



Intendencia
Montevideo

PROGRAMA DE MONITOREO DE AGUA DE PLAYAS Y COSTA DEL DEPARTAMENTO DE MONTEVIDEO



Foto: B. D'Alessandro

Informe Anual Abril 2020 - Marzo 2021

**Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental
Departamento de Desarrollo Ambiental**

Intendencia de Montevideo



Índice

i. Prefacio	4
1. Introducción	5
2. Evaluación de la calidad del agua de las playas del Departamento de Montevideo en temporada no estival	10
3. Evaluación de la calidad del agua de las playas del Departamento de Montevideo en la temporada estival	13
4. Monitoreo de cianobacterias tóxicas período estival	25
5. Estudio de metales pesados en resaca	44
6. Bioensayos	47
7. Estudio de los aportes, vertimientos y puntos costeros	53
8. Búsqueda de <i>Vibrio cholerae</i>, <i>Vibrio vulnificus</i> y <i>Vibrio parahaemolyticus</i>	59



**Intendencia
Montevideo**

DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

AUTORIDADES GOBIERNO DEPARTAMENTAL

Intendenta

Carolina Cosse

Secretaria General

Olga Otegui

Director General del Departamento de Desarrollo Ambiental

Guillermo Moncecchi

Gerencia de Gestión Ambiental

Jorge Alsina

OTRAS AUTORIDADES

Directora (i) Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental

Susana González

Directora (i) Unidad Calidad de Agua

Jimena Risso Barros

Autores del Informe

Jimena Risso

Daniel Sienra

Bruno D'Alessandro

M^a Eugenia Echezarreta

Personal de la Unidad Calidad de Agua involucrado en el desarrollo del trabajo realizado

Bruno D'Alessandro, Maria Mercedes De Maio, M^a Eugenia Echezarreta, Tania Hernández, Lys Viviana Perciballe, Marinela Pereira, Gustavo Saona, Gastón Varela, Martín Villanueva, Analía Urban, Mary Yafalián.

Pasantes de Facultades de Química y de Ciencias de la Unidad Calidad de Agua

María Eugenia Bastarrica, Ana María Benítez, Evangelina Passarino, Leandro Capurro, Romina Echagüe, Lucía Frones.

Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental

Camino al Faro s/n, Punta Carretas

CP 11300 - Montevideo Uruguay

Telefax: 598 2 7112406 al 08

1950 1748

www.montevideo.gub.uy



i. Prefacio

En el presente informe se resumen los estudios de evaluación de la calidad del agua de las playas y costa de Montevideo realizados por el Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental desde el 1° de abril de 2020 al 31 de marzo de 2021. Este período incluye la temporada no estival del año 2020 y la temporada estival 2020-2021 en su totalidad. Además se incorporan análisis comparativos con temporadas estivales anteriores.

Los estudios realizados comprenden:

- Calidad de las aguas de las playas durante el período no estival (1° de abril al 14 de noviembre de 2020).
- Calidad de las aguas de las playas durante la temporada estival (desde el 15 de noviembre de 2020 al 31 de marzo de 2021).
- Estudio de las floraciones de cianobacterias en las costas del Departamento de Montevideo durante el período estival.
- Estudio de metales pesados en resaca de playas
- Calidad del agua de los aportes, vertimientos y otros puntos costeros durante todo el período de estudio.
- Búsqueda de *Vibrio cholerae*, *Vibrio vulnificus* y *Vibrio parahaemolyticus*.

La información presentada ha sido generada en base a los muestreos, análisis e informes de evaluación efectuados por el Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental, Departamento de Desarrollo Ambiental, Intendencia de Montevideo.

Se destaca la valiosa colaboración de los pasantes de la Universidad de la República, estudiantes de las Facultades de Química, Ingeniería y Ciencias en la realización de los muestreos de agua y los análisis correspondientes.



1. Introducción

Antecedentes

El Departamento de Montevideo cubre un total de 530 km² con un 40% de área urbana y una población de 1.319.108 habitantes (INE. Censo 2011) siendo de los rasgos más destacados de su geografía su extensa faja costera sobre el Río de la Plata con playas que constituyen uno de los atractivos de la ciudad.

Montevideo fue la primer ciudad de América del Sur en contar con saneamiento por medio de una red de colectores. Esas primeras obras fueron construidas mediante un contrato de concesión con una empresa privada, propiedad del Sr. Juan José de Arteaga (de allí el nombre con que se conoce esta red como “Red Arteaga”).

La “Empresa Arteaga” desarrolló y administró su red desde 1852, alcanzando a construir 211 kilómetros de colectores y cubrir 1157 hectáreas, aproximadamente. En el año 1813 la población del Departamento ya alcanzaba los 374.000 habitantes siendo casi 10 veces mayor que al inicio de las obras. En 1917 el Gobierno Departamental adquirió todos los derechos sobre la red de colectores y conexiones construidas por Arteaga quedando el saneamiento de Montevideo a cargo de la Intendencia.

El Sistema de Saneamiento se fue extendiendo y el Río de la Plata fue el destino natural de disposición final tanto de las aguas de origen doméstico como de las industriales con la inevitable consecuencia de la contaminación de costas y playas.

Planes de Saneamiento I y II

Para dar solución global a este problema, en la década del 70 se inician diferentes acciones y en el año 1972 Engineering & Science comenzó a realizar los estudios sobre la disposición final de las aguas residuales de la ciudad de Montevideo, los que se extendieron hasta 1979. El objetivo principal fue controlar la calidad del agua en las playas de forma de resolver el problema sanitario y estético que los numerosos vertimientos, que se disponían por entonces a lo largo de la costa, provocaban sobre éstas. Sobre la base de aprovechar la capacidad de dilución del Río de la Plata se priorizaron alternativas de disposición final mediante emisarios, frente a procesos de tratamiento convencionales. En el año 1983 Camp Dresser y Mc Kee Inc. (CDM) realizó estudios sobre la calidad del agua del Río de la Plata entre Punta Lobos y el arroyo Carrasco. De los estudios realizados por ambas consultoras surgieron: una primera etapa (PSU I) *Sistema Costero Este*- desde Punta Gorda a Punta Carretas - cuyo objetivo fue mejorar la calidad de las aguas y de las playas de la costa entre el arroyo Carrasco y Punta Carretas (Figura 1.1); y una Segunda etapa (PSU II) *Sistema costero Oeste* - desde Guaraní hasta Punta Carretas - con el objetivo de mejorar la calidad de las aguas y de las playas desde Punta Carretas hasta la escollera Sarandí (Figura 1.2). Ambos proyectos dan disposición final de las aguas a través de un emisario subacuático de 2322 metros situado en la zona de Punta Carretas a 10 metros de profundidad.



Figura 1.1 - PSU I – Sistema Costero Este

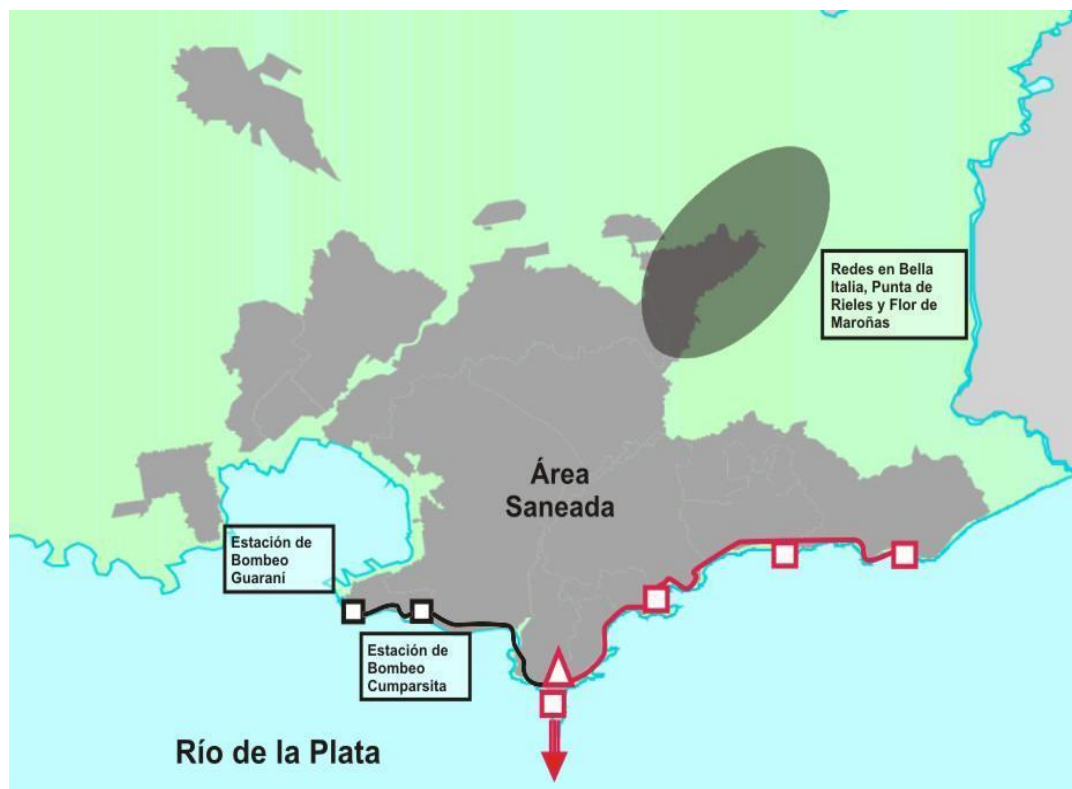


Figura 1.2 - PSU II – Sistema Costero Oeste

Plan de Saneamiento IV

Como continuación natural de la mejora de la calidad de las aguas costeras se llevó a cabo posteriormente el Plan de Saneamiento Urbano IV (PSU IV). Este plan comprende obras que determinaron una mejora sustantiva en la calidad ambiental de la Bahía de Montevideo y asegura la calidad del agua para baños en las playas de la zona Oeste del Departamento. Las obras de este Plan incluyeron, entre otros:

- Redes de saneamiento y drenaje pluvial: barrios Carrasco Noreste, Cerro Norte y Casabó.
- Rehabilitación de redes: cuenca del Arroyo de la Chacarita.
- Un emisario subfluvial de dos kilómetros de extensión en Punta Yeguas.
- Una planta de pretratamiento que recibirá los efluentes del 44% de Montevideo (cuencas de los arroyos Miguelete, Pantanoso y la zona Cerro-Casabó).
- Sistema de interceptores y estaciones de bombeo para recoger y conducir hasta la planta de pretratamiento todos los efluentes que se vierten en la Bahía y en la costa Oeste de la Ciudad.

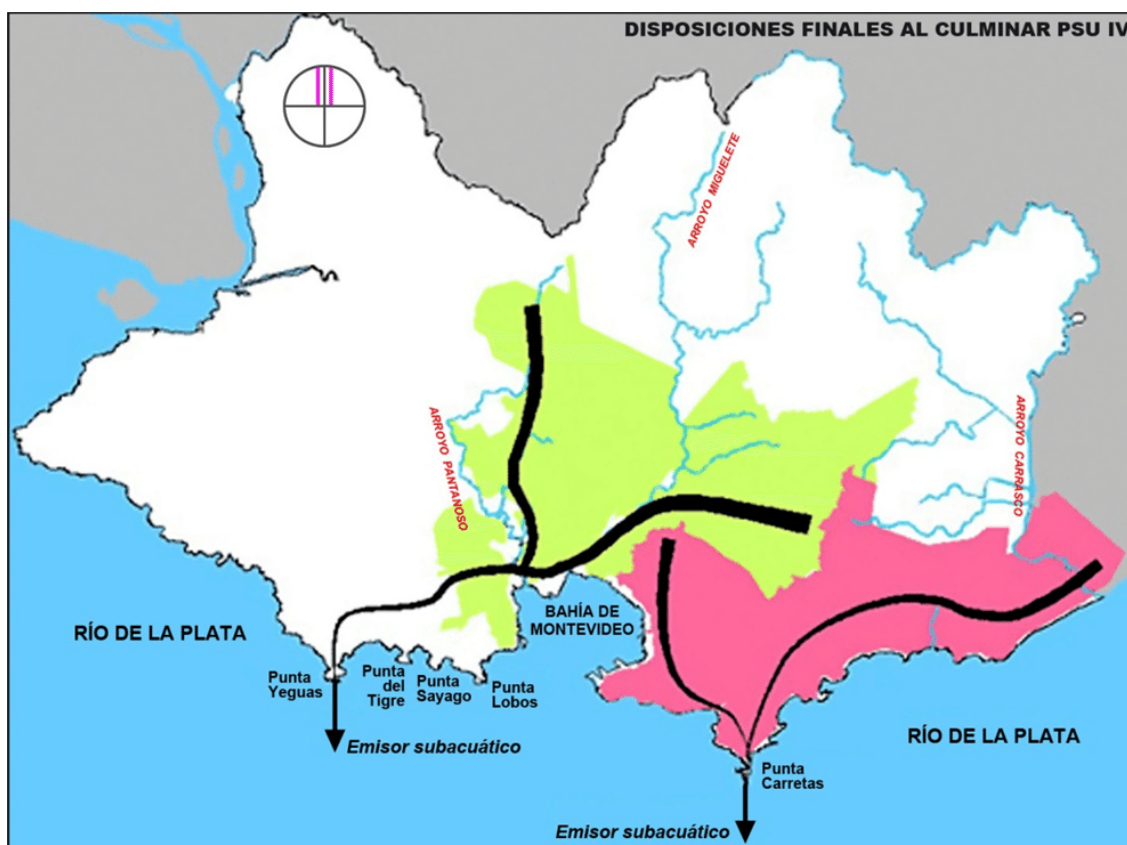


Figura 1.3 Disposiciones finales al culminar PSU IV. ¹

¹ https://montevideo.gub.uy/sites/default/files/iar_final_psuiv_20121.pdf



Sistema de Gestión Ambiental - Certificación por Norma ISO 14001 de playas y espacio costero

El Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental integra el grupo de trabajo denominado “Comité Participativo de Gestión de Playas”. Este es un ámbito multidisciplinario, integrado por representantes de diferentes Departamentos y Servicios de la Intendencia de Montevideo, que tiene a su cargo el seguimiento de los aspectos ambientales de las siete playas certificadas y otros espacios de la costa de Montevideo, por la norma internacional ISO 14001 y la promoción de acciones de mejora continua.

En febrero de 2005, la Intendencia de Montevideo obtiene la Certificación ISO 14001 sobre la gestión ambiental de las playas Ramírez, Pocitos, Buceo y Malvín posicionándose como la primera ciudad capital en haber logrado dicho reconocimiento al desempeño ambiental en la gestión de sus playas. En noviembre de 2007 y en enero de 2010 se incorporan a este sistema certificado la playa de los Ingleses y la playa Honda respectivamente. Finalmente en el año 2013 se agregó a la certificación toda la costa desde playa Buceo a playa de los Ingleses, logrando incorporar al sistema de gestión no solamente las playas sino los espacios que se encuentran entre las mismas. Hasta la fecha se mantiene la certificación de la totalidad del Sistema.

En el marco de este sistema de gestión ambiental, el usuario debe tener en cuenta las siguientes prácticas en la playa para el disfrute de todos:

- está prohibido el ingreso de animales durante la temporada estival en las playas habilitadas para baños (período 15 de noviembre a 31 de marzo).
- utilizar las papeleras para desechar los residuos generados.
- evitar los baños de inmersión dentro de las 24 horas después de lluvias intensas.
- respetar las señales y la cartelería dispuesta en las playas.
- no está permitido ingresar con vehículos de cualquier naturaleza salvo los autorizados.

Certificación de Calidad mediante la Norma ISO 9001:2008 del Programa de vigilancia costera de playas

En el mes de marzo de 2013, el Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental, Departamento de Desarrollo Ambiental, Intendencia de Montevideo, alcanza la certificación de sus principales procesos, incluyendo el “Monitoreo y vigilancia de la calidad de agua de playas”. Esta certificación, que se ha renovado año a año, es expedida por UNIT (Instituto Uruguayo de Normas Técnicas) - AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación) e IQNET (*The International Certification Network*), y demuestra que este proceso se realiza conforme a los requisitos de la Norma ISO 9001:2015, constituyendo un logro que refleja la calidad del trabajo realizado en el marco de este Programa.

Implementación del uso de una bandera para prevenir riesgos a la salud humana

En el año 2010 la Intendencia de Montevideo habilita al Servicio de Guardavidas a utilizar una nueva bandera a efectos de alertar a la población sobre condiciones sanitarias adversas en las playas. Las banderas utilizadas hasta ese momento (verde, amarilla y roja) indican exclusivamente el grado de peligrosidad física (tormenta eléctrica, lluvia, viento, corrientes, mareas, etc.). Es así que, por Resolución de la Intendente de Montevideo (Resolución N° 1324/10), se autorizó al mencionado Servicio a utilizar la bandera sanitaria, de color ROJO con



una cruz VERDE en su centro cuando en alguna de las playas se produzcan los siguientes eventos: aparición de cianobacterias (conocidas como "algas verdes tóxicas"), de cnidarios tóxicos (medusas de tipo "fragata portuguesa"), presencia de hidrocarburos y otros que a juicio de la División Salud deban ser indicados a los usuarios de las playas a efectos de prevenir riesgos a la salud.

Métodos de análisis y evaluación

Con el fin de controlar la calidad de las playas y prevenir riesgos a la salud de los bañistas, el Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental de la Intendencia de Montevideo realiza durante todo el año estudios de calidad del agua de las playas de Montevideo desde Punta Espinillo hasta Miramar.

Los procedimientos de muestreo y análisis, realizados en el Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental, se basan en metodologías estándar y son llevados a cabo por personal calificado en cumplimiento de lo especificado en el Manual de Gestión correspondiente.

En todos los casos las muestras son extraídas entre las 8 y las 13 horas, siendo trasladadas refrigeradas al laboratorio donde se realiza la determinación de, salinidad, conductividad, y coliformes fecales² en todas las muestras, así como turbiedad, temperatura, oxígeno disuelto, pH, clorofila *a*³, microcistina, fósforo total, nitrógeno total en playas seleccionadas.

La evaluación de los resultados de coliformes fecales se realiza de acuerdo a los criterios adoptados por la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA). *"Para evaluar la condición de aptitud de las playas, la DINAMA-División Calidad Ambiental mantiene el estándar del Decreto 253/79 (el de la clase 3 = media geométrica móvil ≤ 1000 UFC/100ml en función de 5 muestras consecutivas)"*

<https://mvotma.gub.uy/component/k2/item/10013252-monitoreo-de-playas-temporada-2018-2019>

y para realizar esta evaluación se toman solamente los días considerados representativos⁴. Esto se sustenta en que el sistema de saneamiento de Montevideo es de tipo unitario y existe cartelería en cada playa habilitada en la que se recomienda no bañarse en las 24 horas posteriores a las lluvias.

El informe de evaluación de los resultados obtenidos por el Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental se eleva mensualmente en temporada no estival a la Dirección del Departamento de Desarrollo Ambiental y a diferentes dependencias dentro del mismo departamento. En temporada estival este informe se envía además a División Salud (Departamento de Desarrollo Social) de la Intendencia. La comunicación a la población en temporada estival se realiza semanalmente a través del sitio web institucional: <https://montevideo.gub.uy/areas-tematicas/ambiente/evaluacion-de-la-calidad-del-agua-en-las-playas/informe-semanal-de-calidad-del-agua-de-las-playas-de-montevideo>

En el mismo sitio web se encuentran también disponibles los informes anuales de evaluación. <https://montevideo.gub.uy/areas-tematicas/salud/informes-anuales-de-evaluacion-de-calidad-del-agua-de-playas-y-costas>

² Se realiza según el procedimiento de filtración por membrana: "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater" (APHA-AWWA-WPCF, 23rd Ed., 9222 D)

³ Reportado en el Capítulo 4 - Monitoreo de floraciones de cianobacterias tóxicas en playas

⁴ Se considera día representativo cuando no ocurrieron vertimientos ocasionados por precipitaciones durante las 24 horas anteriores al muestreo.

2. Evaluación de la calidad del agua de las playas del Departamento de Montevideo en temporada no estival

Introducción

Entre los meses de abril a noviembre la utilización de las aguas de playa para recreación por contacto directo es muy escasa, fundamentalmente debido a las bajas temperaturas, por lo que durante este período se realizan operaciones de mantenimiento en el sistema de saneamiento, lo que provoca muchas veces vertimientos a la costa. En este contexto, las campañas de muestreo en temporada no estival tienen como objetivo realizar una vigilancia de las playas para detectar la ocurrencia de incidentes no previstos, que pueden afectar la calidad del agua, y dar una pronta y oportuna respuesta en la eventualidad que esto suceda. El período no estival reportado en este informe se encuentra comprendido entre el 1° de abril y el 14 de noviembre de 2020

Frecuencia de extracción de muestra y evaluación

Durante la temporada no estival se extrajeron muestras una vez por semana. La calidad del agua de las playas se evalúa en función de los días representativos. Este criterio se sustenta en estudios previos de la Intendencia de Montevideo en los que se concluye que durante las primeras 24 horas posteriores a los vertimientos de saneamiento se dan afectaciones importantes en la calidad de aguas que impiden el cumplimiento de la normativa.

Además de las muestras de agua de playa, se extraen muestras de 17 aportes costeros (vertederos, arroyos y cañadas) que desembocan en cada playa, cuyos resultados se reportan en el Capítulo 5. En la Figura 2.1 se identifican las playas de las que se extrae muestra tanto en temporada no estival como estival. El listado de los puntos de muestreo en temporada no estival se presenta en la Tabla 2.1.

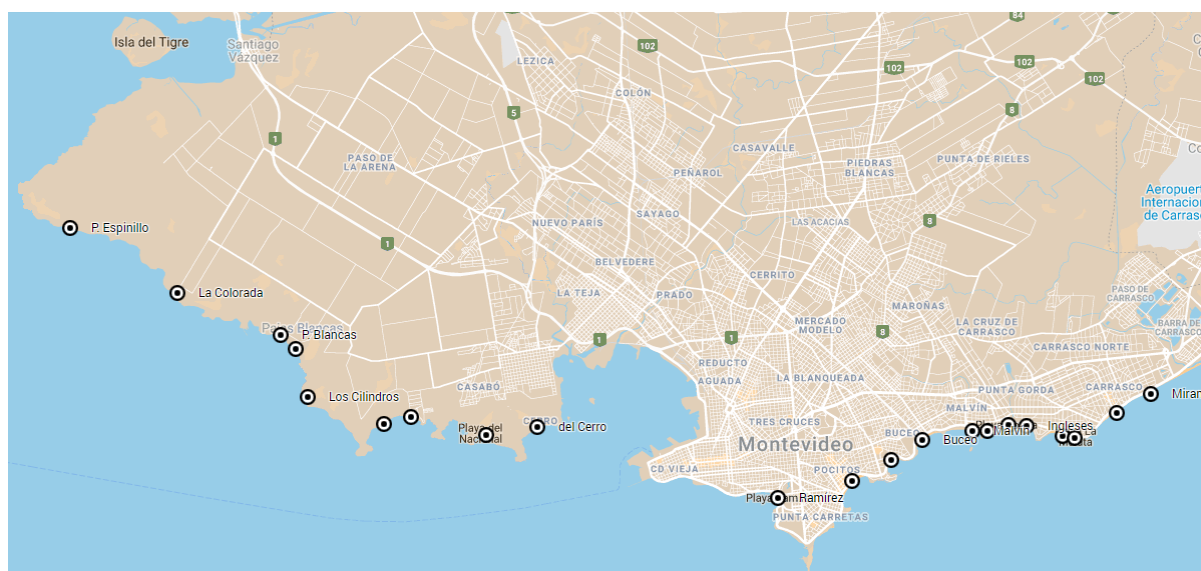


Figura 2.1. Ubicación geográfica de los puntos de muestreo de playas.



Listados de puntos de muestreo de playas				
Nombre del Punto	Abreviatura	Ubicación física del lugar de toma de muestra	Ubicación satelital del lugar de toma de muestra	
Playa Punta Espinillo	PE	Al medio de la playa	34°50'22.8"	56°24'45.7"
Playa La Colorada	LC	Al medio de la playa	34°51'29.6"	56°22'34.5"
Playa Pajas Blancas	PB	Al medio de la playa	34°52'13.9"	56°20'25.8"
Playa Punta Yeguas	PY	Al medio de la playa	34°53'43.1"	56°18'18.0"
Playa Santa Catalina	SC	Desde la bajada del auto, pasando 10 metros la cañada	34°53'35.1"	56°17'44.7"
Playa del Cerro	PA	Frente a la calle Vizcaya	34°53'47.1"	56°15'09.5"
Playa Ramírez	RAM	Frente a la calle Sarmiento	34°54'59.8"	56°10'12.3"
Playa Pocitos	POC	Frente a la calle Buxareo	34°54'41.2"	56°08'38.0"
Playa Buceo	BUC	Al medio de la playa	34°53'59.0"	56°07'15.7"
Playa Malvín	MAL	Frente a la calle 18 de diciembre	34°53'49.8"	56°06'16.0"
Playa Honda	H	A la altura de la calle Gallinal	34°53'44.1"	56°05'28.8"
Playa de los Ingleses	ING	Al medio de la Playa	34°53'44.71"	56°05'06.1"
Playa Verde	VDE	Frente a San Marino	34°53'53.2"	56°04'22.6"
Playa Carrasco	CAR	Frente al Hotel Carrasco	34°53'31.0"	56°03'16.7"
Playa Miramar	MIR	Frente a la calle French	34°53'05.7"	56°02'19.0"

Tabla 2.1. Ubicación de los puntos de muestreo costero en temporada no estival. Nota: En Punta Espinillo y Punta Yeguas se realiza un muestreo en el mes.

En la temporada no estival, con la información resultante de los muestreos representativos, se elabora un informe mensual que se eleva al Departamento de Desarrollo Ambiental de la Intendencia de Montevideo.

En este capítulo se evalúan los resultados de los análisis de las muestras extraídas del agua de las playas durante el período no estival. Los resultados de las muestras extraídas de vertimientos costeros se analizan en el Capítulo 5.

Resultados

Durante la temporada no estival del año 2020 se realizaron 28 salidas para realizar extracción de muestra de playas, de las cuales 26 fueron en días representativos. La Figura 2.2 resume los resultados obtenidos durante la temporada, mostrando el porcentaje de excedencias registradas respecto al límite establecido para Clase 3 del Decreto 253/79.

Finalmente, en el **Anexo** se presentan las tablas que muestran, para cada playa, la evolución de la media geométrica MG5 de coliformes fecales durante todo el período no estival.

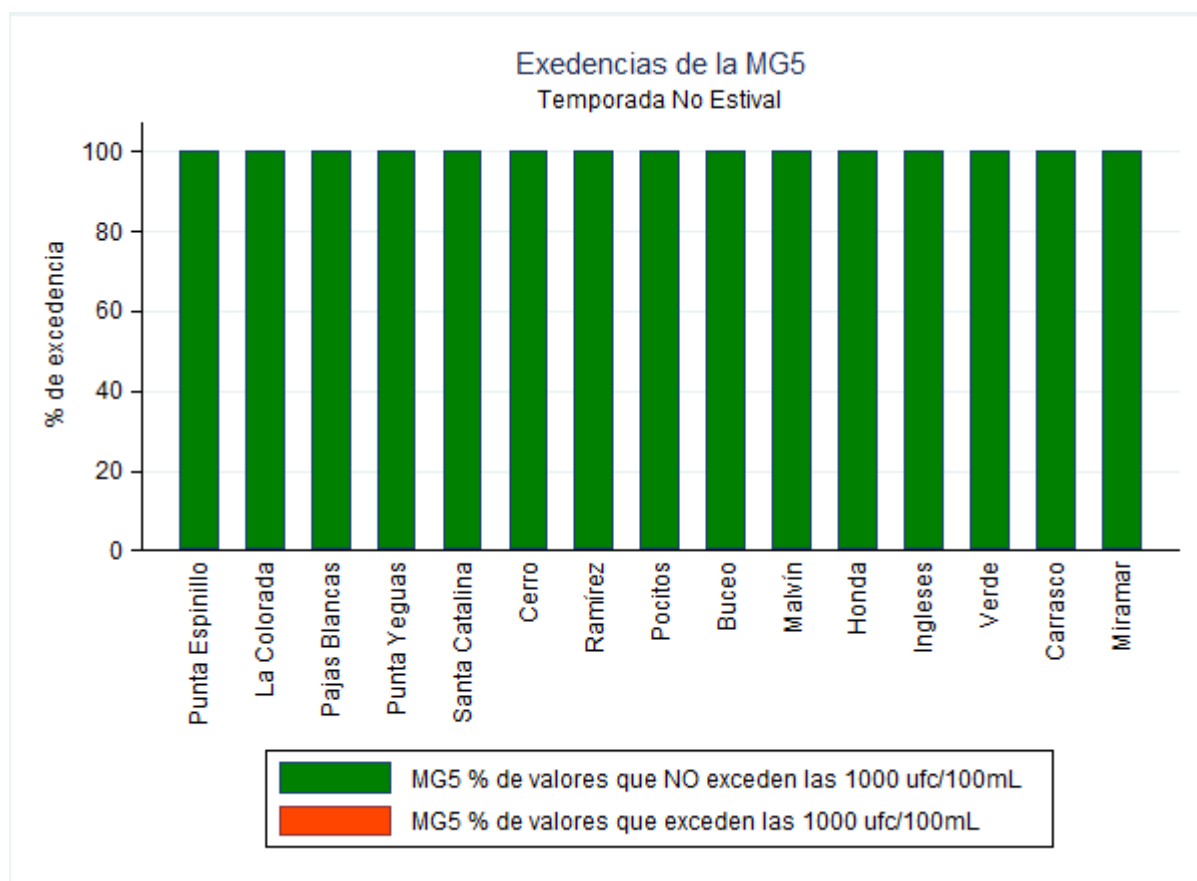


Figura 2.2 Excedencia de la MG5 en las playas de Montevideo. (En caso de registro de valores excedidos se coloca el valor de la excedencia sobre la barra roja)

Conclusiones

Durante la temporada no estival 2020 no se registraron excedencias de la MG5 en ninguna de las playas analizadas. Como se comenta en el capítulo 3, en la Playa Santa Catalina se canalizaron los aportes que vertían a la playa y por otro lado también se canalizó el colector de la calle Francia en el Cerro. En el Capítulo 5 se presentan los datos de los aportes que llegan a las playas.



3. Evaluación de la calidad del agua de las playas del Departamento de Montevideo en la temporada estival

Durante el período estival, se planifican cuatro muestreos semanales entre Punta Espinillo y playa Miramar. Estas campañas comprenden la extracción de muestras de agua de las playas y de los aportes costeros correspondientes (vertederos, arroyos y cañadas que desembocan en cada playa).

Como se mencionó anteriormente, el sistema de saneamiento de Montevideo es en su mayoría unitario: las aguas servidas y las aguas pluviales escurren por las mismas conducciones y en presencia de precipitaciones estas conducciones descargan directamente en el Río de la Plata. Es por esto que la Intendencia de Montevideo desaconseja el uso de las aguas de playas para baños en las 24 horas posteriores a la ocurrencia de precipitaciones (colocando cartelera en las playas habilitadas a efectos de advertir a la población) y en la evaluación de la calidad de agua de playa para recreación por contacto directo se consideran solamente los días representativos.

El programa de monitoreo comprende 21 puntos de muestreo de agua de playas, a los que se suman puntos de muestreo de arroyos, cañadas y vertederos del sistema que se comunican con el Río de la Plata, (en total 39 puntos). En este capítulo se evalúan los resultados de los análisis microbiológicos de la calidad del agua de las playas en temporada estival. Los resultados de los análisis realizados en los aportes costeros se analizan en el Capítulo 5.

En la Tabla 3.1 se presenta la ubicación de los puntos de muestreo durante la temporada estival. Los estudios bacteriológicos (coliformes fecales) se complementan con medidas de salinidad, conductividad, temperatura, turbidez, pH, clorofila y la evaluación de floraciones de cianobacterias, cuyos resultados se presentan en el Capítulo 4.



Listados de puntos de muestreo de playas				
Nombre del Punto	Abreviatura	Ubicación física del lugar de toma de muestra	Ubicación satelital del lugar de toma de muestra	
Playa Punta Espinillo	PE	Al medio de la playa	34°50'22.8"	56°24'45.7"
Playa La Colorada	LC	Al medio de la playa	34°51'29.6"	56°22'34.5"
Playa Pajas Blancas	PB	Al medio de la playa	34°52'13.9"	56°20'25.8"
Playa Zabala	Z	Al medio de la playa	34°52'29.19"	56°20'09.54"
Playa Los Cilindros	PC	En la zona menos rocosa para ingresar	34°53'15"	56°19'53"
Playa Punta Yeguas	PY	Al medio de la playa	34°53'43.1"	56°18'18.0"
Playa Santa Catalina	SC	Desde la bajada del auto, pasando 10 metros la cañada	34°53'35.1"	56°17'44.7"
Playa del Nacional	PN	Al medio de la playa	34°53'53.5"	56°16'12.4"
Playa del Cerro	PA	Frente a la calle Vizcaya	34°53'47.1"	56°15'09.5"
Playa Ramírez	RAM	Frente a la calle Sarmiento	34°54'59.8"	56°10'12.3"
Playa Pocitos	POCB	Frente a la calle Miguel Barreiro	34°54'41.2"	56°08'38.0"
Playa Puerto del Buceo	PPB	Al medio de la playa	34°54'19.01"	56°07'53.37"
Playa Buceo	BUC	Al medio de la playa	34°53'59.0"	56°07'15.7"
Playa Malvín	MAL	Frente a la calle 18 de diciembre	34°53'49.8"	56°06'16.0"
Playa Brava	BRA	Al medio de la playa	34°53'50.47"	56°05'54.74"
Playa Honda	H	A la altura de la calle Gallinal	34°53'44.1"	56°05'28.8"
Playa de los Ingleses	ING	Al medio de la Playa	34°53'44.71"	56°05'06.1"
Playa Verde	VDE	Frente a San Marino,	34°53'53.2"	56°04'22.6"
Playa Mulata	MTA	Al medio de la playa	34°53'56.81"	56°04'07.20"
Playa Carrasco	CAR	Frente al Hotel Carrasco	34°53'31.0"	56°03'16.7"
Playa Miramar	MIR	Frente a la calle French	34°53'05.7"	56°02'19.0"

Tabla 3.1 Listado de puntos de muestreo de playas en temporada estival



Resultados

Se presentan los estudios de evaluación de los resultados de la temporada estival 2020-2021 (período 15 de noviembre de 2020 al 31 de marzo de 2021). Durante esta temporada se realizaron 37 salidas de extracción de muestra, siendo 30 de ellas en días representativos.

Días representativos. Medias Geométricas (MG de la temporada⁵ y MG5⁶)

En la tabla 3.2 se muestran los valores de las MG de todos los datos de la temporada para las playas estudiadas. En ésta se observa que ninguna de las playas habilitadas supera el valor de 1000 ufc/100mL (Clase 3 de Decreto 253/79 y modificativos posteriores), ni de 500 ufc/100mL (límite de la Clase 2b para el mismo Decreto). Las playas Puerto del Buceo y Miramar se identifican con color rojo ya que no están habilitadas para baños por la Intendencia de Montevideo desde hace varios años. Esto se debe a que los antecedentes históricos indican que no presentan condiciones homogéneas durante la temporada, pudiendo aparecer eventualmente valores puntuales muy superiores a los límites que indica la reglamentación vigente.

Playa	MG temporada
Punta Espinillo	20
La Colorada	35
Pajas Blancas	31
Zabala	33
Los Cilindros	31
Punta Yeguas	58
Santa Catalina	100
Nacional	46
Cerro	157
Ramírez	47
Pocitos	57
Puerto del Buceo	161
Buceo	71
Malvín	45
Brava	27
Honda	20
Ingleses	29
Verde	27
Mulata	37
Carrasco	139
Miramar	226

Clasificación:

	Playa con aguas aptas para baños
	Playa en alerta por presentar irregularidades en los valores
	Playa no habilitada para baños

Tabla 3.2. Clasificación de las playas de Montevideo y Media Geométrica de la temporada para coliformes fecales (ufc/100 mL).

⁵ Media Geométrica de todos los valores de la temporada.

⁶ MG5: Media Geométrica móvil de los últimos 5 registros consecutivos.

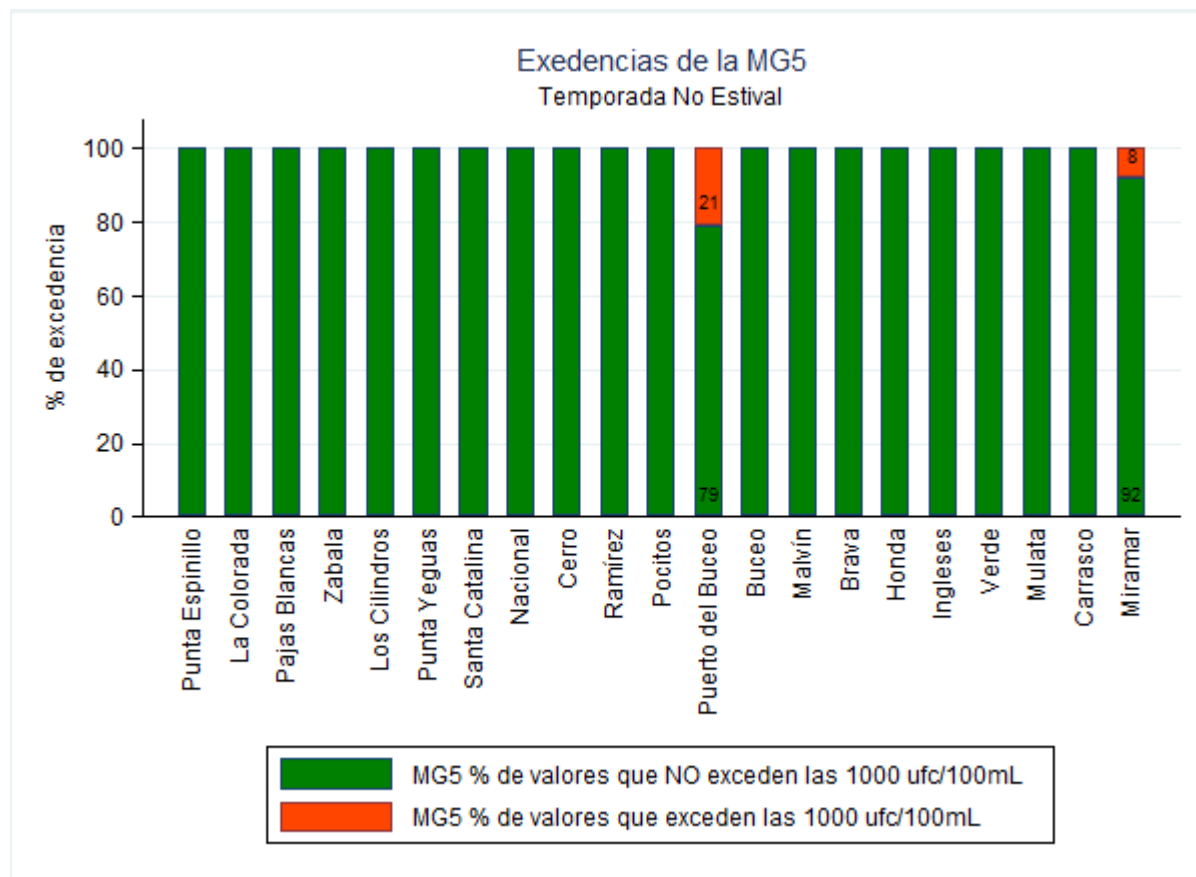


Figura 3.1. Excedencia de las MG5 superiores a 1000 ufc/100 mL en las playas de Montevideo. (En caso de registro de valores excedidos se coloca sobre la barra roja, el valor del porcentaje de excedencia.)

En la Figura 3.1 se presenta un gráfico que resume el comportamiento de las playas durante la temporada estival 2020-2021 mostrando el porcentaje de excedencias registradas respecto al límite de 1000 ufc/100 mL para la media geométrica de cinco valores de coliformes fecales.

Como se observa en la figura 3.1, en esta temporada se registraron excedencias de la MG5 solamente en las playas Puerto del Buceo y Miramar que no están habilitadas para baños por la Intendencia.

Excedencias a la MG5 evaluadas según el límite de 500 ufc/100 mL

En la figura 3.2 se muestra un gráfico con los porcentajes de excedencias de las MG5 de coliformes fecales respecto al límite de 500 ufc/100 mL.

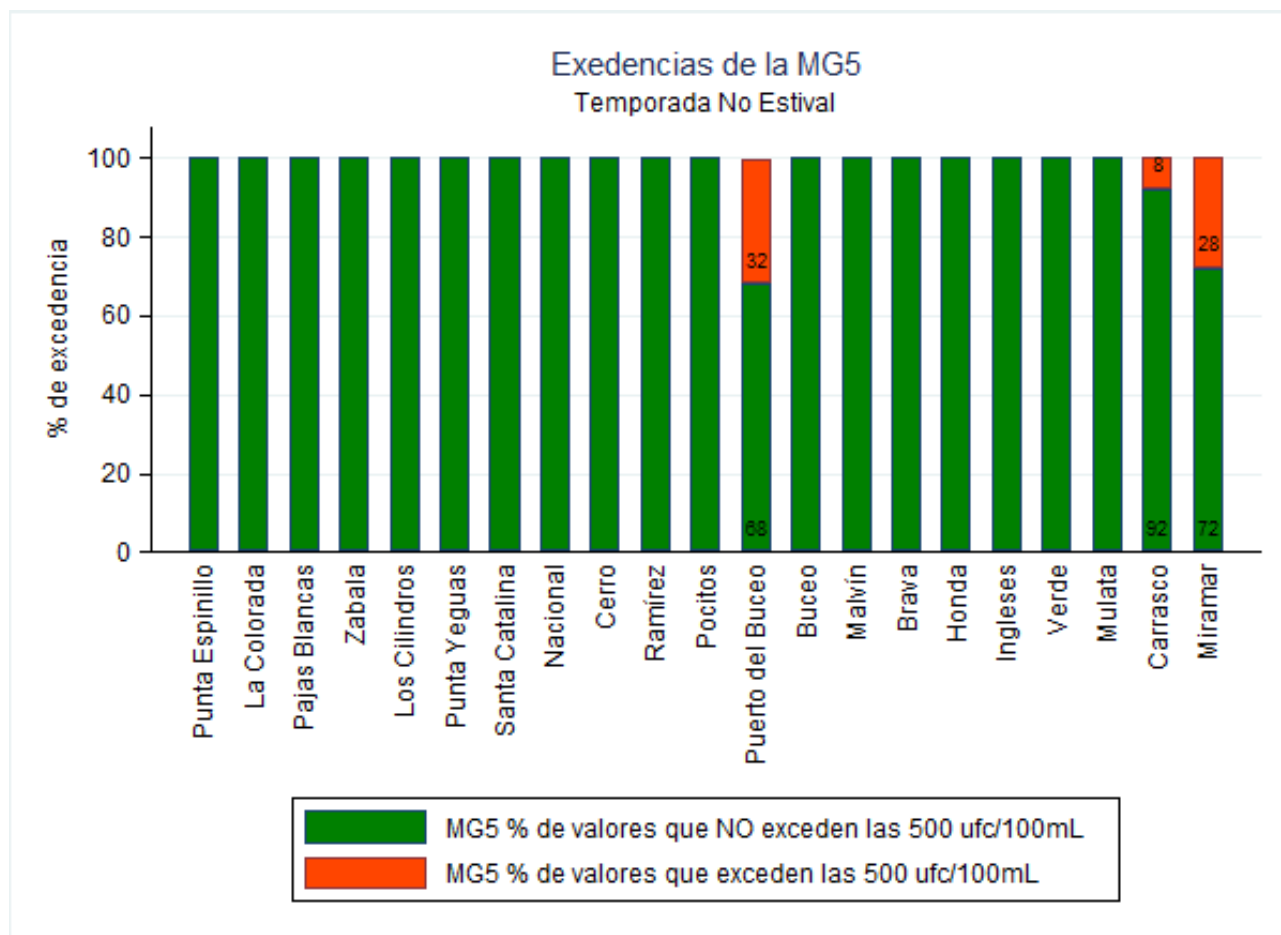


Figura 3.2. Excedencia de las MG5 superiores a 500 ufc/100 mL en las playas de Montevideo. (En caso de registro de valores excedidos se coloca sobre la barra roja, el valor del porcentaje de excedencia.)

Como se muestra en la figura, al analizar los resultados de la temporada con el límite más estricto para la MG5 (500 ufc/100 mL) vemos que la playa Carrasco presentó algunas excedencias, además de las playas no habilitadas Puerto del Buceo y Miramar.

Estudio especial de la playa Santa Catalina

En noviembre de 2019 se finalizaron las obras de saneamiento que canalizan los aportes de aguas residuales que afectaban a esta playa⁷. Esto permitió habilitarla para su uso recreativo en la temporada estival, luego de haber sido temporalmente inhabilitada durante las temporadas anteriores. A modo de evaluar el comportamiento de esta playa respecto a los años anteriores, realizamos un resumen de datos de las últimas temporadas estivales a partir del 2010 (figura 3.3). El resumen muestra el comportamiento de la salinidad, la media geométrica de todos los valores de la temporada y los porcentajes de excedencias de la MG5 dentro de cada temporada.

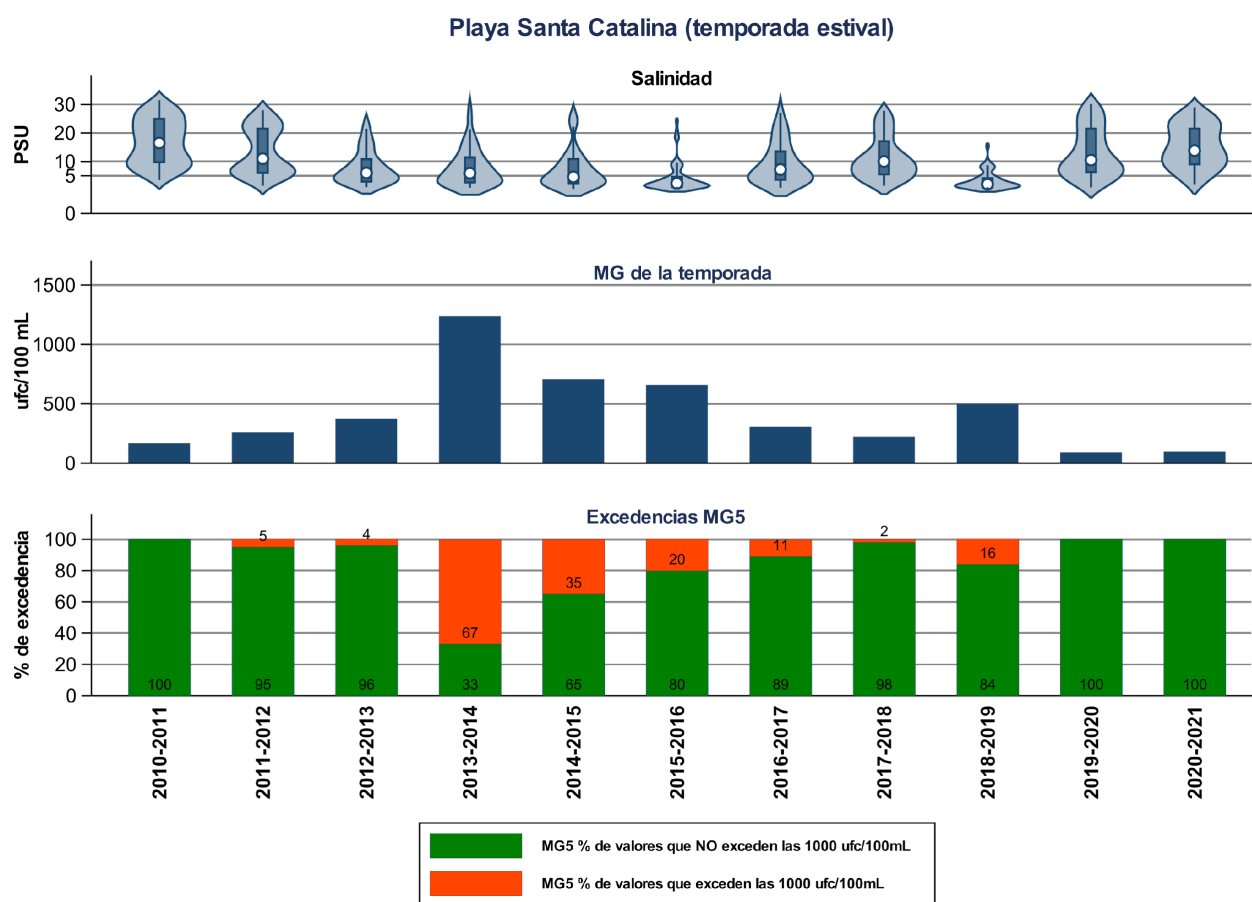


Figura 3.3. Resumen del comportamiento de la playa Santa Catalina en las temporadas estivales a partir de 2009. La Salinidad se representa mediante un gráfico de violín, donde el contorno externo representa la distribución de frecuencia de los datos. Las zonas donde se ensancha el contorno representan una mayor frecuencia de valores en ese rango.

Se destaca que nuevamente esta playa se mantuvo libre de excedencias de la MG5. El comportamiento de salinidad observado en esta temporada fue similar al de la temporada 2010-2011, que como puede observarse fue la de mayores valores de salinidad respecto a las demás temporadas. Si bien esta mejora en la calidad de la playa se continuará evaluando, sin dudas representa un hito muy positivo en el mejoramiento de la calidad de la playa, largamente reclamado por las vecinas y vecinos de la zona.

⁷Noticia [montevideo.gub.uy: Recuperamos la playa de Santa Catalina](http://montevideo.gub.uy/Recuperamos-la-playa-de-Santa-Catalina)

En el **Anexo** se presentan las tablas con los valores de coliformes fecales para cada una de las playas durante la temporada estival 2020-2021.

Conclusiones

Durante la temporada estival 2020-2021 la calidad de playas habilitadas se mantuvo dentro de los valores que establece la normativa. Como se observa en la Tabla 3.2 los valores de media geométrica de la temporada estuvieron muy por debajo de los límites de 500 y de 1000 ufc/100 mL. Respecto a la media geométrica móvil de 5 días (MG5), ninguna de las playas habilitadas presentó excedencias al límite de 1000 ufc/100mL. Por otro lado, cuando se utilizó el límite de 500 ufc/100 mL, la única playa habilitada que presentó excedencias fue la playa Carrasco. Tanto en esta playa como en la playa Miramar, la cercanía a la desembocadura del Arroyo Carrasco sería el factor que explica estas excedencias.

3.1. Evaluación histórica de la calidad de las playas y su correlación con factores climatológicos

A lo largo del tiempo se ha observado que los valores de coliformes fecales presentes en playas guardan relación con factores climáticos. A modo de ejemplo se presenta el comportamiento de la playa Pocitos (MG de todos los valores del mes de enero) desde 1992 hasta 2021. Junto a los datos de media geométrica de todos los valores del mes de enero se grafican los valores de intensidad de los fenómenos El Niño/La Niña en los mismos períodos. (<http://ggweather.com/enso/oni.htm>). En el punto 4.5.2 se brindan más detalles sobre las causantes de estos fenómenos y se analizan sus efectos sobre otras variables de la costa de Montevideo.

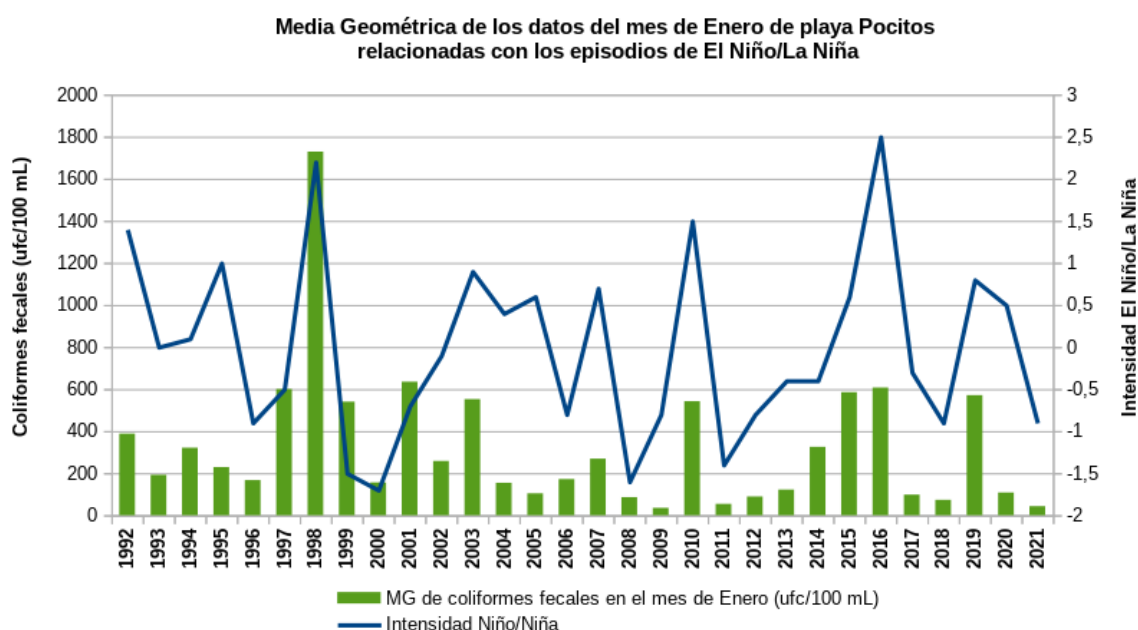


Figura 3.2 Media geométrica de la temporada en la playa Pocitos en relación con la intensidad El Niño/La Niña⁸. Los valores positivos de este índice corresponden a El Niño, y los valores negativos a La Niña.

⁸ Oceanic Niño Index (ONI) para el trimestre EFM, fuente de datos www.noaa.gov



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

La figura 3.2 representa la media geométrica de todos los días del mes de enero en cada temporada para la playa Pocitos. Se toma esta playa como ejemplo por ser una de las que tiene un aliviadero del sistema de saneamiento costero en uno de los extremos. Al observar la figura se puede establecer que en ocurrencia de fuertes episodios de El Niño estas concentraciones aumentan, y si observamos además las figuras 3.3 a 3.8 podemos ver que este comportamiento se repite, con algunas diferencias, en otras playas de la costa. El mismo comportamiento se repite con las variaciones de caudales erogados por la represa de Salto Grande.

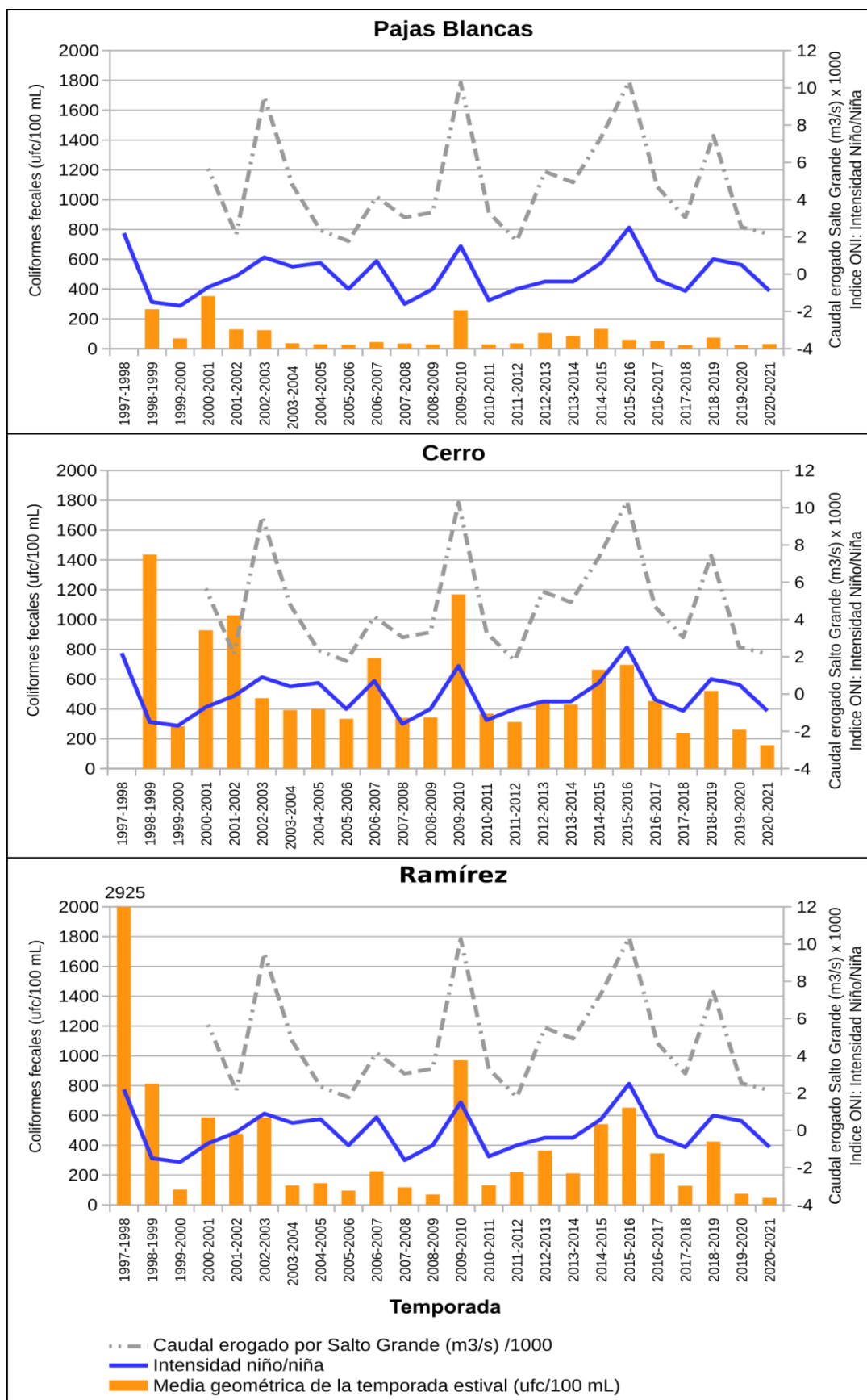


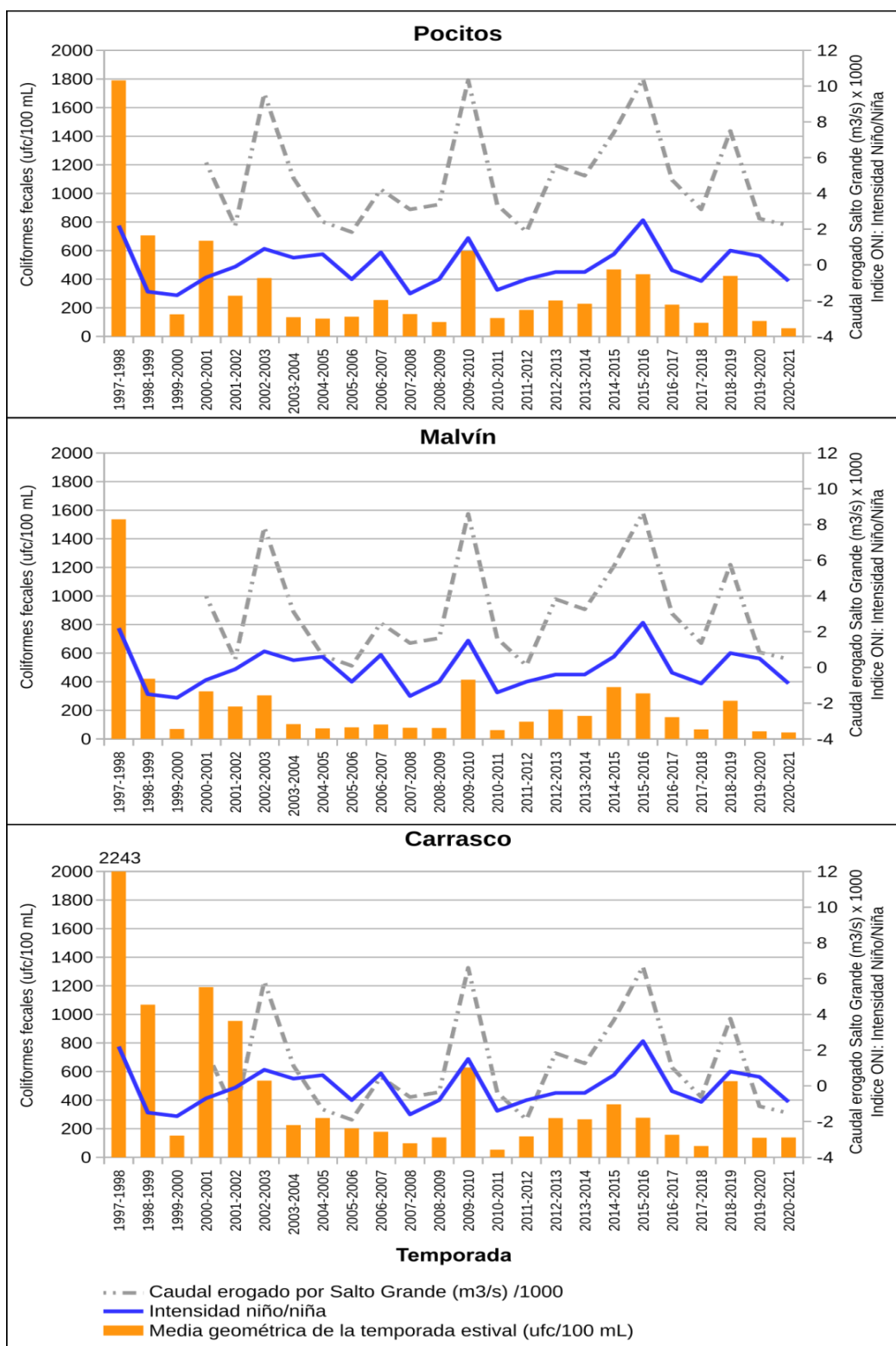
DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua





Figuras 3.3 a 3.8- Medias geométricas de temporadas estivales en comparación con la intensidad del Niño/Niña⁹ y los caudales erogados en la represa de Salto grande.

⁹ Oceanic Niño Index (ONI) para el trimestre EFM, fuente de datos www.noaa.gov.



Conclusiones

Se puede observar que los niveles de concentración de coliformes fecales en las playas varían en forma importante de una temporada a otra y que están influenciados por los caudales que aporta el Río Uruguay y relacionados con las variaciones de intensidad de El Niño y de La Niña.

En las figuras se puede apreciar que los valores de media geométrica elevados están asociados generalmente a la ocurrencia de El Niño, mientras que los más bajos se evidencian en presencia de La Niña. Durante la ocurrencia del primero se registran habitualmente precipitaciones abundantes en las cuencas de los ríos Paraná y Uruguay que son afluentes importantes del Río de la Plata, ocasionando que el frente salino se corra hacia el este. Debido a esto a la altura de Montevideo el Río de la Plata presenta menores valores de salinidad y mayores turbiedades: ambos factores que inciden en el decaimiento bacteriano. Por el contrario en episodios de La Niña es habitual que se presenten condiciones de sequía con intrusión de agua salina en el estuario lo que contribuye a disminuir los valores de coliformes fecales.

En enero de 2019, si bien el fenómeno de El Niño fue de intensidad media, hubo otros fenómenos locales que contribuyeron a las precipitaciones y aumento del caudal de los ríos Paraná y Uruguay.

Se destaca que en la temporada 2015-2016 a pesar de haber ocurrido un evento El Niño de similar intensidad que en 1997-1998 las concentraciones de coliformes fecales en las playas no alcanzaron los valores anteriores. Esta diferencia se puede explicar por los trabajos que la Intendencia de Montevideo realizó de refuerzo del Sistema Costero de Saneamiento que implicaron entre otros: ampliación de la capacidad de la Estación de Bombeo de Punta Carretas, ampliación de la capacidad de la Estación de Bombeo Colombes, ampliación de la capacidad de la Estación Punta Gorda, construcción de un aliviadero al este de la Estación de Bombeo Colombes, refuerzo del Interceptor Costero aguas arriba de la Estación Punta Gorda y ampliación de la capacidad de la Estación de Bombeo Buceo. Todo esto permitió disminuir los vertimientos a la costa. Se ve además que esta diferencia no es de la misma magnitud en las playas del Cerro y Pajas Blancas donde no hay un interceptor costero que conduzca los efluentes o alivie los mismos en ocurrencia de precipitaciones.

Bibliografía (capítulos 2 y 3)

APHA 2017. American Public Health Association. Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water, 23 st. Ed.

APHA 2012. Standard methods for the examination of water and wastewater. 22th edition, APHA, Washington. cap. 9260H.

Bazigaluz, A. 1981. Estudio sinóptico de parámetros hidrológicos y planctónicos de la costa de Montevideo, entre Punta Brava y Punta del Buceo en un mes de invierno. Tesis Facultad de Humanidades y Ciencias, Montevideo, 20pp.

CARP-SHIN-SOHMA 1990 Estudio para la evaluación de la contaminación en el Río de la Plata. Informe de avance 1989. 422 pp

Comisión Administradora del Río Uruguay. www.rio.caru.org.uy

Dirección Nacional de Medio Ambiente. <http://mvotma.gub.uy/calidad-del-agua.html>



**Intendencia
Montevideo**

DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

Intendencia de Montevideo. Cursos de agua

<https://montevideo.gub.uy/areas-tematicas/ambiente/calidad-de-agua/cursos-de-agua>

Intendencia de Montevideo. Plan de Saneamiento Urbano Etapa IV (CCLIP 1)

http://www.montevideo.gub.uy/sites/default/files/indice_21.pdf

Intendencia de Montevideo. Playas.

<https://montevideo.gub.uy/areas-tematicas/ambiente/evaluacion-de-la-calidad-del-agua-en-las-playas>

OMM (Organización Meteorológica Mundial). WMO El Niño/La Niña Updates Archive.

http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/wcasp/enso_updates.html

OMS, 1998. Guías para ambientes seguros en aguas recreativas. Vol. 1: Aguas costeras y aguas dulces. Capítulo 11. Monitoreo y Evaluación.

OMS, 1998. Guías para ambientes seguros en aguas recreativas. Vol. 1: Aguas costeras y aguas dulces. Capítulo 4. Aspectos microbiológicos de la calidad del agua.

SOHMA 2001. Proyecto: "Protección Ambiental del Río de la Plata y su Frente Marítimo: Prevención y Control de la Contaminación y Restauración de Habitats" Campaña: Prospección Ambiental del Río de la Plata y su Frente Marítimo. Informe de resultados de análisis. Noviembre 2001 (www.freplata.org)

USEPA, United States Environmental Protection Agency (2008). *Office of Research and Development / Office of Water. National Coastal Condition Report III*. EPA/842-R-08-002.



4. Monitoreo de cianobacterias tóxicas período estival

Introducción

Las cianobacterias poseen características comunes a las bacterias y a las algas, siendo algunas especies de cianobacterias capaces de generar potentes toxinas que pueden afectar a diferentes organismos vivos, incluyendo a los seres humanos. El crecimiento explosivo de estas cianobacterias se produce, entre otros lugares, a lo largo de la cuenca del Río de la Plata (Ríos Uruguay, Paraná y Negro) y alcanzan las playas de Montevideo principalmente en verano. En nuestras costas aparecen principalmente especies del género *Microcystis* que producen una coloración verde en el agua. Si bien son organismos unicelulares (miden entre 3 a 7 micras), pueden formar colonias que se ven a simple vista. Otra de sus características es la capacidad para flotar, lo que hace que sean transportadas por el viento, acumulándose en zonas protegidas como ensenadas, remansos, bahías etc.

Desde el verano 2001, el Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental inició el monitoreo de las mismas en las playas de Montevideo en el período estival (entre el 15 de noviembre y el 31 de marzo). Este monitoreo tiene por objetivo realizar el seguimiento de la presencia de floraciones tóxicas así como cualquier otro tipo de situación que pueda alterar la calidad del agua (cambios de coloración, mal olor, presencia de peces muertos, entre otros).

En este capítulo se expone la dinámica de monitoreo de las cianobacterias y sus resultados, así como los resultados obtenidos en los análisis de variables fisicoquímicas y ambientales, que influyen directa o indirectamente en la evolución espacial y/o temporal del fenómeno de las floraciones.

Metodología del monitoreo

Registro visual

Acoplado al monitoreo microbiológico de aptitud para baños, se lleva a cabo un registro visual en las 21 playas desde Punta Espinillo hasta Miramar. El mismo consiste en asignar una categoría a cada playa de acuerdo a tres categorías visuales definidas según la presencia de cianobacterias. Este registro fue diseñado como un criterio práctico y sencillo para detectar en tiempo real y a simple vista las diferentes situaciones en cuanto a la concentración de colonias de cianobacterias observadas en las playas.

- **Ausencia de floraciones (situación 0)**, cuando no se detectan colonias en el agua.
- **Presencia sin espuma / floración incipiente (situación 1)**, cuando la concentración de colonias es baja y se encuentran dispersas, no observándose a simple vista desde lejos pero sí al acercarse al agua.
- **Espuma cianobacteriana / floración desarrollada (situación 2)**, cuando la concentración de colonias de cianobacterias es muy alta y aparecen zonas de color verde en el agua, pudiéndose observar a simple vista desde la lejos.

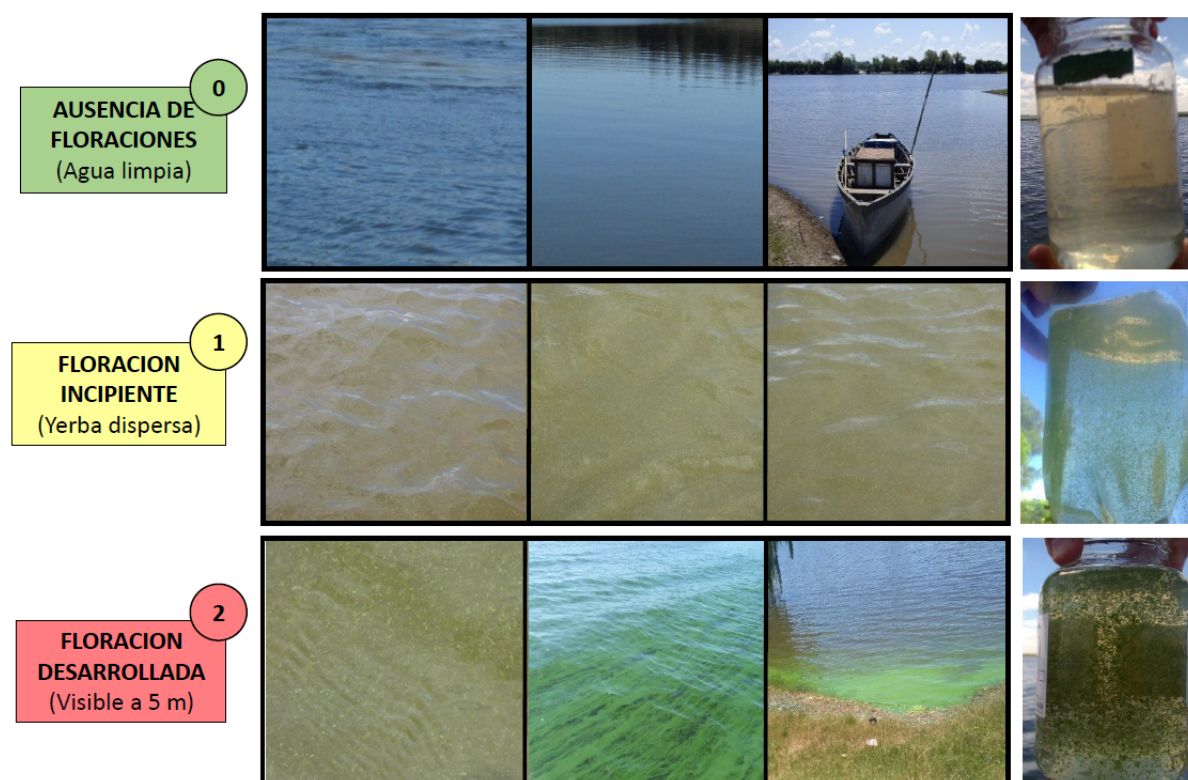


Figura 4.1 FLORACIONES DE CIANOBACTERIAS – ESTADÍOS-0-1-2
<https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/sites/ministerio-ambiente/files/documentos/publicaciones/Cartilla%20Floraciones%20Cianobacterias.pdf>. Imágenes: Guillermo Cervetto

Como surge de la evaluación realizada en colaboración con la cátedra de Inmunología de la Facultad de Química - Universidad de la República, y que fue publicada en el año 2013 (Pirez et al, 2013), la metodología de registro visual implementada en este Servicio desde la temporada 2000-2001 ha demostrado ser una herramienta eficaz y sensible para detectar condiciones de niveles de toxinas asociados a un riesgo alto de posibles efectos sobre la salud. La clasificación visual, junto con otros indicadores ambientales, también permite interpretar la magnitud o la tendencia en el tiempo de la presencia de cianobacterias en las costas del Río de la Plata.

Asociado a esta metodología se encuentra el uso de la bandera sanitaria que los guardavidas están habilitados a colocar (Resolución N° 1324/10) cuando detectan la presencia de acumulaciones de cianobacterias (espuma cianobacteriana) y otros eventos que puedan implicar un riesgo sanitario, como se describió en el Capítulo 1. Se destaca que los funcionarios del Servicio de Guardavidas de la Intendencia de Montevideo, han recibido capacitación en el reconocimiento y la identificación del fenómeno impartido por funcionarios del Servicio ECCA especializados en el tema. Con el paso de los años esta bandera también se ha implementado en otras intendencias.

La metodología de registro visual de cianobacterias, así como la colocación de la bandera sanitaria, fue reconocida en la última edición de la OMS *Toxic Cyanobacteria in Water. A Guide to Their Public Health Consequences, Monitoring and Management* (2021) páginas 811 a 813.



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

A su vez, es importante resaltar que en diciembre de 2013 se conformó una Red de Monitoreo Costero integrada por las intendencias de Colonia, San José, Montevideo, Canelones, Maldonado y Rocha y coordinada por la DINACEA (ex DINAMA) desde su División Calidad Ambiental. A fines de 2016 se integra la Intendencia de Soriano y en el 2021 la Intendencia de Cerro Largo con sus programas de playas interiores. Dicha Red fue consolidada en un convenio con la IM mediante la resolución N° 804/18 y apunta a fortalecer la coordinación interinstitucional entre las intendencias y la DINACEA con varios productos finales como ser: creación de un Protocolo Nacional de actuación frente a la ocurrencia de floraciones de cianobacterias, creación de una aplicación dentro del Observatorio Ambiental en donde se puede observar a tiempo real las playas en el Uruguay que tienen bandera sanitaria (<https://www.dinama.gub.uy/oan/banderas-sanitarias/>) y la generación de un Informe de evaluación (Red de Monitoreo de playas) con los datos aportados por las Intendencias y cargados en el Sistema de Información Ambiental de la DINACEA (<https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/politicas-y-gestion/calidad-ambiental>) entre otros.

Monitoreo de rutina

Una vez por semana se determinan parámetros fisicoquímicos y clorofila *a* en seis playas (Pajas Blancas, Cerro, Ramírez, Pocitos, Malvín y Carrasco) elegidas de forma tal que representen la costa de Montevideo en su totalidad. Por otro lado, cada 15 días también se determinan Fósforo Total, PO₄ y Nitrógeno Total. Además, se realiza un monitoreo selectivo para determinar la concentración de cianotoxinas (microcistinas) tomando muestras (si corresponde) de las tres condiciones de floración mencionadas anteriormente.

Monitoreo de alerta

Este control implica intensificar (en los sitios donde se considere estratégico y en la medida que la logística lo permita) los análisis de clorofila *a*, microcistinas, nutrientes y parámetros físico-químicos en agua en las playas donde aparecen cianobacterias o donde se considere necesario.

Variables descriptivas

Como herramientas de evaluación se utilizan algunas variables que ayudan directa o indirectamente a comprender y describir la dinámica de las cianobacterias en el ambiente receptor.

Clorofila *a*: Es el pigmento fotosintético presente en las plantas y el fitoplancton (algas microscópicas y cianobacterias). Se utiliza como indicador global inespecífico de la concentración de fitoplancton.

Microcistinas: son una familia de hepatotoxinas producidas por algunos géneros de cianobacterias cuya presencia se ha reportado en el Río de la Plata. Si bien existen muchas variantes reportadas para la familia de las microcistinas, la variante LR es la más relevante debido a su toxicidad y es la que se determina en los ensayos de este informe.

El Fósforo Total, Nitrógeno Total y otros parámetros físico-químicos: (salinidad, conductividad, temperatura, oxígeno disuelto, pH y turbidez) son determinaciones analíticas complementarias para caracterizar el ecosistema.



Normativa y guías de referencia

Para la evaluación de los parámetros Fósforo Total, Oxígeno Disuelto, pH y Turbidez se utiliza la reglamentación vigente aplicada por la DINACEA según el Decreto 253/79, que caracteriza a las playas como clase 3 (cursos de agua cuya cuenca tributaria sea mayor a 10 km²)¹⁰. La variable Nitrógeno Total (NT) se evalúa de acuerdo a la Mesa Técnica de Agua (MTA, 2017) para sistemas lóticos (no hay normativa para estuarios).

Para la evaluación de la clorofila *a* y microcistinas se utilizan los valores guía provisionales de la Organización Mundial de la Salud de 2020 (WHO 2020) que reemplazan los niveles de orientación de 1999. En la reciente edición de Chorus & Welke (2021) además se propone un Marco de Niveles de Alerta (árbol de decisiones) para evaluar la exposición en aguas de uso recreativo. En el mismo se agregan distintas opciones para el monitoreo (visual o en laboratorio) ante cada nivel de alerta y se describen las acciones de prevención frente a la presencia de cianobacterias tóxicas en cuerpos de agua de uso recreativo. Cabe destacar que estos niveles de alerta y las acciones propuestas coinciden con las tres categorías de evaluación visual actualmente en uso por la Intendencia de Montevideo.

Parámetro	Unidad	Normativa			
		Valor/Categoría			Referencia
Fósforo Total	mg/L	Máx. 0.025			Decreto 253/79
Oxígeno Disuelto	mg/L	> 5.0			
pH	-	6.5 – 8.5			
Turbiedad	NTU	≤50			
		Bueno	Aceptable	No Aceptable	
Nitrógeno Total	mg/L	≤0.65	0.66-1.00	>1.00	Mesa Técnica de Agua – Sistemas Lóticos (MVOTMA DINAMA 2017)
		Vigilancia	Alerta 1	Alerta 2	
Clorofila <i>a</i>	µg/L	3-12	12-24	-	Chorus y Welke 2021
Microcistinas	µg/L		≤24	>24	WHO, 2020

Tabla 4.1. Normativas y referencias utilizadas

Es importante destacar que en cuerpos de agua como el Río de la Plata en su condición de estuario, la concentración de clorofila no está exclusivamente vinculada con las floraciones de cianobacterias, por lo que estos valores guía deben ser interpretados con sus limitaciones. Es

¹⁰ <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/politicas-y-gestion/calidad-ambiental>



más, en Chorus y Welke (2021) se aclara que para usar la concentración de clorofila como método de monitoreo se debe acompañar de una evaluación cualitativa para determinar la predominancia de cianobacterias en la muestra y además que el valor guía propuesto es altamente conservador, ya que la relación entre concentración de toxina y clorofila suele ser inferior a 1. De todas maneras el valor de concentración de clorofila es un indicador relevante para evaluar el estado del sistema en el tiempo.

Metodología analítica

Clorofila a: Se realiza según el procedimiento espectrofotométrico 10200 H del “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*” (APHA-AWWA-WEF 23st Ed. 2017) y los resultados se expresan en µg/L.

Microcistinas: Se analizan por inmunoensayo ELISA de inhibición utilizando un anticuerpo policlonal contra microcistina LR, en colaboración con las Áreas Inmunología y Bioquímica de la Facultad de Química, Universidad de la República (Pirez *et al.*, 2013), (Brena *et al.*, 2016).

Salinidad: Se realiza según el método 2520 B *Electrical Conductivity Method*, utilizando la escala práctica de salinidad (PSU por su sigla en inglés) (APHA-AWWA- WEF 23st Ed. 2017).

Turbiedad: Se realiza por el método nefelométrico 2130 B. Los resultados se expresan en Unidades Nefelométricas de Turbidez (NTU) (APHA-AWWA- WEF 23st Ed. 2017).

Fósforo total: Valderrama J.C. (1981). The simultaneous analysis of total nitrogen and total phosphorus in natural waters. *Marine Chemistry* 10:1009-1022. - Standard Methods for the Examinations of Water & Wastewater. 22nd Ed. (2012). Método 4500-P E.

Nitrógeno total: Valderrama J.C. (1981). The simultaneous analysis of total nitrogen and total phosphorus in natural waters. *Marine Chemistry* 10:1009-1022. - Kalff J. & Bentzen E. (1984). A Method for the Analysis of Total Nitrogen in Natural Waters. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 41 : 815-819.

Resultados en el período 15 de noviembre de 2020 - 31 de marzo de 2021

Registro visual

La presencia de cianobacterias en las playas de Montevideo varía en función de diferentes condicionantes zonales y regionales, las cuales generan un cambio en la frecuencia de la aparición de espuma cianobacteriana año a año.

Se realizaron 37 muestreos en los 120 días de temporada estival. De esos muestreos solamente en 4 de ellos (10,8%) se registró presencia de cianobacterias sin espuma (situación 1) y no hubo registros de espuma cianobacteriana (situación 2) (Figura 4.1).

Se destaca que el 29 de enero fue el primer registro en la playa Punta Espinillo por parte de los Guardavidas, pero recién el 16 de febrero comenzaron a aparecer con más frecuencia.

Cianobacterias en playas de Montevideo Temporada 2020-2021



Figura 4.2 Resultados del registro visual de presencia de cianobacterias en los 37 muestreos realizados en las playas de Montevideo, temporada 2020-2021. Este resultado se compara con los de temporadas anteriores en la figura 4.3.

Evolución histórica de presencia de cianobacterias

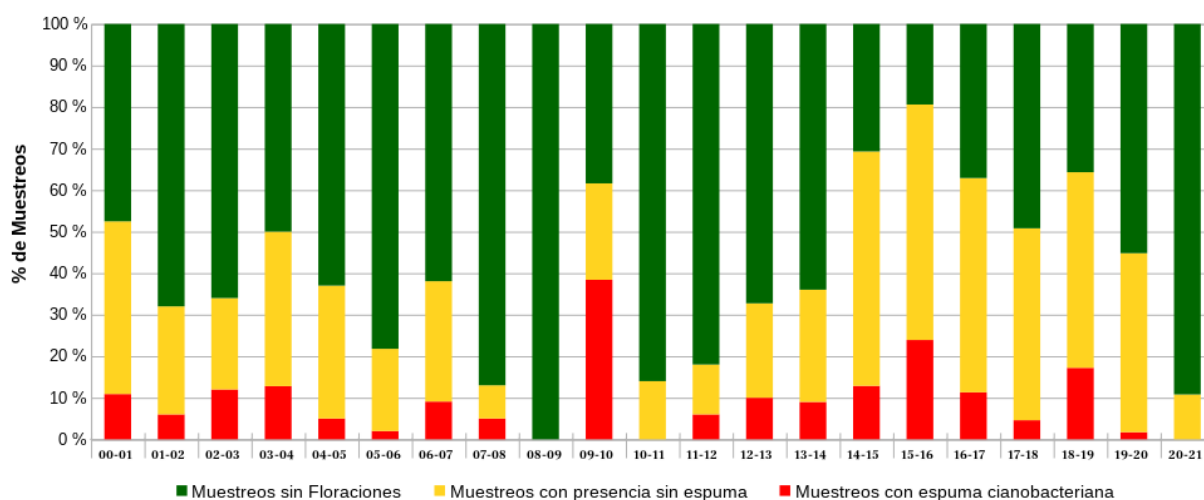


Figura 4.3. Evolución histórica de la presencia de cianobacterias en las playas de Montevideo, período 2000-2021.



Bandera Sanitaria

De los 120 días de la temporada se colocó dicha bandera un total de 54 días, 14 fueron por cianobacterias, 33 por lluvias y el resto por otros (resaca, basura etc). (Fuente: Servicio de Guardavidas IM).

En la siguiente tabla se detalla la cantidad de registros visuales en el monitoreo para cada categoría (situaciones 0, 1 y 2) en cada playa y la cantidad de días que se colocó Bandera Sanitaria.

Playa	Ausencia	Presencia	Espuma	Bandera S.
Punta Espinillo	16	1	0	6
La Colorada	34	1	0	7
Pajas Blancas	33	3	0	4
Zabala	22	4	0	3
Punta Yeguas	19	0	0	3
Santa Catalina	31	2	0	6
Nacional	22	0	0	5
Cerro	33	3	0	5
Ramírez	30	3	0	5
Pocitos Av. Br.	24	2	0	-
Pocitos	34	1	0	4
Puerto Buceo	26	0	0	-
Buceo	31	2	0	3
Malvín	33	2	0	3
Brava	30	2	0	2
Honda	31	1	0	5
Ingleses	32	2	0	4
Verde	32	2	0	3
Mulata	24	1	0	2
Carrasco	32	2	0	2
Miramar	32	2	0	-

Tabla 4.2. Frecuencia de registros visuales en el monitoreo para cada categoría (0, 1 y 2) y cantidad de veces que se colocó Bandera Sanitaria por cianobacterias en las playas.

Fenómeno de El Niño-La Niña, descarga del Río de la Plata, salinidad y cianobacterias

El fenómeno de El Niño Oscilación Sur (ENSO por su sigla en Inglés) influye fuertemente sobre la cuenca y la costa del Río de la Plata. Esta oscilación se expresa como un calentamiento o enfriamiento de las aguas superficiales de la parte central y oriental del Océano Pacífico Ecuatorial. Esto a su vez produce cambios atmosféricos que afectan al régimen meteorológico en una gran parte del Océano Pacífico y el continente americano, lo que en consecuencia afecta a nuestra región. En Uruguay y en la región esta oscilación afecta el régimen de lluvias. Durante su fase de calentamiento (denominada El Niño) se intensifica el régimen de lluvias y, por el contrario, durante la fase de enfriamiento (La Niña) provoca sequías. Estos cambios producen fuertes variaciones en la descarga del Río de la Plata y consecuentemente modifican la presencia de cianobacterias, la salinidad, turbidez y carga de nutrientes en la costa de Montevideo.

En la Figura 4.4 se muestra un gráfico que relaciona la frecuencia de detección de espuma cianobacteriana, la frecuencia de días con salinidades inferiores a 5 y el caudal del Río Uruguay (promedio de la temporada estival utilizando datos de la Comisión Técnica Mixta de Salto Grande). El valor de salinidad de 5 fue seleccionado arbitrariamente como umbral de salinidades relativamente bajas.

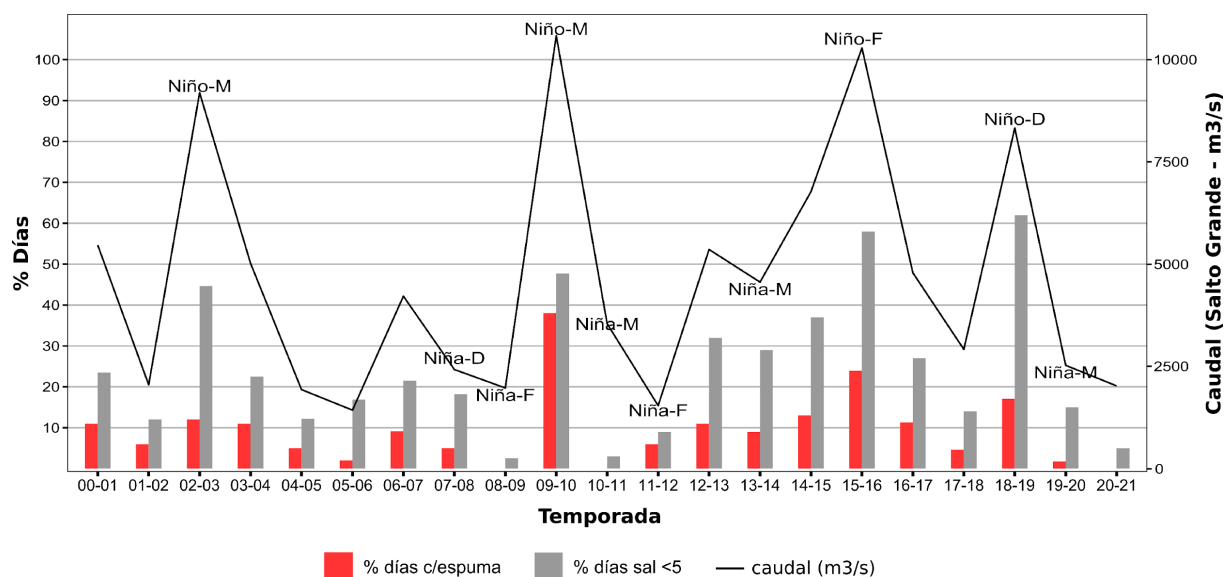


Figura 4.4. Relación entre la frecuencia de días de muestreo con salinidades menores a 5 en las playas de Montevideo (a partir del promedio de las seis playas representativas), % de días de muestreo con presencia de espuma cianobacteriana y el caudal del Río Uruguay (Represa de Salto Grande) de noviembre a marzo en los periodos estivales 2000 al 2021. Niño/Niña: D (Débil); M (Moderado); F (Fuerte).

Según el índice ONI (*Oceanic Niño Index*) en su referencia "Años e Intensidades de El Niño y La Niña" para el Pacífico tropical (<http://ggweather.com/enso/oni.htm>) en los veranos 2002-2003, 2009-2010 y 2015-2016 se presentaron eventos de El Niño coincidiendo con registros de elevado caudal en el Río Uruguay y la presencia de frecuentes floraciones en nuestras costas. Del mismo modo pero de forma inversa se observó la presencia de eventos La Niña que produjeron importantes sequías en la región en los periodos 2005-2006 (Niña Débil),



2007-2008-2009 (Niña Fuerte y Moderada) y 2010-2011 (Niña Fuerte). En concordancia con esto, en los veranos 2008-2009 y 2010-2011 no se detectó espuma cianobacteriana, siendo mínima la frecuencia de días con salinidades inferiores a 5 (3%).

En el verano 2018-2019, si bien se produjo un Niño Débil, ocurrieron fuertes precipitaciones en la cuenca baja del río Uruguay, dando lugar a bajos valores de salinidad en la costa de Montevideo (el más bajo de todos los períodos de estudio ver figura 4.11). En dicha temporada el caudal del Río Uruguay no alcanzó el valor de las temporadas 2009-2010 o 2015-2016, lo que indica que el corrimiento del frente de salinidad del Río de la Plata se ve afectado también por otros factores como la prevalencia de los vientos y los aportes del Río Paraná.

Finalmente, en el marco de un desarrollo del fenómeno La Niña de categoría Moderada, vemos que la temporada estival transcurrió con muy bajas precipitaciones en Uruguay, según se registra en los mapas de precipitaciones de este período de Inumet (<https://www.inumet.gub.uy/index.php/clima/recursos-hidricos/mapas-de-precipitacion>). Esto se vio reflejado en la alta salinidad promedio registrada en la temporada en la costa de Montevideo (figura 4.10).

Análisis de otras variables descriptivas

Durante muestreos seleccionados se realizan además extracción de muestra a efectos de realizar otras determinaciones con el objetivo de correlacionar estos parámetros con la presencia de cianobacterias.

Las variables se analizan para los sitios seleccionados mediante gráficos de cajas y líneas (Box plot) en donde se representan los siguientes elementos: la mediana (línea central), el percentil 25 (límite inferior de la caja), el percentil 75 (límite superior de la caja), el mínimo (extremo de la línea inferior) y el máximo (extremo de la línea superior) Los puntos aislados son valores extremos.

Clorofila *a* y microcistinas

Se realizaron un total de 83 análisis de clorofila *a* de los cuales 76 correspondieron a muestras sin floraciones, 7 a muestras con presencia sin espuma y 0 a muestras con espuma cianobacteriana.

Muestreo	N	Media	Mediana	Mínimo	Máximo
Ausencia	76	8,8	6,2	0,5	90,7
Presencia	7	19,3	10,7	1,1	69,8
Espuma	0	-	-	-	-

Tabla 4.3. Valores de clorofila *a* ($\mu\text{g/L}$) en muestras correspondientes a las tres condiciones de monitoreo (Muestreos sin floraciones, Muestreos con presencia sin espuma y Muestreos con espuma cianobacteriana). N (número de análisis).

El máximo de 90,7 $\mu\text{g/L}$ alcanzado en la categoría *Ausencia* indica que en ciertas ocasiones puede detectarse alta concentración de clorofila por otro tipo de algas.

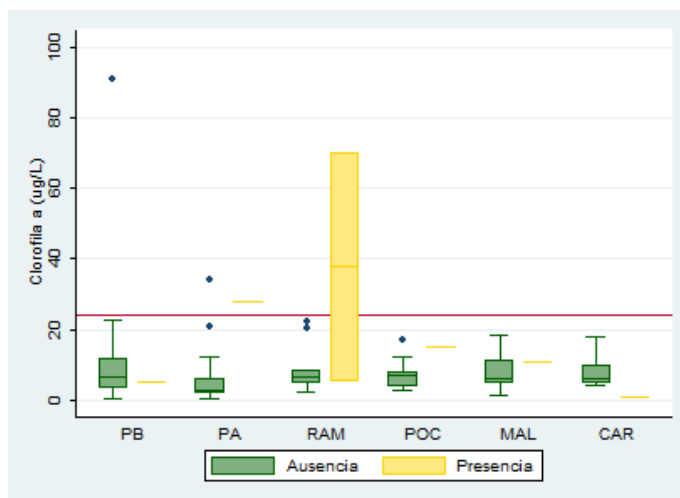


Figura 4.5. Clorofila *a* (µg/L) en las playas Pajas Blancas (PB), Cerro (PA), Ramírez (RAM), Pocitos (POC), Malvín (MAL), y Carrasco (CAR) en situaciones 0 (AUSENCIA) y 1 (PRESENCIA). La línea roja indica el límite para el Nivel de Alerta 2 de 24 µg/L según la OMS (Chorus y Welke 2021).

En la figura 4.4 se muestran las distribuciones de los valores de concentración de clorofila *a* en las playas en las situaciones 0 y 1. Los análisis realizados en situación 0 (Ausencia) están por debajo de este umbral. Aparecen valores puntuales extremos con altas concentraciones debido, posiblemente, a la presencia de otro tipo de algas y no por cianobacterias.

En lo que respecta a las microcistinas, se realizaron un total de 17 análisis todos los cuales correspondieron a muestras en situación 0 (Tabla 4.4).

Categoría visual	Número de análisis	Inferiores al límite de detección (0,3 µg/L)	Inferiores a 0,5 µg/L (no cuantificables)	Cuantificables
Ausencia	17	8	7	3
Presencia	0	0	0	0
Espuma	0	0	0	0

Tabla 4.4. Determinaciones de microcistina en muestras correspondientes a las tres condiciones de monitoreo (Muestreos sin floraciones, Muestreos con presencia sin espuma y Muestreos con espuma cianobacteriana). Los valores inferiores a 0,3 µg/L se encuentran por debajo del límite de detección del método.

Fecha	Sitio	Categoría visual	Microcistinas (µg/L)
28/12/2020	RAM	0	0,53
01/03/2021	RAM	0	0,48
01/03/2021	CAR	0	0,50

Tabla 4.5 Valores de microcistina (µg/L) en muestras correspondientes a las playas en monitoreo de rutina. Se muestran los resultados de aquellas muestras que dieron valores por encima del límite de detección de la técnica (0,3 µg/L).

Fósforo Total, Nitrógeno Total y otros parámetros fisicoquímicos

Los nutrientes, Fósforo Total y Nitrógeno Total, son dos de los factores que influyen directamente en el crecimiento explosivo de las cianobacterias. Asimismo, el oxígeno, la salinidad, el pH, la turbidez y la temperatura son parámetros que sirven para complementar la evaluación a nivel ecosistémico en su totalidad.

Fósforo Total

El aumento de la carga de nutrientes en los sistemas acuáticos genera un marcado incremento de la abundancia de productores primarios, o sea plantas acuáticas, algas y/o cianobacterias. Estas cargas son evaluadas a partir del principal indicador utilizado hoy en día, el Fósforo Total. Al igual que el nitrógeno, es el principal factor limitante de la productividad de los seres vivos que habitan en el medio acuático y es el principal responsable de la eutrofización de los ecosistemas. Se realizaron 35 análisis en el verano (Tabla 4.6) en donde todos los valores (incluso los mínimos) estuvieron por encima de lo indicado en el Decreto 253/79 y modificativos para la clase 3, que establece un máximo de 0,025 mg/L (línea roja en la Figura 4.6).

Sitio	N	Media	Mediana	Mínimo	Máximo
Pajas Blancas	6	0.172	0.09	0.06	0.54
Cerro	6	0.155	0.14	0.09	0.28
Ramírez	6	0.129	0.10	0.08	0.25
Pocitos	5	0.169	0.16	0.11	0.26
Malvín	6	0.170	0.15	0.07	0.37
Carrasco	6	0.219	0.20	0.08	0.39

Tabla 4.6 Fósforo Total (mg/L) temporada 2020-2021 en playas. N: Número de análisis.

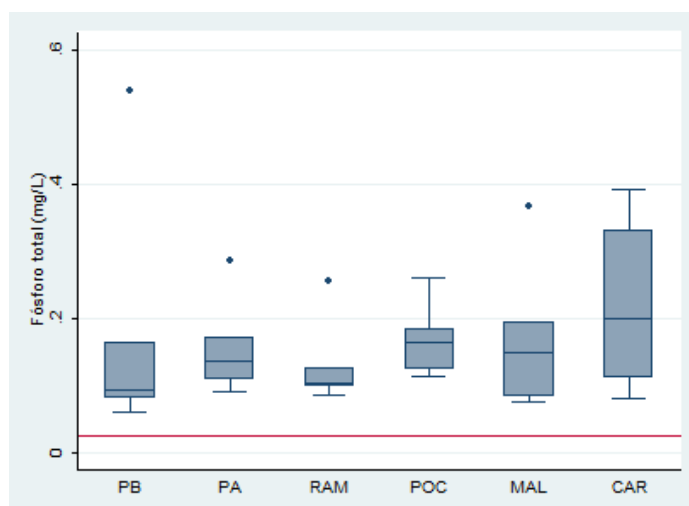


Figura 4.6. Fósforo total en las playas Pajas Blancas (PB), Cerro (PA), Ramírez (RAM), Pocitos (POC), Malvín (MAL), y Carrasco (CAR) en la temporada 2020-2021. La línea roja indica el límite normativo del Decreto N° 253/79 de 0,025 mg P/L.

Nitrógeno Total

El nitrógeno es uno de los principales componentes de la vida acuática (principalmente para las algas y plantas) y se encuentra presente bajo diferentes formas (NH_4 , NH_3 , NO_2 y NO_3). En bajas concentraciones puede actuar como limitante para la vida pero en exceso puede ser perjudicial para el equilibrio del ambiente. Ingresa al medio acuático de forma natural por las lluvias y el aire, mediante aportes difusos (escorrentía, arrastre de materia orgánica del suelo) o de forma antropogénica por aportes puntuales (efluentes domésticos, industriales, etc).

Es un indicador ampliamente utilizado en ambientes acuáticos ya que refleja la suma de todas las formas del nitrógeno. Al no encontrarse contemplado en el Decreto 253/79 utilizamos como guía el límite propuesto por la Mesa Técnica del Agua (2017).

En la temporada 2020-2021, se realizaron 34 análisis (Tabla 4.7).

Sitio	N	Media	Mediana	Mínimo	Máximo
Pajas Blancas	6	0,744	0,672	0,265	1,535
Cerro	6	0,846	0,639	0,510	1,963
Ramírez	6	0,663	0,538	0,441	1,244
Pocitos	5	0,853	0,820	0,570	1,381
Malvín	6	0,878	0,786	0,575	1,295
Carrasco	5	0,852	0,723	0,462	1,753

Tabla 4.7 Análisis de Nitrógeno Total (mg/L) en las playas seleccionadas. N: Número de análisis.

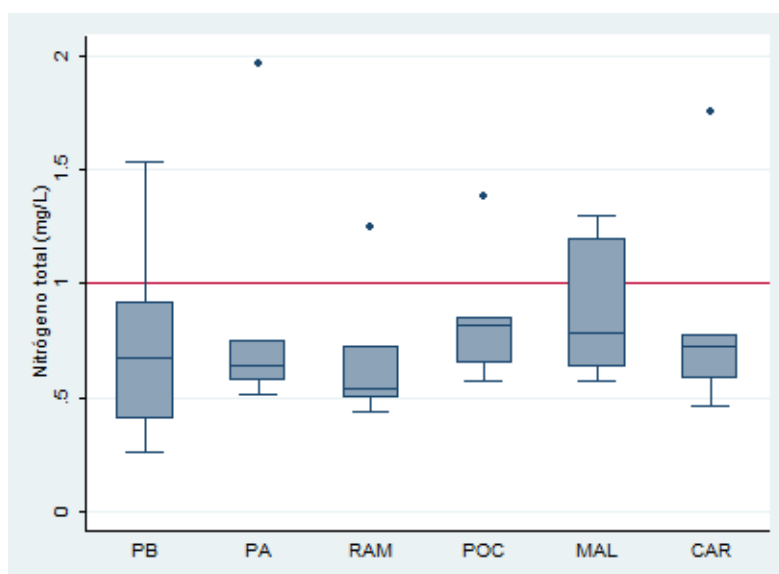


Figura 4.7. Nitrógeno total en las playas, Pajas Blancas (PB), Cerro (PA), Ramírez (RAM), Pocitos (POC), Malvín (MAL), y Carrasco (CAR). La línea roja indica el límite de 1,0 mg /L según Mesa Técnica de Agua (MVOTMA-DINAMA-MTA. 2017).

Otros parámetros fisicoquímicos*Oxígeno Disuelto*

La mayoría de los valores registrados se ubican dentro de los niveles aceptables para este sistema estuarino (entre 5 y 10 mg/L)

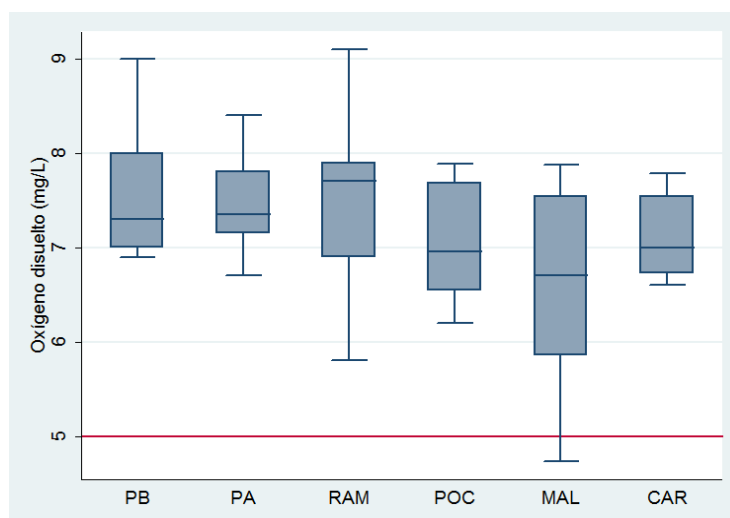


Figura 4.8. Oxígeno Disuelto en las playas Pajas Blancas (PB), Cerro (PA), Ramírez (RAM), Pocitos (POC), Malvín (MAL) y Carrasco (CAR). La línea roja de referencia indica el límite normativo (Clase 3, Decreto N° 253/79 y modificativos): Oxígeno Disuelto (5,0 mg/L).

Salinidad

Si bien la salinidad se mide en todas las playas, se presentan datos de 6 sitios representativos distribuidos a lo largo de la costa de Montevideo.

Como es de esperar, se observa un incremento de la salinidad desde las playas ubicadas al oeste de Montevideo hacia el este (desde Pajas Blancas a Carrasco).

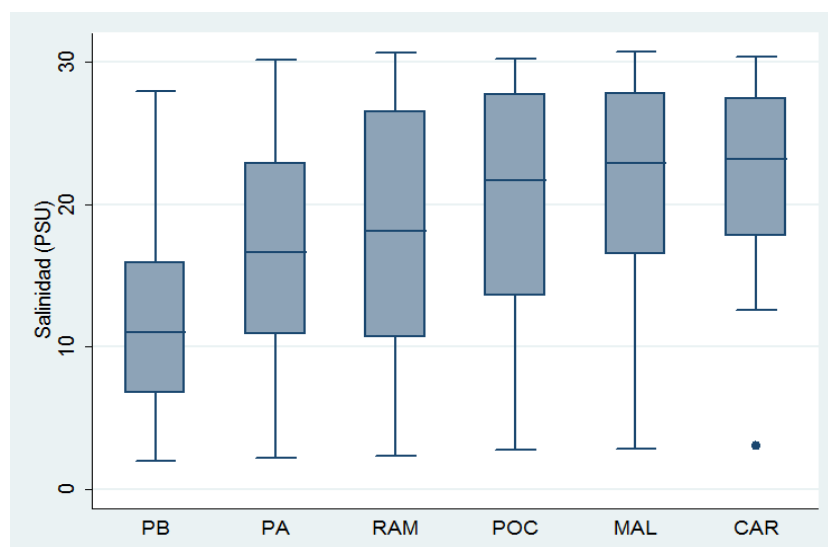


Figura 4.9. Salinidad en las playas Pajas Blancas (PB), Cerro (PA), Ramírez (RAM), Pocitos (POC), Malvín (MAL) y Carrasco (CAR).

El mínimo fue registrado en la playa de Pajas Blancas con un valor de 2,0 y el máximo en Malvín con 30,7.

Esta temporada se caracterizó por una fuerte influencia de agua salada, incluso más que el año pasado, con un promedio general de 18, sin embargo no se superó el promedio alcanzado en el verano 2010-2011 que llegó a 19..

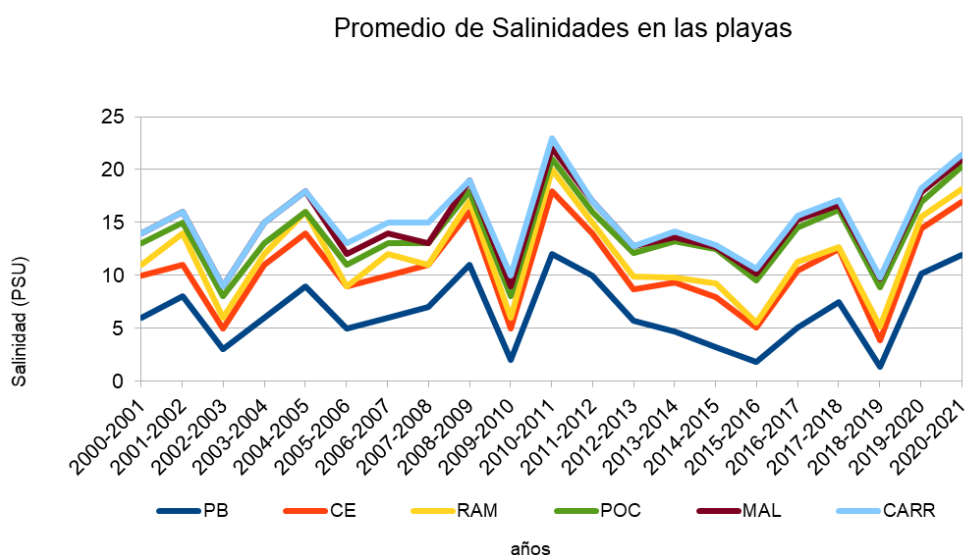


Figura 4.10. Promedio de salinidad en las playas Pajas Blancas (PB), Cerro (PA), Ramírez (RAM), Pocitos (POC), Malvín (MAL) y Carrasco (CAR) en temporada estival desde el año 2000 al 2021.

Turbiedad

La turbiedad del Río de la Plata suele ser elevada debido a que los sedimentos presentan un alto contenido de limo que se resuspende fácilmente en la columna de agua.

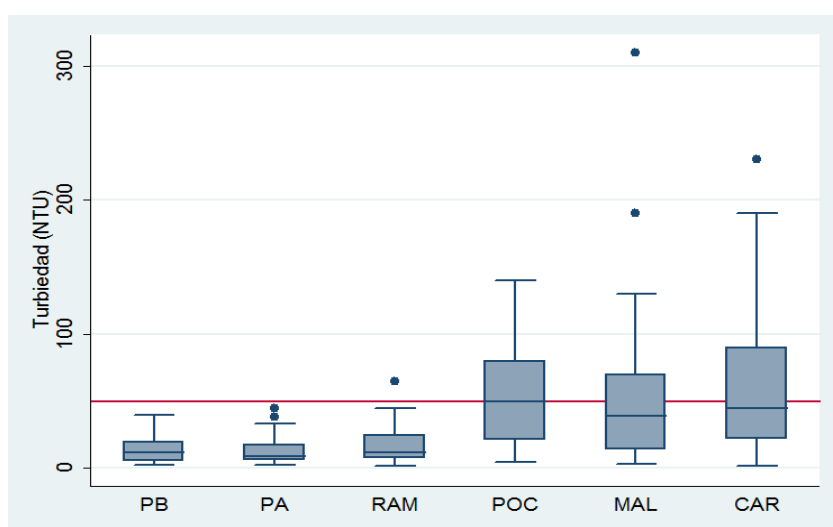


Figura 4.11. Turbiedad en las playas Pajas Blancas (PB), Cerro (PA), Ramírez (RAM), Pocitos (POC), Malvín (MAL) y Carrasco (CAR). La línea roja de referencia indica el límite normativo (Clase 3, Decreto N° 253/79 y modificativos): Turbiedad 50 NTU

La mediana de los valores observada para las playas Pajas Blancas, Cerro, Ramírez, Malvín y Carrasco estuvo por debajo del límite establecido en el Decreto N° 253/79 y modificativos para la clase 3, que establece 50 NTU como máximo.

En las playas Pocitos, Malvín y Carrasco los valores máximos registrados excedieron las 50 NTU, quedando de manifiesto que en el Río de la Plata se supera fácilmente este límite debido a la acción de los vientos, principalmente del sur, que resuspende fácilmente los sedimentos (Figura 4.11).

El mínimo se registró en Ramírez y Carrasco con 1,8 NTU y el máximo en Malvín con 350 NTU.

En las imágenes satelitales siguientes se puede observar como el frente de turbidez se ubica en diferentes zonas: a comienzos del verano se ubicó en las inmediaciones del departamento de San José (Figura.4.12) y en febrero de 2021 se lo puede ver en la zona de Montevideo (Figura.4.13).



Figura 4.12 Imagen satelital Sentinel-2 del día 09/12/2020. Color natural basado en las bandas 4,3,2. (<https://apps.sentinel-hub.com/sentinel-playground/>).



Figura 4.13. Imagen satelital Sentinel-2 del día 27/02/2021. Color natural basado en las bandas 4,3,2. (<https://apps.sentinel-hub.com/sentinel-playground/>).

Temperatura

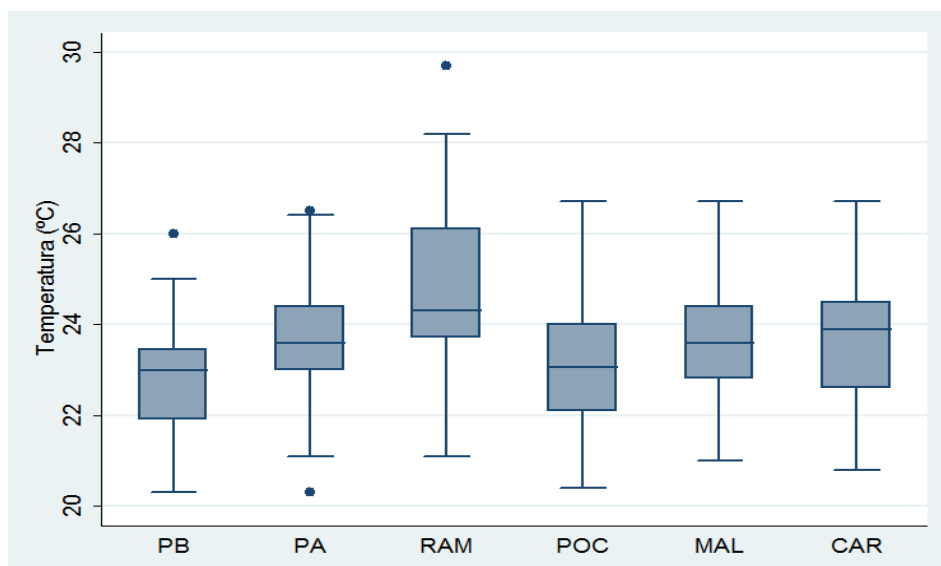
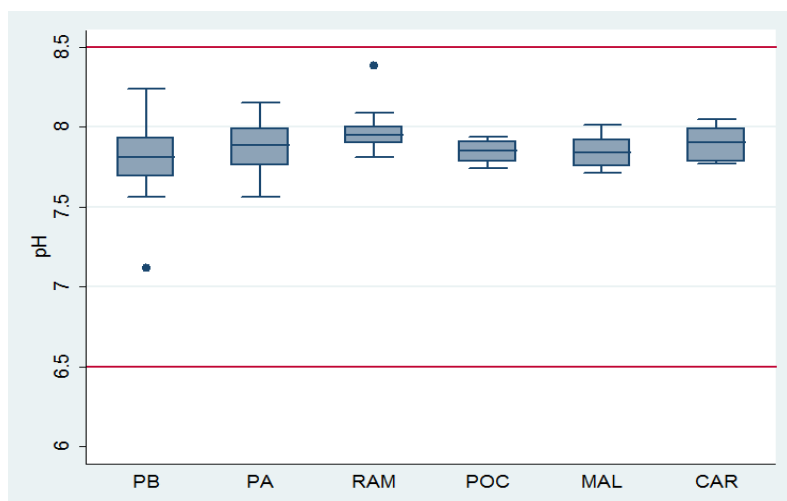


Figura 4.14. Temperatura en las playas Pajas Blancas (PB), Cerro (PA), Ramírez (RAM), Pocitos (POC), Malvín (MAL) y Carrasco (CAR).

El mínimo de temperatura se registró en Pajas Blancas con 20,3°C y el máximo en Ramírez con 29,7°C. (Figura 4.12).

pH



Todos los valores de pH se encontraron dentro de los límites establecidos en el Decreto N° 253/79 y modificativos para la clase 3, que se ubican entre 6.5 y 8.5.

Figura 4.15. pH en las playas Pajas Blancas (PB), Cerro (PA), Ramírez (RAM), Pocitos (POC), Malvín (MAL) y Carrasco (CAR).



Conclusiones

Durante la temporada estival, de un total de 37 muestreos solamente en 4 de ellos (10,8%) se registró presencia de cianobacterias sin espuma (situación 1) y no hubo registros de espuma cianobacteriana (situación 2). El primer registro de presencia se realizó durante el mes de diciembre pero los demás registros se produjeron a partir del 17 de febrero, lo que da cuenta de la distribución temporal de la aparición de cianobacterias observada en esta temporada.

El Servicio de Guardavidas colocó la Bandera Sanitaria en un total de 54 días, en 14 de ellos el motivo fue por cianobacterias, en 33 por lluvias y el resto por otros motivos como está previsto en la Resolución N° 1324/10.

La salinidad registrada en las playas (en valores promedios) fue la más alta desde el verano 2010-2011, llegando a alcanzar un máximo de 30,7 en la playa Malvín.

En cuanto a los factores climáticos que contribuyeron a la situación registrada, la temporada transcurrió con el desarrollo del fenómeno La Niña en el Pacífico (categorizado como “Moderada”) y se registraron pocas precipitaciones en el país, lo que estuvo acompañado por un bajo caudal del Río Uruguay. La mayor frecuencia de presencia de cianobacterias en las playas desde mediados de febrero se pudo correlacionar con un pequeño pico de caudal en la represa de Salto Grande desde finales de enero hasta los primeros 10 días de febrero. Este pico no estuvo relacionado con lluvias en el país, según los datos de Inumet.

La concentración de Fósforo Total en las playas de Montevideo continúa siendo muy elevada según los valores establecidos para ríos y se categoriza a las playas en niveles eutróficos. Sin embargo la concentración de Nitrógeno Total estuvo por debajo de esa categoría durante esta temporada.

Bibliografía

Bonilla, S., Haakonsson, S., Somma, A., Gravier, A., Britos, A., Vidal, L., De León, L., Brena, B., Pírez, M., Piccini, C., Martínez de la Escalera, G., Chalar, G., González-Piana, M., Martigani, F., Aubriot, L. 2015. Cianobacterias y cianotoxinas en ecosistemas límnicos de Uruguay. INNOTECH, 10 (9 - 22).

Box J.D., 1981. Enumeration of cell concentrations in suspension of colonial freshwater microalgae, with particular reference to *Microcystis aeruginosa*. British Phycol. Journal, 16: 153-164p.

Brena, BM, Díaz, L., Sienra, D. Ferrari, G., Ferraz, N., Hellman, U., Gonzalez-Sapienza, G., Last Jerald A., “ITREOH Building of Regional Capacity to Monitor Recreational Water: Development of a Non-commercial Microcystin ELISA and Its Impact on Public Health Policy”. Int J Occup Environ Health 2006;12:377–385

Carreto JI Negri RM & Benavides HR 1986. Algunas características del florecimiento del fitoplancton en el frente del Río de la Plata. I: Los sistemas nutritivos. Revista Investigación y Desarrollo Pesquero 5: 7-29.

Comisión Administradora del Río Uruguay. www.rio.caru.org.uy



Chorus, Ingrid & Bartram, Jamie. (1999). Toxic cyanobacteria in water. A guide to their public health consequences, monitoring, and management / edited by Ingrid Chorus and Jamie Bertram. *World Health Organization*.

Chorus, I., & Welker, M. (Eds.). (2021). Toxic cyanobacteria in water: A guide to their public health consequences, monitoring and management (Second edition). CRC Press.

GESTA-Agua (2008). Propuesta de modificación del Decreto 253/79. Normas reglamentarias para prevenir la contaminación ambiental mediante el control de las aguas. Versión consolidada setiembre 2008.

De León L & JS Yunes 2001. First report of a microcystin-containing bloom of the cyanobacterium *Microcystis aeruginosa* in the La Plata River, South America. *Environmental Toxicology*, 16: 110-112

De León L 2001. Estudio de una floración de cyanobacterias en la costa Montevideana Enero 2001. Informe de asistencia técnica para el LHA IMM. Sección Limnología, Facultad de Ciencias, Universidad de la República.

Dirección Nacional de Medio Ambiente. <http://mvotma.gub.uy/calidad-del-agua.html>

Facultad de Ciencias. Sección Limnología. <http://limno.fcien.edu.uy/proyectosactuales.html>

Ferrari G & S Méndez 2000 Reports of phytoplankton species producers of coastal water discolorations in Uruguay. *Iheringia (Série Botânica)*, 54: 3-18. Porto Alegre

Gómez-Erache M, J. J. Lagomarsino, K. Núñez, D. Vizziano y G. Nagy. Eds. 2001. Producción fitoplanctónica en la zona frontal del Río de la Plata. El Río de la Plata. Investigación para la Gestión del Ambiente, los Recursos Pesqueros y la Pesquería en el Frente Salino. Programa EcoPlata, Montevideo, Uruguay.

Hoeger S, Hitzfeld B & Dietrich D. 2005. Occurrence and elimination of cyanobacterial toxins in drinking water treatment plants. *Toxicology and Applied Pharmacology* 203; 231-242.

Hubold G 1980 Hydrography and plankton off southern Brazil and Rio de la Plata, August-November 1977. *Atlântica*, 4: 1-22.

Kalff J. & Bentzen E. (1984). A Method for the Analysis of Total Nitrogen in Natural Waters. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 41 : 815-819.

Komarek J, Azevedo S, Domingos P, Komarkova J & Tichý M. 2001. Background of the Caruaru tragedy; a case taxonomic study of toxic cyanobacteria. *Algological Studies* 103 (Cyanobacterial Research 2) 9-29

Méndez, S; Gómez, M; Ferrari, G. Planktonic Studies of The Río de la Plata and its Oceanic Front. P. G. Wells and G. R. Dorbon. Eds. 1997. El Río de la Plata. Una Visión Sobre su Ambiente. Un Informe de Antecedentes del Proyecto EcoPlata. Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia.

Mesones C 1991 Ecología del fitoplancton de superficie en la plataforma continental uruguaya. Tesis de Licenciatura en Oceanografía Biológica, Facultad de Humanidades y Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. 280 pp

Monteiro M. I. C., Ferreira F. N., de Oliveira N. M. M. & Ávila A. K. (2003). "Simplified version of the sodium salicylate method for analysis of nitrate in drinking waters". *Analytica Chimica Acta* (477) 125 – 129.



MVOTMA-DINAMA-MTA. 2017. Informe de asesoría a la Mesa Técnica del Agua. Documento técnico n° 1. Establecimiento de niveles guía de indicadores de estado trófico en cuerpos de agua superficiales. 47pp.

Nagy Gustavo J, Phennikov-Severova Valentina y Robatto. Patricia Variabilidad de la salinidad mensual en Montevideo, zona frontal del Río de la Plata, en respuesta a las fluctuaciones ENOS consecutivas y del caudal del Río Uruguay (1998-2000) en Vizziano D, P Puig, C Mesones, GJ Nagy, Ed. 2001. El Río de la Plata. Investigación para la Gestión del Ambiente, los Recursos Pesqueros y la Pesquería en el Frente Salino.

OMM (Organización Meteorológica Mundial). WMO El Niño/La Niña Updates Archive. http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/wcasp/enso_updates.html

OMS, 1998. Guías para ambientes seguros en aguas recreativas. Vol. 1: Aguas costeras y aguas dulces. Capítulos 6 y 7. Algas y Cianobacterias.

OMS, 2020. Cyanobacterial toxins: microcystins. Background document for development of WHO Guidelines for drinking-water quality and Guidelines for safe recreational water environments. Geneva: World Health Organization; 2020 (WHO/HEP/ECH/WSH/2020.6). <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/338066/WHO-HEP-ECH-WSH-2020.6-eng.pdf>

Pirez, M; González-Spienza. G.; Sienra, D; Ferrari, G.; Last, M.; Last, J; Brena, B M. Limited analytical capacity for cyanotoxins in developing countries may hide serious environmental health problems. Simple and affordable methods may be the answer. Journal of Environmental Management (E), v.: 114, p.: 63 - 71, 2013.

Sivonen K, Niemela S, Niemi R, Lepisto L, Luoma T & Rasanen L. 1990. Toxic cyanobacteria (blue-green algae) in Finnish fresh and coastal waters. Hydrobiologia 190: 267-275.

Smayda, T. 1997. What is bloom? Limnology and Oceanography 42: 1132-1136)

Smith, V.H., Tilman, G.D. y Nekola, J.C., 1999. Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs of freshwater, marine and terrestrial ecosystems. En: *Environmental Pollution*, 100(1- 3), pp. 179-196.

Valderrama. J.C. (1981). "The simultaneous analysis of total nitrogen and total phosphorus in natural waters". Mar. Chem. (10) 109 – 122.

WHO (2020). Cyanobacterial toxins: Anatoxin-a and analogues; Cylindro-spermopsins; Microcystins; Saxitoxins. Background documents for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality and Guidelines for Safe Recreational Water Environments. Geneva: World Health Organization. <https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/water-sanitation-and-health/water-safety-and-quality/publications>



5. Estudio de metales pesados en resaca

La resaca es un material heterogéneo constituido principalmente por restos vegetales (palos, hojas, semillas, entre otros) de variado tamaño, material particulado de diverso origen (valvas de mejillones, almejas y arena de color oscuro) y, en menor proporción, material fino de tipo limo - arcilloso. La presencia de estos materiales en la costa es un fenómeno natural determinado por la dinámica costera que involucra múltiples factores, entre los que se destacan las corrientes, los vientos y las mareas. Este fenómeno se observa en diversas playas, acumulándose materiales en la zona de rompiente, principalmente después de las tormentas. El material que se deposita en la arena una vez que la marea baja es extraído por la División Limpieza de la IM.

Desde la temporada 2011-2012 se lleva adelante un monitoreo de metales en la resaca de las playas ubicadas al este y al oeste de la Bahía de Montevideo. Si bien inicialmente se realizaron muestreos puntuales en algunas playas, desde el año 2014 el monitoreo se mantiene de forma regular en las seis playas que se utilizan como representativas de la costa de Montevideo.

Cabe destacar que todas las muestras analizadas hasta el presente presentan valores de plomo y cromo total menores que los niveles de referencia de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos de América (400 mg de Pb/kg suelo, en suelo de áreas recreativas infantiles, USEPA, 1994, actualizado 2001) y del nivel máximo propuesto para cromo (230 mg cromo total /kg suelo) basado en riesgos para la salud humana (Soil Screening Guidance, SSG, USEPA, 2002).

De acuerdo a estos resultados podemos concluir que el contenido de metales de la resaca no significa un riesgo para la recreación en las playas.

En las figuras 5.1 y 5.2 se muestran los resultados para cromo y plomo desde 2014.

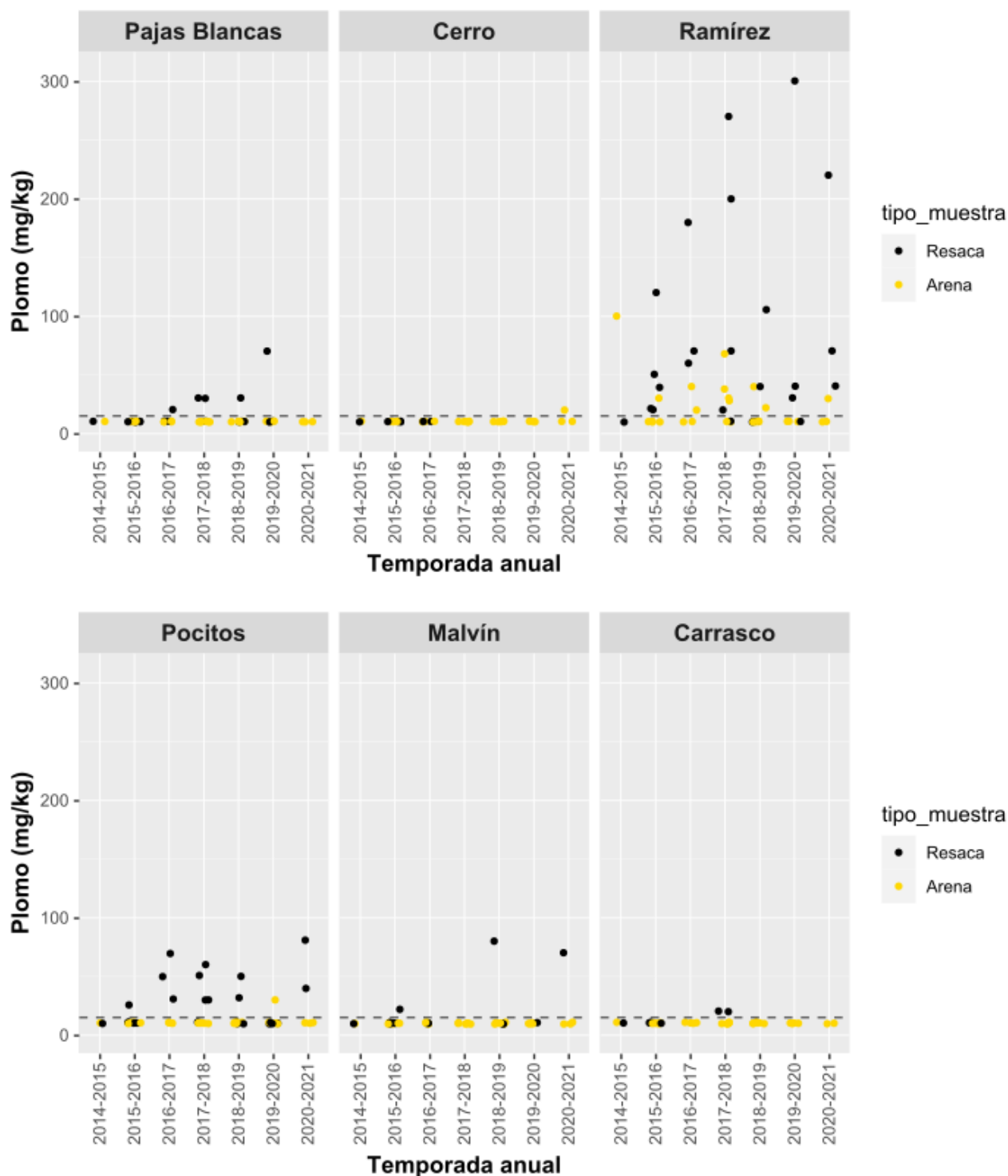


Figura 5.1- Determinación de plomo en muestras de resaca y arena de las playas al oeste (panel superior) y al este de Punta Carretas (panel inferior). Cada temporada anual se define desde el 1 de abril de un año al 31 de marzo del año siguiente. La línea punteada horizontal marca el límite de detección de la técnica (20 mg/kg) y a los valores inferiores a este límite se les asignó el valor 10 únicamente para que pudieran ser representados.

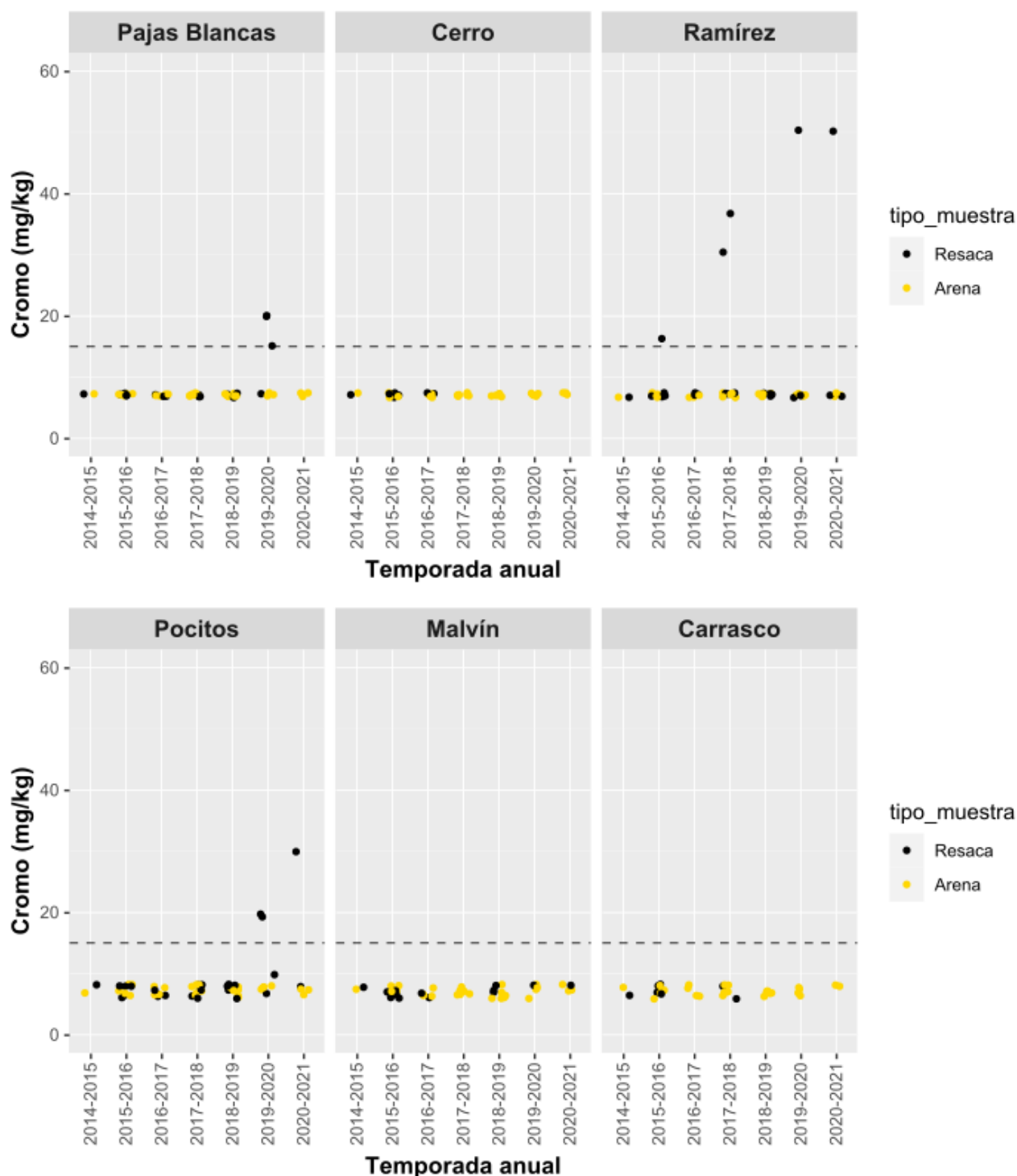


Figura 5.2- Determinación de cromo en muestras de resaca y arena de las playas al oeste (panel superior) y al este (panel inferior). Cada temporada anual se define desde el 1 de abril de un año al 31 de marzo del año siguiente. La línea punteada horizontal marca el límite de detección de la técnica (15 mg/kg) y a los valores inferiores a este límite se les asignó el valor 7 únicamente para que pudieran ser representados



6. Bioensayos

Los bioensayos son una herramienta ecotoxicológica que permite determinar el riesgo por agentes contaminantes, conocidos o no, que se encuentran en el ambiente. Por tanto, permiten evaluar los efectos de las sustancias tóxicas, estén o no identificadas, sobre la biota.

Dado que cada especie presenta características biológicas particulares, ellas le pueden otorgar una sensibilidad diferencial a los distintos contaminantes y por ello es recomendable utilizar más de un bioensayo que se corresponda con distintos organismos de prueba en lo posible de niveles tróficos y hábitat diferentes.

El estudio realizado a las distintas matrices (agua, arena y resaca) del monitoreo de playas durante el período 2011 a 2021 se considera un cribado orientado a identificar del riesgo ecotoxicológico de algunos sitios de la costa del Río de la Plata en el departamento de Montevideo. No puede considerarse una estimación precisa de la magnitud o frecuencia de los niveles de toxicidad, pero sí permite alertar la existencia de niveles con efecto tóxico o la diferencia relativa entre los sitios relevados.

En agua de playa los niveles de toxicidad fueron poco frecuentes (<5%) y su magnitud no superó el nivel moderadamente tóxico con el ensayo de *Vibrio fischeri*.

Las muestras de arena mostraron resultados tóxicos que superan los niveles de detección o cuantificación con una frecuencia mayor al 5% en el ensayo de *V. fischeri* (realizado en elutriado).

En resaca los niveles de toxicidad del ensayo de *V. fischeri* (realizado en elutriado) superaron los niveles de detección o cuantificación con una frecuencia mayor al 5%.

Considerando el comportamiento de las distintas playas en el ensayo de *V. fischeri* se destaca el Cerro, Ramírez, Pocitos y Carrasco por la frecuencia con que se obtienen valores en el rango cuantificable para las distintas matrices.

El ensayo de *Hyalella curvispina* que se realiza en sedimento entero, en este caso arena y resaca, pudo efectuarse en pocas ocasiones, pero ha permitido confirmar la presencia de toxicidad para la especie. En tal sentido se hace relevante continuar el relevamiento con dicho ensayo. Se destaca además, que la playa Ramírez ha resultado la de mayor frecuencia de toxicidad tanto en arena como resaca.

Métodos

Se analizaron muestras de agua, arena y resaca de 6 playas del Río de la Plata en el departamento de Montevideo: Pajas Blancas, Cerro, Ramírez, Pocitos, Malvín y Carrasco. Las muestras que generalmente se tomaron en setiembre, octubre, noviembre, enero, febrero y marzo, comenzaron a recibirse en el año 2011 y continúan en la actualidad. En el presente estudio se analizan las muestras hasta el verano de 2021.

Los organismos utilizados en los bioensayos del presente estudio son: *Vibrio fischeri* (Bacteria), *Hyalella curvispina* (Crustáceo).

El bioensayo de *V. fischeri* se realiza mediante el Sistema Microtox®. Este bioensayo examina el efecto tóxico de las muestras en matriz líquida, basándose en la reducción de la bioluminiscencia natural de dicha bacteria marina (EPS, 1992; SDI Microtox, 2009). En el presente estudio se aplicó el protocolo "81,9% Screening test" y se consideraron los umbrales del límite de detección



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

12% y de cuantificación 17% de la inhibición de emisión de luz (%IEL) como criterios para definir niveles de toxicidad (EPS, 1992). Cuando la muestra superó el valor 17% IEL se realizó el protocolo “81,9% Basic test”, si los tiempos de conservación de la muestra lo permitieron (48hs para matriz líquida), para intentar determinar la Concentración de Inhibición al 50%.

Las muestras analizadas con *V. fischeri* fueron agua y elutriado de arena y resaca. El elutriado se realizó según protocolo “Solid-Phase Test” (Microtox® 4.1):

- mezclar la muestra sólida y el diluyente (solución salina 2%NaCl) en una proporción 1g/5ml.
- agitar mediante agitador magnético durante 10 minutos.
- mantener a 4°C (± 2) durante 24 horas sin agitar para que precipite el material suspendido.

Los resultados del ensayo con *V. fischeri* se expresan en categorías de acuerdo al %IEL: i)toxicidad no detectada, si % IEL<12%; toxicidad detectada para valores entre 12% y menor a 17%; ii)toxicidad en niveles cuantificables, si los % IEL son iguales o mayores al 17%. Por otra parte, los valores cuantificados se expresan en Unidades de Toxicidad (UT) determinadas a partir de la fórmula: $UT = 100 / CI_{50}$, donde CI_{50} es la Concentración Inhibición al 50% estimada en el bioensayo (Castillo-Morales, 2004). Por consiguiente, **los valores más altos de UT corresponden a una mayor toxicidad.**

En la interpretación de los resultados de los elutriados se tuvo presente que los mismos sólo pueden considerarse como herramientas de cribado (“screening”) ya que pueden subestimar o indicar falsos negativos respecto de la toxicidad real del sedimento completo. Dicha subestimación puede deberse a los efectos de la proporción muestra/agua, a la solubilidad de los contaminantes y/o su biodisponibilidad por otras causas (Lib & Ahlf, 1997; Arizzi Novelli *et al.*, 2006). Además, en el presente estudio no se evalúa la relación con algunos factores que afectan los niveles de toxicidad como el contenido de materia orgánica y la granulometría del sedimento (SETAC, 1993). Sin embargo, la técnica de elutriado es ampliamente utilizada (Hoffman *et al.*, 2002) y nos ha permitido instrumentar un cribado ecotoxicológico de un número importante de muestras de playas.

La Tabla 6.1 presenta las categorías correspondientes de acuerdo a las UT y siguiendo el criterio adoptado por MVOTMA (2017, 6059UY).

Para facilitar la interpretación de los resultados se utiliza una escala de color que va desde el rojo para mayor toxicidad al verde en el caso de una muestra no tóxica.

Concentración Efecto 50%	Unidad de Toxicidad	Categoría Toxicológica
$CE_{50} \leq 25$	$UT \geq 4$	Muy Tóxico
$25 < CE_{50} \leq 50$	$2 \leq UT < 4$	Tóxico
$50 < CE_{50} \leq 75$	$1,33 \leq UT < 2$	Moderadamente Tóxico
$75 < CE_{50} < 100$	$1,0 < UT < 1,33$	Levemente Tóxico
$CE_{50} \geq 100$	$UT \leq 1$	No Tóxico

Tabla 6.1. Categoría de toxicidad según las Unidades de Toxicidad

Hyalella curvispina fue cultivada siguiendo las pautas del protocolo de Somma *et al.* (2011) y para el bioensayo se adaptó protocolo de *Hyalella azteca* (Environmet Canada, 2013) y se siguieron recomendaciones para la especie (Giusto *et al.*, 2014; García *et al.*, 2010; Di Marzio *et al.*, 1999).

La medida de efecto para *H. curvispina* es el porcentaje de mortalidad en la muestra. En el ensayo de *H. curvispina* se consideró un probable efecto tóxico (toxicidad leve) a partir de valores mayores al 10% de mortalidad ya que dicho valor es lo aceptable para validar el control negativo. Las muestras con valores iguales o mayores al 50% de mortalidad se consideran tóxicas.

Resultados de Bioensayos

Considerando todas las muestras de agua analizadas con el ensayo de *V. fischeri* sólo un 4,2% (11/263) supera el nivel de detección de toxicidad y el 3,4% (9/263) el nivel de cuantificación. Las muestras que superaron el límite de cuantificación presentaron una mediana de 1,15UT (toxicidad leve) y como máximo un valor de 1,74UT (toxicidad moderada).

El análisis por playa muestra que la Playa del Cerro tiene la mayor frecuencia de valores con algún grado de toxicidad (6,7%; detectable o cuantificable) y las playas de Pajas Blancas, Ramírez y Carrasco tienen una proporción mayor al 4,0% (Figura 6.1).

Las muestras de agua en el último período estival (noviembre de 2020 a marzo de 2021) no presentaron valores tóxicos (<12%IEL).

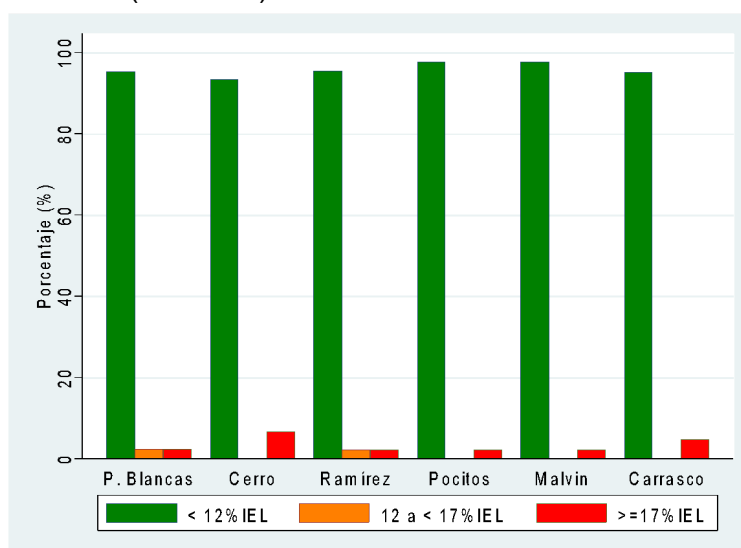


Figura 6.1. Resultados de los ensayos de *Vibrio fischeri* (81,9% Screening test) en agua de playas, se indica la frecuencia en porcentaje del nivel toxicológico: verde para toxicidad no detectada, naranja para toxicidad entre el nivel de detección y cuantificación y rojo para toxicidad por encima del nivel de cuantificación.

En el total de muestras de arena analizadas con el ensayo de *V. fischeri* un 9,6% (23/239) supera el nivel de detección de toxicidad y el 9,2% (22/239) el nivel de cuantificación. Las muestras que superaron el límite de cuantificación presentaron una mediana de 1,00UT (no tóxica) y como máximo un valor de 1,15UT (toxicidad leve).

El análisis por playa muestra que Pocitos tiene la mayor frecuencia de valores con toxicidad cuantificable (16,3%) y las playas de Cerro, Ramírez y Carrasco tienen una proporción iguales o mayores a 10,0% (Figura 6.2).

En 4 muestras de arena del último período estival (noviembre de 2020 a marzo de 2021) se presentaron valores con toxicidad cuantificable (>17%IEL).

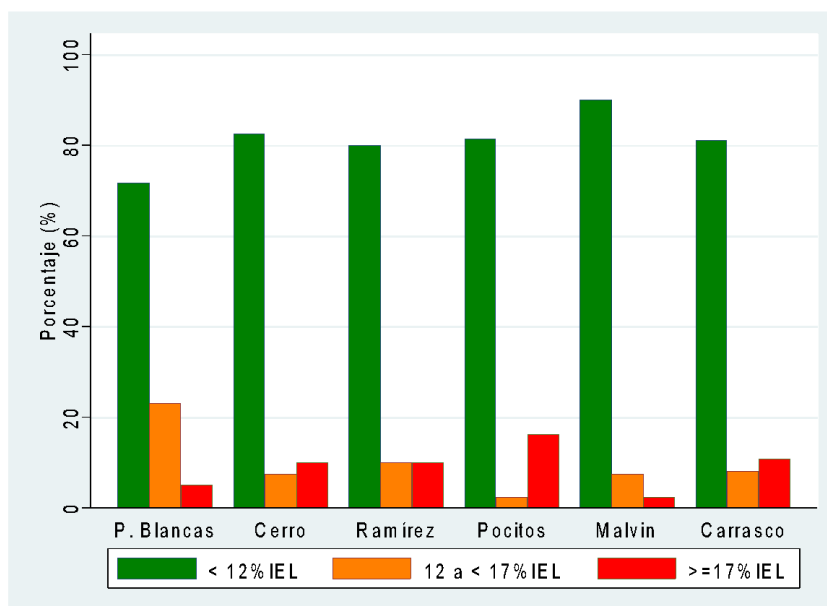


Figura 6.2. Resultados de los ensayos de *Vibrio fischeri* (81,9% Screening test) en arena de playas, se indica la frecuencia en porcentaje del nivel toxicológico: verde para toxicidad no detectada, naranja para toxicidad entre el nivel de detección y cuantificación y rojo para toxicidad por encima del nivel de cuantificación.

De las 17 muestras de arena analizadas con el ensayo de *H. curvispina* 11 (64,7%) de ellas presentaron niveles probables de toxicidad y sólo una presentó un nivel tóxico con una mortalidad mayor al 50%. La playa Ramírez fue la que presentó mayor frecuencia de toxicidad para dicho ensayo en arena.

En el total de muestras de resaca analizadas con el ensayo de *V. fischeri* un 5,8% (9/156) supera el nivel de detección de toxicidad y el 7,1% (11/156) el nivel de cuantificación. Las muestras que superaron el límite de cuantificación presentaron una mediana de 1,00UT (no tóxica) y como máximo un valor de 1,91UT (toxicidad moderada).

El análisis de resaca, por playa muestra que Pajas Blancas tiene la mayor frecuencia de valores con toxicidad cuantificable (13,8%) y las playas de Cerro, Ramírez y Pocitos tienen proporciones mayores a 5,0% (Figura 6.3).

Todas las muestras de resaca del último período estival (noviembre de 2020 a marzo de 2021) presentaron valores no detectables de toxicidad en el ensayo de *V. fischeri* (<12%IEL).

De las 7 muestras de resaca analizadas con el ensayo de *H. curvispina* 3 (42,9%) de ellas presentaron niveles probables de toxicidad e igual número presentó niveles tóxicos con una mortalidad mayor al 50%. La playa Ramírez fue la que presentó mayor frecuencia de toxicidad para dicho ensayo en resaca.

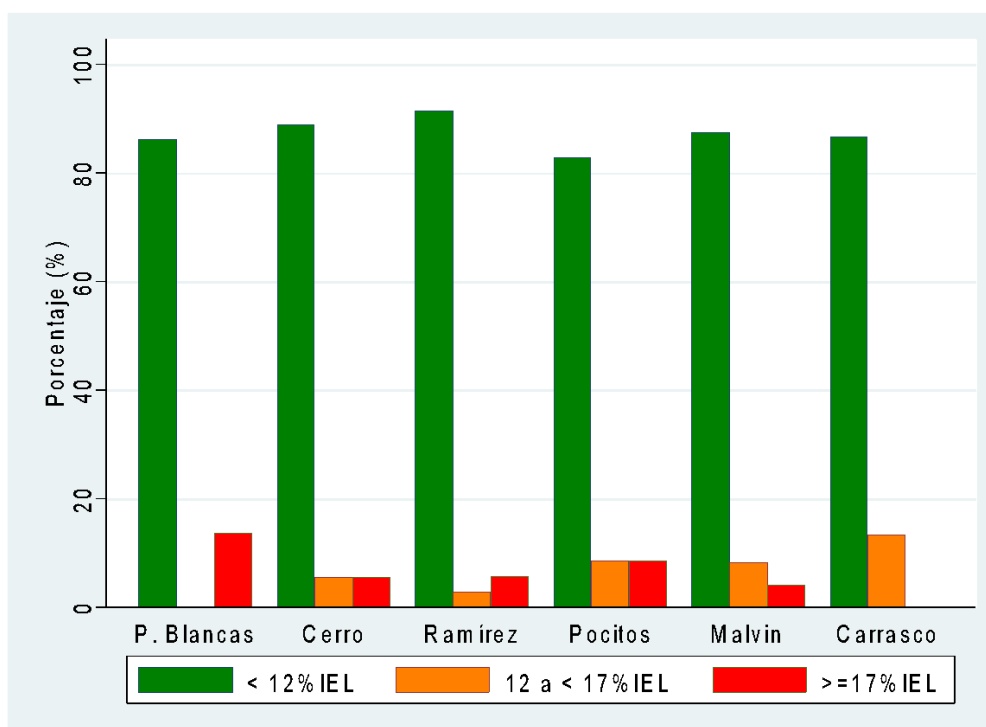


Figura 6.3. Resultados de los ensayos de *Vibrio fischeri* (81,9% Screening test) en resaca de playas, se indica la frecuencia en porcentaje del nivel toxicológico: verde para toxicidad no detectada, naranja para toxicidad entre el nivel de detección y cuantificación y rojo para toxicidad por encima del nivel de cuantificación.

Conclusiones

El estudio realizado a las distintas matrices (agua, arena y resaca) del monitoreo de playas durante el período 2011 a 2021 se considera un cribado orientado a identificar el riesgo ecotoxicológico de algunos sitios de la costa del Río de la Plata en el departamento de Montevideo. No puede considerarse una estimación precisa de la magnitud o frecuencia de los niveles de toxicidad, pero sí permite alertar la existencia de niveles con efecto tóxico o la diferencia relativa entre los sitios relevados.

En agua de playa los niveles de toxicidad fueron poco frecuentes (<5%) y su magnitud no superó el nivel moderadamente tóxico. Al momento de interpretar dicha observación, debe tenerse presente que los resultados no provienen de un muestreo continuo y que sólo se aplicó un bioensayo (*Vibrio fischeri*).

Las muestras de arena mostraron resultados tóxicos que superan los niveles de detección o cuantificación con una frecuencia mayor al 5% en el ensayo de *V. fischeri* (realizado en elutriado). Sin embargo, las muestras con niveles en el rango de cuantificación no permitieron en la mayoría de los casos estimar una concentración de inhibición 50% y como máximo presentaron una toxicidad leve.

En resaca los niveles de toxicidad del ensayo de *V. fischeri* (realizado en elutriado) superaron los niveles de detección o cuantificación con una frecuencia mayor al 5%. Las muestras que superaron el nivel de cuantificación fueron como máximo de toxicidad moderada pero en la mayoría de los casos no pudo estimarse una concentración de inhibición del 50%.



Considerando el comportamiento de las distintas playas en el ensayo de *V. fischeri* se destaca el Cerro, Ramírez, Pocitos y Carrasco por la frecuencia con que se obtienen valores en el rango cuantificable para las distintas matrices.

El ensayo de *H. curvispina* que se realiza en sedimento entero, en este caso arena y resaca, pudo efectuarse en pocas ocasiones, pero ha permitido confirmar la presencia de toxicidad para la especie. En tal sentido se hace relevante continuar el relevamiento con dicho ensayo. Se destaca además, que la playa Ramírez ha resultado la de mayor frecuencia de toxicidad tanto en arena como resaca.

Bibliografía

Arizzi Novelli A., Losso C., Libralato G., Tagliapietra D., Pantani C. & Volpi Ghirardini A. 2006. Is the 1:4 elutriation ratio reliable? Ecotoxicological comparison of four different sediment:water proportions. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 65: 306-313.

Castillo-Morales, G. (Ed.) Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas. Estandarización, intercalibración, resultados y aplicaciones. México: IMTA, 2004. Canadá: IDRC, 2004;189 pp.

Di Marzio, W. D., Sáenz, M. E., Alberdi, J. L., & Tortorelli, M. C. (1999). Assessment of the toxicity of stabilized sludges Using *Hyalella curvispina* (Amphipod) Bioassays. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 63(5), 654–659.

Environment Canada (2013). Biological Test Method: Test for survival and growth in sediment and water using the freshwater amphipod *Hyalella azteca*. (EPS 1/RM/33 Second editio) Ontario, Canada. 151p.

EPS. 1992. Biological test method: toxicity test using luminescent bacteria. Report EPS 1/RM/24, Environment Canada. 55p.

García, M., Rodríguez Capítulo, A., & Ferrari, L. (2010). Age-related differential sensitivity to cadmium in *Hyalella curvispina* (Amphipoda) and implications in ecotoxicity studies. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 73(5), 771–778.

Giusto, A., Salibián, A., & Ferrari, L. (2014). Biomonitoring toxicity of natural sediments using juvenile *Hyalella curvispina* (Amphipoda) as test species: evaluation of early effect endpoints. *Ecotoxicology*, 23(2), 293–303.

Hoffman, D. J., Rattner, B. A., Burton, & Cairns. (2002). Handbook of Ecotoxicology (English Edition) (Sec. ed.). CRC Press

MVOTMA. 2017. 6159UY. Evaluación de la ecotoxicidad aguda de muestras ambientales líquidas mediante el test de bacterias luminiscentes (Sistema Microtox®). En: Manual de procedimientos analíticos para muestras ambientales.

SDI Microtox. 2009. Tutorial SDI MicrotoxOmniR V.4.1.

SETAC. 1993. Guidance document on sediment toxicity tests and bioassays for freshwater and marine environments. In HILL, IR., MATTHIESSEN, P. and HEIMBACH, F. (Ed.) Workshop on sediment toxicity assessment, SOCIETY OF ENVIRONMENTAL TOXICOLOGY AND CHEMISTRY, Renesse, The Netherlands, 105 p.

7. Estudio de los aportes, vertimientos y puntos costeros

El Sistema de Saneamiento de Montevideo es en su mayoría unitario. Al Este de la Bahía de Montevideo y hasta el arroyo Carrasco, un interceptor costero conduce las aguas servidas de gran parte de Montevideo hasta la estación de bombeo de Punta Carretas. Este interceptor tiene vertederos que en los días de lluvia intensa alivian el exceso de caudal hacia la costa (Figura 7.1). Por este motivo, la Intendencia de Montevideo recomienda no utilizar las aguas de las playas para recreación durante las 24 horas posteriores a la ocurrencia de lluvias (Figura 7.2).



Figura 7.1. Vertedero en la zona de Punta Gorda

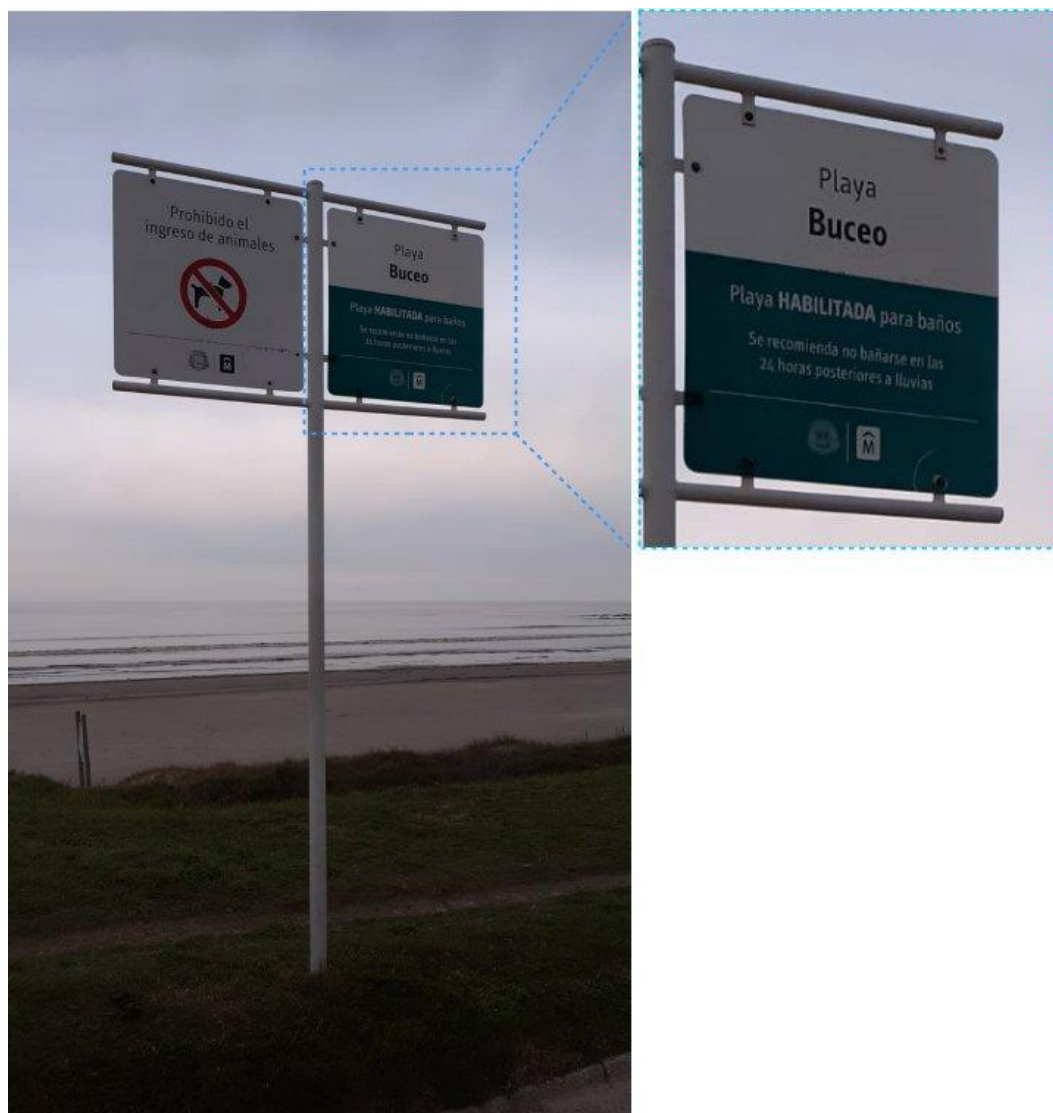


Figura 7.2. Cartelería en playa Buceo con advertencia de no bañarse dentro de las 24 horas posteriores a las lluvias.

Las playas situadas al Oeste de la Bahía presentan una situación diferente. En la cercanía de estas playas se desarrollan poblaciones que carecen de conducciones de saneamiento y adecuada disposición final. Esta situación es particularmente compleja en algunas de estas playas con alta densidad de población en la costa, donde abundan las fosas sépticas, la mayoría de las cuales desbordan en ocurrencia de precipitaciones. Estos desbordes corren por las calles o por las cunetas y finalizan en un hilo de agua, de mayor o menor caudal, que escurre finalmente por la arena de la playa (Figura 6.3). En algunos casos, cuando ya existen cañadas naturales que llegan a las playas, algunos usuarios de la zona construyen “robadores” para descargar el saneamiento de sus hogares a la cañada que lleva esta contaminación hasta la playa.

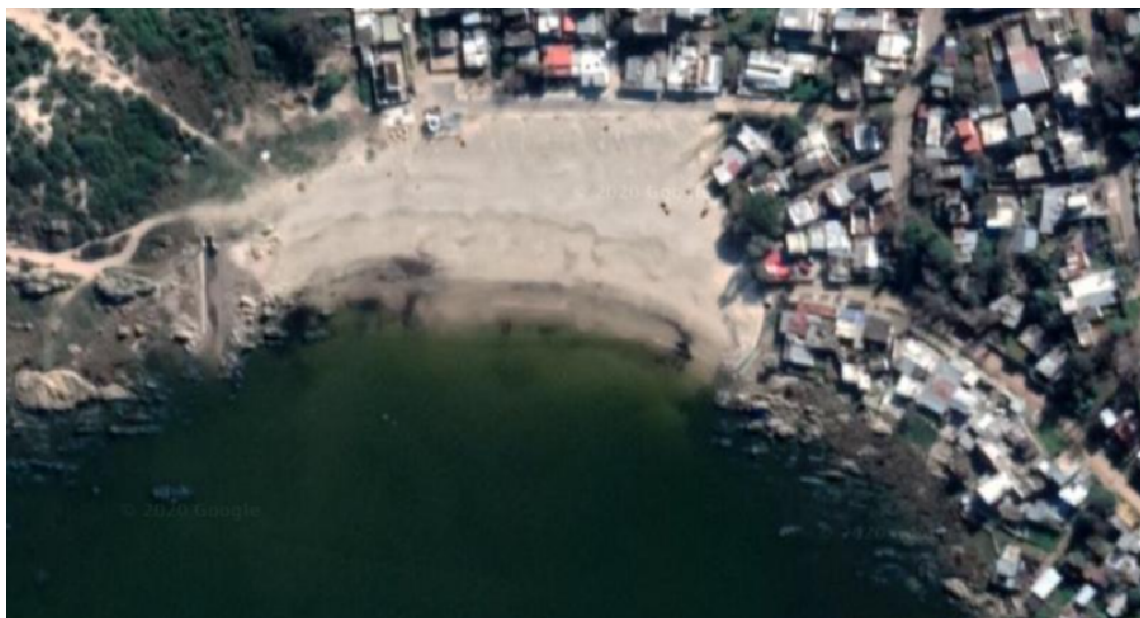


Figura 7.3. Playa Santa Catalina. En la foto de arriba se pueden observar los aportes que llegaban a la playa procedentes de las viviendas de la zona antes de la obra. En la foto de abajo se muestra el estado actual de la playa, donde los aportes de las cañadas ya fueron canalizados.

Con la puesta en funcionamiento del Plan de Saneamiento Urbano IV (Figura 6.4), se fueron solucionando varios problemas de la zona oeste. En particular la calidad del agua de las playas Santa Catalina y del Cerro ha venido mostrando una mejora que está siendo monitoreada de cerca por la Unidad Calidad de Agua de este Servicio.

DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

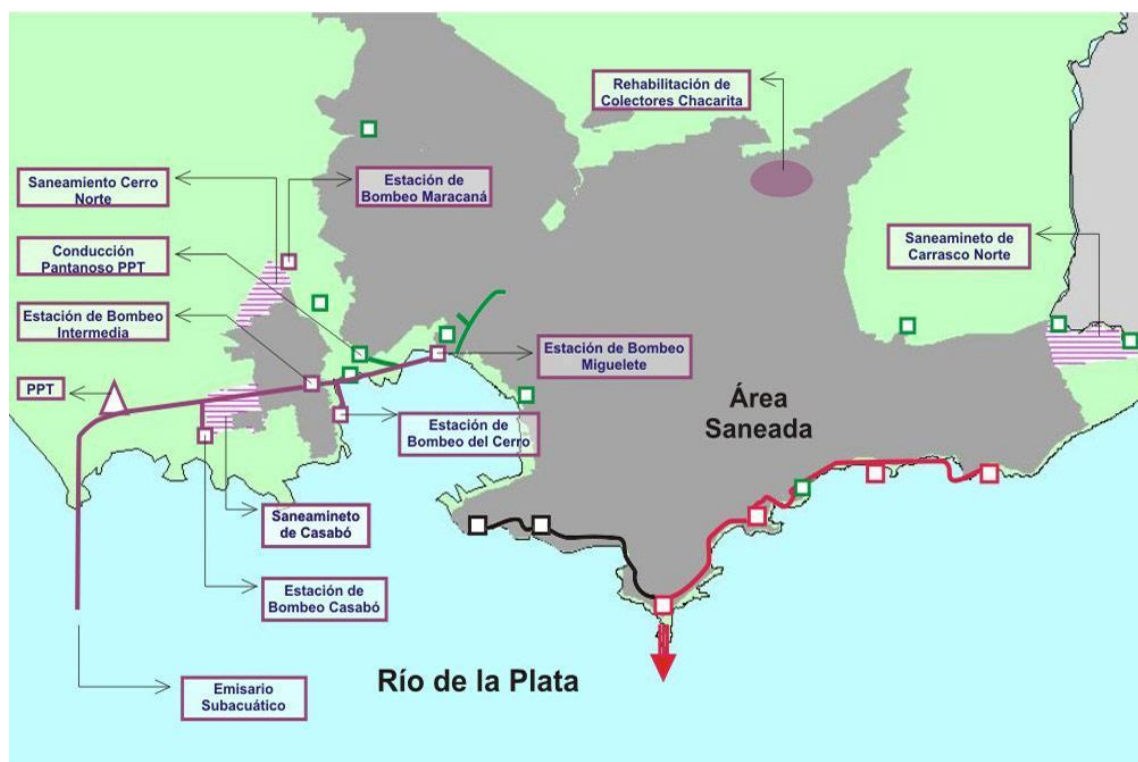


Figura 7.4 - PSU IV. La línea roja corresponde al PSU I y la negra al PSU II



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

En la Tabla 7.1, se listan las distintas playas de Montevideo con los respectivos aportes que pueden influir en la calidad de sus aguas.

Aporte	Playa
Cañada Punta Espinillo	Punta Espinillo
Cañada La Colorada	La Colorada
Cañada Pajas Blancas	Pajas Blancas
Cañada Zabala	Zabala
Cañada Punta Yeguas	Punta Yeguas
Desagüe Santa Catalina	Santa Catalina
Cañada Marimónas	
Cañada Santa Catalina 2	
Cañada del Nacional	Del Nacional
Cañada del Cerro	Del Cerro
Vertedero La Cumparsita (*)	Ramírez
Vertederos Gaboto y Barrios Amorín	
Vertedero Buxareo (*)	Pocitos y Puerto del Buceo
Vertedero 26 de Marzo	Puerto del Buceo
Vertedero Arroyo Malvín (*)	Buceo y Malvín
Vertedero Colombes E y W (*)	Los Ingleses y Verde
Vertedero Punta Gorda (*)	
Vertedero Arroyo del Molino	Playa Honda
Vertedero San Nicolás	Mulata y Carrasco
Arroyo Carrasco	Carrasco y Miramar

Tabla 7.1 Listado de playas con sus respectivos aportes. (*) Vertederos de estaciones de bombeo del Sistema de Saneamiento Costero.

Resultados

Del estudio de los indicadores microbiológicos se observa que los aportes que llegan a las playas Santa Catalina y del Cerro así como el arroyo Carrasco, presentan niveles de coliformes fecales muy superiores a los admitidos por la reglamentación para vertidos a curso de agua (Decreto N° 253/79 y modificativos posteriores), llegando habitualmente a órdenes de 10^5 - 10^6 . En el **Anexo** se presentan las tablas con los valores obtenidos de coliformes fecales, a lo largo del año, en los aportes, vertimientos y otros puntos costeros.

En particular, se destaca la diferencia que presentan los aportes que llegan por ejemplo a las playas al Oeste de Punta Yeguas tales como la cañada de La Colorada y Pajas Blancas y los que llegan a la playa Santa Catalina o del Cerro. Los primeros exceden los valores normativos



luego de ocurridas precipitaciones, mientras que los segundos lo hacen con frecuencia a muy elevados niveles, aún sin presencia de lluvias.

Conclusiones

Los vertederos del Sistema del Sistema de Saneamiento Costero (ubicados al este de la Bahía de Montevideo) alivian hacia la costa el exceso de caudal cuando la capacidad de los colectores costeros se ve colmada por la presencia de aguas pluviales. Este comportamiento es inherente al diseño del sistema de saneamiento¹¹.

El arroyo Carrasco, también al Este de la bahía, presenta habitualmente valores superiores a los límites reglamentarios como consecuencia de los múltiples factores de presión de esa cuenca, como se reporta en el informe del Programa de Monitoreo de cursos de agua <http://www.montevideo.gub.uy/servicios-y-sociedad/ambiente/agua/cursos-de-agua>.

¹¹ El Sistema de Saneamiento de Montevideo es mayoritariamente unitario. Esto significa que el agua pluvial y las aguas domésticas circulan por las mismas conducciones. En ocasión de precipitaciones los colectores costeros ven colmada su capacidad y, a través de los vertederos, alivian el excedente a la costa.



8. Búsqueda de *Vibrio cholerae*, *Vibrio vulnificus* y *Vibrio parahaemolyticus*

Introducción

Las bacterias del género *Vibrio* se encuentran en los ambientes oceánicos y estuarinos en todo el mundo y se ha descrito que varias de las especies de este género causan infecciones en humanos. La más conocida por este motivo es la bacteria llamada *Vibrio cholerae*, ya que algunas de sus cepas son las que causan la enfermedad cólera.

El cólera es una infección intestinal aguda que se presenta con diarrea acuosa abundante y vómitos, que puede producir deshidratación grave e incluso la muerte en 24 horas si no se aplica un tratamiento. La enfermedad es causada por las cepas de *V. cholerae* que producen la toxina colérica (denominadas cepas toxigénicas), siendo esta toxina el factor responsable de los principales síntomas de la enfermedad. La diseminación del cólera es causada principalmente por vía fecal-oral a través de la ingesta de agua y alimentos contaminados.

La existencia del cólera data de la más remota antigüedad, siendo endémica en India desde donde se ha extendido a Europa, África y América, causando hasta el presente 7 pandemias. En 1961 comienza la séptima pandemia en Indonesia, que se expandió en dirección Oeste y alcanzó América Latina en 1991 con el inicio de la epidemia en Perú. En el año 1993 ya se habían declarado casos en toda Sudamérica exceptuando Uruguay, que se ha mantenido sin casos de cólera hasta la actualidad. A lo largo de los años fue disminuyendo la cantidad de casos en Sudamérica hasta que en octubre de 2010 se registró un nuevo brote epidémico en Haití, a partir del cual se volvieron a registrar casos en varios países de América, principalmente en la zona de Centroamérica y el Caribe. Durante el 2020 no se reportaron casos en América y cabe destacar que desde febrero de 2019 no se han registrado nuevos casos en Haití¹². Actualmente la OMS suscribe un compromiso global para terminar con el cólera hacia el 2030, promoviendo distintas estrategias de diagnóstico, prevención y tratamiento que se detallan en su página web.

Aunque en los estuarios es natural la presencia de *V. cholerae* no toxigénico, también se ha reportado que la introducción de cepas toxigénicas al ambiente puede provocar focos endémicos aislados debido a la ingesta de mariscos crudos o poco cocidos. Desde el año 1992 nuestro Servicio ha venido realizando un monitoreo de búsqueda de *V. cholerae* en aguas de aliviaderos del sistema de saneamiento costero de Montevideo. Este monitoreo se enmarca dentro de un conjunto de medidas que deben tomarse en forma permanente, con el objetivo de prevenir y minimizar la posibilidad de transmisión del cólera por la vía hídrica.

Otras especies del género *Vibrio* que también habitan en los estuarios y aguas de mar son *Vibrio vulnificus* y *Vibrio parahaemolyticus*. Estas bacterias también pueden causar infecciones en humanos y si bien su incidencia es muy baja en Uruguay (menos de 10 casos por año según datos reportados por el MSP) los casos que se registran suelen tener una alta mortalidad debido a estas bacterias afectan a personas con sistema inmune comprometido. En América la bacteria *V. parahaemolyticus* se asocia principalmente a infecciones intestinales causadas por la ingesta de mariscos contaminados, mientras que *V. vulnificus* se asocia principalmente con infecciones extra intestinales, causadas por el contacto de heridas abiertas en la piel con el agua de mar. Uruguay es el país de Sudamérica con mayor número de casos de infecciones causadas por *V. vulnificus*, registrando casos aislados desde 1997 y un pequeño brote (4 personas infectadas) en el verano 2014/2015 en Punta del Este. Por otro lado, desde 2014 también se han registrado

¹² <https://www.ecdc.europa.eu/en/all-topics-z/cholera/surveillance-and-disease-data/cholera-monthly>

algunos casos aislados de infecciones por *V. parahaemolyticus*. A diferencia de lo observado mayormente en el resto de América, todos los casos reportados en nuestro país fueron causados por el contacto de heridas abiertas con el agua. Debido a esto, a partir del verano 2017-2018 se incluyó en el monitoreo realizado por este Servicio la búsqueda de estas dos especies bacterianas en aguas del Río de la Plata, siendo éste el primer reporte de búsqueda de estas bacterias en el ambiente en nuestro país.

En el presente informe se reportan los resultados obtenidos en el período de abril de 2020 a marzo de 2021.

Metodología

La búsqueda de las especies de *Vibrio* en aguas de saneamiento y naturales se lleva a cabo mediante concentración y enriquecimiento.

Se establecieron 8 puntos de muestreo, comprendiendo 4 aliviaderos del sistema de saneamiento, la planta de pretratamiento, la escollera del Faro de Punta Carretas, el muelle de La Estacada y la desembocadura del Arroyo Carrasco (Figura 8.1 y Tabla 8.1).



Figura 8.1. Localización de las estaciones de muestreo en la línea costera de Montevideo.

Sitio	Abreviatura
Aliviadero La Cumparsita	VLC
Planta de pretratamiento Punta Carretas	PPT
Aliviadero Buxareo	VB
Aliviadero Arroyo Malvín	A°MA
Aliviadero Punta Gorda	VPG
Arroyo Carrasco	A°C
Escollera Faro	EF
Muelle Estacada	ME

Tabla 8.1: Sitios de colocación de hisopos.

Los hisopos de Moore se dejaron sumergidos en el agua por 24 horas y al retirarlos se colocaron en agua peptonada alcalina y se transportaron al Laboratorio (Figura 8.2).



Figura 8.2. Colocación de y retiro de hisopo de Moore en aliviaderos del sistema de saneamiento.

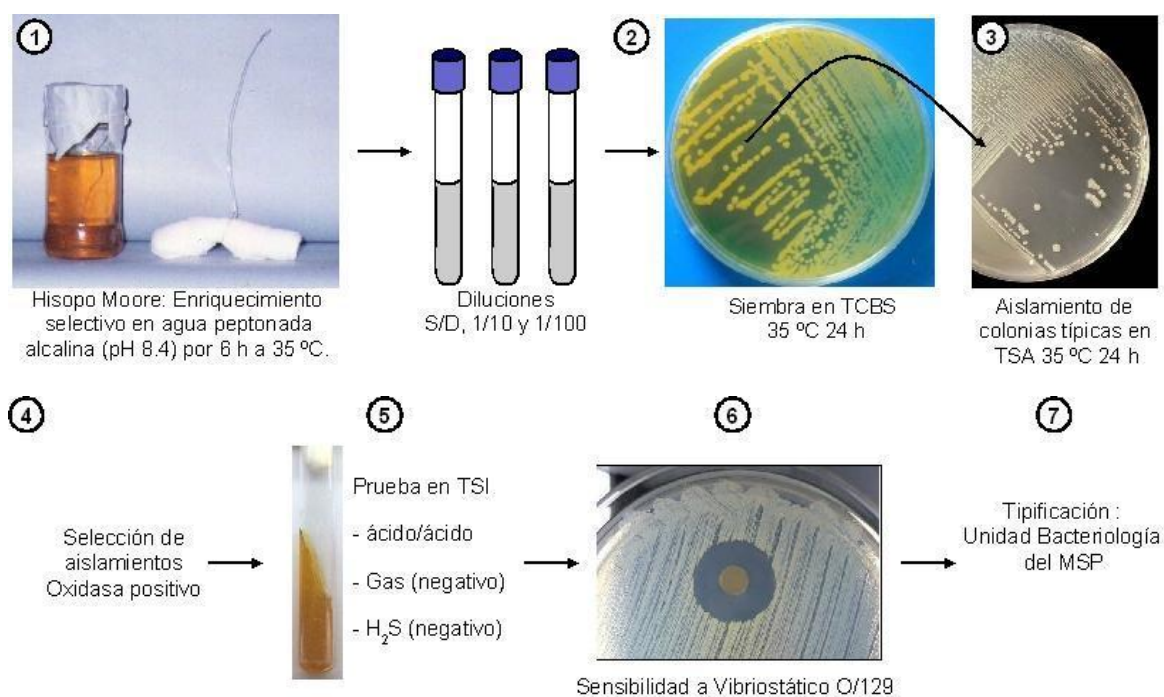


Figura 8.3. Esquema de la metodología microbiológica empleada.



En la Figura 8.3 se presenta un esquema de la metodología utilizada que comprende las siguientes etapas:

- Enriquecimiento en agua peptonada alcalina (1% peptona, 1% NaCl, pH 8,4) durante 6 horas.
- Cultivo del enriquecimiento en medio TCBS durante 24 horas.
- Selección de colonias típicas, y cultivo en medio TSA 24 horas
- Selección de aislamientos oxidasa y *string test* positivos.
- Inoculación de aislamientos en tubos TSI, caldo nutritivo 0% de NaCl y caldo nutritivo con 1% de NaCl. Selección de aislamientos que dieron reacción ácido-ácido, sin formación de gas y sin producción de ácido sulfhídrico (H₂S) en medio TSI. Para *V. cholerae* se debe observar crecimiento en caldo nutritivo 0% NaCl. Para *V. parahaemolyticus* y *V. vulnificus* se debe observar crecimiento en caldo NaCl 1%, pero no en 0%.
- Test de sensibilidad al vibriostático O/129 (2,4-diamino-6,7-disopropylpteridine) a todos los aislamientos seleccionados.
- Los aislamientos sensibles al vibriostático O/129 son enviados para su identificación y serotipificación a la Unidad Bacteriología del Departamento de Laboratorios de Salud Pública (MSP, Dirección General de Salud, División Epidemiología).



Resultados

En el período de este informe (abril de 2020 a marzo de 2021) se realizaron 3 campañas de búsqueda en periodo estival obteniendo un total de 60 aislamientos.

Fecha de campaña	Sitios donde se colocaron hisopos*	Nº total de aislamientos obtenidos en TCBS	Observaciones sobre recuperación de hisopos
01/18/21	PPT, ME	20	-
02/23/21	PPT, ME	22	-
03/15/21	PPT, ME	18	-
Total aislamientos estudiados		60	

Tabla 8.2. Campañas de muestreo 2020-2021. *En cada campaña no están representados todos los puntos porque solo se colocan hisopos en aquellos que tengan agua en el momento del muestreo.

Sitio de muestreo	Colonias enviadas	Identificación		
		<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	Otras especies de <i>Vibrio</i>	No identificadas
PPT	0	-	-	-
Muelle Estacada	18	14	2	2

Tabla 8.3. Resultados de la identificación de los aislamientos, discriminados por estación de muestreo.

En la Tabla 8.3 se detallan los resultados de la identificación de aislamientos enviados a la Unidad Bacteriología del Departamento de Laboratorios de Salud Pública, discriminados por sitio de muestreo. En total, fueron enviados 18 aislamientos para su identificación: 14 de ellos correspondieron a *V. parahaemolyticus*, 2 correspondieron a otras especies de *Vibrio* (*V. mimicus* y *V. metschnikovii*) y otras dos no se pudieron identificar.

Aunque ninguno de los aislamientos correspondió a *V. cholerae* no toxigénico (no O1), es importante aclarar que en esta temporada la búsqueda se concentró solamente en dos sitios de muestreo debido a las restricciones de la emergencia sanitaria. La presencia de *V. cholerae* no toxigénico no representaría un problema sanitario ya que forma parte de la comunidad microbiana normal de diversos cursos de agua, en especial de los ambientes estuarinos. Además, es el tipo de *V. cholerae* más frecuentemente aislado de muestras ambientales. Es destacable que no se haya detectado *V. cholerae* del tipo epidémico desde que se comenzó con la búsqueda en 1991. Esto concuerda con la ausencia de casos de cólera en Uruguay durante la última pandemia de cólera. Si bien actualmente no hay brotes epidémicos en países de la región, el tránsito de personas y mercaderías desde y hacia países donde el cólera es endémico podría



iniciar nuevos brotes. En base a estos resultados, se considera importante mantener la vigilancia epidemiológica realizada hasta el momento y mediante la colaboración con otras instituciones, apuntar a constituir un sistema de alerta temprano ante la posible aparición de cepas toxigénicas.

Mediante esta estrategia de búsqueda también hemos comprobado la factibilidad de obtener aislamientos de las especies *V. vulnificus* y *V. parahaemolyticus* en aguas del Río de la Plata. La presencia de estas especies bacterianas en aguas de la costa de Montevideo concuerda con los reportes clínicos de pacientes que contrajeron infecciones en nuestro departamento.

Bibliografía

Binsztein N, Costagliola MC, Pichel M, Jurquiza V, Ramirez FC, Akselman R, Vacchino M, Huq A, Colwell R (2004). Viable but Nonculturable *Vibrio cholerae* O1 in the Aquatic Environment of Argentina. Appl. Environ. Microbiol. 70:7481-7486.

Greenberg AE, Clesceri LS, Eaton AD (1992). Standard methods for the examination of water and wastewater. 21th edition, APHA, Washington. cap. 9260H.

Farmer JJ, Hickman-Brenner FW (2006). The Genera *Vibrio* and Photobacterium. In: The Prokaryotes. A handbook on the biology of bacteria. Third edition, Springer. Vol 6, pp. 508-563.

Kaper JB, Morris JG, Jr., Levine MM (1995). Cholera. Clin. Microbiol. Rev. 8:48-86.

OMS. <http://www.who.int/topics/cholera/about/es/>

OMS, Cholera annual report. Weekly Epidemiological Record (<http://www.who.int/cholera/statistics/en/>)
(En español: <http://www.who.int/csr/don/archive/disease/cholera/es/>)

Raszi SM, Froelich BA, Vieira CR, Blackwood AD, Noble RT (2016). *Vibrio parahaemolyticus* and *Vibrio vulnificus* in South America: water, seafood and human infections. J Appl Microbiol. 121:1201-1222.

Valderrama. J.C. (1981). "The simultaneous analysis of total nitrogen and total phosphorus in natural waters". Mar. Chem. (10) 109 – 122.

World Health Organization. Guidelines for cholera control. Geneva, Switzerland: World Health Organization, Programme for Control of Diarrhoeal Disease, 1991. (WHO/CDD/SER/80.4 rev. 2+ (1991)).

ANEXO I

TEMPORADA NO ESTIVAL (01/04/2020 al 14/11/2020)

Playas - Valores puntuales de coliformes fecales (ufc/100 mL). Muestreos realizados en días representativos

Fecha	Punta Espinillo	La Colorada	Pajas Blancas	Punta Yeguas	Santa Catalina	Cerro	Ramírez	Pocitos	Buceo	Malvin	Honda	Inglese	Verde	Carrasco	Miramar
05/05/2020							460	47	40	6		10			
12/05/2020			3	40	40	660	1400		80	570	550	380	460	880	1100
27/05/2020		20	55	130	380	90	80	550	820	340	410	570	250	240	360
01/06/2020		50	40	70	240	120	480	300	330	270	140	170	700	240	220
08/06/2020		20	10	70	110	150	320	280	350	190	150	140	110	1200	2600
15/06/2020		5	25	30	190	2500	190	130	230	820	350	530	380	1200	980
29/06/2020	310	410	460		470	620	2500	860	730	380	360	360	410	500	240
06/07/2020		140	230	120	260	220	360	370	450	250	310	590	600	520	460
13/07/2020		140	120	190	150	360	330	260	430	150	120	240	130	170	80
20/07/2020	5	10	50		180	260	1100	420	390	270	45	130	120	110	130
27/07/2020		130	150	550	350	580	840	310	480	50	180	35	45	60	1400
03/08/2020	5	5	30		80	160	530	20	1400	1100	470	620	700	440	340
10/08/2020		95	490	90	440	200	280	490	150	200	300	150	70	50	75
17/08/2020	15	5	80		3200	110	100	220		5		5		10	
18/08/2020						3100	470	340							
31/08/2020		270	55	15	80	140	180	130	80	110	120	4200	200	230	310
07/09/2020	160	290	200		110	2000	30	95	110	25	20	20	190	1100	1300
14/09/2020		30	85	80	430	690	430	490	850	260	200	170	70	170	280
21/09/2020	5	65	370		520	40	120	440	170	320	130	2100	70	70	70
30/09/2020		60	270	760	350	530	70	380	280	350	60	80	70	120	60
07/10/2020	5	20	550		100	1100	160	560	600	500	280	460	270	520	620
14/10/2020								390	270	10	60	40	35	80	460
03/11/2020	5	75	70		300	250	30	390	150	210	80	160	40	800	2100
04/11/2020			170	400	300	230	90	70		20		30		4000	
09/11/2020			35			330	5	10		5					
11/11/2020		70	25	70	40	110	5	10	20	5	5	20	25	360	230

TEMPORADA NO ESTIVAL (01/04/2020 al 14/11/2020)**Playas – Valores de MG5 de coliformes fecales (ufc/100 mL):** Muestreos realizados en días representativos.

Fecha	Punta Espinillo	La Colorada	Pajas Blancas	Punta Yeguas	Santa Catalina	Cerro	Ramírez	Pocitos	Buceo	Malvin	Honda	Ingleses	Verde	Carrasco	Miramar
08/06/2020							380								
15/06/2020			18	60	150	306	318	195	244	143		139		351	
29/06/2020		33	48		246	302	357	349	437	382	278	307	320	592	740
06/07/2020		49	64	74	228	361	483	322	370	352	255	304	313	529	546
13/07/2020		60	79	80	207	450	448	313	394	331	241	306	373	618	573
20/07/2020		53	110		229	502	574	340	411	295	234	328	266	576	468
27/07/2020		101	157	121	259	375	772	404	457	316	184	323	271	357	257
03/08/2020		42	91		181	286	566	190	420	181	161	188	177	196	276
10/08/2020		39	106	128	202	281	538	201	551	223	170	209	197	191	296
17/08/2020		20	98		372	221	424	195	442	214	169	159	128	120	206
18/08/2020						363	358	187		108		73		68	
31/08/2020		38	99	111	316	273	263	157	316	90	169	147	140	79	270
07/09/2020	28	45	105		251	453	148	214	245	79	144	131	153	141	428
14/09/2020		64	130	102	351	580	161	214	275	59	147	101	167	117	310
21/09/2020	12	60	123		363	474	167	246	180	65	113	172	105	125	226
30/09/2020		98	156	135	233	333	114	252	204	152	82	299	105	205	216
07/10/2020	12	58	248		244	503	112	337	306	205	97	192	112	241	249
14/10/2020								447	366	171	121	221	80	143	202
03/11/2020	12	45	201		298	332	112	427	259	164	101	218	71	195	302
04/11/2020			231	127	277	266	82	296		94		93		437	
09/11/2020			144			406	43	143		40					
11/11/2020		53	89	121	166	297	26	64	169	16	53	71	58	545	383

TEMPORADA NO ESTIVAL (01/04/2020 al 14/11/2020)**Playas – Valores de salinidad (PSU), Muestreos realizados en días representativos.**

Fecha	Punta Espinillo	La Colorada	Pajas Blancas	Punta Yeguas	Santa Catalina	Cerro	Ramírez	Pocitos	Buceo	Malvin	Honda	Ingleseas	Verde	Carrasco	Miramar
05/05/2020							17,3								
12/05/2020			10,6	14,3	14,3	16,1	14,8	20,1	18,9	19,2		18,8		18,7	
27/05/2020		5,7	5,4	6,8	8,1	7,4	7	9,8	9,7	10	10,1	9,9	10,1	10,4	10,7
01/06/2020		4,9	5,4	5,7	5,6	6,1	6,6	7,2	7,1	7,1	7,1	6,7	7,1	7,1	7
08/06/2020		3,8	4,6	4,6	4,6	5,5	6,4	12,5	11,5	8,4	8	7,6	9	11,5	11,8
15/06/2020		4,4	4,6	5	5,9	6,9	11,3	6,7	8,1	8,3	8,9	8,1	8,6	8,9	8,7
29/06/2020	6,5	9,6	12,3		12,2	13,3	16	10,5	13,4	11,9	14,7	12,1	17,5	11,3	9,5
06/07/2020		4,3	4,7	7,1	7,7	7,8	7,2	12,1	12,6	12,2	11,9	11,7	11,4	11,8	12,1
13/07/2020		4,5	4,8	8,1	7,9	9,7	9,7	12,8	12,9	12,4	13	13	13,5	13,2	13,1
20/07/2020	5,6	7,9	6,8		9,7	7,6	8,7	17,6	15,5	12,6	10,6	12,8	10,2	11,1	10,1
27/07/2020		3,4	3,6	10,2	10,4	13,9	5,6	13,7	15,4	12	13,1	12	11,3	11	12,3
03/08/2020	4,5	6	4		4,9	6	17,8	13	12,3	17,2	17,6	16,4	15,2	15	17,4
10/08/2020		3,6	4,1	14,6	13,4	8,9	10,7	27,3	24,9	25,5	15,7	15,4	15,2	17,1	20,3
17/08/2020	5,3	6,2	6,9		7,8	8,7	8,9	11,2	11,8	12,9	12,2	12,8	13	13,7	14,2
18/08/2020						13,9	11,8	21,5		16,1		16,2		15,9	
31/08/2020		5,2	5,2	6,9	7	7,6	7,3	12,9	12,3	11,5	12,5	12,6	12,4	12,5	12,7
07/09/2020	5,2	6,1	6,9		11	10,8	14,6	13,9	15,8	15,7	16,5	15,6	16,2	15,2	14,7
14/09/2020		4,2	4,5	9,2	8,4	10,3	10,2	18,2	20,7	20,6	19,4	16,5	18,5	19,7	19,1
21/09/2020	4,3	4,7	5,5		6,6	8	8,9	11,6	12,1	12,5	12,3	12,8	12,8	12,7	12,7
30/09/2020		3,1	3,9	7,7	9,8	10,2	8,6	12,6	13,3	13,1	13,4	14,3	13,4	13,3	12,5
07/10/2020	3,1	3,1	5,4		7,2	8,1	5,2	7,1	8,2	7	10,1	9,7	6,5	10,3	10,1
14/10/2020								10,3	8,8	8	8,7	8,3	9,3	11,3	9,1
03/11/2020	3,9	4,2	5,9		19	13,2	21,2	17,9	14,3	18,6	20,4	20,2	21,5	12,9	13,3
04/11/2020			10,9	23,3	24,1	24,6	26,3	24,5		25,1		24,2		22,6	
09/11/2020			28,3			30,4	31	30,5		30,4					
11/11/2020		30,8	31	30,5	30,3	30,6	31,4	31,3		31,8	31,8	31,5	31,6	31,5	30,6

TEMPORADA NO ESTIVAL (01/04/2020 al 14/11/2020)

Playas – Valores de Temperatura (°C). Muestreos realizados en días representativos.

Fecha	Pajas Blancas	Cerro	Ramírez	Pocitos	Malvín	Carrasco
05/05/2020			16,4			
12/05/2020	15,6	15,9	16,1	17,9	17,8	19
27/05/2020	12,1	14,6	15,1	13,4	13,6	13,7
01/06/2020	13	13,3	13	12,8	12,8	12,7
08/06/2020	14	14,5	14,9	14,1	13,7	14
15/06/2020	12	12,2	13	11,6	11,7	10,6
29/06/2020	13	12,9	13,2	12	12,3	12
06/07/2020	10,4	10,7	11,1	10,6	10,6	11
13/07/2020	9	9,5	9,4	9,7	9,2	9,6
20/07/2020	12,1	12	14	12	13,3	12,5
27/07/2020	10,2	11	11	10,6	10,6	11,3
03/08/2020	12,4	12	13,2	11,7	12	11,9
10/08/2020	13,6	13,3	13,3	11,9	12,8	12
17/08/2020	11,9	12,4	12,3	11	11,3	11,7
18/08/2020		12,4	13	12,4	14	13,1
31/08/2020	11,7	11,7	11,7	11,4	11,5	11,7
07/09/2020	13,7	12,8	13,6	12	13	13,4
14/09/2020	13,5	13,4	13,7	12,4	12,3	12,7
21/09/2020	13,6	13,2	13,5	13	13	13,4
30/09/2020	16,7			15	16	16
07/10/2020	17,2	17	20	15,6	17,4	17,4
14/10/2020				16,6	19,1	17,7
03/11/2020	20,1	20	23	18,7	20,2	20
04/11/2020	17,9	18,1	18,2	19,1	19,6	20
09/11/2020	18,8	19	21	20	20,1	
11/11/2020	20,6	20,7	21,7	20,6	21,3	21

TEMPORADA NO ESTIVAL (01/04/2020 al 14/11/2020)
Playas – Valores de Turbidez (NTU). Muestreos realizados en días representativos.

Fecha	Pajas Blancas	Cerro	Ramírez	Pocitos	Malvin	Carrasco
05/05/2020			27			
12/05/2020	5,2	3,1	3,4	26	7,6	14
27/05/2020	21	11	11	38	45	60
01/06/2020	130	60	120	70	170	160
08/06/2020	16	8,5	11	22	9	12
15/06/2020	21	7,7	9,5	23	20	18
29/06/2020	60	120	55	180	220	330
06/07/2020	18	13	11	10	11	10
13/07/2020	36	16	31	110	100	100
20/07/2020	4,4	3,5	4,3	60	8,7	3,8
27/07/2020	20	55	19	240	190	60
03/08/2020	18	16	19	38	34	10
10/08/2020	22	8,7	14	260	550	10
17/08/2020	23	17	19	14	22	16
18/08/2020		20	7,4	60	25	32
31/08/2020	23	17	19	13	15	13
07/09/2020	19	12	50	55	55	110
14/09/2020	36	21	50	110	110	120
21/09/2020	20	13	14	40	45	55
30/09/2020	20	12	9,4	55	110	85
07/10/2020	17	21	10	260	130	210
14/10/2020				120	20	110
03/11/2020	6,9	26	27	450	200	280
04/11/2020	36	160	40	250	70	330
09/11/2020	40	120	55	60	85	
11/11/2020	32	15	27	33	90	140

TEMPORADA NO ESTIVAL (01/04/2020 al 14/11/2020)

Otros puntos costeros – Valores puntuales de coliformes fecales (ufc/100 mL). [Muestreos realizados en días representativos](#)

Fecha	Cañada Punta Espinillo	Cañada La Colorada	Cañada Pajas Blancas	Cañada Punta Yeguas	Caño Santa Catalina	Cañada del Cerro	Cañada Pichuaga	Vertedero La Cumparsita	Vertedero Buxareo	Vertedero Colombes	Arroyo Malvín	Arroyo Molino	Vertedero Punta Gorda	Arroyo Carrasco
12/05/2020			2200	260	450000	4900	45000	30000	1900		3900		2300	110000
27/05/2020			740	460	330000	9000	140000	250000			380000	120	110000	37000
01/06/2020			620	120	130000	10000	320000	8100	500	500	11000	1600	8000	130000
08/06/2020			1500	240	66000	16000	11000	1100	100			80	50	560000
15/06/2020			720	120	48000	200000	360000	260000	960000			460000	80000	170000
29/06/2020	10	960	900		300000	40000	180000	500	4600			16000	5500	4000
06/07/2020		820	820	60	48000	38000	100000	500	10000			1000	1600	8400
13/07/2020		40	190	240		12000	490000	700	300	400	2300	1300	400	12000
20/07/2020		760	1500		730000	130000	150000	210000	6600			3000	250000	39000
27/07/2020		120	2400	160	140000	250000	40000	54000	1600			200	120000	9000
03/08/2020	80	300	500		3600000	71000	530000	80000	100			2500	50	11000
10/08/2020		340	2900	960	870000	76000	78000	2000	4400		140000	2900	54000	5300
17/08/2020	5	60	340		150000	230000	400000	300	120			2100	100	23000
31/08/2020		180	940	240	340000	60000	380000	110	200		360000	1100	1000	5200
07/09/2020	10	860	1400		130000	110000	110000	160000				740	1500	11000
14/09/2020		400	1300	100	24000	75000	77000	800	100	66000	600	2200	1600	16000
21/09/2020	60	240	15000		31000	160000	110000	1000	100	3900	13000	50	50	3600
30/09/2020		120	1000	40	44000	140000	46000	2800	1000			80	36000	6400
07/10/2020		40	3000		350000	320000	580000	2500000	780		15000		60	
14/10/2020												560	100	3600
03/11/2020	40	120	860		50000	58000	24000	800	500			1700	100	69000
11/11/2020		20		300	23000	320000		1700	180				400	

TEMPORADA ESTIVAL (15/11/2020 al 31/03/2021)
Playas - Valores puntuales de coliformes fecales (ufc/100 mL). Muestreos realizados en días representativos

Fecha	Punta Espinillo	La Colorada	Pajas Blancas	Zabala	Los Cilindros	Punta Yeguas	Santa Catalina	Del Nacional	Cerro	Ramírez	Pocitos	Puerto del Buceo	Buceo	Malvin	Brava	Honda	Ingleses	Verde	Mulata	Carrasco	Miramar
16/11/2020		5	70	190	10	10	120	35	230	30	10	5	55		5	5	60	10	10	10	13
18/11/2020			330	25	10	25	140	320	4200		190	25	230		65	40	90	120	110	65	95
19/11/2020									80												
23/11/2020	10	55		5	5	15	130	25	50	5	5	5	10	45	10	10	5	10	75	1100	1900
30/11/2020		330	310	310	120	60	1100		580	190	110		110	110			120	120	120	160	180
02/12/2020	5	5	340	210	80	80	60	5	10	5	5	25	110	15	10	15	5	75	45	2300	3400
07/12/2020		5	30	5	30	110	110	5	90	60	35	1800	20	20	20	5	5	35	10	220	400
09/12/2020	15	5	10	10	5	10	35	610	10	5	20	900	20	5	15	5	5	5	40	320	1500
16/12/2020	10	30	10	170	20	60	2500	45	2500	45	90	460	280	65	45	20	60	50	20	3500	3600
21/12/2020		5	15	85	20	20	300	50	20	110	420	6800	130	2100	230	290	140	160	70	220	280
22/12/2020	5	5	5	10	5	5	1700	45	20	50	70	3900	100	310	15	10	20	15	25	120	420
28/12/2020		100	5	5	5	250	40		25	5	30	5	5	20	15	5	10	5	5	160	280
29/12/2020	10	5	30	5	10	10	10	20	480	5	5	3000	110	5	5	5	35	5	65	1000	2000
04/01/2021		40	240	120	610	130	120		1200	250	30	30	5	40	5	5	10	10	5	120	150
07/01/2021	5	15	5	30	5	5	50	5	10	60	120	100	390	80	170	190	40	120	55	30	140
11/01/2021		20	35	80	50	70					60	910	130	55	20	10	10	35	55	210	210
13/01/2021	20	30	35	75	290		5	40	590	85	60	160	30	5	60	5	40	180	40	1100	660
18/01/2021		60	15	15	5	5	60		30	190	15	5	15	5	5	5	5	10		5	5
20/01/2021	5	25	80	150	5	5	60	130	790	75	5	80	10	5	5	5	5	5	5	5	5
25/01/2021		5	5	5	10	45	160	15	20	10	20	10	10	5	20	15	5	5	5	15	25
27/01/2021	150	910	330	750	970		390	540	590	95	610	7200	320	260	20	110	75	15	30	150	130
22/02/2021	70	230	230	280	110		240		1800	370	260	290	180	200	140	180	200	200	130	280	370
24/02/2021		50	30	160	30	150	150	100	370	1000	310	40	820	240	230	410	190	110	240	120	350
01/03/2021	50	40	45	140	13		30		140	20	8		15	20	20	20	5	20		680	1300
03/03/2021		40	45	40	5	40	40	5	140	5	45	40	20	5	5	5	15	5	75	340	440
08/03/2021	500	2000	60	210			210		1000	10000	200	70	160	120	140	55	150	75	25	27	60
10/03/2021		5	20	5	50	330	10	40	100	5	590	20	530	200	280	120	80	30	15	65	120
15/03/2021	160	150	5		25				140	5	660		100	40	5	20	10	5		25	75
22/03/2021		40	40	20	40	80	80	120	110	120	370	240	1400	1200	660	30	310	410	80	250	300
24/03/2021	13	15	20	25	100		760	380	490	270	70	50	180	120	30	80	130	60	60	130	330

TEMPORADA ESTIVAL (15/11/2020 al 31/03/2021)
Playas – Valores de MGS de coliformes fecales (ufc/100 mL). Muestreros realizados en días representativos.

Fecha	Punta Espinillo	La Colorada	Pajas Blancas	Zabala	Los Cilindros	Punta Yeguas	Santa Catalina	Del Nacional	Cerro	Ramírez	Pocitos	Puerto del Buceo	Buceo	Malvin	Brava	Honda	Inglesees	Verde	Mulata	Carrasco	Miramar
30/11/2020			73	76			171		295			22	69	40			28	40		192	270
02/12/2020			43	52	14	40	168	23	73	24	28	31	56	53	15	11	17	52	33	357	536
07/12/2020			19	44	12	34	127	41		17	18	87	34	24	18	11	9	28	43	491	931
09/12/2020			17	50		55	109		105	26	32	156	67	25	17	9	16	38	31	619	1057
16/12/2020	8	8	7	27	19	38	35	29	84	24	42	662	69	46	33	19	16	40	30	659	1155
21/12/2020			7	12	21	22	164	32	62	38	71	1816	68	84	36	17	21	29	27	365	760
22/12/2020	8	7																			
28/12/2020			13	8	15	58	134	52	48	23	69	1816	68	84	36	17	21	29	27	365	760
29/12/2020	8	13	13	10	10	15	104	42	104	23	52	2012	72	84	34	17	24	20		343	708
04/01/2021			14	19	20	68	120		90	32	42		32	76	17	13	25	12	39	430	750
07/01/2021	8	17	16		14	15	84	42	78	28	33	1296	40	40	16	12	19	12	42	147	346
11/01/2021			23	23	25	24	62				32	1486	43	28	17	12	22	14	51	165	301
13/01/2021	9	18	34	25	54		26	25	153	32	37	702	61	21	22	12	29	29	46	242	357
18/01/2021			29	29		47	28		159	66	45		41	21	22	12	19	33		84	108
20/01/2021	8	27	24	42	18		40	30	176	113	32	323	47	14	22	12	17	33	33	44	55
25/01/2021			21	24	49	28	43	24	78	59	22	103	23	8	14	7	11	17	20	39	39
27/01/2021			46	37	92	50	65	46	175	65	35	243	27	11	14	12	13	15	18	36	35
22/02/2021	15	46							219	175	65	35	243	27	11	14	12	13	15	18	36
22/02/2021	22	69	54	119	41		140	140	219	87	47	193	39	23	17	24	18	15	21	28	31
24/02/2021			67	62	138	59	168	84	362	121	87	146	86	50	36	57	37	24	30	52	73
01/03/2021	35	73	55		72		146		256	93	95		93	66	48	75	37	32		139	223
03/03/2021			111	86	106	46	111	55	378	81	112	127	107	66	36	61	46	32	51	259	395
08/03/2021	67	130	61	195			98		420	206	90	188	93	57	54	53	53	44	71	184	339
10/03/2021			60	37	25	55	52	44	236	87	106	58	116	57	62	49	44	30	61	137	270
15/03/2021	133	75	26		19		40	76	194	30	123		76	39	29	27	25	16		100	199
22/03/2021			75	26	42	20	95	66	185	43	265	56	188	90	58	29	56	30	56	82	148
24/03/2021	82	62	22	22	29	30	139	62	237	96	289	58	292	169	83	50	86	49	42	68	140

TEMPORADA ESTIVAL (15/11/2020 al 31/03/2021)
Playas – Valores de Salinidad (PSU). Muestreos realizados en días representativos.

Fecha	Punta Espinillo	La Colorada	Pajas Blancas	Zabala	Los Cilindros	Punta Yeguas	Santa Catalina	Del Nacional	Cerro	Ramirez	Pocitos	Puerto del Buceo	Buceo	Malvin	Brava	Honda	Inglese	Verde	Mulata	Carrasco	Miramar
16/11/2020	15	12,5	15,8	15	12,2	12,2	17	19,9	15,2	22,3	22,1	28,1	28,2	28,2	28,2	28,1	28,4	28,9	28,8	28,4	29,1
18/11/2020		13,1	13	12,2	12,2			19,9	15,2	19,8	24,7	21,1	25,3	24,6	25,4	25,4	24,9	26,3	25,3	25,5	25
19/11/2020									17,6												
23/11/2020	23,9	27,3	27,9	27,7	27,9			29	29,2	29,7	29,4	30,1	30,5	30,7	31,1	30,7	30,3	31	30,7	30,2	30,4
30/11/2020		18,9	19,9		20,1	21,2		21		23,5	23,8	26,2	26,2	27,4			26,6	27,4		26,6	27,1
02/12/2020	24,1	25,8	26,7	25,1	25,2			25,1	25,1	27,2	27	27,7	24,3	27	28	26,7	27,4	27,2	26,5	26,3	26,9
07/12/2020		16,9	21,8	21,7	22,1	20		21,2	20,5	22	21	19,9	17,8	21	19,5	21,9	22,5	21,7	22,8	22,5	22,9
09/12/2020	17	21,6	21,5	21,6	22			25	25,1	25,7	26,5	27,3	25,3	27,3	27,3	27,1	27,7	27	27,3	27,4	27,4
16/12/2020	12,8	14,5	14,8		13,1	19,7	16			18,9	23,7	21,7	17,8	23,1	23	22,8	23,7	23,1	24,2	20,4	18,9
21/12/2020		9,3	9,4	9,6	9	10,8	9,9	10,4	10,9	10,7	12,7	13	12,4	12,5	12,4	12,9	12,5	12,6	12,7	12,8	13,1
22/12/2020	7	7,9	7,8	7,6	7,5			8,7	8,8	9,6	10,1	11,7	12,3	12,1	12,4	12,2	12,1	12,5	12,8	13,7	13,8
28/12/2020		13,5	16,1		16,3	22,1				27,8	29,1	29,2	28,7	28,7	28,6	28,6	28,6	28,4	28,1	29,3	
29/12/2020	12,9	9,6	11,7	9,4	9,9			13,8	11,2	16,7	28,9	30,1	28,1	29,7	30,7	31,3	29,5	30,3	30,1	29,6	29,6
04/01/2021		14,6	20,2		19,9	25,7		26,6		26,1	26,6	26,7	27,1	19,6	20	19,8	25,2	26,1	29,4	29,6	
07/01/2021	10,5	10,1	10,4	10,5	10,3			13,5	12,4	14,7	14,2	19	20,4	19,3	26	26,1	19	19,5	19,2	19,4	18,9
11/01/2021		14,1	18,7	18,4	16,2	22,5				24,5	24,5	21,5	24,5	24,5	24,6	24,9	24,4	24,8	25,1	24,3	24
13/01/2021	13,1	15,5	12,8	13,4	13,7					22,3	22,3	21,7	22,1	22,9	22,8	22,1	22,3	24,2	23,3	22	22
18/01/2021		12,9	14,1		15,2	17,1	16,5	18	16,8	17,4	18,1	18,9	18,4	19,2	19,5	19,3	19	19,5	19,5	19,7	19,2
20/01/2021	9	8,7	9,3	8,9	7,9					10,9	12,7	14	14,7	14,8	15,3	15,4	14,8	15,2	14,8	16,1	16,2
25/01/2021		22,8	17,9	16,2	16,6	26,7	26,2	26,6	27,9	26,7	27,8	28,6	28,5	27,8	28,2	28	28	28,4	28,1	28	28,5
27/01/2021	8,9	7,9	8,7	8,8	9		12,6	14	16,6	27,6	29,8	28,6	29,7	29	28,9	29,1	29	29,2	29,5	29,2	29,5
22/02/2021	3,1	3,6	4,6	4,2	9,7		4,2		13,3	10,4	14,9	12,8	17	16,9	17	17	17,3	18,4	18,6	17,9	16,8
24/02/2021		5,6	6,6	5,8	5,5	12,1	12,3	13,6	14,3	10,1	16,9	16,3	16,8	16,5	18,2	17,8	17,2	16,8	17,5	18,2	18
01/03/2021	11,7	12,5	13,3		11,9		24,4	24	26,1	25,5	26,7	28,3	26,7	28,3	27,7	27,3	27,5	27,9	28,5	28,5	28,2
03/03/2021		11,9	13,8	12,8	11,3	22,4	22,2	25,5	30,1	30,6	30,2	27,5	30,6	30,6	30,1	30,4	30,6	30,6	30,2	30,3	30,2
08/03/2021	4,1	4,1	4,4	4			7,4		10,9	7,6	10,7	13,2	10,4	8,9	10,5	9,9	21	21,6	24,2	24,8	22,9
10/03/2021		3,3	3,6	4,1	3,5	7,6	6	6	5	7,9	10,7	9,7	12	12,7	14,2	13,7	10,7	12,4	11,7	12,6	18,1
15/03/2021	7,1	5,4	6,9		6,8		13		15,6	21,3	24,9	23,6	23,6	23,4	23,5	23,9	24,3	23,6	23,8	23,8	23,5
22/03/2021		7,6	7,3	7,6	8	9,3	8	9,3	9,9	11,5	12,5	15,5	13,7	13,5	14,9	13,4	12,8	13,7	13,4	13	14,6
24/03/2021	4,6	5,3	5,4	5,3	4,5		10,8	11,8	12,9	13,1	13,6	9,7	17,6	17,1	18,3	18,3	17,8	18,7	19,2	17,8	18,1

TEMPORADA ESTIVAL (15/11/2020 al 31/03/2021)**Playas – Valores de Temperatura (°C). Muestreos realizados en días representativos.**

Fecha	Pajas Blancas	Cerro	Ramírez	Pocitos	Malvin	Carrasco
16/11/2020	21,6	21,1	23,4	20,4	21	20,8
18/11/2020	23	22,4		20,9	22	21,9
23/11/2020	21,7	23,4	25,4	21,4	24,1	22,6
30/11/2020	21,6	21,8	22,6	21,4	22	21,6
02/12/2020	23,5	24,4	26,4	23	23,1	24
07/12/2020	21,8	23,8	23,4	22,1	23,2	23,1
09/12/2020	22,2	24,4	26,8	23	23,7	24
16/12/2020	21,7	22	24	22	22,6	22
21/12/2020	20,4	20,3	21,1	20,4	21,7	21,7
22/12/2020	20,3	23,6	24,3	21,5	21,7	21,8
28/12/2020	23,4	24	24	23,8	24,9	24,7
29/12/2020	23,2	23,9	24	23,4	23,6	23,4
04/01/2021	23,7	23,4	24	23,2	23,2	24,1
07/01/2021	24	25,7	24,7	24	23,7	24,4
11/01/2021	23				24,4	24,3
13/01/2021	22,7	23,7	24,3	22,6	22,8	21,9
18/01/2021	23	23,3	24,4	23	23,9	24,1
20/01/2021	24,3	26,2	28,2	25	25,3	25,7
25/01/2021	24,6	26,4	29,7	25,7	25,2	25,7
27/01/2021	26	26,5	26,7	26,7	26,7	26,7
22/02/2021	23,2	23,1	22,8	23,7	23,4	23
24/02/2021	23	25,6	23,8	24,5	23,9	24
01/03/2021	25	25,6	26,7	24,9	24,8	24,6
03/03/2021	24,5	25	25,6	24,7	24,8	24,6
08/03/2021	22,5	23,6	22,5	24	23,8	23,8
10/03/2021	22	24,2	26,1	23,4	24	24
15/03/2021	23,1	24,5	26,4	24,2	24,3	24,8
22/03/2021	20,7	22,4	23,2	21,7	22,1	22,7
24/03/2021	21,6	23	25,6	23,1	23	23,7

TEMPORADA ESTIVAL (15/11/2020 al 31/03/2021)**Playas** – Valores de Turbidez (NTU). Muestreos realizados en días representativos.

Fecha	Pajas Blancas	Cerro	Ramírez	Pocitos	Malvin	Carrasco
16/11/2020	8,9	8,8	10	21	8,9	12
18/11/2020	3,7	4,8		33	190	45
19/11/2020		28				
23/11/2020	19	45	35	40	310	160
30/11/2020	40	17	65	55	70	45
02/12/2020	19	9,3	9	45	70	40
07/12/2020	13	38	11	85	22	29
09/12/2020	5,5	19	12	80	23	180
16/12/2020	5,3	7,4	37	65	100	17
21/12/2020	18	3,8	25	18	26	24
22/12/2020	5	4,8	5,7	13	12	34
28/12/2020	2,4	15	7,6	120	95	120
29/12/2020	2,8	7,3	7,4	60	29	230
04/01/2021	9,2	45	29	50	90	190
07/01/2021	14	2,9	21	6,8	11	22
11/01/2021	28			80	60	130
13/01/2021	11	6,9	21	11	14	22
18/01/2021	14	9,1	32	25	12	12
20/01/2021	6,7	5,2	4,8	6,1	3,5	1,8
25/01/2021	3,2	33	14	80	45	90
27/01/2021	28	13	17	45	34	75
22/02/2021	29	8,1	14	60	60	50
24/02/2021	7,2	14	10	100	45	16
01/03/2021	3,5	11	6,1	70	65	55
03/03/2021	2,3	18	4,4	70	39	50
08/03/2021	8,7	6,3	29	16	5,8	65
10/03/2021	13	6,4	6,4	80	35	45
15/03/2021	2,8	6,8	1,8	40	27	45
22/03/2021	5,2	2,5	12	4,4	3,7	3,1
24/03/2021	3,2	8,2	1,9	90	20	32

TEMPORADA ESTIVAL (15/11/2020 al 31/03/2021)**Otros puntos costeros – Valores puntuales de coliformes fecales (ufc/100 mL). Muestreos realizados en días representativos**

Fecha	Cañada La Colorada	Cañada Pajas Blancas	Cañada Zabala	Cañada Punta Yeguas	Caño Santa Catalina	Cañada del Nacional	Cañada del Cerro	Cañada Pichuaga	Vertedero La Cumparsita	Vertedero Buxareo	Vertedero Colombres	Arroyo Malvin	Arroyo Molino	Vertedero Punta Gorda	Arroyo Carrasco
16/11/2020	120	1100	2300		74000		760000	170000	300	50			260	180	180000
18/11/2020	40	1700	420	40	56000		1800000	110000	300	50			160	200	300000
19/11/2020							1300000	300000							
23/11/2020	80	520	280		27000	100	1300000	110000	2000				120	50	450000
30/11/2020				1200	40000		210000		5800						
02/12/2020	420	740	520		39000	800	960000	21000	9500			77000	20	100	230000
07/12/2020	700	820	1200	40	65000	1500	23000	110000	890000	1400		1000	1500	390000	230000
09/12/2020	700	580	680		14000	2000	290000	100000	110000				900	21000	130000
16/12/2020	3100	2600		1300	41000		94000	180000	600	20000		680000	300	260	240000
21/12/2020	4400	980	23000	1500	270000	2400	130000	47000	400	830000		2400000	75000		370000
22/12/2020	800	660	6800		680000	1100	75000	17000	1000	5000		6700000	300		180000
28/12/2020				160	2200000		110000		2300					50	
29/12/2020		200	1100			3600	270000	110000	180	500			700	50	44000
04/01/2021	730	340		320	1100000		510000		35000	750000				340	
07/01/2021	21000	620	800					130000	5000	58000		290000	3800	1700	890000
11/01/2021	700	1400	360	100					900	3000		200	200	220	460000
13/01/2021	11000	2100	7100			980	620000	260000	88000	1500		6700	680	70	420000
18/01/2021				100	64000		12000		35000	11000		140000		71000	
20/01/2021	9500	80	780			5200	30000	20000	1200	91			7200	300	620000
25/01/2021		60	3100	200		1200	13000	380000	6500				400	200	17000
27/01/2021		30	200			540	7000	510000	50	20		260	320	200	31000
22/02/2021		1000	5300		1700000		330000			1000		100000	17000	6000	230000
24/02/2021	880	400	800	50	3100000	300	42000	130000		4600	1700	39000	1000	50	460000
01/03/2021		50			1400000		130000								
03/03/2021		220	120	120	470000	360	97000	110000					2100	240	200000
08/03/2021		20	220		1500000		160000			200			120	80	450000
10/03/2021		100	740	40	300000	140	280000	430000				500	9300	50	210000
15/03/2021					1100000		69000			4100			300	10	
22/03/2021		300	4900	50	300000	7100	50000	200000		200000		590000	1200	4000	500000
24/03/2021		140	800		410000	5800	20000	140000		3000			4000	500	330000