2,3	0,49	0,21
I (Villa del Mar)	verano	0,085	0,12	0,3	0,360	0,48	0,42	0,14
	invierno	0,046	0,025	4,1	0,018	0,63	0,65	0,32
	primavera	0,182	0,39	8,4	0,41	5,2	1,62	1,65
Promedio 2015/2017		0,084	0,35	4,6	0,58	1,0	0,59	1,84
Lim. exposición aguda		40	-	4,8	1,8	74	210	90
Lim. exposición crónica		8,8	-	3,1	0,94	8,2	8,1	81

En todas las muestras de agua se detectó la presencia de los metales analizados.

La concentración de cobre disuelto en el 70% de las muestras del estuario, en los distintos momentos del año fue superior al límite de referencia a exposición crónica de la NOAA, alcanzando el nivel de referencia a exposición aguda en una determinación.

Los demás metales disueltos siempre se detectaron en concentraciones menores a todos los niveles con los que comparamos.

Es oportuno recordar que la presencia de metales disueltos es indicativo de ingreso reciente al sistema, ya que rápidamente estos son transferidos a otros compartimentos donde son más estables (material particulado en suspensión, sedimentos, organismos).

• Sedimentos

Se determinaron los niveles de metales en los sedimentos asociados a las ostras de ambas estaciones de monitoreo y de Los Pocitos

Al no existir normas o niveles guía de referencia nacionales ni provinciales para sedimentos, se utilizan los indicadores de referencia TEL y ERL establecidos por la NOAA (SQiRTs) para sedimentos marinos, para hacer comparaciones.

A continuación se tabulan los resultados expresados en ppm de peso seco:



Lugar	fecha	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
H (Cuatrerros)	verano	< LD	2,5	12,2	0,015	2,1	2,3	9
	invierno	< LD	3,6	9,7	0,025	7,5	0,8	20
	primavera	< LD	9,5	14,1	0,029	5,9	4,7	50,6
G (Ing. White)	verano	< LD	3,3	14,5	0,016	2,8	2,9	13,1
	invierno	< LD	3,7	11,1	0,026	8,2	0,7	21,8
	primavera	< LD	11,8	18,0	0,045	7,2	4,1	57,6
I (Villa del Mar)	invierno	< LD	3,9	10,8	0,038	8,3	0,8	21,2
	primavera	< LD	11,6	16,5	0,056	7,3	4,6	53,8
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%)
LD: Límite de detección.

En todos los monitoreos, el único metal que no se detectó fue el Cd (LD=0,1 ppm), los demás si se hallaron pero nunca superaron el nivel más exigente de protección de la vida acuática "threshold effects level"(TEL), propuesto por la NOAA.

• Ostras

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

Lugar	fecha	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
LP (Los Pocitos)	verano	0,41	0,047	22	< 0,010	0,050	0,012	49
H (Cuatrerros)	verano	0,46	0,082	46	< 0,010	0,065	0,096	91
	invierno	0,36	0,037	34	< 0,010	0,047	0,046	87
	primavera	0,51	0,120	67	< 0,010	1,030	0,120	215
G (Ing. White)	verano	0,37	0,056	54	< 0,010	0,063	0,076	162
	invierno	0,32	0,050	37	< 0,010	0,047	0,039	124
	primavera	0,65	0,120	103	< 0,010	1,160	0,078	389
I (Villa del Mar)	verano	0,44	0,065	51	< 0,010	0,060	0,040	103
	invierno	0,40	0,069	33	< 0,010	0,042	0,042	49
	primavera	0,87	0,150	91	< 0,010	0,970	0,050	144
CAA		2	-	10	0,5	-	1,5	100
SENASA		1	-	-	0,5	-	1	-
FDA		4	13	-	1	80	1,7	-

Los resultados de metales pesados obtenidos en las ostras del estuario de Bahía Blanca, se comparan con los límites nacionales para consumo a modo de referencia. Puede decirse que los valores de Cd, Hg y Pb se encuentran por debajo del nivel límite apto para el consumo según CAA y el SENASA. Mientras que todos los valores de Cu y casi todos los de Zn superan los indicados en el CAA para alimentos generales art. 156 Res. 1546/85; estos dos metales no fueron considerados

en la modificatoria de la Res. Nº 12/11 del MERCOSUR 2012. Internacionalmente, la FDA no fija límites admisibles de Cu y Zn para moluscos bivalvos.

Por otro lado el contenido de Cr y Ni no están legislados a nivel nacional y la FDA fija como límite superior admisible en moluscos bivalvos 13 y 80 ppm respectivamente, siendo estas concentraciones mucho mayores a las encontradas en el estuario de Bahía Blanca.

En el ANEXO I-Estuario de Bahía Blanca, páginas 48–52 se presentan los gráficos con los resultados de la concentración de cada metal analizado en el tejido de ostras, en paralelo a los del agua y del sedimento que la circundan. Se utiliza como background el promedio de las determinaciones de metales en ostras provenientes de Los Pocitos realizadas desde 2015.

- **Asociación de cada metal con las distintas matrices**

Con los datos concentración cada metal en las distintas matrices generados desde 2013 se observan dos grandes tendencias o patrones, según donde se acumulan los metales en los distintos compartimentos del sistema o matrices. Como viene analizándose año a año se puede establecer una tendencia general del Cu y el Zn a acumularse en las ostras, mientras que el Cr, Ni y Pb lo harían en el sedimento.

- **Comparación entre las concentraciones de metales en tejido blando de ostras del estuario de Bahía Blanca y las publicadas para otros lugares del mundo.**

A fin de conocer como es nuestra situación acerca de los metales pesados en tejido blando de ostras, respecto de las informadas en otros lugares, se realizó una búsqueda bibliográfica, para tener como referencia a otros estuarios y/o ambientes similares al de nuestro estudio.

En la tabla 1 del ANEXO I-Estuario de Bahía Blanca, página 53, 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 Cantillo¹⁰ como indicadores de contaminación en ostras, en un informe de la NOAA (1997) realizado en 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. A pesar de ello, para sondear nuestros resultados, los utilizaremos, ya que los únicos datos locales y zonales al respecto son los que a partir de 2013, estamos generando desde el CTE.

Del análisis surgen las mismas consideraciones:

- Las concentraciones de los metales detectados en las ostras del estuario de Bahía Blanca no superan los umbrales de contaminación propuestos por Cantillo para la NOAA (ver

¹⁰Cantillo A.Y., (1997) World Mussel Watch database. U.S. Dept. of Commerce, NOAA, Coastal Monitoring and Bioeffects Assessment Division. NOAA technical memorandum NOS ORCA 109, 198 pp.

valores resaltados en negrita de la tabla 1 del ANEXO I -Estuario de Bahía Blanca, página 53).

- La concentración de Cd, Cr, Hg, Ni y Pb en el tejido blando de las ostras muestreadas siempre estuvo por debajo del promedio mundial para ostras.
- La concentración de Zn y Cu en todas las estaciones de muestreo, están por encima del promedio mundial para ostras. La biología de esta especie que es acumuladora natural de estos dos metales que le resultan fisiológicamente esenciales, hace esperable el hecho que a mayor disponibilidad de los mismos, mayor acumulación. El factor de acumulación es variable entre las especies, a pesar de ser una tendencia general de las ostras, que responde a la concentración de estos metales en el agua y fracción del material en suspensión más fino que pudiese ingresar con el agua a 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.
- Como se viene señalando, 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 influir en los niveles base propios y característicos de una comunidad en particular.

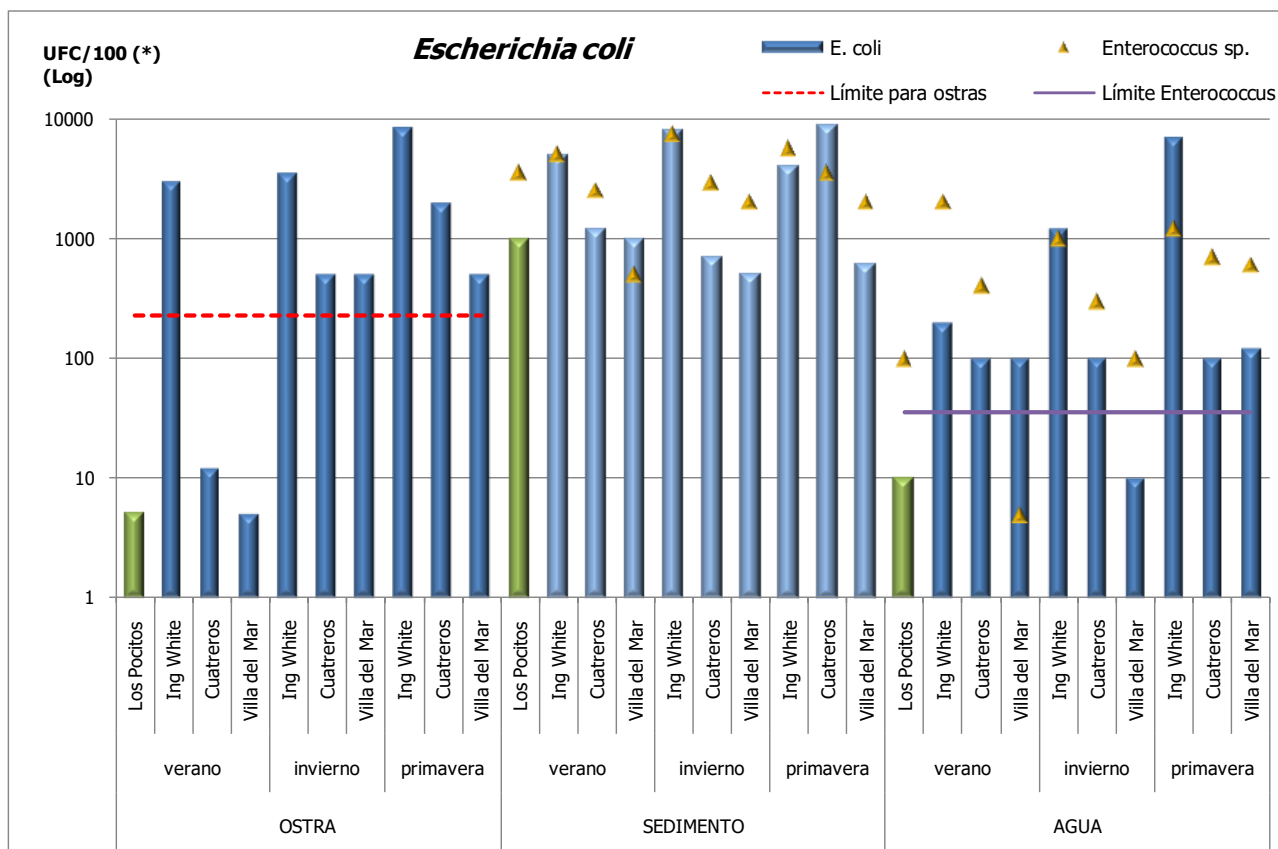
3.3.3 Microbiología

- ***Escherichia coli***

Se realizaron análisis bacteriológicos a las ostras, el sedimento y el agua que las rodea en tres muelles del estuario de Bahía Blanca y en una bahía prístina cercana (Los Pocitos).

En esta estación utilizada como referencia, Los Pocitos, los recuentos de *E. coli* en todas las matrices, presentaron los menores valores y en ostras estos fueron inferiores al límite legislado.

Los recuentos del indicador de contaminación fecal *Escherichia coli* en muestras de agua, sedimento y en el tejido blando de las ostras extraídas de Puerto Cuatrerros, del Club Náutico de Ing. White y del balneario Los Pocitos, así como los *Enterococcus* spp. se resumen en el siguiente gráfico:



(*)Las unidades están referidas a las unidades formadoras de colonia según cada matriz: en 100 grs de ostra, 100 grs de sedimento y 100 ml de agua. Escala logarítmica.
En verde la estación fuera del estuario de Bahía Blanca, usada como referencia, Los Pocitos.

El recuento de *E. coli* en el tejido de ostras de todos los muestreos de Ing. White, así como los de invierno y primavera de Pto. Cuaterros y Villa del Mar superó lo establecido por el SENASA (230 *E. coli*/100 grs de ostra) para ser comercializadas directamente. Vale aclarar que el estuario de Bahía Blanca no es una zona clasificada por la provincia de Buenos Aires para la producción y comercialización de moluscos bivalvos, por lo tanto el SENASA no controla el cumplimiento del Decreto 4238/68 (resolución 829/2006).

Si analizamos los recuentos de *E. coli* en cada matriz particular, surge que se ve una tendencia a la acumulación de bacterias indicadoras de contaminación fecal (*E. coli* y *Enterococcus* spp.) en los sedimentos. Como viene sucediendo desde 2016 en Ingeniero White los recuentos de *E. coli* en las tres matrices, fueron siempre mayores a las demás estaciones.

Por su lado, los recuentos de *Enterococcus* sp. en agua estuvieron por encima del límite para uso recreativo y contacto primario ya mencionado en el apartado 3.2.3 a excepción de la muestra de verano de Villa del Mar.

- ***Vibrio spp.***

El género *Vibrio* está constituido por bacterias Gram-negativas que forman parte de la microbiota natural de los estuarios y zonas costeras de todo el mundo.

En todas las muestras de ostras y agua del estuario de Bahía Blanca se encontraron especies del género *Vibrio*, a excepción de las ostras provenientes de Cuatros muestreadas en invierno.

Las distintas especies de *Vibrios* en cada matriz y lugar de muestreo se especifican en la tabla 2 del ANEXO I- Estuario de Bahía Blanca, pag 54.

Estos microorganismos son autóctonos del ambiente, sin embargo al hallarse en el estuario especies potencialmente riesgosas para el hombre (que pueden causar enfermedades principalmente gastrointestinales) deberían seguir siendo estudiadas a fin de saber si son portadoras de genes de toxicidad.

- ***Salmonella sp.***

Se detectó la presencia de *Salmonella spp.* en 25 grs de tejido de ostras, en dos de los tres muestreos realizados en Ingeniero White y en el muestreo de invierno en Villa del Mar. En la tabla 2 del ANEXO I- Estuario de Bahía Blanca, pag 54 se detallan los resultados.

A pesar de ser un patógeno que se puede destruir con una muy buena cocción del producto, se sabe que es común pasar las ostras por agua hirviendo o consumirlas crudas con limón. Dado que estas ostras están invadiendo todos los sustratos duros del estuario y su abundancia va creciendo rápidamente y ante la posibilidad de que sean extraídas artesanalmente para consumo personal sin control del SENASA, se puso en preaviso a las autoridades municipales, provinciales y SENASA, para que tomen las medidas pertinentes. En la web del SENASA se informa sobre la veda total de recolección de moluscos bivalvos y gastrópodos para consumo familiar en zonas no clasificadas que incluye el área costera del estuario de Bahía Blanca.

3.4 Conclusiones

Las concentraciones de metales en las ostras del estuario de Bahía Blanca continúan sin superar los umbrales de contaminación propuestos por Cantillo (1997) para la NOAA.

La concentración de Cd, Cr, Hg, Ni y Pb 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.

Las concentraciones en el tejido blando de las ostras analizadas, de Cu en todas las muestras y Zn en las de primavera, 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 su conocimiento como se hace regularmente.

Se ve una tendencia general del Cu y el Zn a acumularse en las ostras, y del Cr, Ni y Pb a hacerlo en el sedimento.

Por su lado, los análisis microbiológicos concluyen que en los recuentos de *E. coli* en el tejido de las ostras de los sitios muestreados en Ingeniero White siempre superaron el límite establecido por el SENASA por lo cual no serían aptas para su directa comercialización, mientras que en Puerto Cuatros y Villa del Mar solo excedieron dicho límite en invierno y primavera. Asimismo se detectaron especies del género *Vibrio*, potencialmente patogénicas.

La zona de muestreo en Ingeniero White es la que presenta con más frecuencia los mayores recuentos de indicadores de contaminación bacteriana y patógenos, evidenciando un mayor impacto antrópico.

MONITOREO DE APORTES NO INDUSTRIALES

1. Monitoreo de Arroyos

1.1. Introducción

En la zona más interna del estuario de Bahía Blanca se realizan muestreos bacteriológicos de agua. En 2013 los valores de *Escherichia coli* y *Enterococcus* spp. del agua estuarial, en una zona cercana al balneario Maldonado (Puerto Almirante Brown), superaron en un orden de magnitud a los recuentos de coliformes fecales y enterococos obtenidos en los efluentes de la Planta de Tratamiento de Líquidos Cloacales para la 3^{ra} Cuenca (PTLC) (PIM 2013). Esto hizo pensar en la existencia de alguna otra fuente de contaminación de origen fecal que afecta la zona, además de la descarga de la PTLC. Por esto, como complemento de las actividades de monitoreo del estuario de Bahía Blanca se muestrean los efluentes de la PTLC y a mediados del 2013, se inició un monitoreo en los principales cauces que descargan en el estuario.

1.2. Muestreo

En función de los resultados obtenidos en los años anteriores, en el 2017 se continuó con el monitoreo de los cursos de agua más críticos con una frecuencia bimensual de muestreo:

- Canal Maldonado (38°43'45.96"S - 62°18'45.65"O)
- Arroyo Napostá: desembocadura (38°46'14.12"S - 62°13'58.27"O)

Estos cursos de agua recorren diferentes sectores con diversos usos: 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 realiza sobre el tramo final de los cursos de agua próximo a su descarga al estuario de Bahía Blanca.

La toma de muestras de sedimento en estos arroyos suele ser dificultosa, por el tipo de sedimento y de lugar y las condiciones del mismo (presencia de residuos de todo tipo). A pesar de los esfuerzos de muestreo, respetando las buenas prácticas, la muestra puede estar conformada además de los sedimentos propios del cauce y las formas biológicas que en él habitan, por restos de residuos que pudiesen interferir en las determinaciones.

1.3. Análisis Realizados

Se practicaron los análisis fisicoquímicos habituales para cursos de agua así como determinaciones de mercurio en el laboratorio del CTE y se completaron los mismos con análisis de metales en

agua y sedimentos (derivado a laboratorio externo) y bacteriológicos en agua. Éste último realizado por profesionales de la asignatura Microbiología General de la Universidad Nacional del Sur (UNS), en el marco del convenio "Estudios bacteriológicos en la zona de la Planta de Tratamiento para la Tercera Cuenca, y afluentes al estuario". Entre los parámetros bacterianos, se cuantificó la presencia de *Escherichia coli*, heterótrofas terrestres y se realizaron también los aislamientos para identificación de la especie patógena *Salmonella* spp. La metodología empleada se encuentra descripta en el informe final de dicho convenio.

1.4. Resultados

En el del ANEXO II -Estuario de Bahía Blanca se presentan las tablas 3 y 4 (páginas 55-56) donde se resumen todos los resultados de los análisis realizados para cada cauce, durante el período 2017 y los valores de referencia.

A fin de poder contrastar nuestros resultados con valores guía que den indicios de la calidad del recurso, los resultados en aguas se comparan con los límites para agua dulce de uso recreativo según la Resolución 42/2006 del ADA en la provincia de Buenos Aires y los niveles guía nacionales de calidad de agua ambiente¹¹ y las directrices sanitarias para uso seguro de aguas recreativas¹² del Ministerio de Salud de la Nación. Mientras que los resultados en sedimentos se comparan con los indicadores de referencia establecidos por la NOAA (SQuiRTs)¹³, particularmente con el nivel de protección de la vida acuática más exigente "threshold effects level" (TEL).

1.4.1. Físicoquímicos

Los parámetros físicoquímicos medidos en los cursos de agua muestreados, en general, arrojaron valores acordes a los esperados para estos cursos y según las estaciones del año.

Al comparar los resultados con los límites para agua dulce de uso recreativo según la Resolución 42/2006 del ADA, se detectaron algunos valores puntuales que los superan:

- fósforo total que en ambos cursos siempre superó el límite de 0,025 mg/l, como viene sucediendo desde que se comenzó a medir en el 2016.
- En el Napostá el pH osciló entre 8,3-9, mientras que en el canal Maldonado entre 8,8-9,8, siendo en este último siempre mayor al límite superior de 8,5 upH. Los valores del Maldonado son mayores al Napostá, como se viene informando en los últimos años. Así mismo, el

¹¹Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica de la Nación. <https://www.argentina.gob.ar/secretaria-de-infraestructura-y-politica-hidrica/niveles-guia-de-calidad-de-agua-ambiente>.

¹² Dirección de Salud Ambiental de la Nación. Resolución Ministerial 125/2016. Modulo II. Aprobado en 2017 por la Comisión Permanente de Revisión Anual de Normas de Calidad de Agua de Uso y Consumo Humano (COPERANCAUCH). http://www.msal.gob.ar/images/stories/bes/graficos/0000001149cnt-directrices_sanitarias_para_enteropatogenos.pdf.

¹³Buchman, M. F. (2008). NOAA Screening Quick Reference Tables. NOAA OR&R Report 08-1 Seattle WA, Office of Response and Restoration Division, National Atmospheric and Oceanic Administration: 34 pages.

promedio de pH en el Napostá 8,6 upH y en el Maldonado 9,2 upH, fueron levemente superiores al año anterior y al promedio histórico para cada curso (Napostá 8,2 upH y Maldonado 8,9 upH).

- La demanda biológica de oxígeno (DBO) estuvo alrededor de 10 mg/l, que es el límite guía, salvo en diciembre que en ambos cuerpos de agua fue superior.

1.4.2. Metales

Dentro de los metales pesados analizados en agua se detectaron, en bajas concentraciones, Zn, Hg y Cr (en una oportunidad) en ambos cursos de agua y Cu en una muestra del Maldonado. Las concentraciones detectadas son menores a los niveles guía para agua dulce de uso recreativo de la Resolución 42/2006. Las concentraciones de Hg oscilaron entre 0,0002-0,0054 mg/l. El zinc varió entre 0,01-0,07 mg/l. El valor que se detectó tanto de Cr como de Cu fue de 0,01mg/l.

En los sedimentos se detectaron todos los metales analizados, menos el Cd. Dichos metales se presentaron en concentraciones inferiores al indicador de referencia "TEL" para protección de la vida acuática establecido por la NOAA (SQuiRTs), a excepción de un valor de cobre (44,3 ppm) en el canal Maldonado que superó el límite de 35,7 ppm.

1.4.3. Microbiología

La cuantificación de *Escherichia coli*, como indicador de contaminación fecal viene siendo un parámetro crítico desde los inicios de este estudio como queda visualizado en el gráfico 1 del ANEXO II -Estuario de Bahía Blanca (páginas 57).

Se calculó la media geométrica anual de *E. coli* en cada uno de los cuerpos de agua. La media del arroyo Napostá fue de 7770 UFC/100ml, siendo el doble que el año anterior y mayor a la media de los últimos 5 años (5520 UFC/100ml). En el canal Maldonado la media geométrica anual fue de 1723 UFC/100ml, valor menor a la mitad de la media del 2016 y menor a los últimos 5 años (4052 UFC/100ml). Esas medias superan ampliamente el límite de 126 UFC/100ml en agua dulce de uso recreativo según la Resolución 42/2006 del ADA y los niveles guía nacionales de calidad de agua ambiente para recreación humana con contacto directo. El mínimo recuento de *E. coli* en Maldonado fue de 900 UFC/100ml y en el Napostá fue de 6200 UFC/100ml, ambos valores superiores al Límite de Confianza Superior (LCS)¹⁴ menos exigente, para una muestra de agua aislada para uso recreativo infrecuente (nivel de confianza del 95%) que es de 573 UFC/100ml.

¹⁴Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica de la Nación. Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación. 2003. Desarrollos de niveles guías nacionales de calidad de agua ambiente correspondientes a *Escherichia coli*/Enterococos. <https://www.mininterior.gov.ar/obras-publicas/pdf/DOCUMENTO46.pdf>.

Como se deja constancia en el PIM 2015 y 2016, se reafirma la condición de "extraordinarios" a los elevados recuentos del 2014 (media geométrica anual de 44473 UFC/100ml; resultantes de la derivación al canal, de líquidos cloacales debido a que ABSA tuvo que intervenir un caño maestro), considerandos como no característicos de este cuerpo de agua y descartados de la media histórica.

Las elevadas concentraciones de *E. coli* en ambos cursos, son reflejo del impacto que reciben a lo largo de sus recorridos y luego de atravesar la ciudad de Bahía Blanca.

Las medias geométricas de heterótrofas de origen terrestre en las desembocaduras de los afluentes muestreados estuvieron en el mismo orden de magnitud que en 2016, siendo menor en el canal Maldonado, con una media geométrica de 2417 UFC/ml; mientras que en el arroyo Napostá fue de 7388 UFC/ml.

Se detectó la presencia del patógeno intestinal *Salmonella* spp. en 250ml de muestra, en el 50% de las muestras del canal Maldonado y en el 83% de las del arroyo Napostá. La frecuencia de ocurrencia del patógeno fue disminuyendo respecto años anteriores donde la misma era del 100% en ambos cursos.

1.5. Conclusiones

Los arroyos mostraron en general, parámetros fisicoquímicos acordes a los esperados para estos cursos y según las estaciones del año, con una variación sostenida a lo largo de los años. Las muestras del canal Maldonado presentaron 14 desvíos (que representan al 28,6% de los datos) de parámetros fisicoquímicos a la resolución del 42/2006, mientras que las del arroyo Napostá presentaron 10 desvíos (20% de los datos).

En agua solo cuatro metales pesados fueron detectados (Zn, Hg, Cu y Cr) presentando bajas concentraciones, menores a los niveles guía para agua dulce de uso recreativo de la Resolución 42/2006.

En el sedimento de los dos cauces, se detectaron casi todos los metales, pero en bajas concentraciones respecto al nivel de protección de la vida acuática "TEL", a excepción de un valor de cobre en el canal Maldonado que superó los 35,7 ppm.

Como viene informándose año a año, es para destacar los registros bacteriológicos de *Escherichia coli* en la desembocadura del arroyo Napostá y el canal Maldonado, ya que los promedios geométricos superan ampliamente el límite en agua dulce de uso recreativo según la Resolución 42/2006 del ADA, coincidente con el límite para actividades recreativas con contacto primario



establecido por la EPA Draft Guidelines¹⁵ (2012) y contacto directo según Resolución 46/2017 de la ACUMAR.

En estos dos puntos de muestreo se detectó la presencia de *Salmonella* spp., a excepción de tres muestras en invierno, que no registraron al patógeno.

Los altos recuentos de *E. coli*, junto a la presencia del patógeno (ambos de origen intestinal), que a lo largo del tiempo se vienen detectando, evidencian el impacto bacteriológico que reciben ambos cauces antes de descargar sus aguas al mar.

¹⁵U.S.EPA 2012. Recreational Water Quality Criteria. office of water 820-F-12-058.

2 Monitoreo de la descarga cloacal 3^{ra} Cuenca

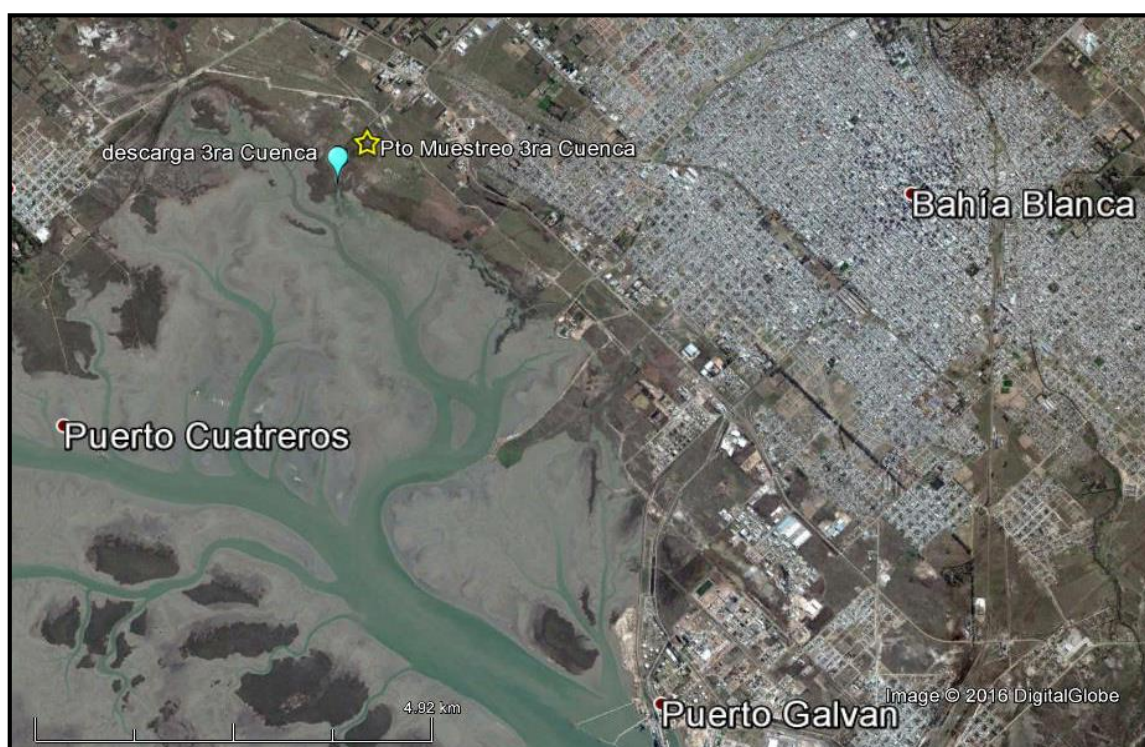
El CTE, a pedido del Honorable Concejo Deliberante de Bahía Blanca, viene realizando, el seguimiento y monitoreo de la descarga de la Planta de Tratamiento de Líquidos Cloacales 3^{ra} Cuenca (PTLC), desde marzo de 2009. Así mismo, en conjunto con el Laboratorio de Microbiología General de la UNS se estudia el posible impacto sobre la zona más interna del estuario.

2.1 Marco Legal

La Resolución N° 1826/2006 del Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible (OPDS) establece que la descarga cloacal de la PTLC debe cumplir con los límites admisibles establecidos en la Res. ADA N° 336/2003 (Ley 5965) para descargas a cuerpo de agua superficial, dado que el cuerpo receptor de vuelco de dicha descarga es el arroyo Saladillo de García.

2.2 Muestreos

El punto de muestreo de la PTLC está ubicado dentro del predio de ABSA (38° 42' 47,74" Sur y 62° 20' 38,08" Oeste), en el punto final de vuelco, aguas abajo del sistema de tratamiento de efluente líquido, debido a que la planta no posee cámara de inspección.



- Plano de ubicación del punto de muestreo en la Planta de Tratamiento de Líquidos Cloacales 3^{ra} Cuenca (PTLC)

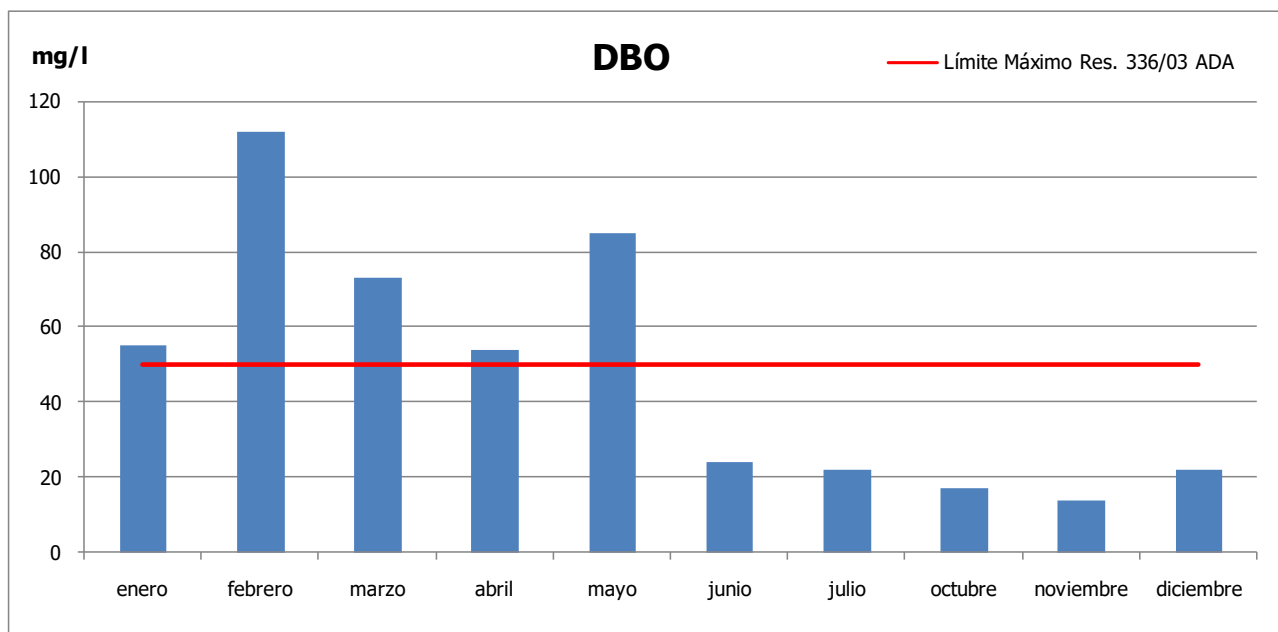
El periodo de monitoreo fue mensual de enero a diciembre de 2017.

In situ se hicieron algunas mediciones (pH, T°, conductividad y cloro libre), y se tomaron muestras para hacer determinaciones de parámetros de calidad de agua (en laboratorio del CTE), metales (laboratorio externo habilitado por OPDS) y microbiológicas (laboratorio de Microbiología General de la UNS). Para la toma de muestras se aplicó la metodología recomendada en los "Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas y Aguas Residuales", APHA-AWWA-WPCF, 17º edición.

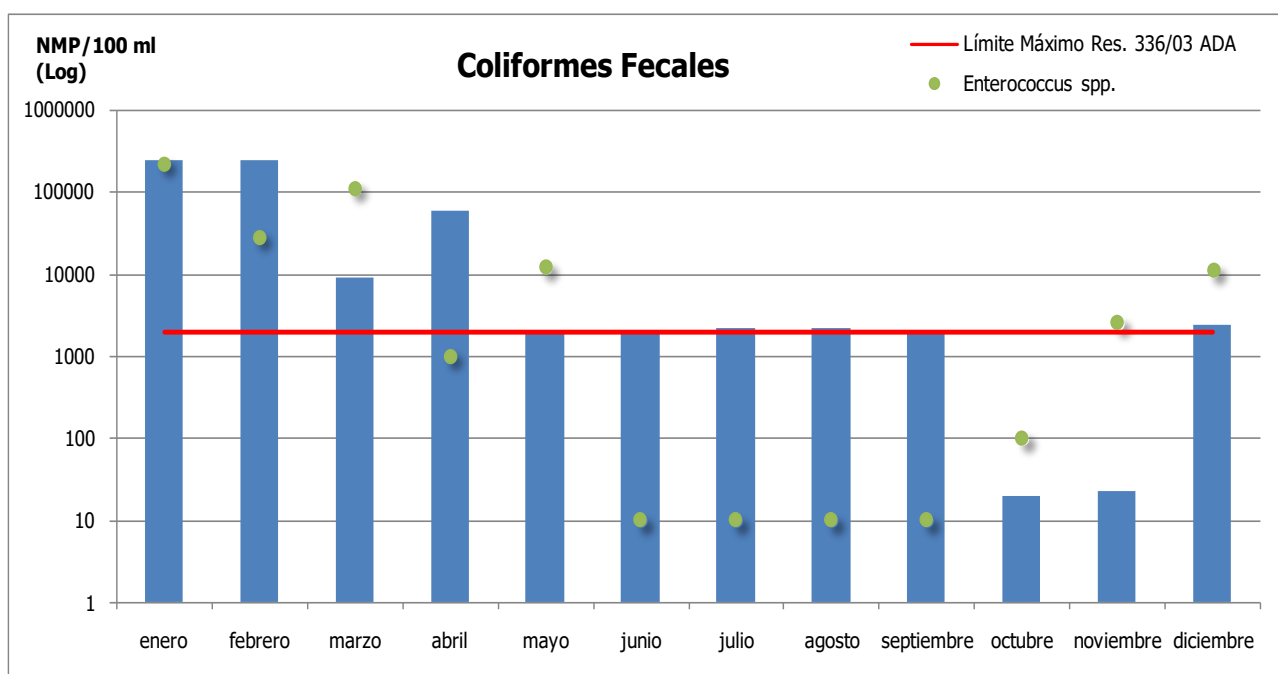
2.3 Resultados

En la tabla 5 del ANEXO III-Estuario de Bahía Blanca, página 58, se presentan los resultados fisicoquímicos y bacteriológicos efectuados en las muestras tomadas en la descarga final de PTLC para la 3ª cuenca. Del análisis de los resultados obtenidos se desprende que:

- Los parámetros no legislados presentaron valores esperados, acordes al tipo de efluente.
- La temperatura y el pH siempre presentaron valores dentro de los límites admisibles. El promedio anual de temperatura fue de 20,5°C. El pH presentó un promedio de 7,6 upH, con un valor máximo de 7,9 upH y un mínimo de 7,3 upH.
- Los sólidos sedimentables en 10 minutos se detectaron en 5 oportunidades y en 11 oportunidades superaron el límite para 2 horas de sedimentación.
- El 100% de las determinaciones de fósforo total, arrojaron valores superiores a lo permitido.
- El cloro libre de las muestras, presentó valores por debajo del límite permitido.
- Se detectó zinc, cobre, cromo y mercurio en muy bajas concentraciones por debajo de los límites admisibles.
- No se detectó la presencia de cadmio, plomo ni níquel.
- La demanda química de oxígeno (DQO) no presentó valores por encima de los límites admisibles. El promedio anual fue de 110 mg/l, con un máximo de 236 mg/l y un mínimo de 51 mg/l.
- El 42% de las determinaciones de DBO superaron el límite admisible para descarga a agua superficial, este porcentaje es menor respecto 2016. Los valores generales presentaron un promedio de 48 mg/l, con un máximo de 112 mg/l y un mínimo de 14 mg/l. Esto puede visualizarse en el siguiente gráfico:



- El 58% de las determinaciones de coliformes fecales superaron el límite admisible para descarga a agua superficial. La media geométrica anual fue de 3211 NMP/100ml con máximos recuentos >240000 NMP/100ml en los primeros meses del año y un mínimo 20 NMP/100ml. En el gráfico siguiente pueden visualizarse los recuentos del 2017 en escala logarítmica:



- Los recuentos de *Enterococcus spp*, marcados en el gráfico anterior, acompañaron la variación de los coliformes fecales, presentando valores máximos 220000 UFC/100ml y mínimos de <10 UFC/100ml.



En el gráfico 2 del ANEXO III-Estuario de Bahía Blanca, página 59, podemos ver la evolución de los recuentos de coliformes fecales desde el 2009 a la fecha. El mantenimiento en los reactores que comenzó hacia el final del 2016, tardó en evidenciarse en el efluente final hasta lograr una estabilidad. A partir de mayo mejoraron notoriamente los recuentos bacterianos, evidenciando un mejor rendimiento de la planta conjuntamente con a la disminución de la DBO y la ausencia de sólidos sedimentados en 10 minutos.

Seguiremos monitoreando para evaluar la estabilidad en el rendimiento del sistema de tratamiento.

3 Evaluación del impacto bacteriológico de la descarga cloacal de la 3^{ra} cuenca en la zona interna del estuario.

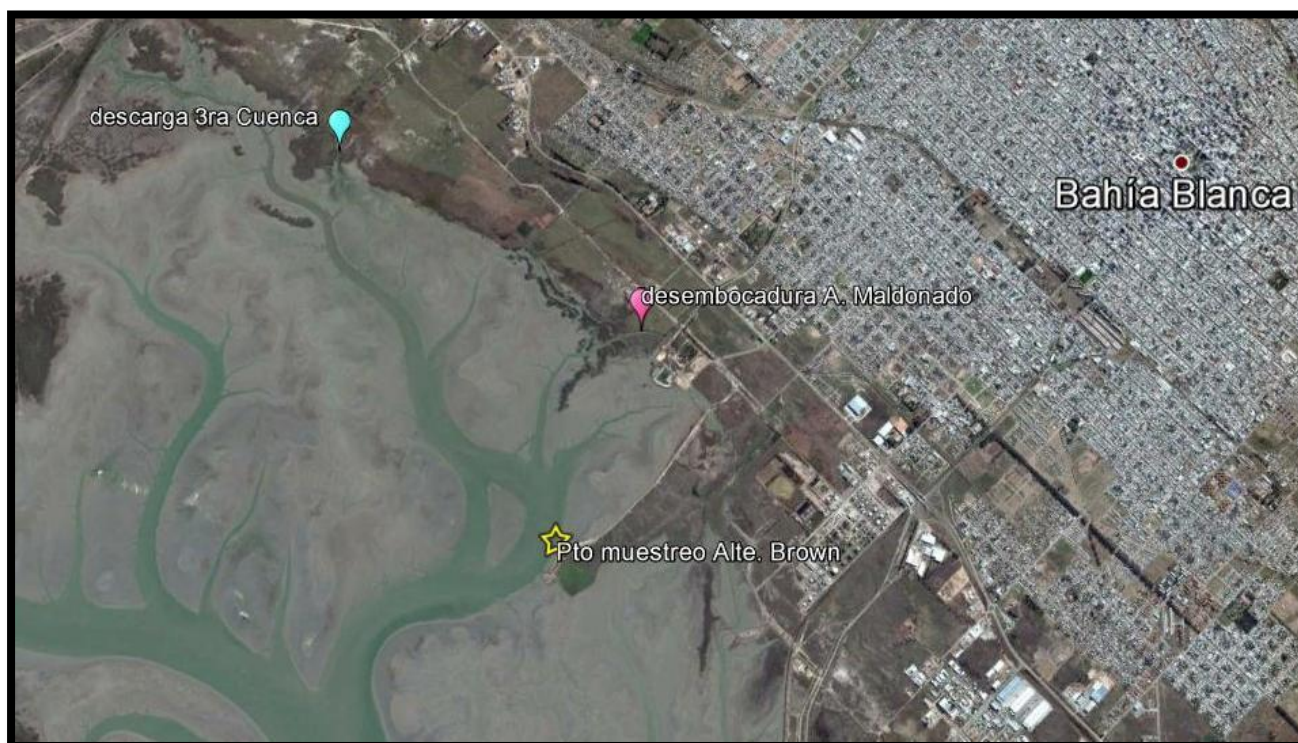
3.1 Marco Legal

La Resolución ADA N° 42/2006 establece como valor de referencia para *Enterococcus* en agua marina de uso recreativo un valor de 35 colonias/100 ml, este límite coincide con el internacional para aguas de contacto primario dado por la U.S.E.P.A¹⁶. Por otro lado, se compararon los valores de metales con los niveles guía de calidad de agua para protección de vida acuática, para aguas saladas superficiales del decreto N° 831/93, reglamentario de la Ley 24.051.

3.2 Muestreos

Se aplicó la metodología de toma de muestra recomendada en los "Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas y Aguas Residuales", APHA-AWWA-WPCF, 17° edición.

Se estableció para el monitoreo un punto de muestreo ubicado sobre la costa del ex-club Almirante Brown, en la Reserva Municipal: Paseo Costero.



- Mapa de ubicación del punto de muestreo de ex-club Alte. Brown (estrella amarilla).

¹⁶U.S. EPA 2012. Water Quality Standards Handbook. Second edition. EPA-823-B-12-002.

Sobre esta área se procedió al muestreo de agua y sedimentos, y se realizaron, determinaciones fisicoquímicas y bacteriológicas para evaluar el impacto de la descarga cloacal sobre la zona más interna del estuario. Tanto en las muestras líquidas como en los sedimentos, se realizó la determinación de *Escherichia coli* y *Enterococcus* spp y a las de agua también bacterias heterótrofas terrestres y marinas.

3.3 Resultados

En la tabla 6 del ANEXO IV-Estuario de Bahía Blanca, página 60, se presentan todos los resultados fisicoquímicos y bacteriológicos de las muestras de agua y sedimento de la zona del ex-club Almirante Brown.

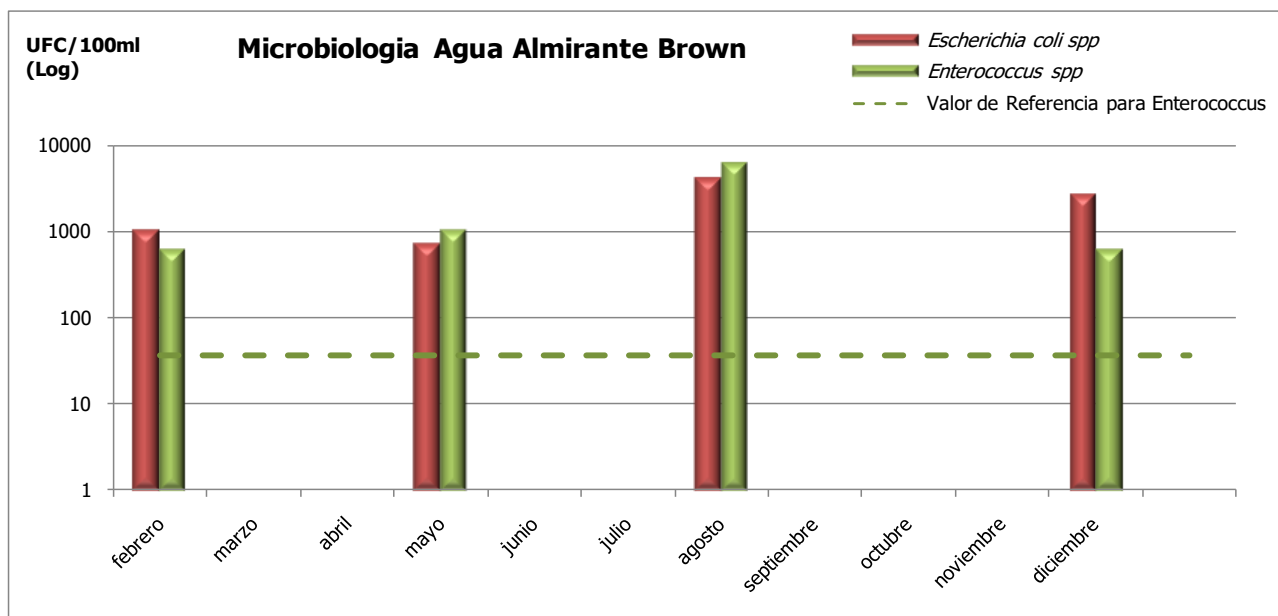
- **En Agua**

La Res. ADA N° 42/2006 plantea límites de algunos indicadores de calidad de agua para la recreación y protección de la vida acuática; según estos, la turbidez monitoreada siempre sobrepasa el límite de 100 NTU, y el fósforo total supera los 0,025 ppm.

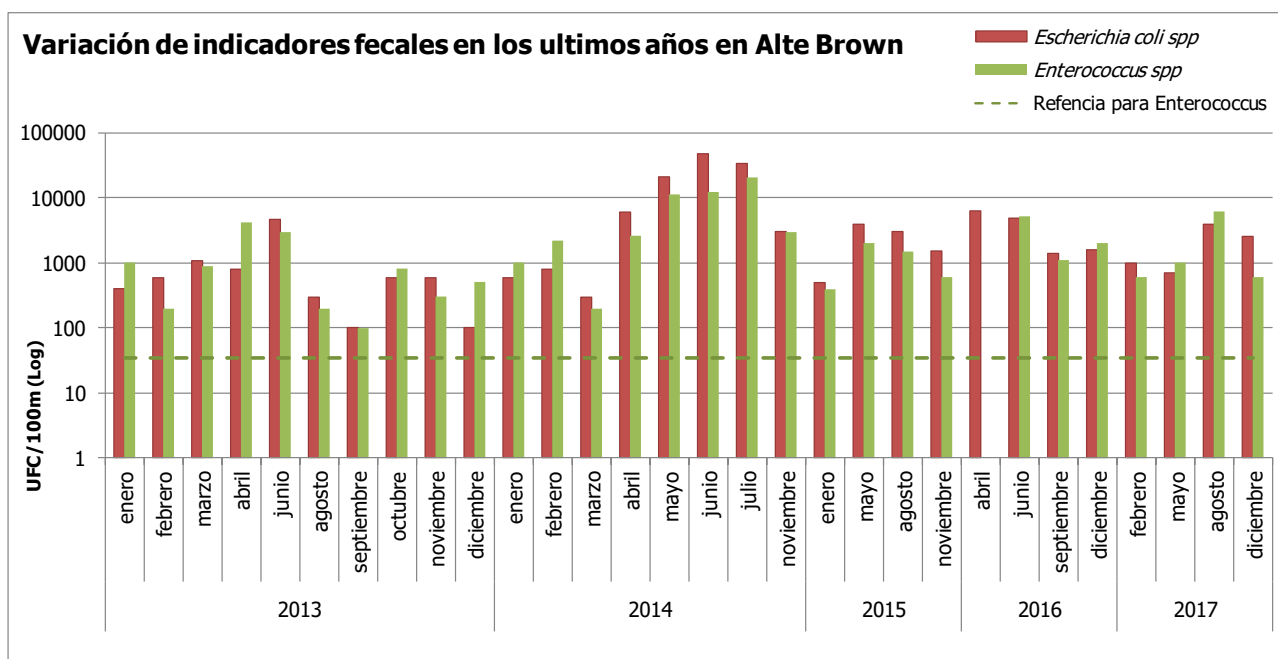
Las concentraciones de metales disueltos en agua se los comparó con los niveles crónicos de referencia establecidos por la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) en las tablas SQUIRTs¹⁷. Solo el cobre presento valores superiores a 0,0031 ppm.

En cuanto a la microbiología, los recuentos de *Escherichia coli* en agua variaron entre 700 hasta 4000 UFC/100 ml. Por su parte, la cuantificación de *Enterococcus* spp. superó en todos los casos el valor de referencia de la Res. ADA N° 42/2006 (35 colonias/100 ml para aguas marinas de recreación) con recuentos entre 600 y 6000 UFC/100ml. Esto puede visualizarse en el siguiente gráfico:

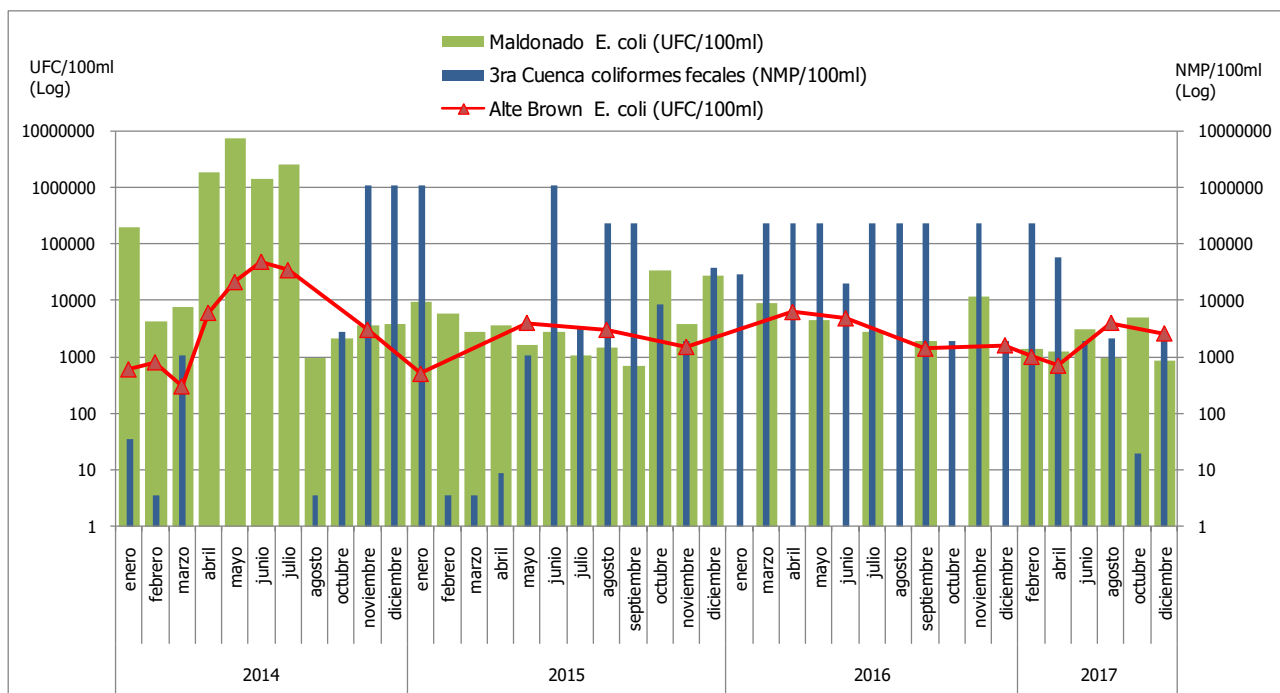
¹⁷Buchman, M. F. (2008). NOAA Screening Quick Reference Tables. NOAA OR&R Report 08-1 Seattle WA, Office of Response and Restoration Division, National Atmospheric and Oceanic Administration: 34 pp.



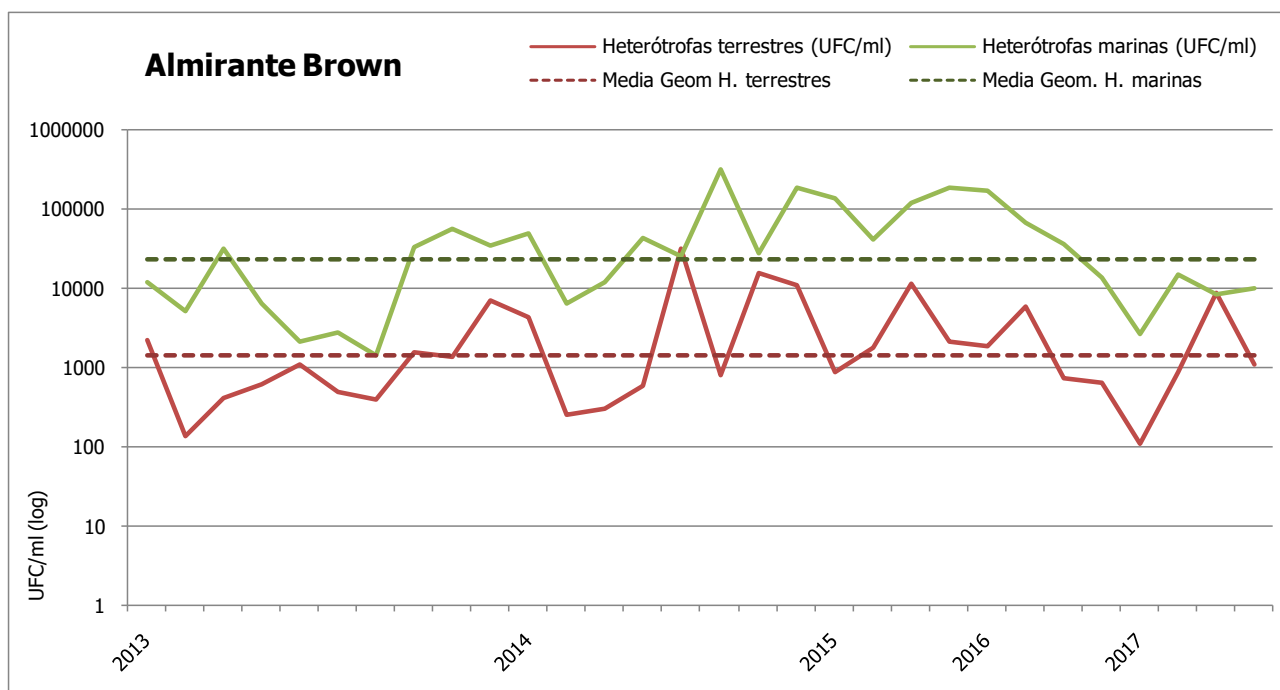
El máximo de *Enterococcus* spp. fue levemente mayor al año anterior, mientras que en general ambos indicadores tuvieron una variación similar al año anterior, como puede visualizarse en el siguiente grafico:



Como viene sucediendo años anteriores, los aumentos y disminuciones de *Escherichia coli* se relacionan con las variaciones de dicho indicador en el canal Maldonado, el cual desemboca en las inmediaciones del punto de muestreo (indicado en el mapa anterior). Por ello es importante monitorear la Planta depuradora 3^{ra} Cuenca y el canal Maldonado para tener datos complementarios a la hora de evaluar el impacto en esta zona del estuario bajo estudio.



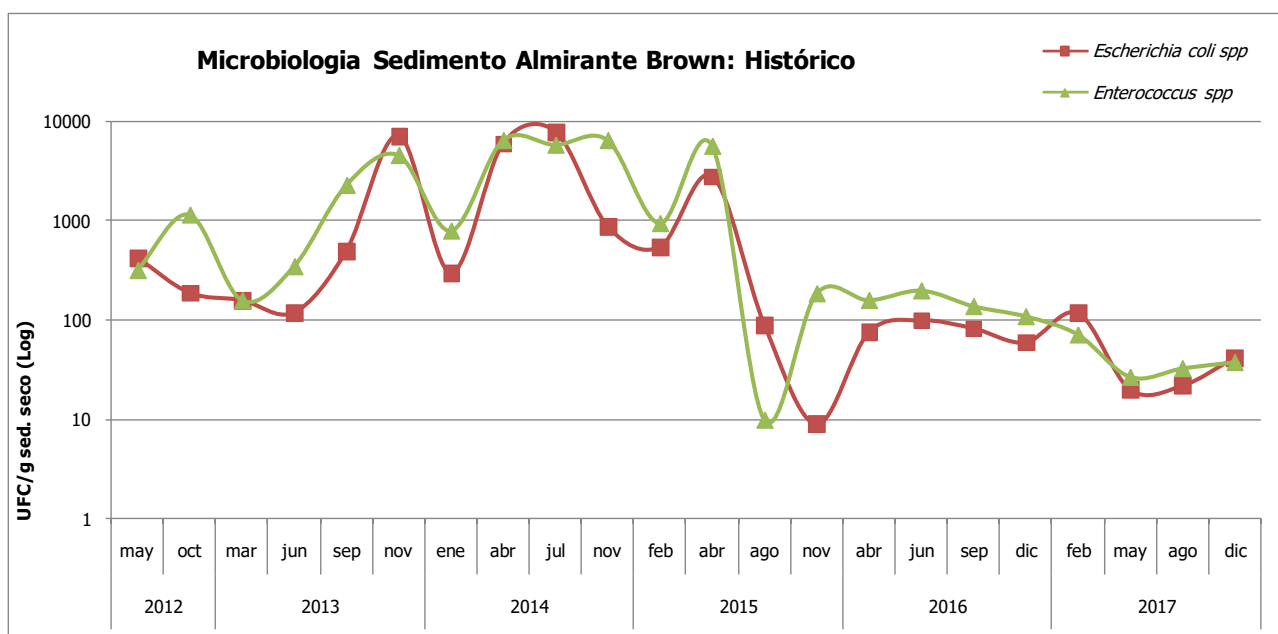
En cuanto a las bacterias heterótrofas, sigue observándose la preponderancia de las bacterias heterótrofas marinas con respecto a las terrestres, ya que las primeras son autóctonas de la zona de muestreo donde se desarrollan plenamente. Los recuentos de bacterias heterótrofas de origen marino oscilaron entre 2600 y 15000 UFC/ml, valores por debajo de la media geométrica. En el caso de las bacterias heterótrofas de origen terrestres los recuentos fluctuaron entre 110 y 8800 UFC/ml.



• **En sedimentos**

Se compararon las mediciones de metales en sedimentos de almirante Brown con los indicadores de referencia más exigentes "threshold effects level" (TEL), establecidos por la NOAA (tabulados en la página 14) para la protección de la vida acuática en sedimentos marinos y no se registraron valores que los superen.

Los recuentos de *Escherichia coli* en sedimento oscilaron entre 20 y 118 UFC/g y los de *Enterococcus spp.* lo hicieron entre 23 y 72 UFC/g. Estos registros se los comparan con los de los últimos años en el siguiente gráfico, donde puede visualizarse que durante el 2017 ambos indicadores presentaron pocas fluctuaciones y con los menores recuentos encontrados en este sitio, en los últimos años de monitoreo.



3.4 Conclusiones

La planta de tratamiento de residuos cloacales 3^{ra} Cuenca, después de mayo de 2017 comenzó a mostrar una mejora en el rendimiento luego del mantenimiento y puesta a punto del tratamiento de los residuos cloacales.

A pesar de ello, la falta de un tratamiento terciario en la planta depuradora (condicionamiento de la Res. N° 1826/2006 del OPDS) con el aporte continuo de efluente al arroyo Saladillo de García cerca de su desembocadura al estuario de Bahía Blanca con parámetros fuera del rango aceptable por la Resolución 336/2003 de la Autoridad del Agua, impacta al cuerpo receptor final.

Los recuentos bacteriológicos sostenidos, la constante presencia de indicadores fecales y la tendencia a su acumulación en sedimentos de la zona aledaña al ex club Almirante Brown son evidencia del impacto que viene sufriendo el sistema en los últimos años. Es importante destacar que las fluctuaciones de los indicadores fecales responden a las variaciones de los mismos en el canal Maldonado.; potenciando el impacto de la tercera cuenca.

Esta situación ya ha sido informada por el CTE a las autoridades de control y fiscalización pertinentes.



ANEXOS

Programa: Monitoreo de Cuerpos Receptores

Subprograma: Estuario de Bahía Blanca

ANEXO I: Ostras

Gráficos de metales en diferentes matrices

A continuación se presentan los gráficos de concentración de metales en ostras, sedimentos y agua circundante a las mismas, límites admisibles o guías y promedios del estudio de ostras. Los valores en ostras son calculados en ppm del peso húmedo. Los valores en sedimentos son calculados en ppm del peso seco.

Referencias:

CAA: Código Alimentario Argentino, Límite admisible para consumo.

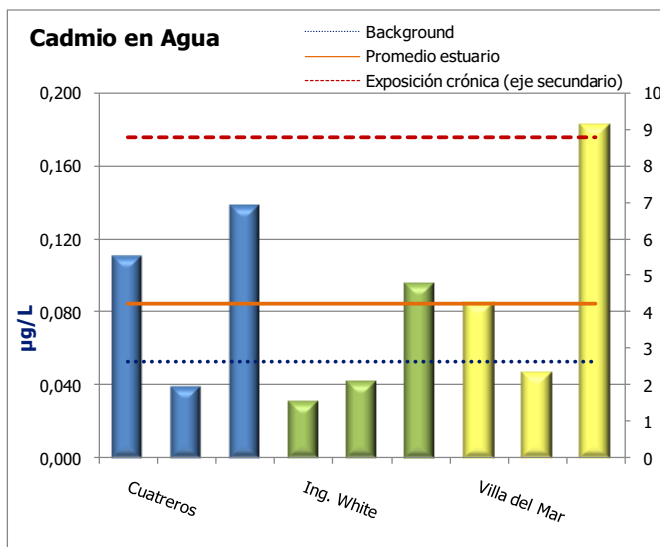
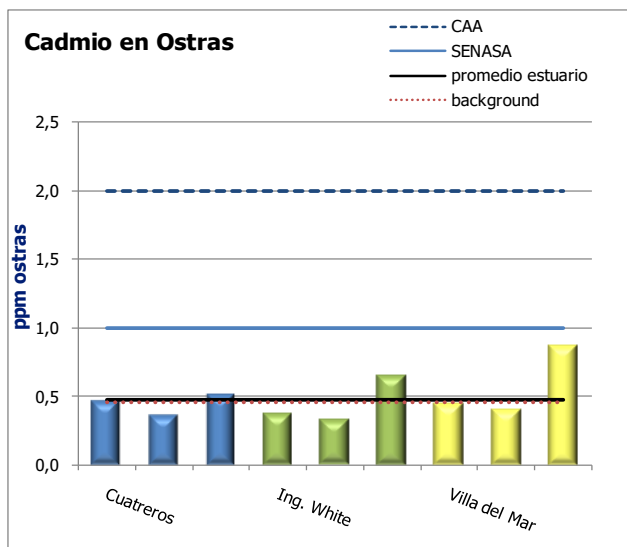
SENASA: Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria, Límite admisible para consumo.

FDA: Food and Drugs Administration, Límite admisible para consumo.

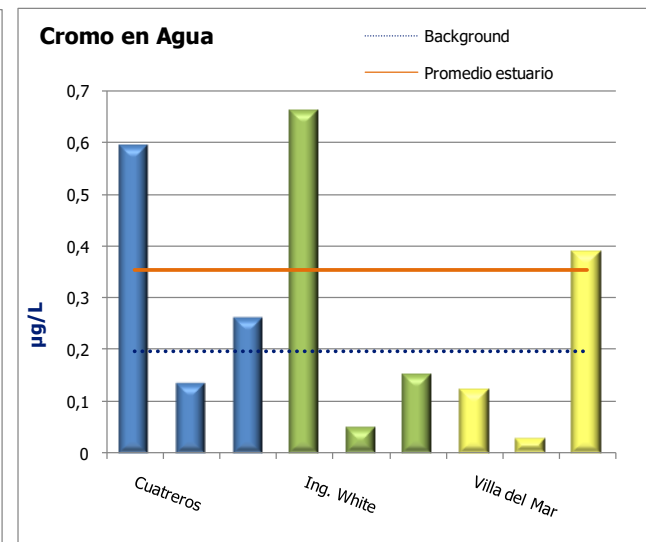
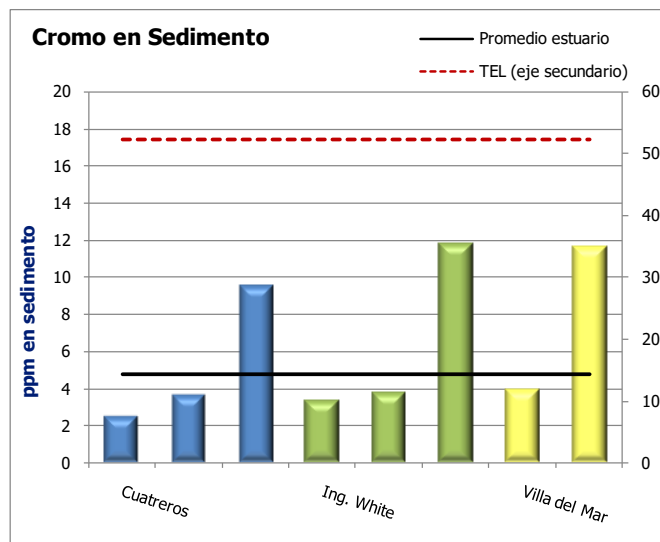
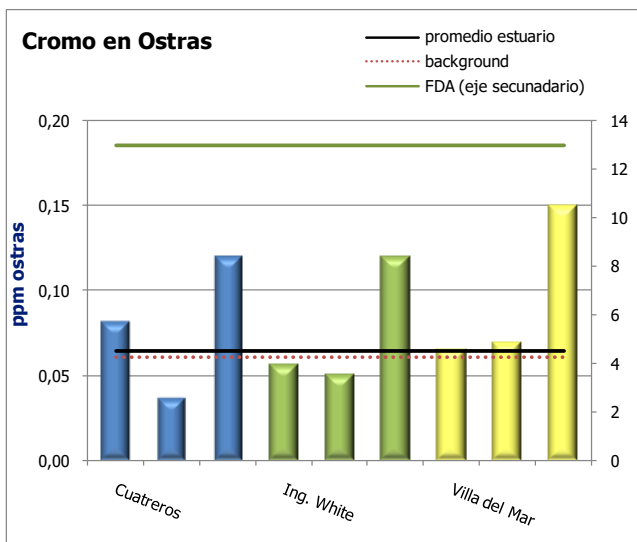
TEL (Threshold Effect Level): umbral de no efecto adverso.

Background: promedio de mediciones de cada metal en cada matriz de Los Pocitos, considerado como lugar prístino.

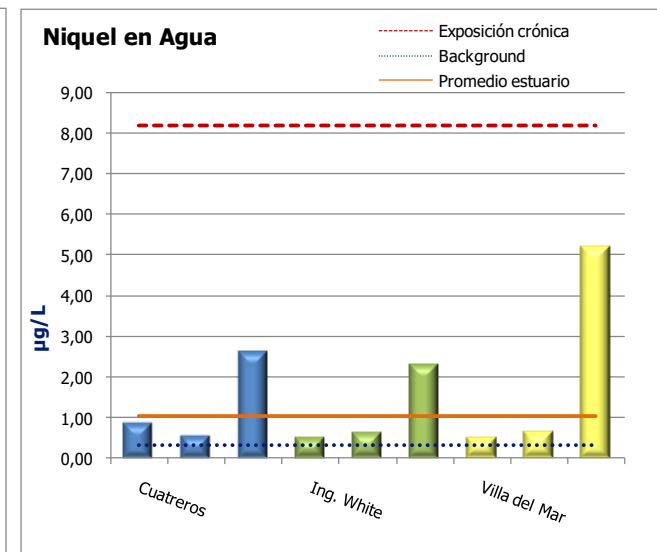
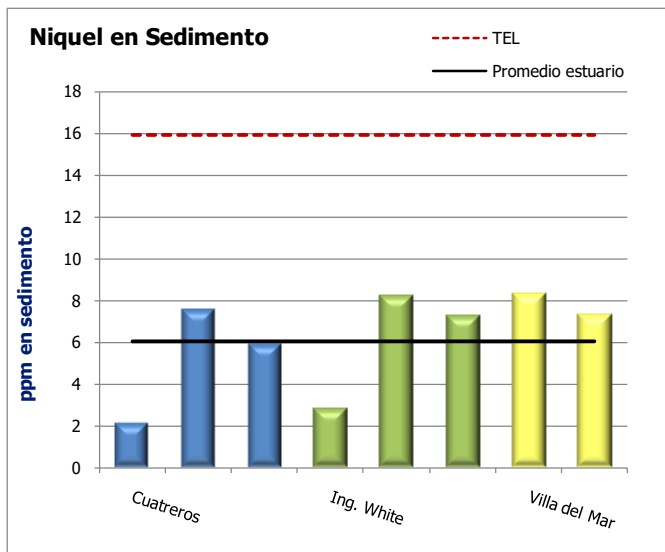
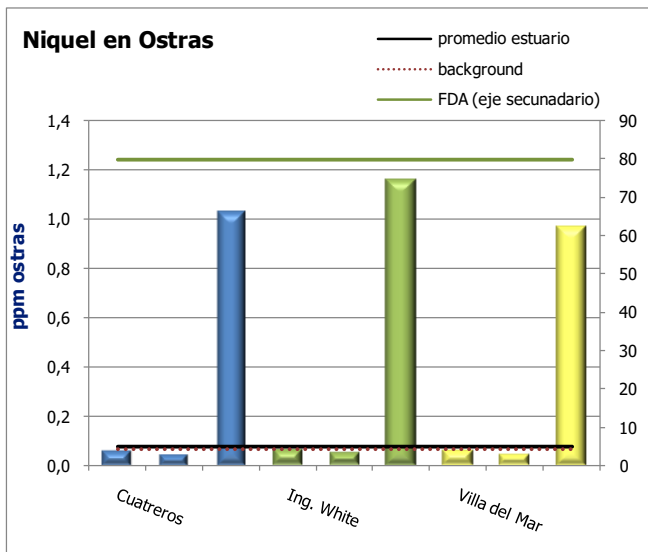
Gráficos de concentración de Cadmio



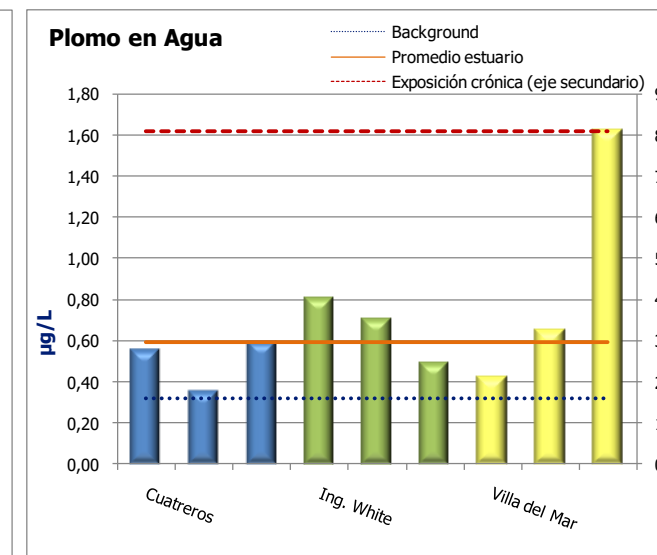
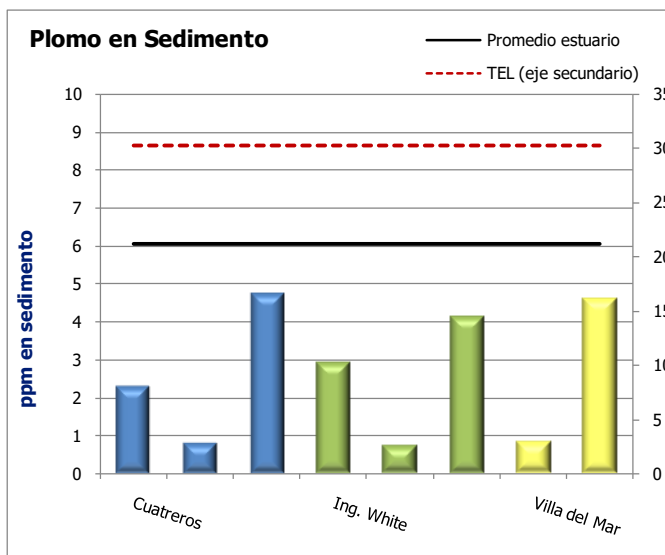
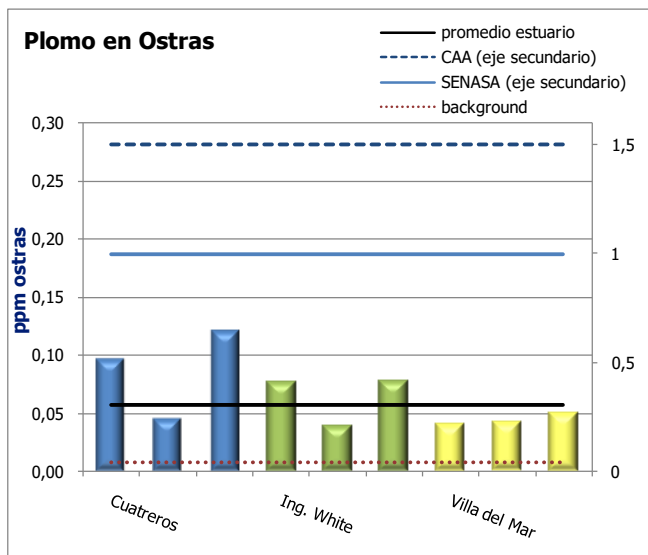
Gráficos de concentración de Cromo



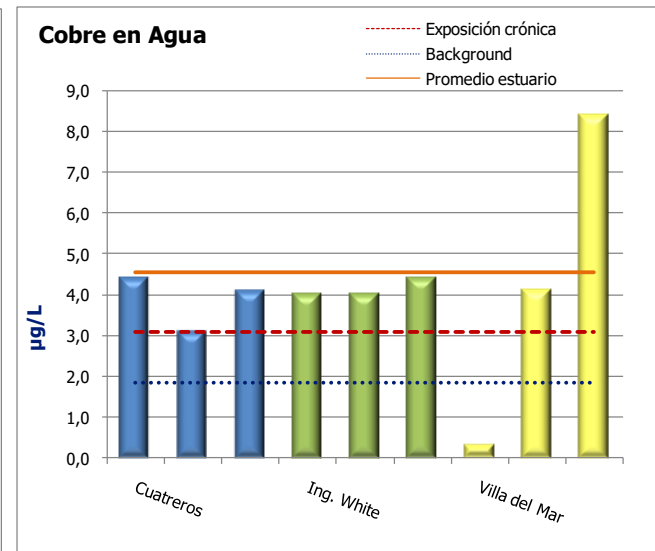
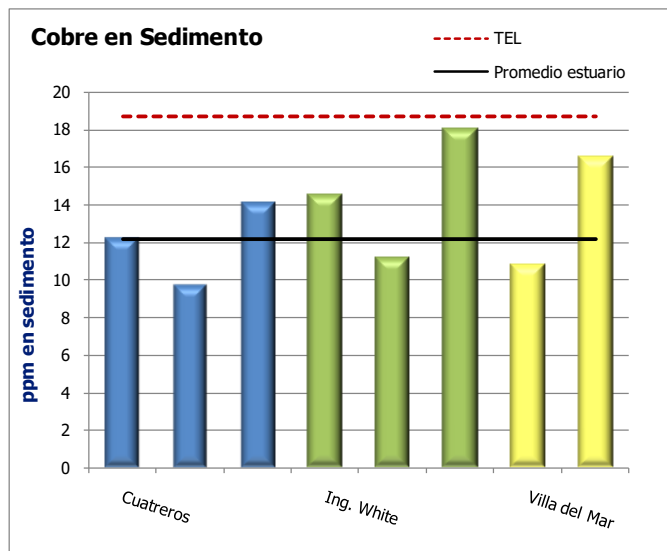
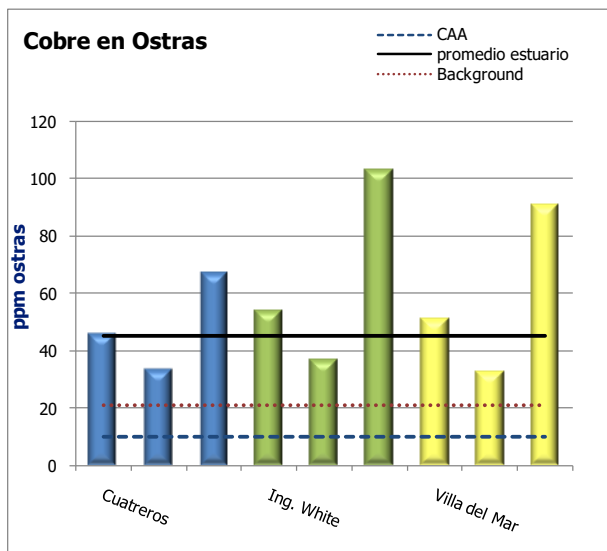
Gráficos de concentración de Níquel



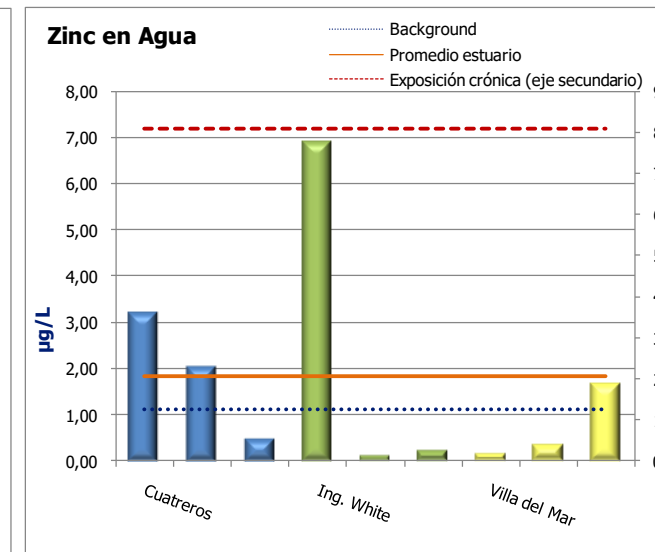
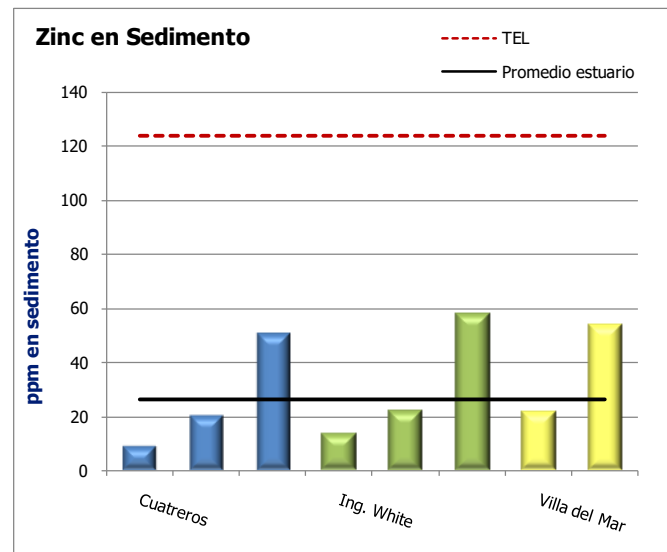
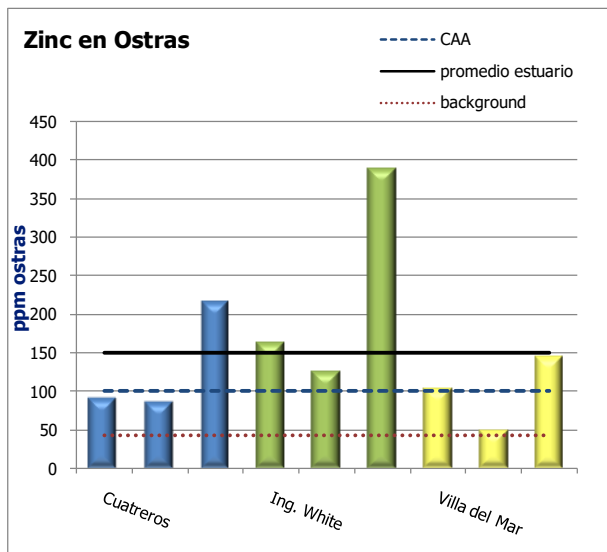
Gráficos de concentración de Plomo



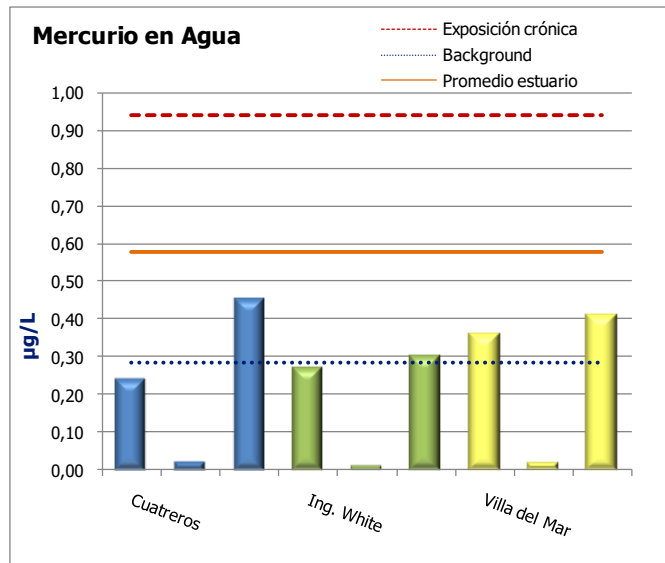
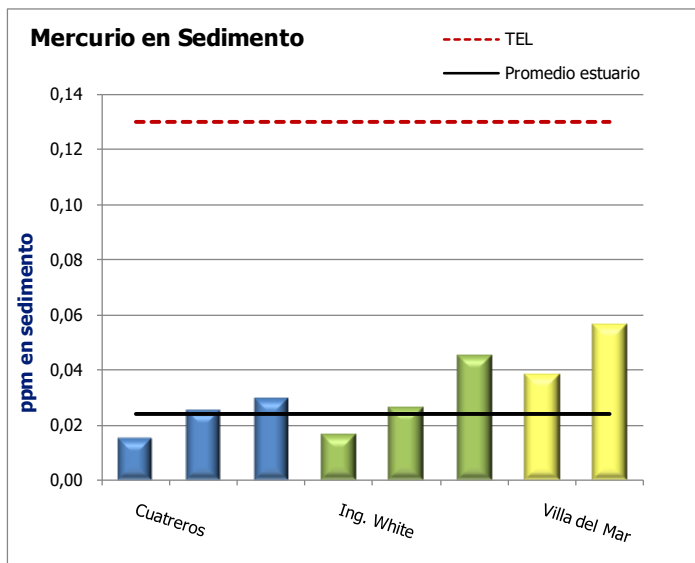
Gráficos de concentración de Cobre



Gráficos de concentración de Zinc



Gráficos de concentración de Mercurio



**Tabla 1:** Concentraciones mundiales de metales en tejido blando de ostras, promedio y umbral de contaminación (ppm en peso húmedo)

Especie	Lugar	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Referencia
<i>Crassostrea gigas</i>	Ing. White. Estuario de Bahía Blanca	0,45	0,06	50,6	0,008	0,18	0,06	181	Promedio PIM 2013-2017
<i>Crassostrea gigas</i>	Cuatrerros. Estuario de Bahía Blanca	0,48	0,06	46,2	0,009	0,18	0,06	135	Promedio PIM 2013-2017
<i>Crassostrea gigas</i>	Villa del Mar. Estuario de Bahía Blanca	0,55	0,08	53,6	< 0,01	0,28	0,04	94	Promedio PIM 2016-2017
<i>Crassostrea gigas</i>	Los Pocitos. Bahía Anegada	0,46	0,06	21,3	0,013	0,07	0,04	43	Promedio PIM 2015-2017
<i>Crassostrea gigas</i>	Taiwán (China)*	0,19	-	23- 410	0,019	0,55	1,29	110-172	Hsu (1979), Han y Hung (1990), 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)*	0,2	3,8	74,9	0,146	0,418	0,578	416	Solaun <i>et al.</i> (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)*	1,8	-	6,6	-	0,32	-	85	Watling y Watling (1976)
<i>Crassostrea gigas</i>	Isla Kyushu (Japón)*	3,92	-	1022	-	-	2,9	-	Szefer <i>et al.</i> (1997)
<i>Crassostrea gigas</i>	Costa Escocesa	0,32	0,5	13,8	-	0,823	0,12	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	-	0,19	0,47	1428	Pringle <i>et al.</i> (1968)
<i>Crassostrea virginica</i>	Bahía Chesapeake (EE.UU.)	3,41	-	10,9- 273	-	-	-	505- 3033	Wright <i>et al.</i> (1985)
<i>Crassostrea virginica</i>	Veracruz (México)	7,32-11,77	20-33,6	202-280	-	7,62-14	21,42-11	157- 3352	Lango-Reynoso <i>et al.</i> (2010), Ávila Perez <i>et al.</i> (1993), Anton (2002), Galaviz (2003) y Guzman(2005)
<i>Crassostrea virginica</i>	México*	0,82	-	65,2	-	-	1,76	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	-	2,9	1,005	150,5	Joseph y Srivastava (1993)
<i>Crassostrea brasiliiana</i>	Bahía Sepetiba (Brasil)*	1,9	1,606	4,9	-	3,62	2,7	1900	Lima <i>et al.</i> (1986); Gomes <i>et al.</i> (1991)
<i>Crassostrea brasiliiana</i>	Bahía Guanabara (Brasil)*	0,08	-	29,6	-	0,68	<0,26	260,6	Gomes <i>et al.</i> (1991)
<i>Crassostrea brasiliiana</i>	Estuario de Cananéia (Brasil)	11	-	2,6	0,02	-	0,08	393	Machado <i>et al.</i> (2002)
<i>Crassostrea iridescens</i>	El Salvador*	< 0,24	3,16	124,4	-	2,12	<0,24	408	Michel y Zengel (1998)
<i>Crassostrea iridescens</i>	Mazatlan (México)*	3,6	-	20	-	1,7	-	402	Paez-Osuna y Marmolejo Rivas (1990)
<i>Crassostrea rhizophorea</i>	Estuario Rio Cocó y Ceará (Brasil)*	1,07	0,35	3,7	-	-	-	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>Saccostrea commercialis</i>	Estuario Pittwater (Australia)	-	-	308	-	-	-	469	Birch y Hogg (2011)
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	0,50	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%)

Tabla 2: Especies del género *Vibrio* y presencia de *Salmonella* identificadas en ostras y agua del estuario de Bahía Blanca. Las determinaciones de *Salmonella* spp. son en 25 grs de tejido, mientras que las de *Vibrio* spp. en ostras son en 30 grs de tejido y en agua en 100 ml de muestra.

Muestra	Estación	Lugar	<i>Vibrio</i> spp.	<i>Salmonella</i> spp.	
AGUA	verano	Los Pocitos	<i>V. parahaemolyticus</i>	-----	
		Ing White	<i>V. cholerae</i>	-----	
		Cuatros	<i>V. cholerae</i>	-----	
		Villa del Mar	<i>V. parahaemolyticus</i> - <i>V. alginoliticus</i>	-----	
	invierno	Ing White	<i>V. alginoliticus</i>	-----	
		Cuatros	<i>V. alginoliticus</i>	-----	
		Villa del Mar	<i>V. alginoliticus</i>	-----	
	primavera	Ing White	<i>V. alginoliticus</i>	-----	
		Cuatros	<i>V. alginoliticus</i>	-----	
		Villa del Mar	<i>V. alginoliticus</i>	-----	
	OSTRA	verano	Los Pocitos	<i>V. alginoliticus</i>	ausencia
			Ing White	<i>V. parahaemolyticus</i>	presencia
Cuatros			ausencia	ausencia	
Villa del Mar			<i>V. alginoliticus</i>	ausencia	
invierno		Ing White	<i>V. cholerae</i> <i>V. alginoliticus</i>	presencia	
		Cuatros	<i>V. parahaemolyticus</i>	ausencia	
		Villa del Mar	<i>V. alginoliticus</i>	presencia	
primavera		Ing White	<i>V. cholerae</i> - <i>V. alginoliticus</i>	ausencia	
		Cuatros	<i>V. alginoliticus</i>	ausencia	
		Villa del Mar	<i>V. alginoliticus</i>	ausencia	



ANEXO II: MONITOREO DE ARROYOS

Tabla 3: Resultados fisicoquímicos, de metales pesados y bacteriológicos del canal Maldonado, durante el 2017 y los niveles de referencia.

Arroyo Maldonado	2017										Res. 42/2006	"TEL" NOAA (SQuiRTs)
	14-feb	18-abr	13-jun		09-ago		04-oct		12-dic			
	fisicoquímico											
	agua	agua	agua	sedimento	agua	sedimento	agua	sedimento	agua	sedimento	agua	sedimento
pH (upH)	9,8	9,1	8,9	-	8,8	-	9,35	-	9,03	-	6,5 - 8,5	NE
Temperatura (°C)	28,4	16,8	12	-	12,7	-	21,6	-	23,3	-	NE	NE
Conductividad (mS/cm)	1,77	1,88	2,05	-	2,39	-	2,25	-	1,76	-	NE	NE
Turbidez (NTU)	17	30,9	27,3	-	32,3	-	39,2	-	11	-	≤ 100	NE
SS10' (ml/l)	<0,1	<0,1	n/a	-	<0,1	-	< 0,1	-	< 0,1	-	NE	NE
SS120' (ml/l)	<0,1	<0,1	n/a	-	<0,1	-	< 0,1	-	< 0,1	-	NE	NE
DQO (mg/l)	31	<5	<5	-	15	-	n/a	-	26	-	NE	NE
DBO (mg/l)	10	10,4	n/a	-	n/a	-	n/a	-	46	-	≤ 10	NE
N _{tot} (mg/l)							10,9	-	< 0,1	-	NE	NE
P _{tot} (mg/l)	1,03	0,17	0,24	-	0,14	-	0,24	-			≤ 0,025	NE
Cadmio (ppm)	<0,005	n/a	n/a	< 0,1	< 0,005	< 0,1	n/a	< 0,1	< 0,005	< 0,1	≤ 0,075	0,596
Niquel (ppm)	<0,01	n/a	<0,01	3,1	< 0,01	10,2	n/a	2,4	< 0,01	3,3	≤ 0,05	18
Zinc (ppm)	0,04	n/a	0,01	21,8	0,02	55,8	n/a	47,8	0,07	86,8	≤ 7,5	123,1
Plomo (ppm)	<0,01	n/a	<0,01	6,8	< 0,01	6,8	n/a	8	< 0,01	10,6	≤ 0,025	35
Cobre (ppm)	<0,006	n/a	<0,006	11,1	< 0,006	44,3	n/a	13,7	0,01	v/a	≤ 5	35,7
Cromo (ppm)	<0,01	n/a	n/a	2,3	< 0,01	3,9	n/a	4,7	0,01	5,9	≤ 0,125	37,3
Mercurio (ppm)	0,0002	n/a	0,0031	0,019	0,0005	0,028	0,0019	0,015	0,0006	0,02	≤ 0,025	0,174
	bacteriológico											
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)	1400	1300	3200		1000		5000		900		≤ 126 (*)	
Heterótrofos terrestres (UFC/ml)	1100	2500	2300		2650		3500		3400		NE	
<i>Salmonella</i> spp (UFC/250ml)	presencia	ausente	ausente		ausente		presencia		presencia		NE	

NE: no especificado
n/a: no analizado
v/a. valores anómalos

Los resultados en agua con **negrita** indican que sobrepasaron los valores límite para uso recreativo de la Resolución 42/2006, (*) Media geométrica de coliformes fecales expresada como límite para *E. coli*.

Los resultados en sedimento con **negrita** indican que sobrepasan el nivel guía "TEL" establecido por la NOAA (SQuiRTs) para la protección de la vida acuática.



Tabla 4: Resultados fisicoquímicos, de metales pesados y bacteriológicos del arroyo Napostá en su desembocadura, durante el 2017 y los niveles de referencia.

Arroyo Napostá	2017										Res. 42/2006	"TEL" NOAA (SQuiRTs)
	14-feb	18-abr	13-jun	09-ago		04-oct		12-dic				
fisicoquímico												
	agua	agua	agua	sedimento	agua	sedimento	agua	sedimento	agua	sedimento	agua	sedimento
pH (upH)	8,7	8,3	9,0	-	8,4	-	8,7	-	8,4	-	6,5 - 8,5	NE
Temperatura (°C)	23,7	17,8	17	-	14,2	-	17,2	-	20,6	-	NE	NE
Conductividad (mS/cm)	1,02	1,9	2,15	-	2,28	-	2,14	-	1,69	-	NE	NE
Turbidez (NTU)	17	114	44,2	-	15,5	-	49,9	-	0,5	-	≤ 100	NE
SS10' (ml/l)	<0,1	0,1	n/a	-	<0,1	-	< 0,1	-	< 0,1	-	NE	NE
SS120' (ml/l)	0,1	0,15	n/a	-	<0,1	-	< 0,1	-	< 0,1	-	NE	NE
DQO (mg/l)	29	13	<5	-	15	-	n/a	-	36	-	NE	NE
DBO (mg/l)	8	10,4	n/a	-	n/a	-	n/a	-	54	-	≤ 10	NE
N _{tot} (mg/l)							1,8	-	n/a	-	NE	NE
P _{tot} (mg/l)	0,8	0,31	0,26	-	0,24	-	0,25	-	n/a	-	≤ 0,025	NE
Cadmio (ppm)	<0,005	n/a	n/a	< 0,1	< 0,005	<0,1	n/a	<0,1	< 0,005	<0,1	≤ 0,075	0,596
Niquel (ppm)	<0,01	n/a	<0,01	4,6	< 0,01	2,6	n/a	3,9	< 0,01	2,5	≤ 0,05	18
Zinc (ppm)	0,03	n/a	0,02	32,8	0,03	16,2	n/a	83,9	0,05	42,5	≤ 7,5	123,1
Plomo (ppm)	<0,01	n/a	<0,01	7,6	< 0,01	2,3	n/a	15,3	< 0,01	4	≤ 0,025	35
Cobre (ppm)	<0,006	n/a	<0,006	14,7	< 0,006	5,8	n/a	19,4	< 0,006	14,3	≤ 5	35,7
Cromo (ppm)	<0,01	n/a	n/a	3,3	< 0,01	18	n/a	12,7	0,01	4,4	≤ 0,125	37,3
Mercurio (ppm)	0,0006	0,0005	0,0004	0,032	0,0054	0,01	0,0021	0,03	0,0007	0,034	≤ 0,025	0,174
bacteriológico												
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)	6400	8000	8600		12400		6500		6200		≤ 126 (*)	
Heterótrofas terrestres (UFC/ml)	1940	6000	5400		48000		5500		9800		NE	
<i>Salmonella</i> spp (UFC/250ml)	presencia	presencia	presencia		ausente		presencia		presencia		NE	

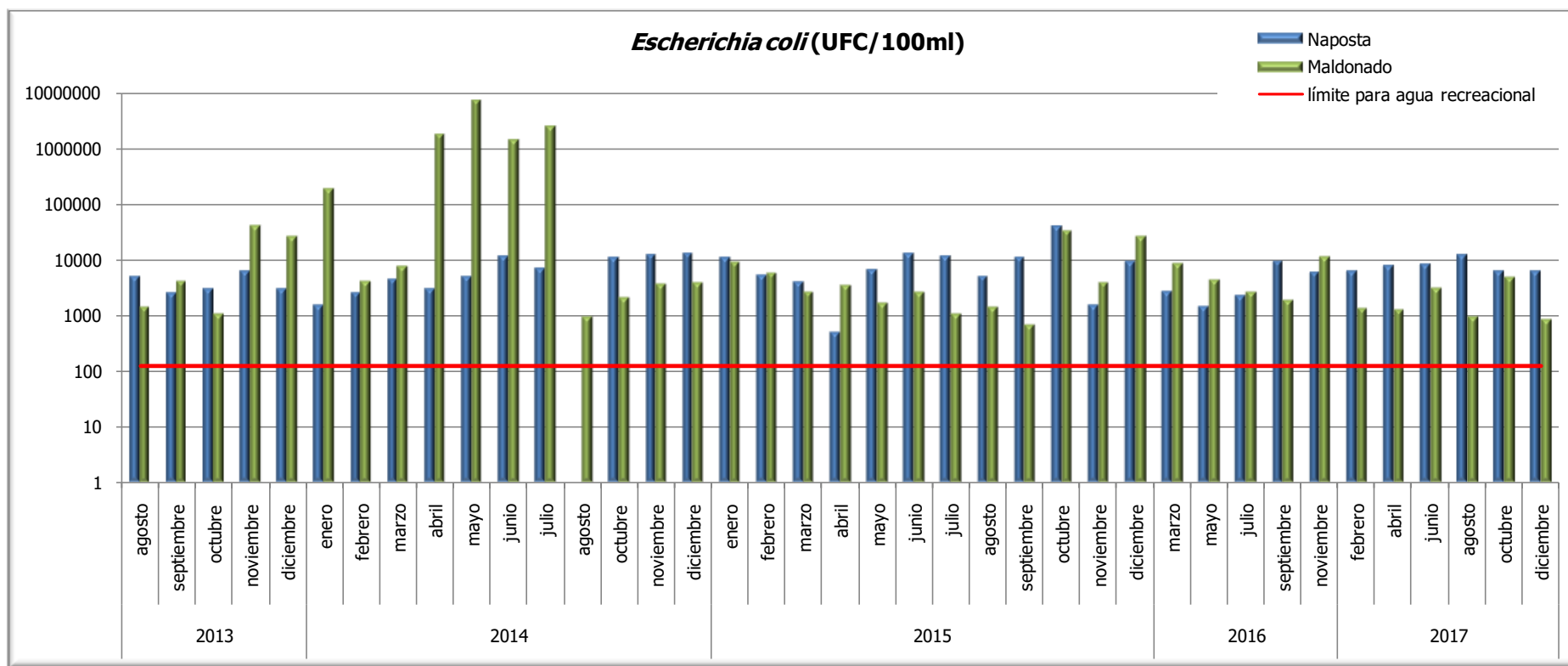
NE: no especificado
n/a: no analizado
v/a. valores anómalos

Los resultados en agua con **negrita** indican que sobrepasaron los valores límite para uso recreativo de la Resolución 42/2006, (*) Media geométrica de coliformes fecales expresada como límite para *E. coli*.

Los resultados en sedimento con **negrita** indican que sobrepasan el nivel guía "TEL" establecido por la NOAA (SQuiRTs) para la protección de la vida acuática.



Gráfico 1: Histórico de *Escherichia coli* en el arroyo Napostá Grande y canal Maldonado





ANEXO III: MONITOREO DE LA DESCARGA CLOACAL 3^{RA} CUENCA

Tabla 5: Resultados de análisis fisicoquímicos y bacteriológicos de la Planta de Tratamiento de Líquidos Cloacales de la 3^{ra} Cuenca, durante 2017.

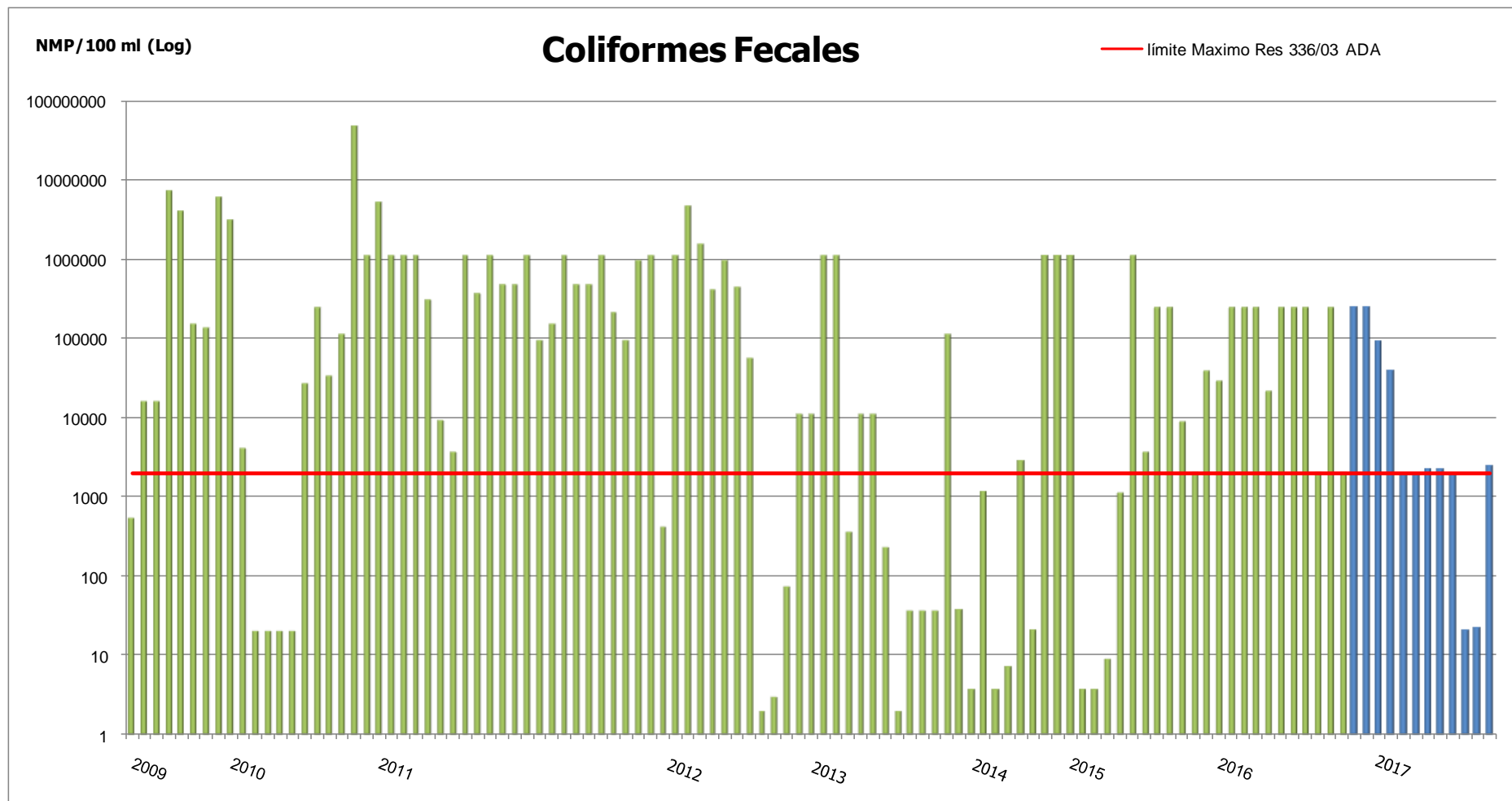
3ra Cuenca	2017												Límite Res. 336/04
	23-ene	14-feb	15-mar	18-abr	29-may	13-jun	04-jul	09-ago	05-sep	04-oct	06-nov	12-dic	
Fisicoquímico													
pH (upH)	7,7	7,6	7,9	7,7	7,8	7,8	7,5	7,8	7,4	7,5	7,3	7,5	6,5 - 10,0
Temperatura (°C)	24,6	24,7	22,7	20,2	19,9	17,5	19,0	16,6	18,4	19,1	20,6	22,8	≤ 45
Conductividad (mS/cm)	1,4	1,5	1,7	1,7	1,6	1,8	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7	1,7	NE
Turbidez (NTU)	32	135	n/a	120	119	86	41	75	96	27	28	91	NE
SS10' (ml/l)	< 0,1	21,0	10,0	13,0	2,0	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	ausente
SS120' (ml/l)	0,2	16,0	9,5	10,0	6,6	0,8	0,4	0,5	1,0	0,2	< 0,1	17	≤ 0,1
Cloro residual (mg/l)	n/a	< 0,05	< 0,05	0,1	< 0,05	0,1	0,1	0,2	0,1	0,5	0,1	0,18	≤ 0,5
DQO (mg/l)	67	195	236	64	154	102	92	91	107	56	51	100	≤ 250
DBO (mg/l)	55	112	73	54	85	24	22	n/a	n/a	17	14	22	≤ 50
N _{tot} (mg/l)										24,4	26,6	32	≤ 35
P _{tot} (mg/l)	3,3	10,2	6,0	4,0	3,7	4,1	3,1	2,6	4,3	3,1	n/a	4,4	≤ 1,0
Cadmio (mg/l)	< 0,005	< 0,005	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	< 0,005	n/a	< 0,005	< 0,005	≤ 0,1
Níquel (mg/l)	< 0,010	< 0,01	n/a	n/a	n/a	< 0,01	n/a	n/a	< 0,01	n/a	0,01	< 0,01	≤ 2,0
Zinc (mg/l)	0,06	0,04	n/a	n/a	n/a	0,04	n/a	n/a	< 0,01	n/a	0,04	0,13	≤ 2,0
Plomo (mg/l)	< 0,01	< 0,01	n/a	n/a	n/a	< 0,01	n/a	n/a	< 0,01	n/a	0,1	< 0,01	≤ 0,1
Cobre (mg/l)	< 0,01	< 0,006	n/a	n/a	n/a	< 0,006	n/a	n/a	0,01	n/a	0,01	0,01	≤ 1,0
Cromo (mg/l)	< 0,01	< 0,01	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	< 0,01	n/a	< 0,01	0,01	≤ 2,0
Mercurio (mg/l)	n/a	< 0,0002	n/a	0,0004	0,0040	0,0027	0,0010	0,0005	n/a	0,0003	< 0,0002	0,0005	≤ 0,005
Bacteriológico													
<i>Enterococcus</i> spp. (UFC/100ml)	220000	28000	110000	1000	12000	< 10	< 10	< 10	< 10	100	2500	11000	NE
Coliformes fecales (NMP/100ml)	240000	240000	8800	58000	< 2000	< 2000	2200	2200	< 2000	20	22	2400	≤ 2000

n/a: no analizado

NE: no especificado



Gráfico 2: Histórico de Coliformes fecales de la Planta de Tratamiento de Líquidos Cloacales de la 3ª Cuenca.



ANEXO IV: Evaluación del impacto bacteriológico de la descarga cloacal de la 3^{ra} cuenca en la zona interna del estuario

Tabla 6: Análisis fisicoquímicos y bacteriológicos de la zona del ex club Almirante Brown

Alte Brown	2017							
	20-feb		29-may		09-ago		12-dic	
Fisicoquímico								
	agua	sedimento	agua	sedimento	agua	sedimento	agua	sedimento
pH (upH)	8,3	-	8,13	-	8,2	-	8,05	-
Temperatura (°C)	26,4	-	16,5	-	10,6	-	23,1	-
Conductividad (mS/cm)	64,3	-	45,8	-	49,8	-	56,4	-
Turbidez (NTU)	164	-	492	-	saturado	-	saturado	-
N _{tot} (mg/l)							n/a	-
P _{tot} (mg/l)	n/a	-	0,71	-	0,27	-		
Cadmio (ppm)	0,00012	v/a	0,00002	< 0,05	0,00006	< 0,1	0,00116	n/a
Niquel (ppm)	0,00074	5,5	0,00066	2,7	0,0017	8,1	0,0035	n/a
Zinc (ppm)	0,00039	v/a	0,00310	36,9	0,00078	26,8	0,00337	n/a
Plomo (ppm)	0,00035	13,9	0,00032	3,9	0,0051	1,1	0,00159	n/a
Cobre (ppm)	0,00160	16,5	0,0071	15,7	0,0254	12,3	0,0048	n/a
Cromo (ppm)	0,00013	12,6	0,00028	3,1	0,0038	4,1	0,00023	n/a
Mercurio (ppm)	0,0003	<0,1	0,0007	0,013	<0,0002	0,01	0,0007	0,02
Bacteriológico								
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml o g peso seco)	1000	118	700	20	4000	22	2600	42
<i>Enterococcus</i> spp. (UFC/100ml o g peso seco)	600	72	1000	27	6000	33	600	38
Heterótrofas terrestres (UFC/ml)	110	-	885	-	8800	-	1100	-
Heterótrofas marinas (UFC/ml)	2600	-	15000	-	8300	-	10000	-

n/a: no analizado

v/a. valores anómalos