



MVOTMA

Ministerio de Vivienda
Ordenamiento Territorial
y Medio Ambiente

Monitoreo de playas (Temporada 2013 a 2014)

Montevideo, 2015



DIVISION CALIDAD AMBIENTAL

Luis Reolón

DEPARTAMENTO SEGUIMIENTO COMPONENTES DEL AMBIENTE

Magdalena Hill

Gabriel Yorda

Responsable del Programa de Monitoreo

Malvina Masdeu

Personal responsable del Análisis de la Información

Malvina Masdeu

**Muestreo y análisis de campo y
Laboratorio**

Intendencia de Colonia

Intendencia de San José

Intendencia de Montevideo

Intendencia de Canelones

Intendencia de Maldonado

Intendencia de Rocha

ÍNDICE

1-RESUMEN EJECUTIVO	1
2-INTRODUCCIÓN	2
2.1-Antecedentes	2
2.2-Normativa	3
2.3-Programa de Monitoreo	4
3-OBJETIVO	6
4-METODOLOGÍA	7
5-RESULTADOS Y DISCUSIÓN	8
5.1-Evolución temporal de algunos indicadores de calidad del agua (2010 al 2014)	8
5.2-Temporada 2014	12
Playas de Colonia	17
Playas de San José	25
Playas de Montevideo	30
Playas de Canelones	35
Playas de Maldonado	41
Playas de Rocha	48
6-SÍNTESIS	55
7-BIBLIOGRAFÍA	56

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Categorización de las playas propuesta por GESTA-Agua	4
Tabla 2. Playas Monitoreadas en el marco el Convenio de Cooperación Técnica entre MVOTMA e Intendencias costeras (exp. 2013/14000).	6
Tabla 3. Clasificación de cada playa de Colonia considerando toda la temporada.	24
Tabla 4. Clasificación de cada playa de Montevideo considerando toda la temporada.	34
Tabla 5. Clasificación de cada playa de Canelones considerando toda la temporada.	40
Tabla 6. Medias geométricas de los coliformes termotolerantes para cada mes y promedio de las medias geométricas para la temporada.	47
Tabla 7. Medias geométricas de los coliformes termotolerantes para cada playa para el período comprendido entre el 26 de diciembre de 2013 y el 2 de abril de 2014	55

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Zonificación del Río de la Plata y su frente marítimo, delimitado por rangos de salinidad (PSU) y batimetría (m)	5
Figura 2. Evolución temporal de la conductividad en las playas de los seis departamentos costeros.	9
Figura 3. Evolución temporal de la conductividad en las playas de los seis departamentos costeros	10
Figura 4. Evolución temporal de la salinidad en las playas de los seis departamentos costeros.	11
Figura 5. Evolución temporal de coliformes termotolerantes en las playas de los seis departamentos costeros.	11
Figura 6. Gradiente espacial de la temperatura promedio por playa, para la temporada de verano.	12
Figura 7. Gradiente espacial de la conductividad promedio por playa, para la temporada de verano	13
Figura 8. Gradiente espacial de la salinidad promedio por playa, para la temporada de verano.	13
Figura 9. Gradiente espacial del oxígeno disuelto (mg/L) promedio por playa, para la temporada de verano.	14
Figura 10. Gradiente espacial del pH promedio por playa, para la temporada de verano.	15
Figura 11. Gradiente espacial de la media geométrica promedio de los coliformes termotolerantes por playa, para la temporada de verano.	15
Figura 12. Mapa de las playas de Colonia.	17
Figura 13. Gradiente temporal de la temperatura de las playas de Colonia, orientadas de oeste a este	18
Figura 14. Gradiente espacial de la temperatura promedio de las playas de Colonia, orientadas de oeste a este.	18
Figura 15. Gradiente temporal de la conductividad de las playas de Colonia, orientadas de oeste a este.	20
Figura 16. Gradiente espacial del promedio de conductividad para la temporada de las playas de Colonia.	20
Figura 17. Variación temporal del pH en las playas de Colonia,	21

ordenadas de oeste a este.

Figura 18. Variación espacial del pH promedio de la temporada, para cada una de las playas de Colonia, ordenadas de oeste a este.	21
Figura 19. Variación temporal del oxígeno disuelto de las playas de Colonia, ordenadas de oeste a este.	22
Figura 20. Variación espacial del oxígeno disuelto promedio, de las playas de Colonia, ordenadas de oeste a este.	22
Figura 21. Variación temporal de las medias geométricas de la concentración de coliformes termotolerantes para las playas de Colonia, ordenadas de oeste a este.	23
Figura 22. Mapa de las playas de San José.	25
Figura 23. Variación temporal de la temperatura de las playas de San José.	25
Figura 24. Variación espacial de la temperatura promedio en las playas de San José.	26
Figura 25. Variación temporal de la conductividad en las playas de San José.	26
Figura 26. Variación espacial de la conductividad promedio en las playas de San José.	27
Figura 27. Variación temporal de la salinidad en las playas de San José	27
Figura 28. Variación espacial de la salinidad promedio en las playas de San José.	27
Figura 29. Variación temporal del pH en las playas de San José	28
Figura 30. Variación espacial del pH promedio en las playas de San José.	28
Figura 31. Variación temporal del oxígeno disuelto en las playas de San José.	29
Figura 32. Variación espacial del oxígeno disuelto en las playas de San José	29
Figura 33. Mapa de las playas de Montevideo.	30
Figura 34. Variación temporal de la temperatura de las playas de Montevideo, ordenadas de oeste a este.	30
Figura 35. Temperatura promedio de la temporada, para cada una de las playasde Montevideo, ordenadas de oeste a este.	31

Figura 36. Variación temporal de la conductividad (izquierda) y de la salinidad (derecha) de las playas de Montevideo, ordenadas de oeste a este.	32
Figura 37. Conductividad y salinidad promedio de la temporada, para cada una de las playas de Montevideo, ordenadas de oeste a este.	32
Figura 38. Variación temporal del pH de las playas de Montevideo, ordenadas de oeste a este.	33
Figura 39. pH promedio de la temporada, para cada una de las playas de Montevideo, ordenadas de oeste a este	33
Figura 40. Variación temporal de las medias geométricas de la concentración de coliformes termotolerantes para las playas de Montevideo, ordenadas de oeste a este. Todos los datos pertenecen al 2014.	34
Figura 41. Mapa de las playas de Canelones. Las flechas anaranjadas indican las payas que se monitorean en el marco del convenio.	35
Figura 42. Variación temporal de la temperatura de las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.	36
Figura 43. Temperatura promedio de la temporada, para cada una de las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.	36
Figura 44. Variación temporal de la salinidad de las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.	37
Figura 45. Salinidad promedio de la temporada, para cada una de las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este	37
Figura 46. Variación temporal del pH de las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.	38
Figura 47. pH promedio de la temporada, para cada una de las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.	38
Figura 48. Variación temporal del oxígeno disuelto de las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.	39
Figura 49. Oxígeno disuelto promedio de la temporada, para cada una de las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.	39
Figura 50. Variación temporal de las medias geométricas de la concentración de coliformes termotolerantes para las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.	40

Figura 51. Mapa de las playas de Maldonado.	41
Figura 52. Variación temporal de la temperatura de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este.	42
Figura 53. Temperatura promedio de la temporada, para cada una de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este	42
Figura 54. Variación temporal de la conductividad de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este.	43
Figura 55. Conductividad promedio de la temporada, para cada una de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este.	43
Figura 56. Variación temporal de la salinidad de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este.	44
Figura 57. Salinidad promedio de la temporada para cada una de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este.	44
Figura 58. Variación temporal del pH de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este.	45
Figura 59. pH promedio de la temporada, para cada una de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este.	45
Figura 60. Variación temporal del oxígeno disuelto de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este	46
Figura 61. Promedio del oxígeno disuelto de la temporada, para cada una de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este.	46
Figura 62. Mapa de las playas de Rocha.	48
Figura 63. Variación temporal de la temperatura de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este.	49
Figura 64. Temperatura promedio de la temporada, para cada una de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este.	49
Figura 65. Variación temporal de la conductividad de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este.	50
Figura 66. Conductividad promedio de la temporada, para cada una de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este	51
Figura 67. Variación temporal de la salinidad de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este.	51
Figura 68. Salinidad promedio de la temporada para cada una de las	52

playas de Rocha, ordenadas de oeste a este.

Figura 69. Variación temporal del pH de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este. **52**

Figura 70. pH promedio de la temporada para cada una de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este. **53**

Figura 71. Variación temporal del oxígeno disuelto de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este. **53**

Figura 72. pH promedio de la temporada para cada una de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este. **54**

1-RESUMEN EJECUTIVO

A partir de diciembre de 2013 se conforma la **Red de Monitoreo Costero**, integrada formalmente por las Intendencias de Colonia, San José, Montevideo, Maldonado y Rocha y coordinada por la DINAMA, con el apoyo del proyecto FREPLATA. Esta Red comienza a implementar sus actividades de monitoreo en enero de 2014. Durante esa temporada se monitorean un total de 48 playas. Estas actividades fueron efectuadas por los técnicos de las respectivas instituciones involucradas y coordinadas a través de la DINAMA. La temporada se caracterizó por la persistencia de intensas y frecuentes lluvias durante los meses de enero y febrero. Generalmente los valores de las variables contenidas dentro de la normativa fueron aceptables según lo establecido en la misma. Existieron algunas excepciones, como fue el caso de los coliformes termotolerantes en Colonia, que generalmente estuvieron por encima del límite admitido. Posiblemente este hecho esté asociado con las intensas lluvias que caracterizaron esta temporada de verano. Por último es importante aclarar que algunos departamentos (San José, Maldonado y Rocha), tuvieron dificultades a la hora de implementar sus actividades de monitoreo, lo que ocasionó que la información para sus respectivas playas sea limitada. Estas dificultades son propias de las primeras experiencias de monitoreo y se espera poder mejorar estos aspectos para las siguientes temporadas.

2-INTRODUCCIÓN

El agua representa un insumo fundamental para la vida, constituyendo un elemento insustituible en diversas actividades humanas, además de mantener el equilibrio en el medio ambiente. En el escenario mundial, la inminente escasez de los recursos hídricos y la diseminación de los factores condicionantes para una gestión integrada, constituyen un requisito fundamental para el desarrollo equilibrado y en consonancia con la preservación del medio ambiente.

La aplicación de los principios orientadores de gestión de agua deberá ordenar su uso múltiple y posibilitar su preservación para generaciones futuras, minimizando y evitando los problemas originados de la escasez y de la contaminación de los cursos de agua, los cuales afectan y comprometen los diversos usos de los recursos hídricos.

La Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA) es el organismo responsable a nivel Nacional de la formulación, ejecución, supervisión y evaluación de los *Planes Nacionales de Protección del Medio Ambiente* y de proponer e instrumentar la *Política Nacional* en la materia, generando pautas que garanticen un desarrollo sostenible.

El Departamento de Seguimiento de Componentes del Ambiente tiene el cometido de formular, ejecutar y evaluar los planes nacionales de monitoreo de calidad de los diferentes cuerpos de agua del país. En este contexto, lleva a cabo el monitoreo de calidad de agua de las playas del Río de la Plata y Océano Atlántico.

2.1-Antecedentes

Desde 1990 la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA), en coordinación con algunas Intendencias costeras se encarga de llevar adelante el Programa de Evaluación de la Calidad del Agua de las Playas. Este programa abarca la costa del Río de la Plata y del Océano Atlántico desde la ciudad de Colonia del Sacramento (departamento de Colonia) hasta la Barra del Arroyo Chuy (departamento de Rocha). Hasta el período 2012-2013 este programa contó con la participación de las Intendencias de Colonia, Canelones y Maldonado. A partir de la temporada 2013-2014 se formalizan sus actividades así como las instituciones participantes a través de un Convenio de Cooperación Técnica entre el MVOTMA e Intendencias costeras. De esta forma, a partir de diciembre de 2013 se conforma lo que se denomina **Red de Monitoreo Costero**, integrada formalmente por las

Intendencias de Colonia, San José, Montevideo, Maldonado y Rocha y coordinada por la DINAMA. Esta Red amplía el alcance de las actividades de monitoreo desarrolladas históricamente, ya que además del análisis bacteriológico se fortalece el monitoreo de las floraciones de cianobacterias. Adicionalmente se aumenta el período de monitoreo, abarcando también los meses comprendidos fuera de la temporada estival (mayo-setiembre). De esta manera el monitoreo que anteriormente se realizaba solo durante la temporada estival, ahora se efectuará a lo largo de todo el año. Este informe se referirá específicamente a los datos obtenidos durante la temporada estival.

2.2-Normativa

La normativa uruguaya de calidad de agua en la cual se basa la División de Calidad Ambiental para evaluar la calidad del agua de las playas es la propuesta de modificación del Decreto 253/79. Con fecha de 25 de febrero de 2005, fue aprobada una resolución ministerial mediante la cual todos los cursos de agua se clasifican como una clase (equivalente a clase 3 del decreto original), correspondiente a “aguas destinadas a la preservación de los peces en general y de otros integrantes de la flora y fauna hídrica, o también de aguas destinadas al riego de cultivos cuyo producto no se consume en forma natural o en aquellos casos en que se aplique en forma natural se apliquen sistemas de riego que no impliquen mojado del producto”.

En setiembre de 2008 se acuerda una propuesta de modificación del decreto 253/79, que integra la actualización de los estándares de calidad de agua y de vertido y cuyo objetivo es generar una herramienta más eficaz para prevenir la contaminación ambiental a través del control de la contaminación de las aguas superficiales. En esta propuesta de modificación es que se basan los criterios para evaluar la aptitud de playas para recreación por contacto directo.

Criterios de evaluación

De acuerdo con el Decreto N° 253/79 y modificativos, el estándar bacteriológico para aguas de recreación por contacto directo sólo permite clasificar las playas en **Aptas** y **No Aptas** para baño, de acuerdo al cumplimiento o no de un valor límite establecido para la concentración de coliformes termotolerantes (media geométrica móvil de 1000 UFC/100mL en función de 5 muestras). En el 2008 el GESTA-Agua (Grupo de Estudios de Temáticas Ambientales Interinstitucional), lanza una propuesta para la modificación del Decreto 253/79. En la misma se establecen 4 categorías

de agua para baños. Estas categorías se basan en los valores de la media geométrica de la concentración de coliformes termotolerantes (Tabla 1). El valor límite para considerar a una playa dentro del grupo de las categorías aptas se mantiene según el valor dado por la normativa vigente (concentración límite de 1000 UFC/100mL, como valor de la media geométrica de 5 muestras consecutivas). A su vez, la clasificación de las playas por temporada, es decir, teniendo en cuenta todos los datos de coliformes obtenidos entre el comienzo y el fin de la misma, se obtiene a partir de promediar las medias geométricas anteriormente mencionadas.

Para el oxígeno disuelto y el pH la normativa también establece objetivos de calidad para aguas superficiales. Para el caso del oxígeno disuelto este objetivo es de un mínimo de 5 mg/L, mientras que el pH debe encontrarse dentro del rango de 6,5 y 8,5.

Tabla 1. Categorización de las playas propuesta por GESTA-Agua.

Categoría	Coliformes termotolerantes (UFC / 100 ml)
Excelente	Coliformes termotolerantes \leq 250
Muy Buena	250 < Coliformes termotolerantes \leq 500
Satisfactoria	500 < Coliformes termotolerantes \leq 1000
No Apta	Coliformes termotolerantes > 1000

2.3 -Programa de Monitoreo

La Red de Monitoreo Costero se basa en datos obtenidos y reportados por las Intendencias de Colonia, San José, Montevideo, Canelones, Maldonado y Rocha. Se monitorean un total de 48 playas pertenecientes a estos departamentos (Tabla 2). Los monitoreos son llevados adelante por los técnicos de las respectivas instituciones involucradas y coordinados a través de la DINAMA, con el apoyo del proyecto FREPLATA (Masdeu, 2014).

Área de estudio

El Río de la Plata y su Frente Marítimo abarcan un área cercana a los 252.000 km². En el confluyen las aguas de los ríos Paraná y Uruguay en su nacimiento, y las aguas de las corrientes del Brasil y de las Malvinas en su desembocadura. Como consecuencia de esta interacción se generan condiciones ambientales (salinidad,

turbidez, profundidad, biota acuática) muy variables (Cantera, 2005), estableciéndose de esta forma cinco ambientes ecológicos relativamente homogéneos en donde las diversas especies cumplen sus ciclos vitales. Los cinco ambientes son: (1) Fluvial; desde la naciente hasta Punta Tigre, (2) Estuarino; desde P. Tigre a Punta del Este, (3) Oceánico costero; desde P. Del Este en adelante, (4) Plataforma continental y (5) Talud continental (Fig. 1). El monitoreo de playas involucra a las primeras tres zonas: **Fluvial, Estuarina y Oceánica Costera**, comprendidas en los Departamentos de Colonia a Rocha, según se muestra en la Tabla 2. Esta zonificación no es estática, ya que se ve sometida a fuerzas relativamente aleatorias como son los factores climáticos locales y regionales, sumado a factores azarosos cíclicos como el fenómeno de El Niño-La Niña.

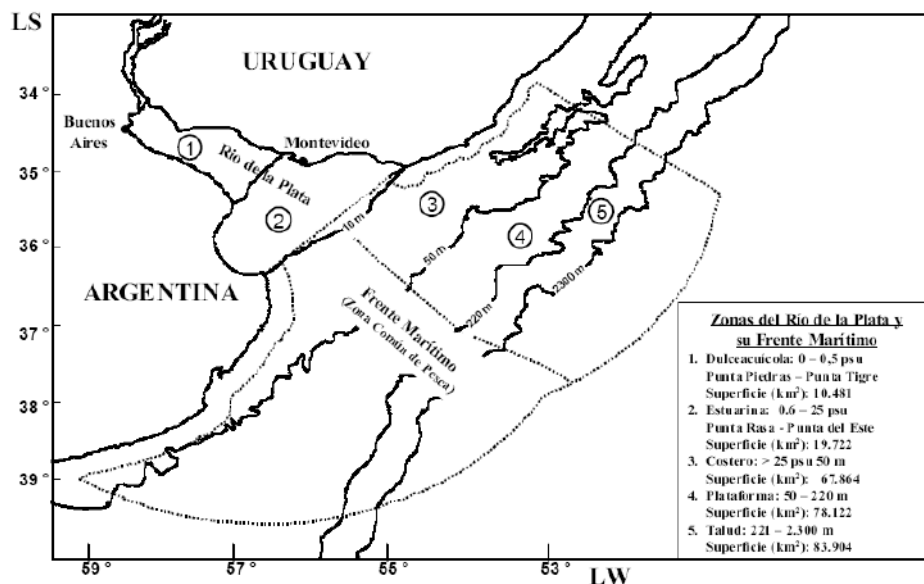


Figura 1. Zonificación del Río de la Plata y su frente marítimo, delimitado por rangos de salinidad (PSU) y batimetría (m) (tomado de Cantera, 2005).

Tabla 2. Playas Monitoreadas en el marco el Convenio de Cooperación Técnica entre MVOTMA e Intendencias costeras (exp. 2013/14000).

COLONIA	SAN JOSÉ	MONTEVIDEO	CANELONES	MALDONADO	ROCHA
Real de San Carlos	Bocas del Cufre	Pajas Blancas	Shangrilá	Solís	La Balconada
Municipal	Kiyú	Cerro	El Pinar	Argentino Hotel	La Bahía
Oreja de Negro	Playa Pascual	Ramírez	Salinas	Piriápolis Prefectura	Costa Azul
Ferrando		Pocitos	Atlántida Mansa	San Francisco Parking	La Pedrera
Artilleros		Malvín	Atlántida Brava	San Francisco Este	Aguas Dulces
Playa Verde Juan Lacaze		Carrasco	Parque del Plata	Portezuelo	La Coronilla
Playa Sur Juan Lacaze			La Floresta	Parada 31	Barra del Chuy
Fomento			Costa Azul	Parada 24	
				Parada 16	
				Parada 10	
				Parada 2	
				El Emir	
				Parada 6 Brava	
				La Barra, Posta del Cangrejo	
				Montoya	
				José Ignacio	

3-OBJETIVO

El objetivo del presente informe es describir la calidad del agua de las playas del Río de la Plata y del océano Atlántico para recreación por contacto directo, durante la temporada de verano 2013/2014, y evaluar si en los últimos cinco períodos de estudio se visualiza alguna tendencia o cambio para las variables históricamente monitoreadas. Esta descripción se realiza en función de lo establecido en el

Decreto N° 253/79, modificado por el Decreto N° 698/89 y la Resolución Ministerial de febrero 2005. En esta temporada en particular, la mayoría de los datos se encuentran comprendidos en el período comprendido entre enero y marzo del 2014 (inclusive) ya que las actividades en general se iniciaron en forma tardía.

4-METODOLOGÍA

Las muestras así como las mediciones “in situ” fueron tomadas en las playas mencionadas en la Tabla 2, en las zonas de mayor concurrencia de bañistas, entre las 08:00 y las 16:00 hs. La frecuencia de muestreo fue semanal en los departamentos de Colonia, Montevideo, Canelones y Maldonado, y quincenal en los departamentos de San José y Rocha. En San José esta frecuencia se debe a las capacidades logísticas de la institución, mientras que en Rocha se debe a que el excelente estado sanitario históricamente registrado en las playas de ese departamento, no amerita un mayor esfuerzo de monitoreo.

En cada punto de muestreo se realizaron mediciones de: temperatura, conductividad, salinidad, pH, oxígeno disuelto (mg/L), clorofila-a y ficocianina. La Intendencia de Montevideo fue la única intendencia que por motivos logísticos acordó no realizar mediciones de oxígeno disuelto. Por otra parte se acordó con los técnicos de las intendencias que se registraría cualquier visualización de cianobacterias, en caso de que ocurrieran.

La toma de muestras para el análisis bacteriológico, se realizó utilizando frascos de polipropileno de boca ancha y estériles, que se destaparon dentro del agua a una profundidad de 30 cm aproximadamente, y a una profundidad tal que permita la inmersión del bañista. Se llenaron los recipientes dejando una pequeña cámara de aire para permitir la homogenización de la muestra antes de ser analizada en el laboratorio. Los frascos fueron trasladados a los respectivos laboratorios de cada intendencia en conservadoras plásticas refrigeradas, a 6 °C aproximadamente (Manual de procedimientos analíticos para aguas y efluentes, MVOTMA-DINAMA). En los respectivos laboratorios, la determinación de coliformes termotolerantes se realizó por el método de membrana filtrante, siguiendo los procedimientos estandarizados de operación del Laboratorio Ambiental de DINAMA (SOP 53) (DINAMA, 1996).

Para analizar si existen tendencias temporales para las variables que se han registrado históricamente (temperatura, conductividad, salinidad y coliformes

termotolerantes) se consideraron los datos obtenidos en los últimos cinco períodos de estudio (desde el 2010 al 2014). De esta manera, por departamento y para cada una de las variables mencionadas se realizó un gráfico de dispersión, con un único promedio y con sus respectivos máximos y mínimos.

Para analizar los datos obtenidos durante la última temporada (2014) se realizó un análisis similar de la información. La temperatura (°C), salinidad (UPS), conductividad ($\mu\text{s}/\text{cm}$), pH y oxígeno disuelto (mg/L) se representaron como gráficos de dispersión (con promedios, máximos y mínimos), donde se puede visualizar la evolución temporal (durante la temporada) de cada variable en cada playa. Los objetivos de calidad indicados por la normativa se representaron como líneas rojas entrecortadas en los gráficos correspondientes. Los resultados para coliformes termotolerantes se mostraron como gráficos de barras con líneas punteadas que indican los valores límites de las medias geométricas. Estos valores límite permiten establecer las categorizaciones de las playas, según el decreto 253/79 y sus propuestas de modificación. La línea verde indica el máximo admitido para clasificar a una playa como “excelente”, el rango comprendido entre la línea verde y la línea anaranjada indica los límites para clasificar a una playa con calidad de agua “Muy buena”, el rango comprendido entre la línea anaranjada y la línea roja indica los límites para clasificar a una playa como “satisfactoria” y la línea roja indica el valor límite inferior para clasificar a una playa como “no apta” (1000 UFC/100ml) (Tabla 1).

5-RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1-Evolución temporal de algunos indicadores de calidad del agua (2010 al 2014).

Temperatura

La temperatura del agua no mostró ninguna tendencia espacial definida. Un patrón común a todos los departamentos es el de mostrar las temperaturas mas elevadas durante el primer y último período de estudio (2010 y 2014 respectivamente) (Fig. 2). Esto sin embargo no necesariamente implica que esos años hayan sido de mayores temperaturas, ya que en esos períodos solo se consideraron los meses entre enero y marzo, excluyendo los comprendidos entre octubre y diciembre (que son los más fríos) ya que las actividades de monitoreo comenzaron en forma tardía (enero).

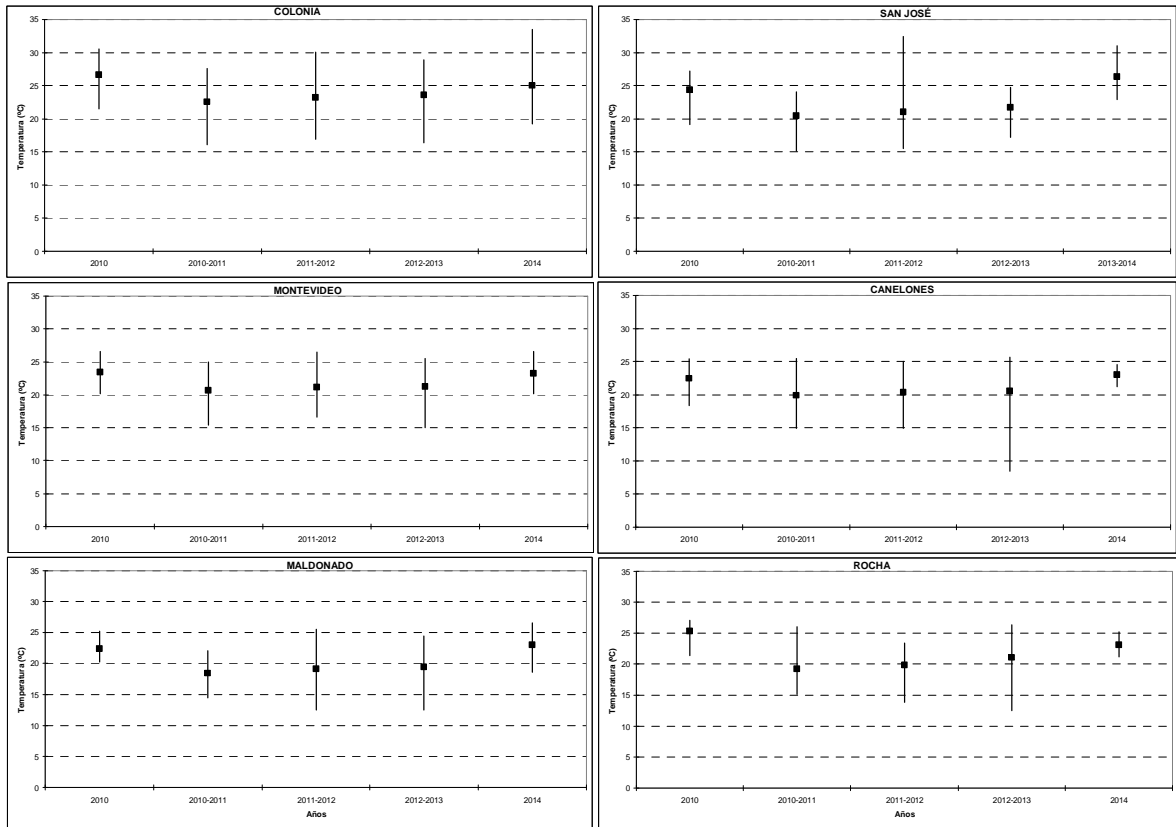


Figura 2. Evolución temporal de la temperatura en las playas de los seis departamentos costeros.

Conductividad

La conductividad del agua también presentó patrones similares a lo largo del tiempo para los diferentes departamentos. En este sentido lo que se puede observar es que generalmente los períodos de menor conductividad correspondieron al primero (2010) y al último (2014) (Fig. 3).

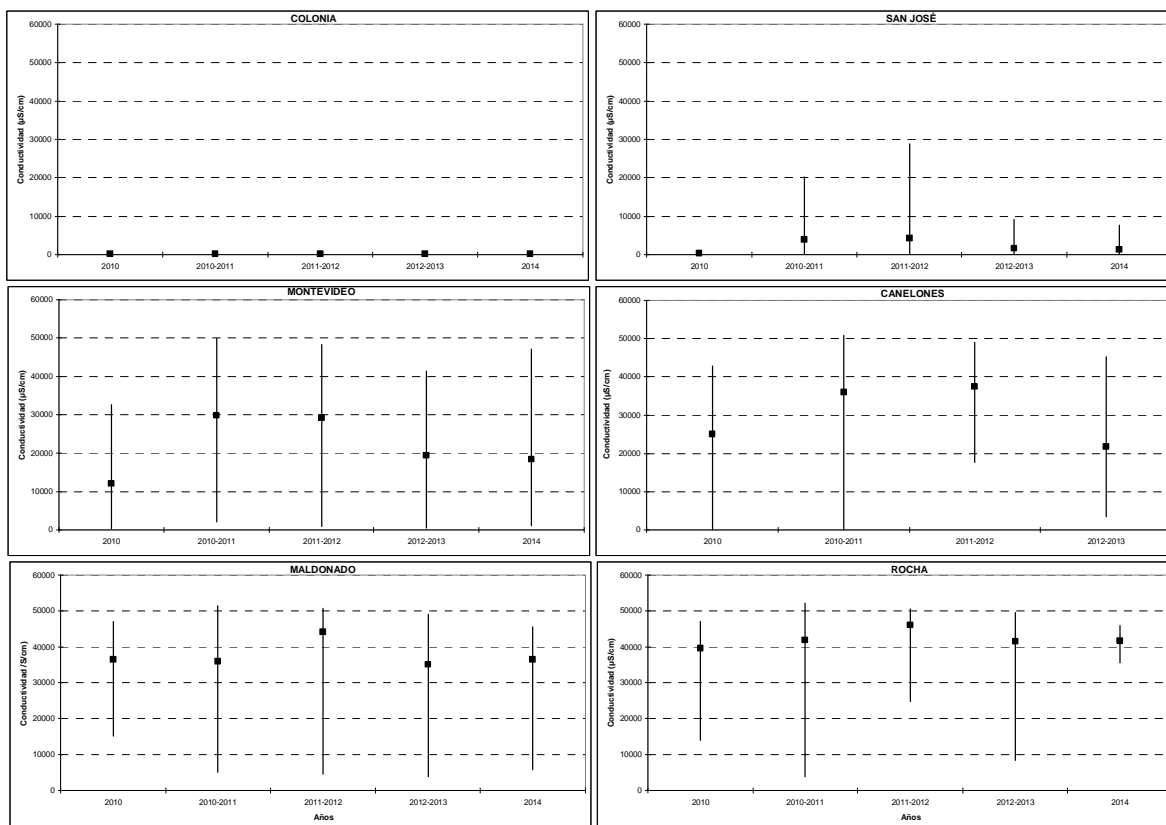


Figura 3. Evolución temporal de la conductividad en las playas de los seis departamentos costeros

Salinidad

La salinidad siguió el mismo patrón que la conductividad, presentando los mínimos generalmente en el primer y último período de estudio (Fig. 4).

Coliformes termotolerantes

Los coliformes termotolerantes no mostraron ninguna tendencia temporal definida. Es decir, no hay un aumento ni una disminución, al menos marcada de este indicador de calidad del agua a lo largo de los últimos cinco períodos de muestreo. A modo general lo más destacable es que los valores de coliformes parecen disminuir desde los departamentos del oeste hacia el este (Fig. 5). Este patrón se mantiene históricamente, y podría deberse a que los coliformes parecen verse inactivados por la salinidad (Belkin & Rozen, 2001; Noble *et al.*, 2004; Gómez *et al.*, 2008).

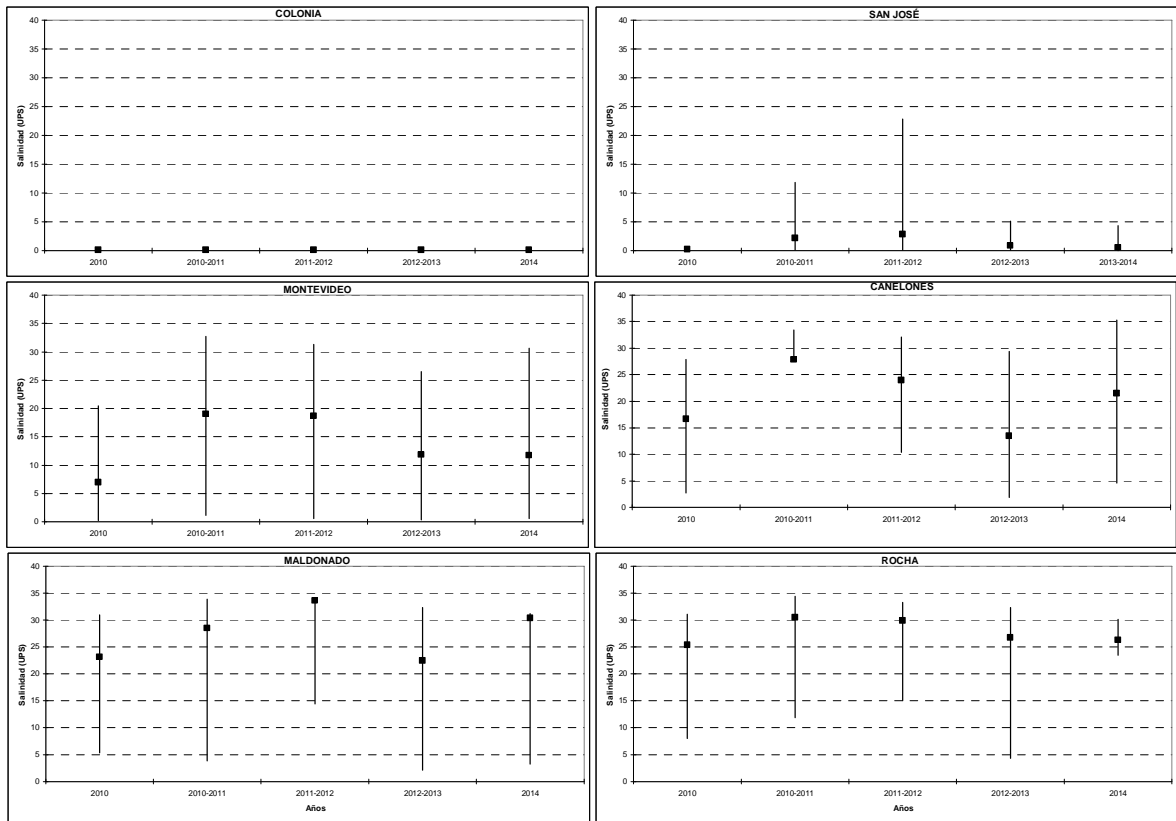


Figura 4. Evolución temporal de la salinidad en las playas de los seis departamentos costeros.

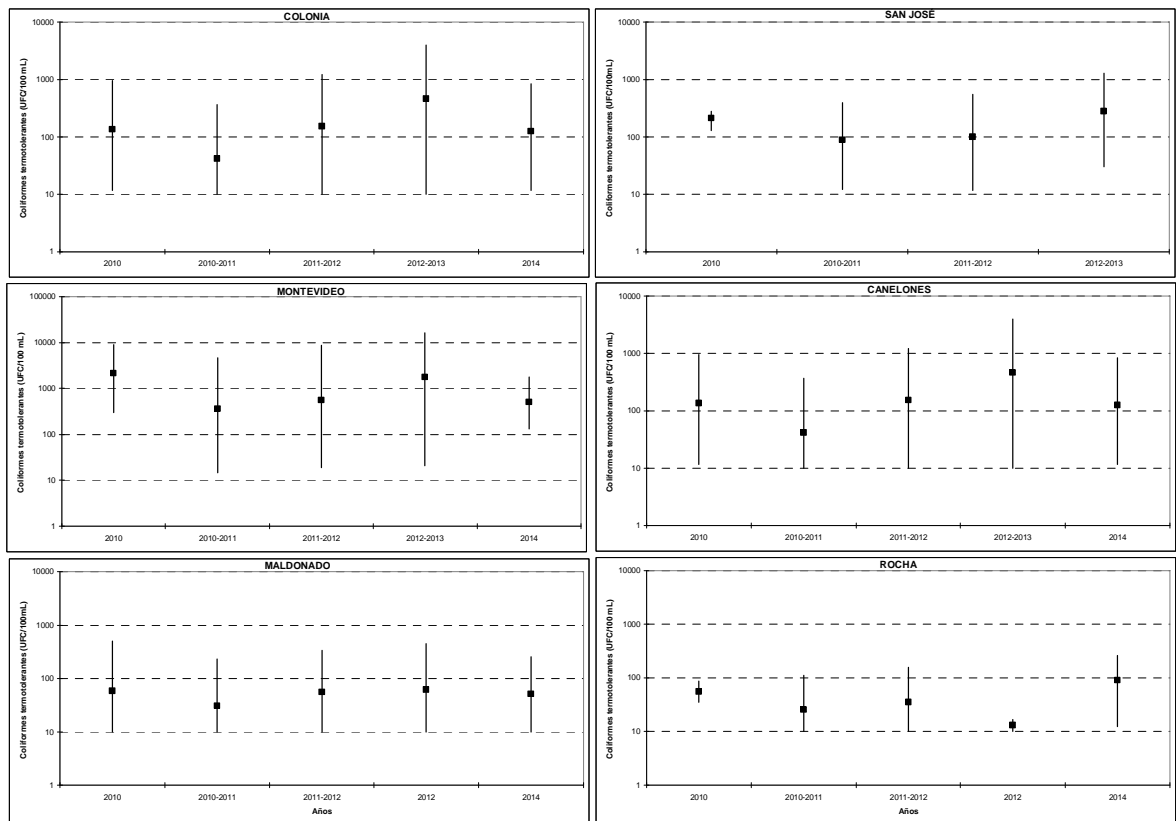


Figura 5. Evolución temporal de coliformos termotolerantes en las playas de los seis departamentos costeros.

5.2-Temporada 2014

Durante el período de estudio, la temperatura del agua de las playas del Río de la Plata y costa atlántica presentó un rango de variación entre 18,6 °C y 33,5 °C, con un valor promedio de 23,4 °C (Fig. 6). El análisis espacial muestra cierta tendencia a una disminución de las temperaturas promedio, desde el oeste hacia el este, o sea, hacia el ambiente mas oceánico de la costa.

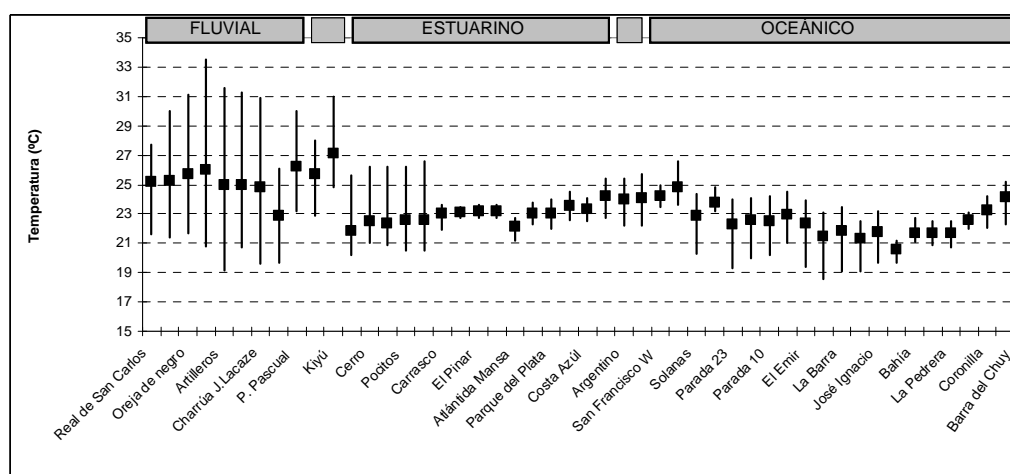


Figura 6. Gradiente espacial de la temperatura promedio por playa, para la temporada de verano.

La **conductividad** del agua de las playas monitoreadas, registró una amplitud de entre 59,6 uS/cm y 47200 uS/cm, incrementándose de oeste a este. El valor promedio para toda la temporada y todas las estaciones fue de 24133 uS/cm. La variación espacial de este parámetro muestra una mayor variabilidad en las playas de la zona estuarina, o sea, desde las playas de Montevideo hasta Canelones (Fig. 7). Este comportamiento es esperable por la influencia marina que afecta el Río de la Plata medio. Se destaca el efecto que tienen los afluentes como el Río Santa Lucía, La Barra de Punta del Este y el canal Andreoni en La Coronilla (Fig. 7), que aumentan la variabilidad que se visualiza en esas playas como puntos con gran amplitud entre los máximos y los mínimos. Esto posiblemente está asociado a momentos de mucha o poca descarga de agua dulce desde los mencionados afluentes hacia las playas aledañas.

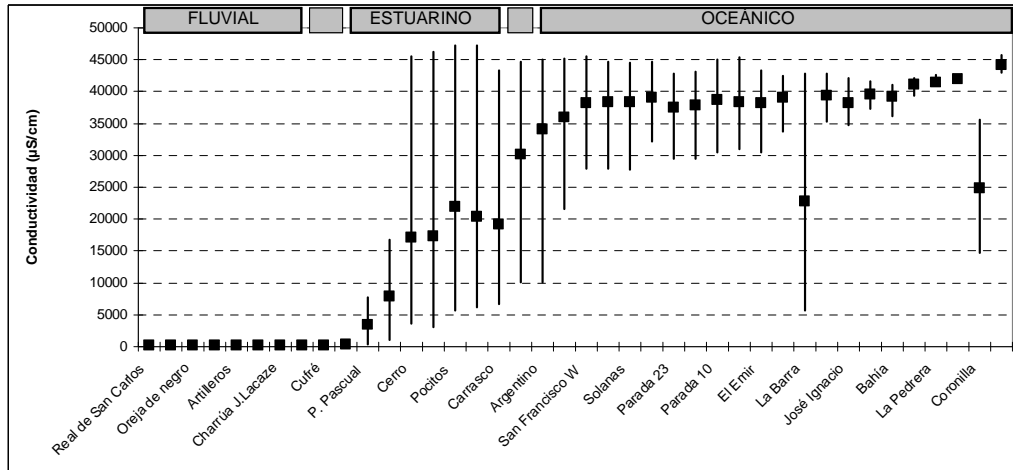


Figura 7. Gradiente espacial de la conductividad promedio por playa, para la temporada de verano.

La salinidad del agua presentó el mismo comportamiento que la conductividad, incrementándose sus valores desde la zona fluvial a la oceánica. Esta variable presentó un rango de variación entre 0,0 UPS y 35,3 UPS, con un valor promedio de 12,7 UPS para el período analizado. La Barra de Punta del Este y La Coronilla son dos puntos de la zona oceánica con menores promedios de salinidad y a su vez con mayor amplitud en sus valores (Fig. 8) posiblemente debido a la influencia del arroyo Maldonado en La Barra y del Canal Andreoni en la Coronilla.

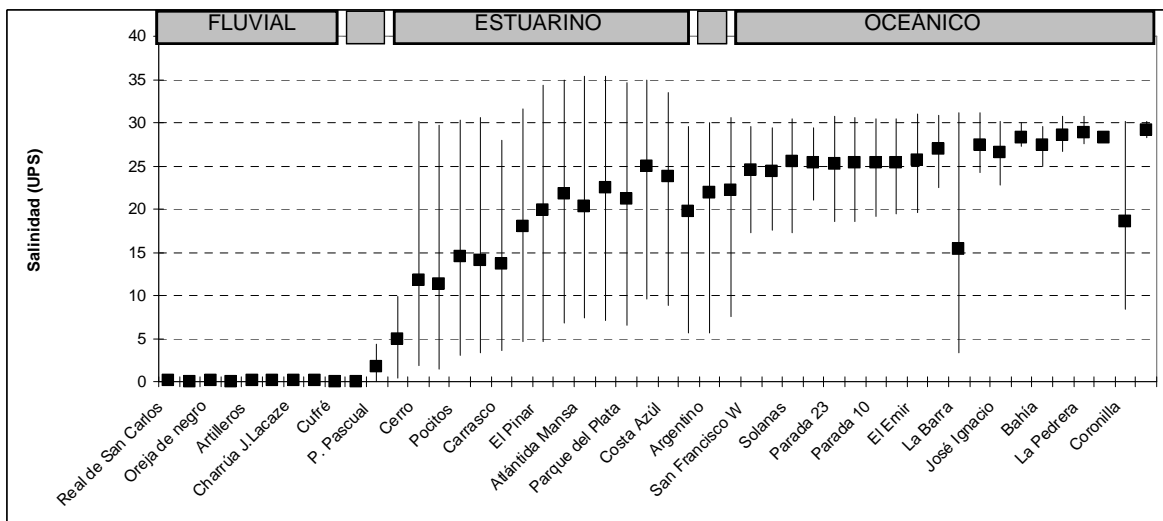


Figura 8. Gradiente espacial de la salinidad promedio por playa, para la temporada de verano.

El oxígeno disuelto promedio de las playas estuvo comprendido entre 5,9 mg/L y 9,9 mg/L a lo largo de la costa (Fig. 9). Debido a que es la primera vez que se monitorea esta variable en el marco de un programa de monitoreo de playas de la DINAMA, es difícil evaluar si estos son resultados frecuentes en la costa. Sin

embargo, lo que se puede destacar es que los promedios nunca se encontraron por debajo del límite admitido por la normativa (5 mg/L), aunque los mínimos si lo hicieron en algunas ocasiones. Esto ocurrió puntualmente en algunas playas de Maldonado (Solanas, Parada 23, 16 y 2). Futuros monitoreos permitirán establecer si se trata de situaciones anómalas o que requieran prestar especial atención en esas playas. Por otra parte vale mencionar que la concentración de oxígeno disuelto depende de varios factores, tanto bióticos como abióticos. Entre estos últimos se encuentran la salinidad y la temperatura, que tienen efectos reductores de la solubilidad del oxígeno en el agua (Hutchinson, 1957). Debido a que los gradientes de salinidad y temperatura en la costa son inversos (salinidad aumenta mientras que temperatura disminuye hacia el este) sus efectos sobre el oxígeno disuelto serían opuestos, por lo que es difícil sugerir que tipo de tendencia espacial para el oxígeno es esperable en este gradiente espacial. A pesar de esto, puede notarse cierta tendencia a la disminución del oxígeno disuelto hacia las playas del este.

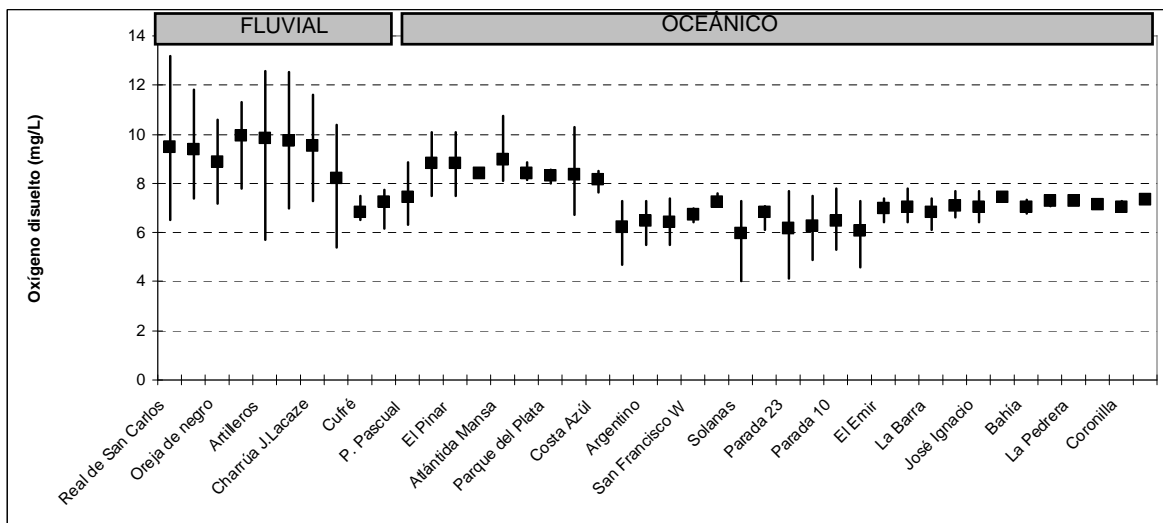


Figura 9. Gradiente espacial del oxígeno disuelto (mg/L) promedio por playa, para la temporada de verano.

El pH promedio de las playas durante la temporada, presentó variaciones entre 7,0 y 8,5 (Fig. 10). Los promedios de esta variable siempre se mantuvieron dentro del rango admitido por el decreto, sin embargo en algunas playas del oeste puede observarse que hubo máximos que superaron el límite superior admitido (8,5). Esta variable no presentó ninguna tendencia espacial marcada.

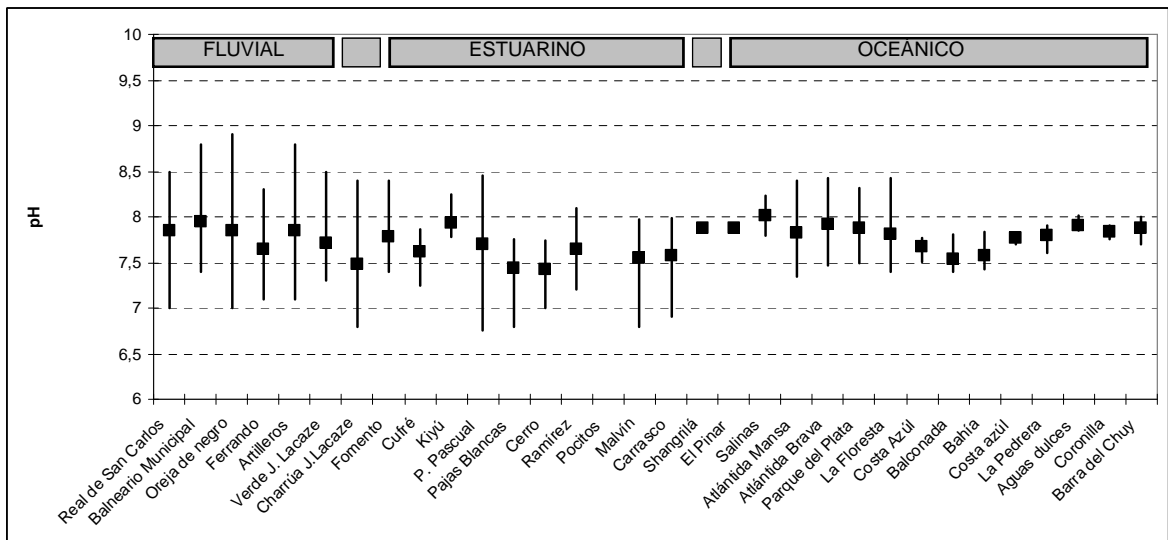


Figura 10. Gradiente espacial del pH promedio por playa, para la temporada de verano.

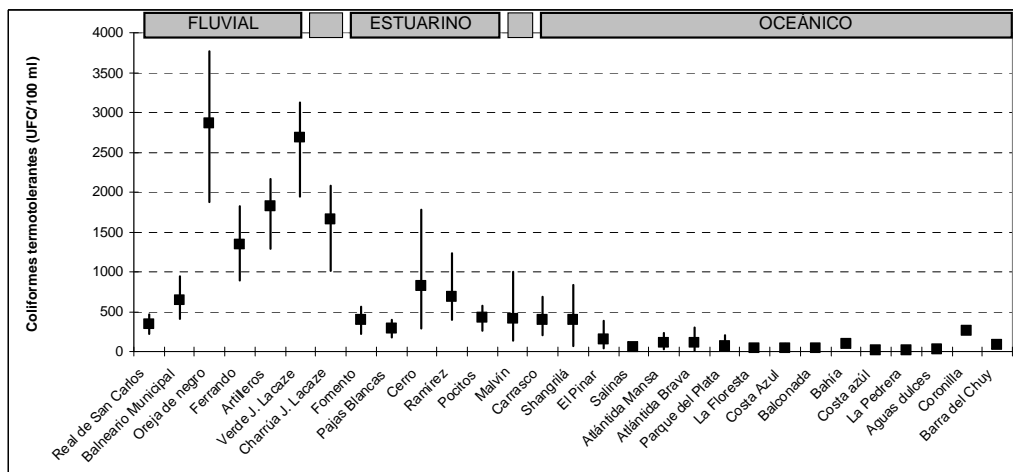


Figura 11. Gradiente espacial de la media geométrica promedio de los coliformes termotolerantes por playa, para la temporada de verano.

Durante la temporada los coliformes termotolerantes mostraron diferencias espaciales en su distribución, disminuyendo su concentración de oeste a este (Fig. 11). Este patrón ha sido registrado históricamente en los monitoreos de playas llevados a cabo por la DINAMA (DINAMA 2011a, 2011b, 2012). Teniendo en cuenta que la salinidad presenta un patrón inverso al de los coliformes (aumenta de oeste a este) estos resultados son coherentes con estudios que reportan que la presencia de los mismos se ve afectada negativamente por la salinidad (Belkin & Rozen, 2001; Noble *et al.*, 2004). Sin embargo, también hay que tener en cuenta que la densidad de la población que habita en la franja costera también disminuye hacia las playas del este del país, lo que también disminuiría la descarga de aguas servidas hacia la costa. Por lo tanto posiblemente una combinación de ambos

factores (mayor salinidad y menor población costera) podrían explicar las diferencias espaciales en la densidad de este indicador de la calidad del agua. El valor máximo se registró en Colonia, en la playa Oreja de Negro. Casi todas las playas del Río de la Plata y de la costa atlántica estuvieron aptas para baño, a excepción de algunas playas de Colonia, que superaron en varias ocasiones la concentración del estándar de calidad ($MG5 < 1000 \text{ UFC}/100 \text{ ml}$) (Fig. 11). Estas playas fueron: Oreja de Negro, Ferrando, Artilleros, Playa Verde y Playa Charrúa.

Playas de Colonia

En el departamento de Colonia se monitorearon ocho playas con frecuencia semanal (con escasas excepciones) en el período comprendido entre el 15 de octubre de 2014 y el 26 de marzo de 2015. En total se realizaron 23 muestreos (Fig. 12).



Figura 12. Mapa de las playas de Colonia.

La **temperatura** del agua de las playas de Colonia presentó un rango de variación entre 19,2 °C (Artilleros) y 33,5 °C (Ferrando). A pesar de que existieron ciertas oscilaciones temporales, puede visualizarse una tendencia a la disminución de la temperatura desde el comienzo hacia el final de la temporada (Fig. 13).

En cuanto a la temperatura promedio de cada playa, considerando toda la temporada, la Figura 14 muestra que Playa Ferrando fue la playa con mayores temperaturas (26,0 °C), mientras que Fomento fue la de menores temperatura (22,9 °C).

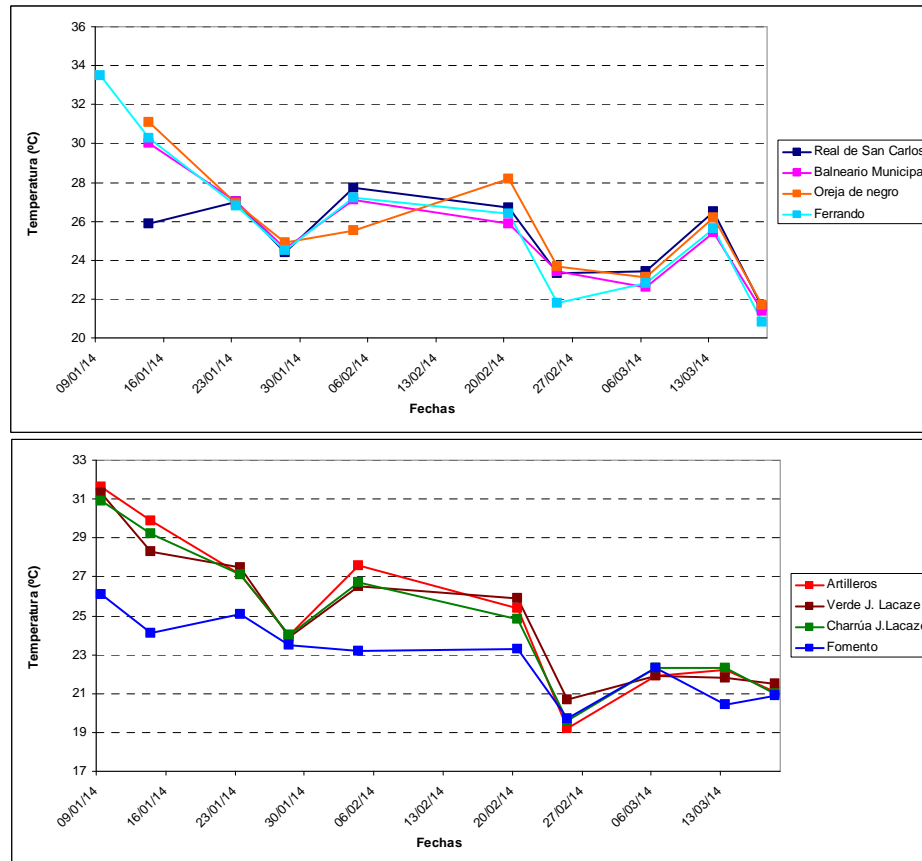


Figura 13. Gradiente temporal de la temperatura de las playas de Colonia, orientadas de oeste a este.

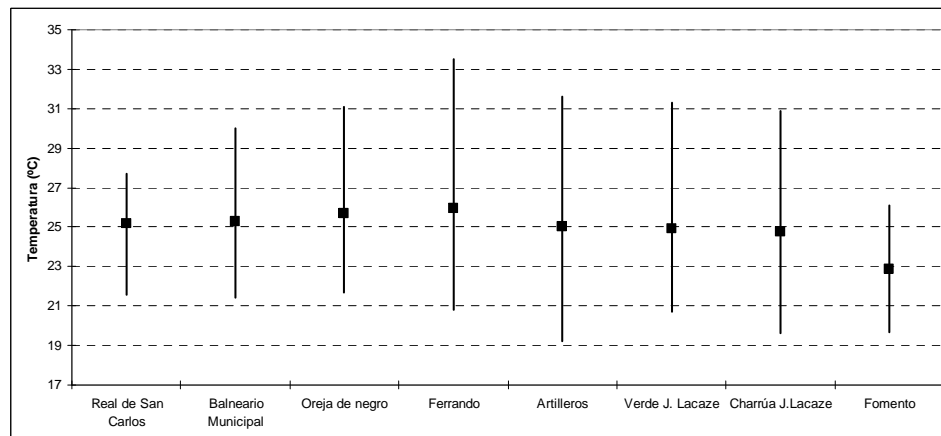


Figura 14. Gradiente espacial de la temperatura promedio de las playas de Colonia, orientadas de oeste a este.

La **conductividad** se mantuvo siempre por debajo de $250 \mu\text{S}/\text{cm}$ (Fig. 15). Para cada una de las playas parece que existió una leve tendencia a incrementarse la conductividad en el tiempo. Esto pudo estar relacionado a que ocurrió una mayor frecuencia de lluvias en los meses de enero y febrero que en el mes de marzo. Las lluvias aumentan la descarga de agua dulce desde los tributarios, lo que puede

contribuir a la disminución de los valores de conductividad en las playas aledañas en relación a períodos de menores lluvias.

Al analizar las variaciones de la conductividad promedio por playa, no se observó la existencia de un gradiente espacial, encontrándose todas las playas en valores cercanos a los 150 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Fig. 16).

La **salinidad** registrada para las playas de Colonia fue ausente o casi ausente, variando sus valores entre 0,0 y 0,1 UPS. La ausencia o prácticamente nula salinidad en este departamento es característica de ambientes fluviales, como lo son las playas de Colonia. Debido a que las salinidades en este departamento son prácticamente inexistentes y a que el equipo tiene una precisión de 0,1 UPS, los valores solo fluctúan entre 0,0 y 0,1, por lo tanto los resultados no fueron graficados.

El **pH** de las playas no presentó ninguna tendencia a lo largo del tiempo para las playas monitoreadas. El mínimo registrado fue de 6,8 (Juan Lacaze) y el máximo fue 8,9 (Oreja de Negro). En cuatro ocasiones se excede el rango admitido por la normativa (6,5 a 8,5), superándose el límite superior permitido. Esto ocurrió dos veces en Artilleros (8,8 ambos registros), dos veces en Balneario Municipal (8,7 y 8,8) y una vez en Oreja de Negro (8,9) (Fig. 17). Debido a que es la primera vez que se monitorea esta variable en los programas de playas que ha llevado adelante la DINAMA, no hay registros previos, y solo se puede hablar de no cumplimientos esporádicos. El seguimiento de esta variable en las próximas campañas contribuirá al conocimiento de si este escenario es algo que ocurre con frecuencia o si simplemente son excesos puntuales que se deben a condiciones ambientales particulares del momento en el cual se toma la medida, pero no a condiciones normales del ambiente.

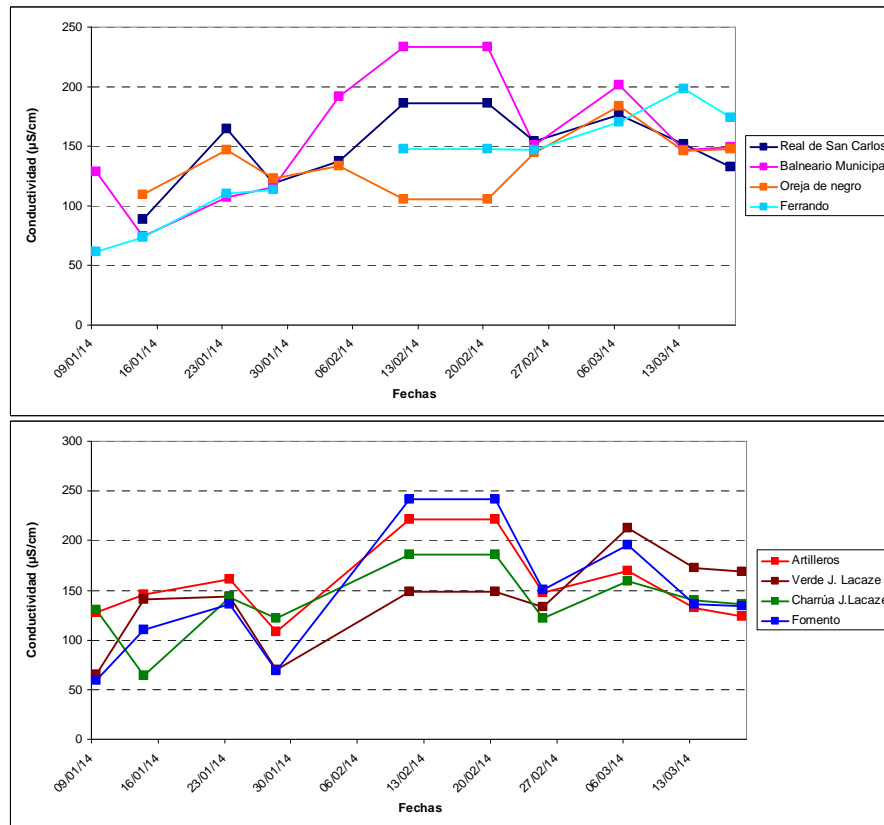


Figura 15. Gradiente temporal de la conductividad de las playas de Colonia, orientadas de oeste a este.

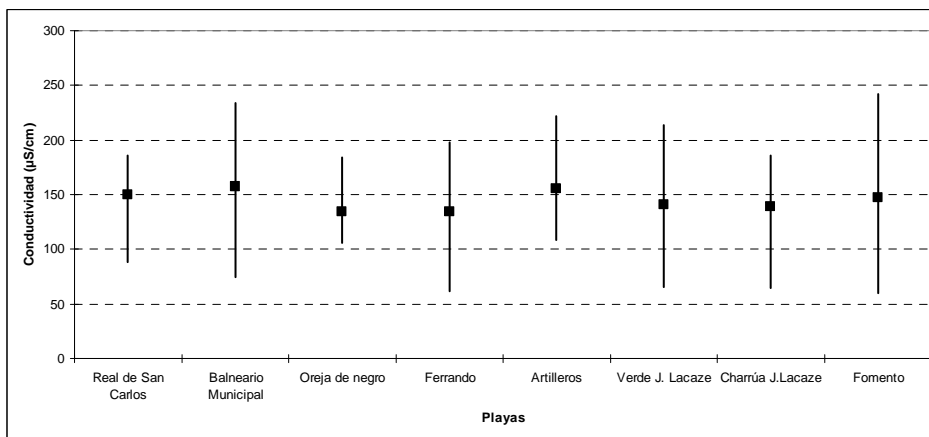


Figura 16. Gradiente espacial del promedio de conductividad para la temporada de las playas de Colonia.

El pH promedio de la temporada en cada playa se encuentra entre 7,5 y 8,0. Por lo tanto los valores promedios nunca se encontraron fuera de los límites admitidos por la normativa (Fig. 18).

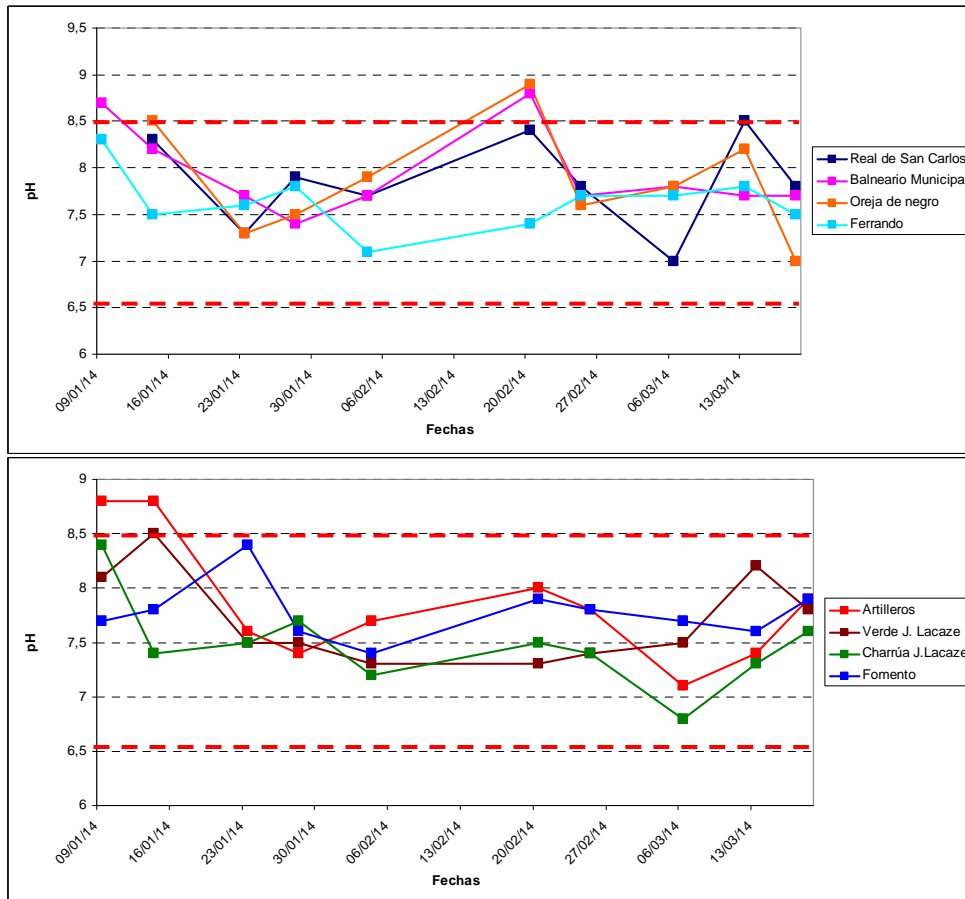


Figura 17. Variación temporal del pH en las playas de Colonia, ordenadas de oeste a este.

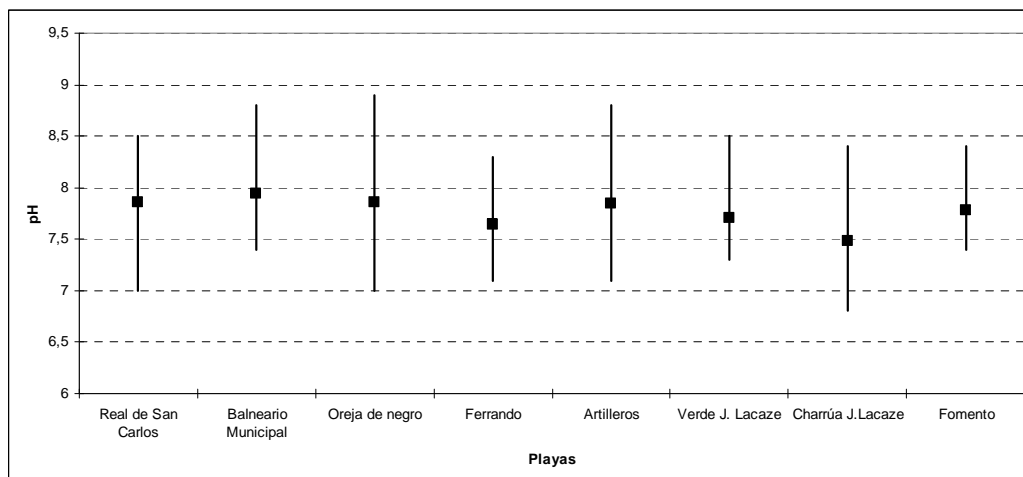


Figura 18. Variación espacial del pH promedio de la temporada, para cada una de las playas de Colonia, ordenadas de oeste a este.

El **oxígeno disuelto** fluctuó entre los 5,4 mg/L (Fomento) y los 13,2 mg/L (Real de San Carlos) a lo largo de la temporada. A pesar de las variaciones, siempre presentó valores aceptables para la normativa (>5 mg/L). Generalmente las

tendencias temporales fueron similares, aumentando o disminuyendo los valores en las diferentes playas para las mismas fechas (Fig. 19).

Los promedios del oxígeno disuelto para la temporada no mostraron ninguna tendencia espacial y se encuentran entre los 8,0 mg/L y los 10,0 mg/L. El promedio máximo se encontró en playa Ferrando (9,9 mg/L) y el mínimo en playa Fomento (8,2 mg/L). Se destaca que esta playa presentó una caída gradual del oxígeno a partir del 20 de febrero, hasta alcanzar el mínimo (5,2 mg/L) el 13 de marzo (Fig. 20).

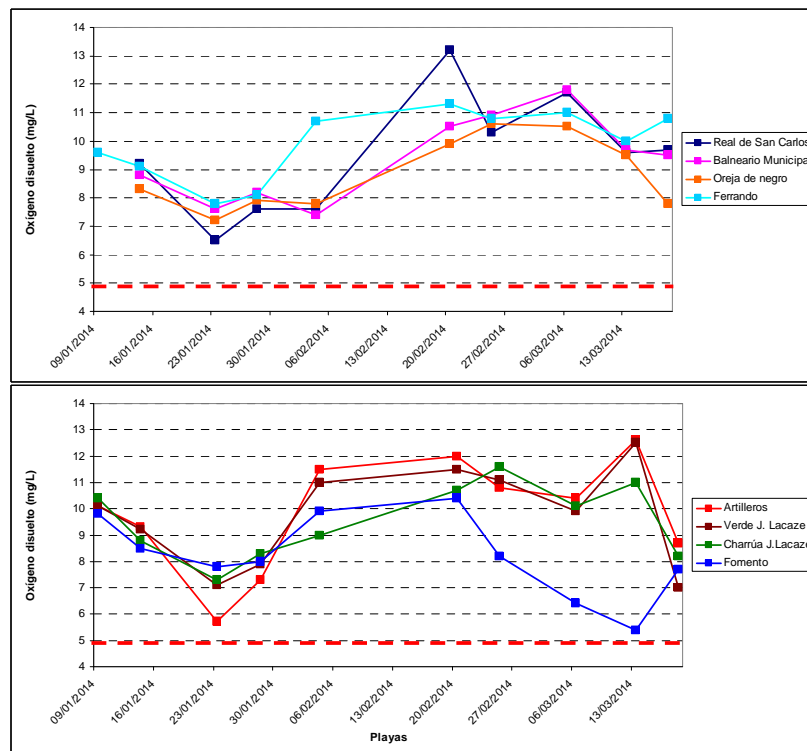


Figura 19. Variación temporal del oxígeno disuelto de las playas de Colonia, ordenadas de oeste a este.

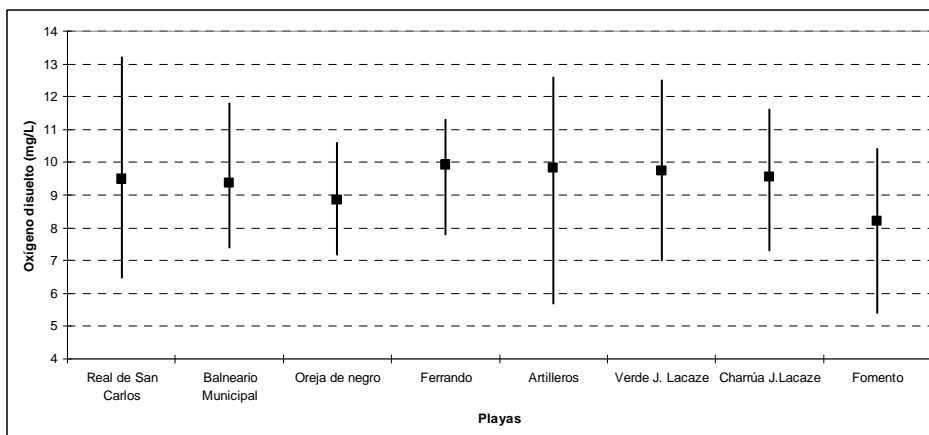


Figura 20. Variación espacial del oxígeno disuelto promedio, de las playas de Colonia, ordenadas de oeste a este.

Al analizar las medias geométricas de los **coliformes termotolerantes** por período, se evidencia que en la mayoría de las playas hay varios períodos en los cuales los valores superaron el límite admitido (1000 UFC/ml). Las playas Oreja de Negro, Artilleros, Verde y Charrúa siempre superaron el valor máximo admitido. Playa Ferrando solo se mantuvo dentro de los límites en dos de los períodos analizados (desde el 14 de enero hasta el 20 de febrero). Se destaca la calidad de las playas Real de San Carlos, Balneario Municipal y Fomento, que siempre presentaron valores admitidos para coliformes termotolerantes (Fig. 21). La clasificación de la temporada de cada playa siguió lo evidenciado para las medias geométricas por período, ya que las únicas que estuvieron aptas durante la temporada de verano, ya sea con clasificación de “satisfactoria” o “muy buena” fueron las tres últimas playas mencionadas (Tabla 3).

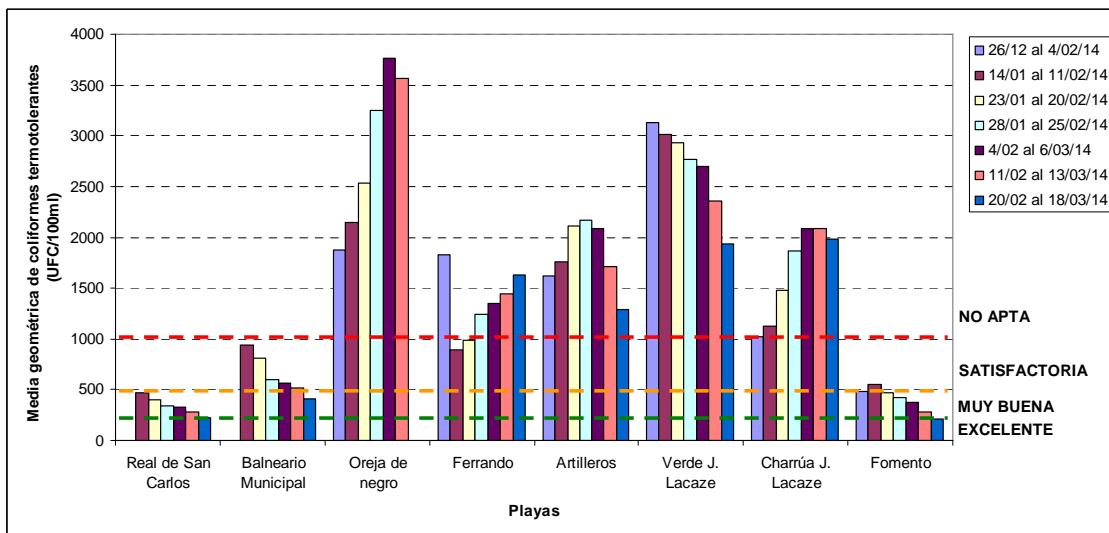


Figura 21. Variación temporal de las medias geométricas de la concentración de coliformes termotolerantes para las playas de Colonia, ordenadas de oeste a este.

Los altos valores de coliformes que mantuvieron la mayoría de las playas de Colonia posiblemente estén relacionados a las grandes lluvias que persistieron durante la mayoría de la temporada, lo que provoca una mayor descarga de aguas servidas al Río de la Plata. Sin embargo, de los resultados arrojados por informes anteriores (DINAMA, 2009-2010 y DINAMA 2011-2012) debe prestarse especial atención a Playa Verde, ya que ha presentado valores de No aptitud, en otras temporadas. Esto posiblemente se encuentre asociado a la salida del colector que arroja las aguas servidas a esa playa.

Tabla 3. Clasificación de cada playa de Colonia considerando toda la temporada.

Playa	Media geométrica promedio para la temporada (26/12/2012 al 18/03/2014)	Clasificación y aptitud de la temporada
Real de San Carlos	339,5	MUY BUENA-APTA
Balneario Municipal	643,0	SATISFACTORIA-APTA
Oreja de Negro	2856,5	NO APTA
Ferrando	1336,8	NO APTA
Artilleros	1822,7	NO APTA
Verde. Juan Lacaze	2690,7	NO APTA
Charrúa. Juan Lacaze	1662,4	NO APTA
Fomento	399,5	MUY BUENA-APTA

Playas de San José

En el departamento de San José se monitorearon tres playas en el período comprendido entre el 8 de enero y el 13 de marzo de 2014 (Fig. 22). Esta Intendencia tuvo limitaciones logísticas a la hora de desarrollar los monitoreos y la frecuencia establecida (quincenal) no pudo cumplirse. Asimismo, los datos de coliformes termotolerantes no fueron reportados por esta institución, por lo cual en este informe se cuenta con escasos datos para las playas de este departamento y no fue posible evaluar aptitud del agua para baños.



Figura 22. Mapa de las playas de San José.

La **temperatura** del agua presentó fluctuaciones a lo largo de la temporada, variando entre un mínimo de 22,9 °C en Cufre y un máximo de 31,0 °C en playa Kiyú (Fig. 23). El promedio durante la temporada varió entre 25,7 °C (Cufre) y 27,1 °C (Kiyú) (Fig. 24).

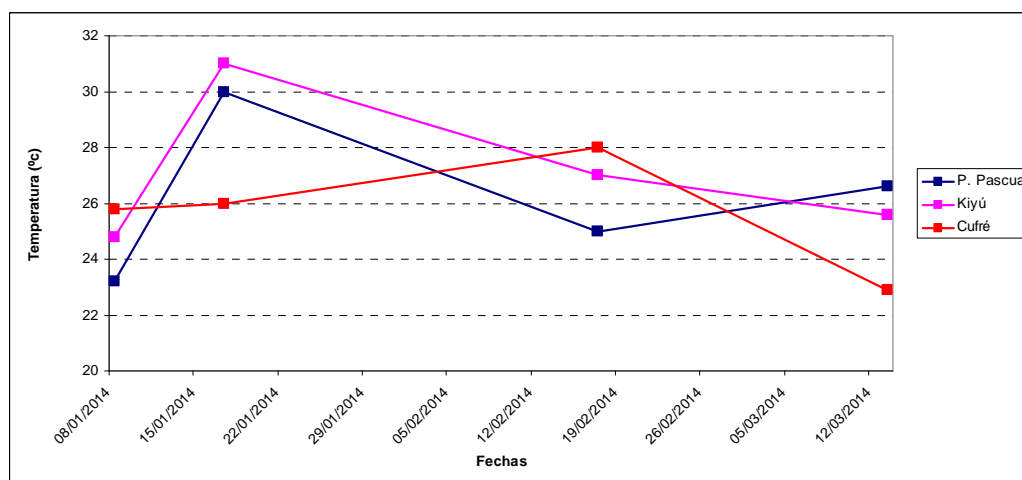


Figura 23. Variación temporal de la temperatura de las playas de San José.

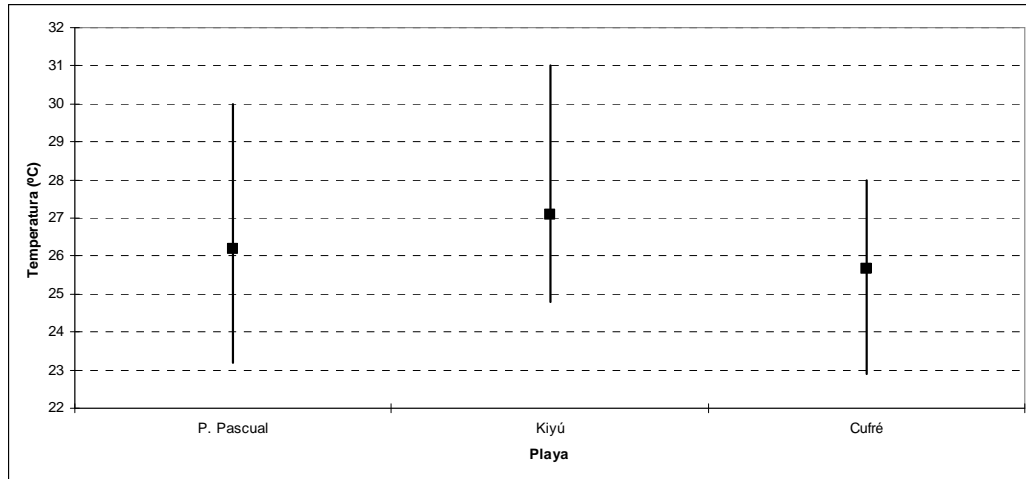


Figura 24. Variación espacial de la temperatura promedio en las playas de San José.

Tal como era de esperar, la **conductividad** y **salinidad** del agua fueron menores hacia las playas del oeste (Figs. 25 y 27, respectivamente). El mínimo de conductividad registrado fue de 226,0 uS/cm en Kiyú y de 7740,0 uS/cm en playa Pascual (Fig. 25). Los promedios durante la temporada oscilaron entre 213,6 uS/cm (Cufre) y 3380,0 uS/cm (Playa Pascual) y entre 0,025 UPS (Kiyú) y 1,7 UPS (Playa Pascual), para la conductividad y salinidad, respectivamente (Figs. 26 y 28, respectivamente).

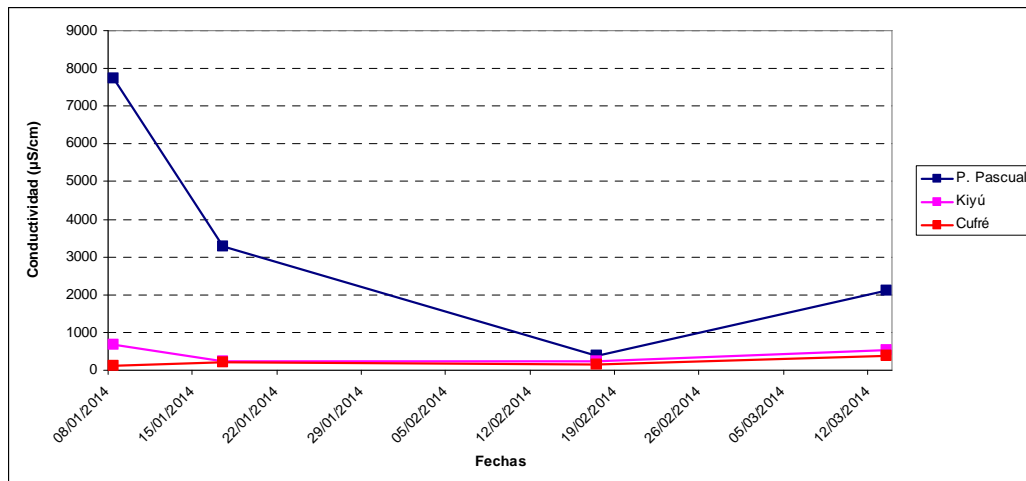


Figura 25. Variación temporal de la conductividad en las playas de San José.

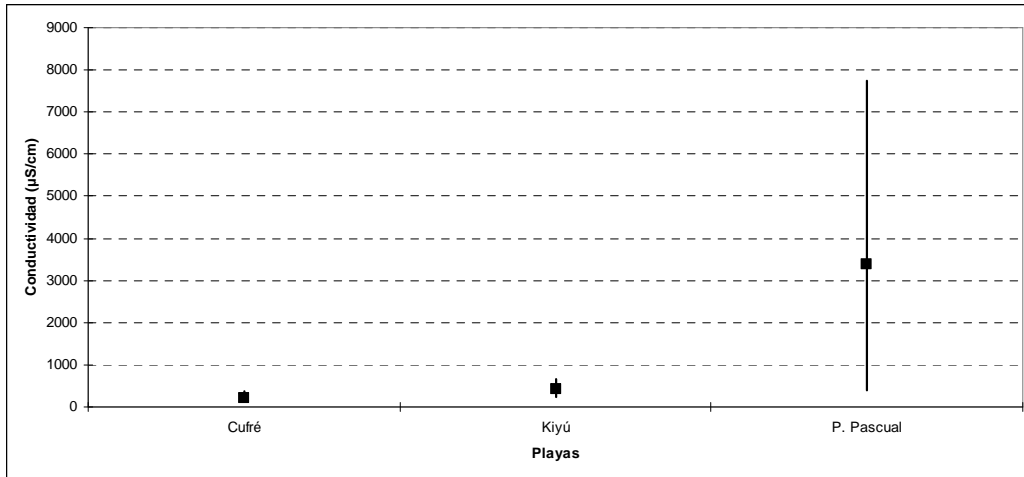


Figura 26. Variación espacial de la conductividad promedio en las playas de San José.

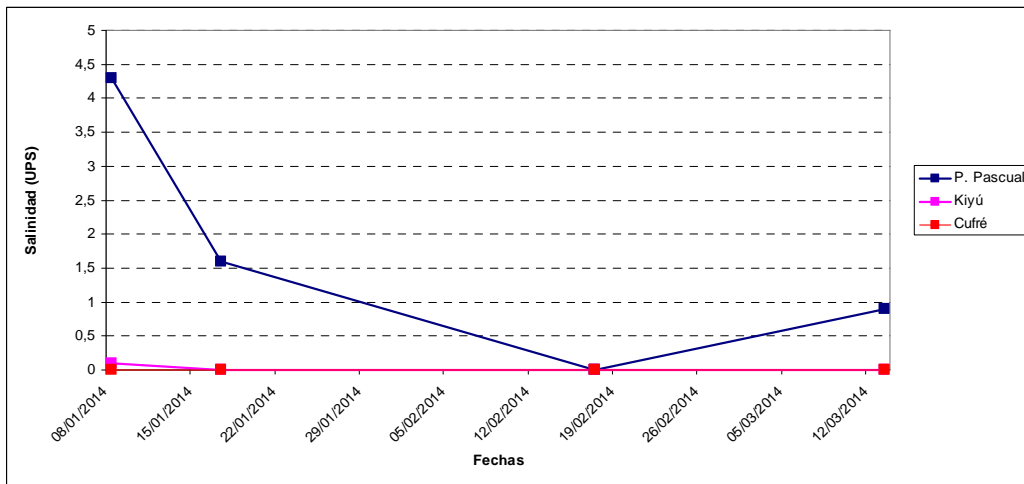


Figura 27. Variación temporal de la salinidad en las playas de San José.

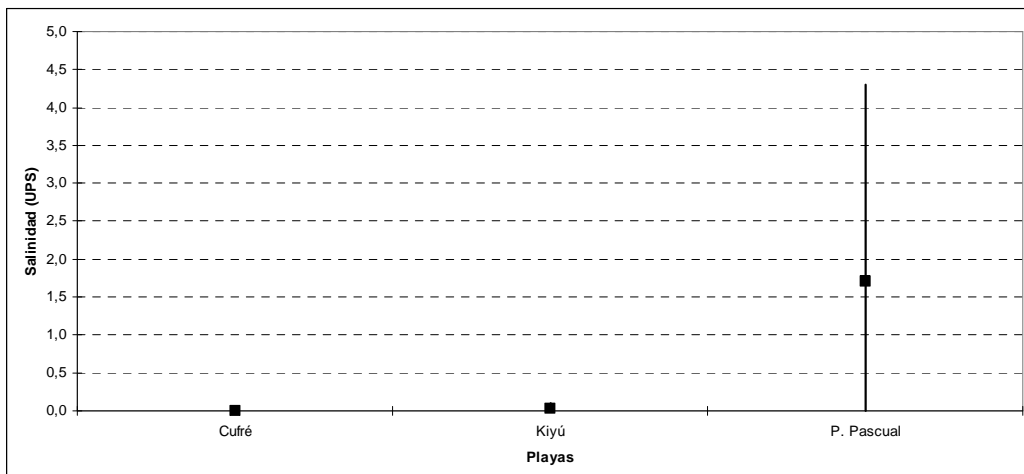


Figura 28. Variación espacial de la salinidad promedio en las playas de San José.

El pH de las playas no presentó ninguna tendencia temporal en San José. El mínimo registrado fue de 6,8 y el máximo 8,5 (Fig. 29). Ambos datos se

encontraron en Playa Pascual. En ningún caso los datos estuvieron por fuera del rango de valores admitidos por la normativa. El pH promedio de la temporada se encontró entre 7,6 (Cufré) y 7,9 (Kiyú) (Fig. 30).

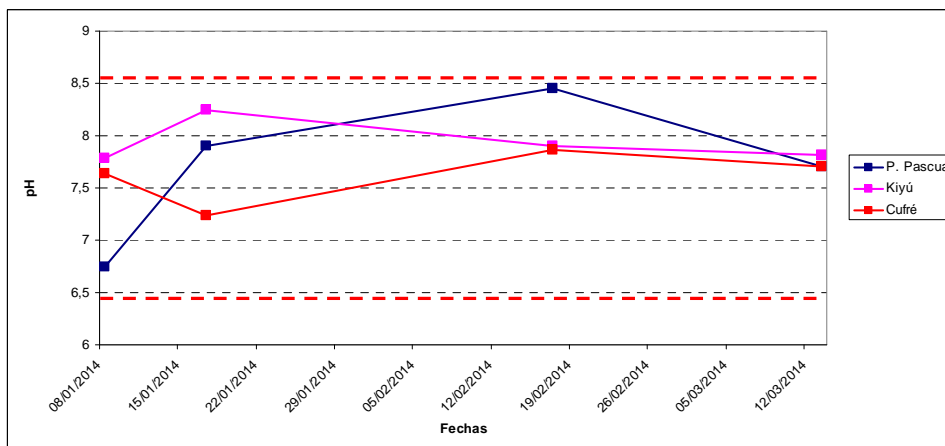


Figura 29. Variación temporal del pH en las playas de San José.

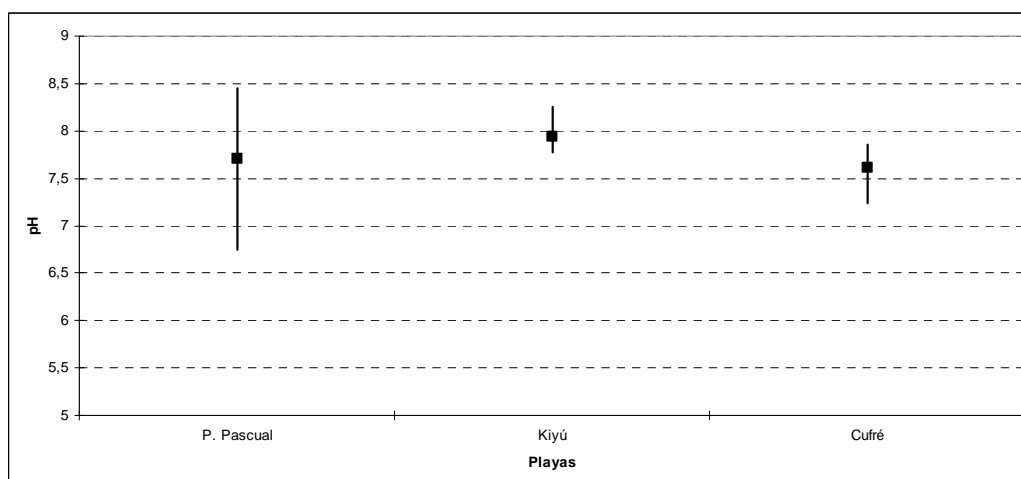


Figura 30. Variación espacial del pH promedio en las playas de San José.

El **oxígeno disuelto** fluctuó entre los 6,2 mg/L (Kiyú) y los 8,9 mg/L (Pascual) a lo largo de la temporada (Fig. 31). Esta variable presentó siempre valores aceptables para la normativa (>5 mg/L). A su vez, los promedios para la temporada fluctuaron entre 6,8 mg/L (Cufré) y 7,4 mg/L (Playa Pascual) (Fig. 32).

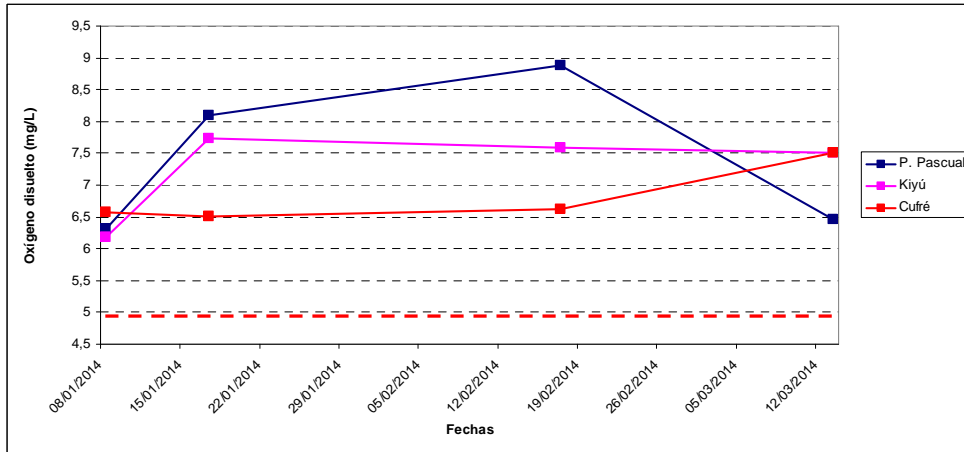


Figura 31. Variación temporal del oxígeno disuelto en las playas de San José.

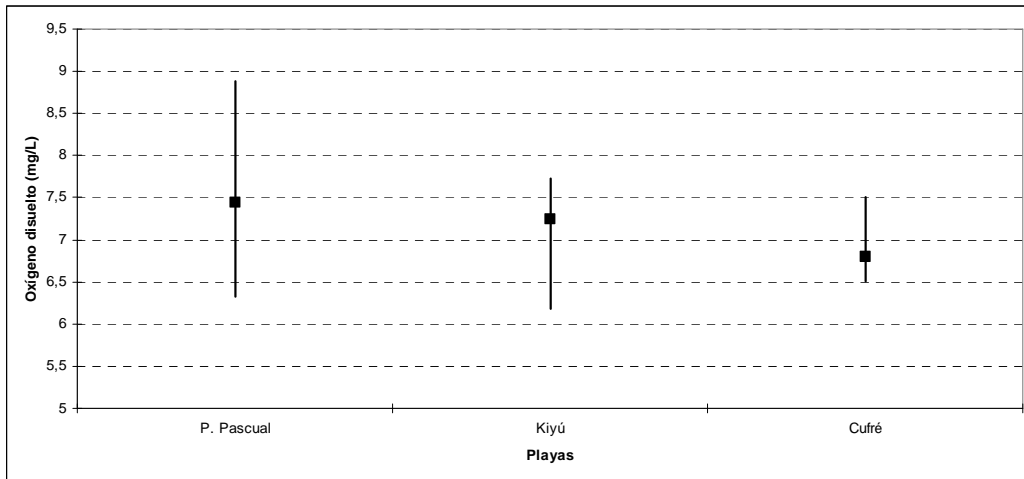


Figura 32. Variación espacial del oxígeno disuelto en las playas de San José.

Playas de Montevideo

En el departamento de Montevideo se realizaron 12 muestreos entre el 3 de enero y el 25 de marzo de 2014 en 6 playas, desde Pajas Blancas hasta Carrasco (Fig. 33).



Figura 33. Mapa de las playas de Montevideo.

La temperatura del agua a lo largo del período de monitoreo fluctuó entre los 20,2 °C en marzo (Pajas Blancas) y los 26,6 °C en enero (Carrasco). En todas las playas la temperatura empieza a descender a partir del 17 de enero hasta alcanzar los mínimos en marzo (Fig. 34).

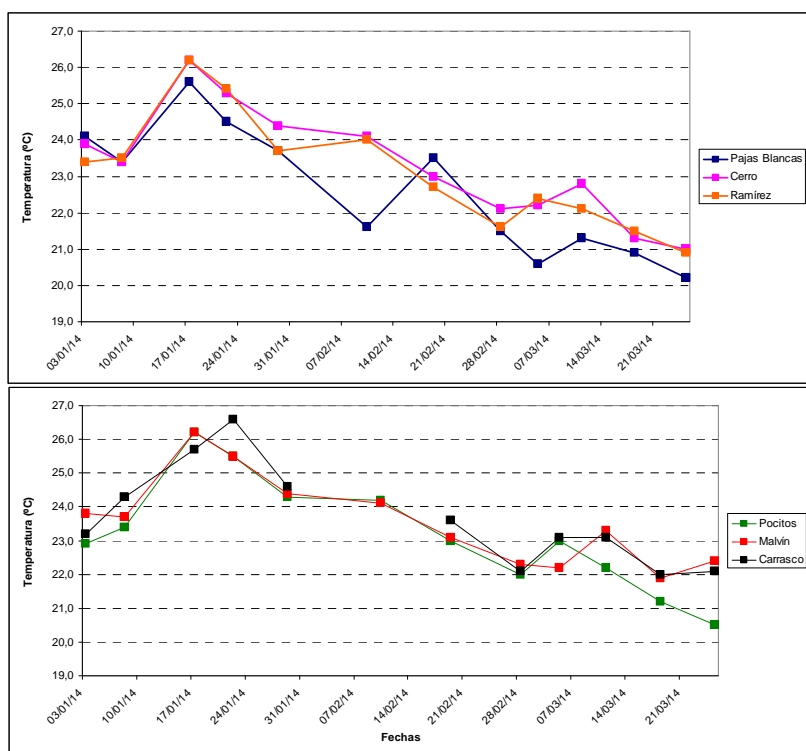


Figura 34. Variación temporal de la temperatura de las playas de Montevideo, ordenadas de oeste a este.

La temperatura promedio de la temporada varió entre 22,6 °C y los 23,7 °C, siendo Pajas Blancas la playa de menor y Carrasco la de mayor temperatura promedio (Fig. 35).

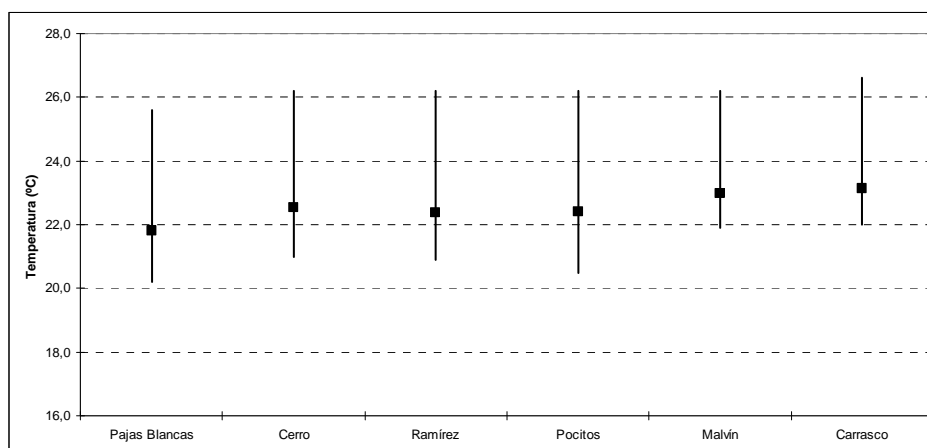


Figura 35. Temperatura promedio de la temporada, para cada una de las playas de Montevideo, ordenadas de oeste a este.

Los valores de conductividad y de salinidad presentaron grandes variaciones a lo largo de la temporada, pero estas fluctuaciones siguieron las mismas tendencias en las diferentes playas monitoreadas. Los mínimos valores fueron registrados en Pajas Blancas (1104,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 0,5 UPS; conductividad y salinidad respectivamente) mientras que los máximos ocurrieron en playa Malvín (47200,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 30,6 UPS; conductividad y salinidad respectivamente). Consistentemente en todas las playas los máximos se dieron el 19 de febrero (Fig. 36). Posiblemente esto se deba a la escasez de lluvias (www.ogimet.com) que ocurrió en el período comprendido entre el muestreo anterior (10/02/2014) y el del 19 de febrero, lo que quizás permitió que se incrementaran los niveles de salinidad y en consecuencia los de conductividad por incidencia del agua salada.

Como era de esperar, la conductividad y salinidad promedio de las playas presentó un leve incremento desde el oeste hacia el este con un mínimo de 8812,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en Pajas Blancas y un máximo de 23416,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en Pocitos. La salinidad se comportó de igual manera, registrándose el mínimo nuevamente en Pajas Blancas (4,9 UPS) y el máximo en Malvín (14,5 UPS) (Fig. 37).

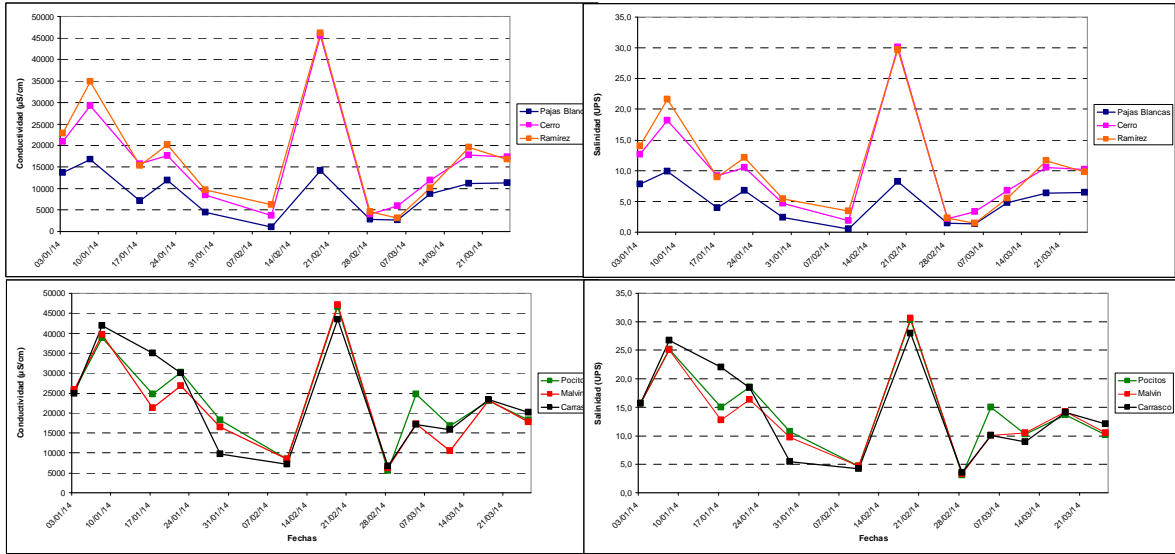


Figura 36. Variación temporal de la conductividad (izquierda) y de la salinidad (derecha) de las playas de Montevideo, ordenadas de oeste a este.

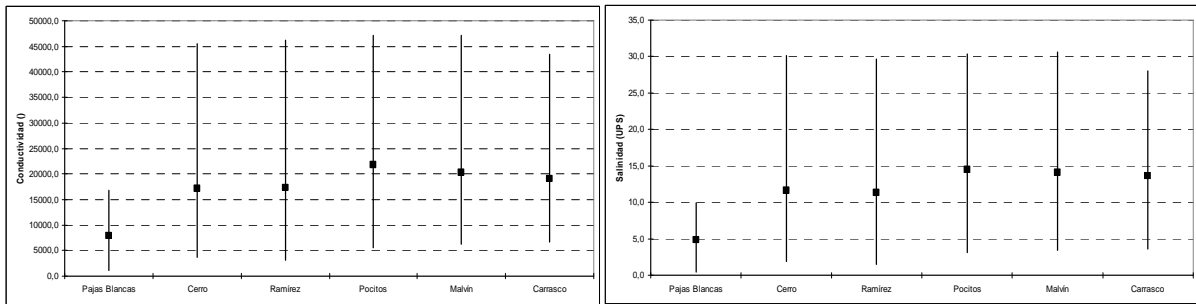


Figura 37. Conductividad y salinidad promedio de la temporada, para cada una de las playas de Montevideo, ordenadas de oeste a este.

El **pH** de las playas de Montevideo se mantuvo siempre dentro de los límites admitidos en el decreto. El mínimo se registró en Pajas Blancas y en Pocitos (6,8 en ambas playas) mientras que el máximo fue registrado en playa Ramírez (8,1) (Fig. 38).

Los valores promedio del pH por playa y para toda la temporada no mostraron ningún gradiente espacial. Estos valores se mantuvieron siempre dentro del límite admitido fluctuando entre 7,4 (Cerro) y 7,7 (Carrasco) (Fig. 39).

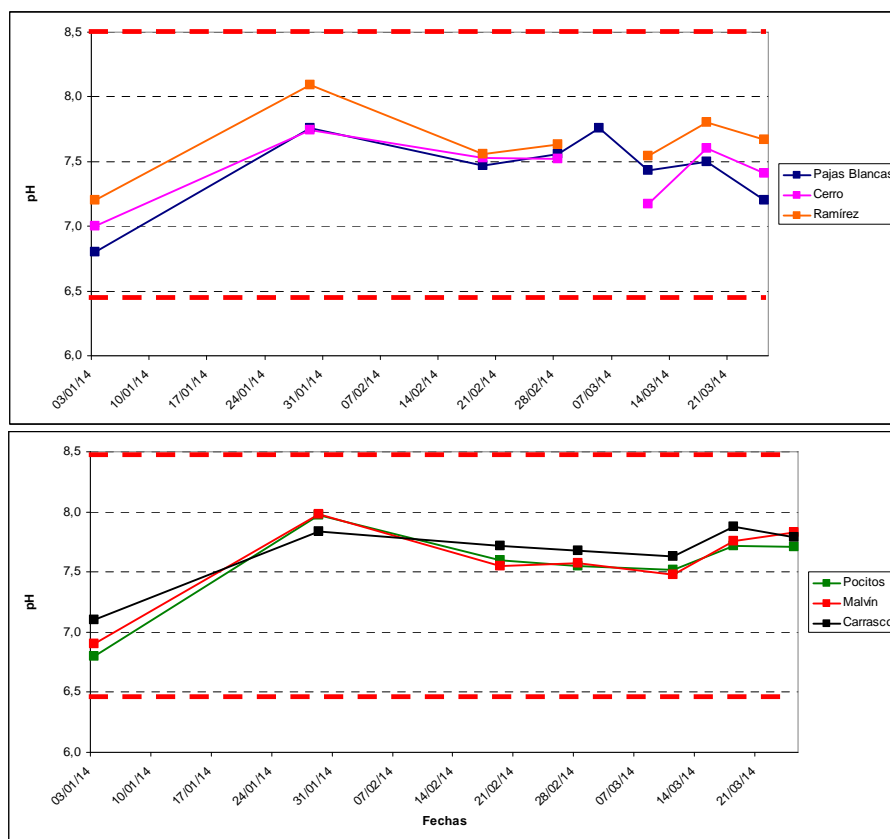


Figura 38. Variación temporal del pH de las playas de Montevideo, ordenadas de oeste a este.

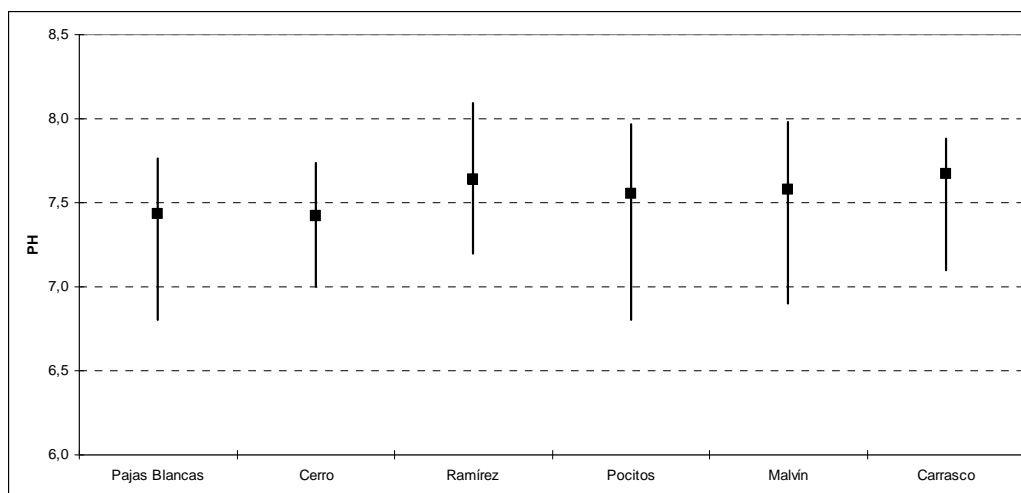


Figura 39. pH promedio de la temporada, para cada una de las playas de Montevideo, ordenadas de oeste a este.

Al analizar las medias geométricas de los **coliformes termotolerantes** por período, se observa que solo la playa Carrasco excede en un único período el valor de media geométrica admitido por la normativa (1000 UFC/100ml). El resto de las playas fueron aptas para baños en todos los períodos analizados (Fig. 40). A su

vez, y a pesar de existir un período de no aptitud para playa Carrasco, la clasificación de la temporada de cada una de las playas muestra que todas tuvieron una temporada apta para baños (Tabla 4).

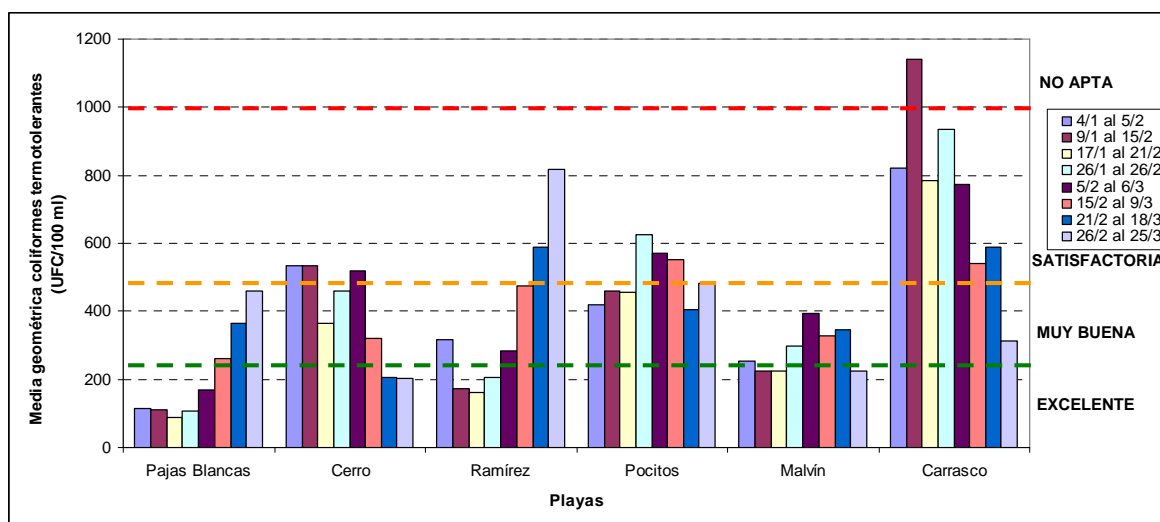


Figura 40. Variación temporal de las medias geométricas de la concentración de coliformes termotolerantes para las playas de Montevideo, ordenadas de oeste a este. Los casos en los cuales las medias geométricas excedieron el límite admitido por la normativa se muestran sobre la barras. Todos los datos pertenecen al 2014.

Tabla 4. Clasificación de cada playa de Montevideo considerando toda la temporada.

Playa	Media geométrica promedio para la temporada (3/1/2014 al 25/03/2014)	Clasificación y aptitud de la temporada
Pajas Blancas	209	Excelente-APTA
Cerro	392	Muy buena-APTA
Ramírez	378	Muy buena-APTA
Pocitos	496	Muy buena-APTA
Malvín	286	Excelente-APTA
Carrasco	737	Satisfactoria-APTA

Playas de Canelones

En el departamento de Canelones se monitorearon 8 playas entre el 29 de noviembre de 2013 y el 26 de marzo de 2014 (Fig. 41).



Figura 41. Mapa de las playas de Canelones. Las flechas anaranjadas indican las playas que se monitorean en el marco del convenio.

La temperatura del agua de las playas de Canelones presentó un rango de variación entre 21,2 °C (Atlántida Mansa) y 24,5 °C (La Floresta). A pesar de que existieron ciertas variaciones hay una tendencia a la disminución de la temperatura desde el comienzo hacia el final de la temporada (Fig. 42).

En cuanto a la temperatura promedio de cada playa durante la temporada, la Figura 43 muestra que Atlántida Mansa fue la playa con menores temperaturas promedio (22,1 °C), mientras que La Floresta fue la de mayores temperatura promedio (23,5 °C).

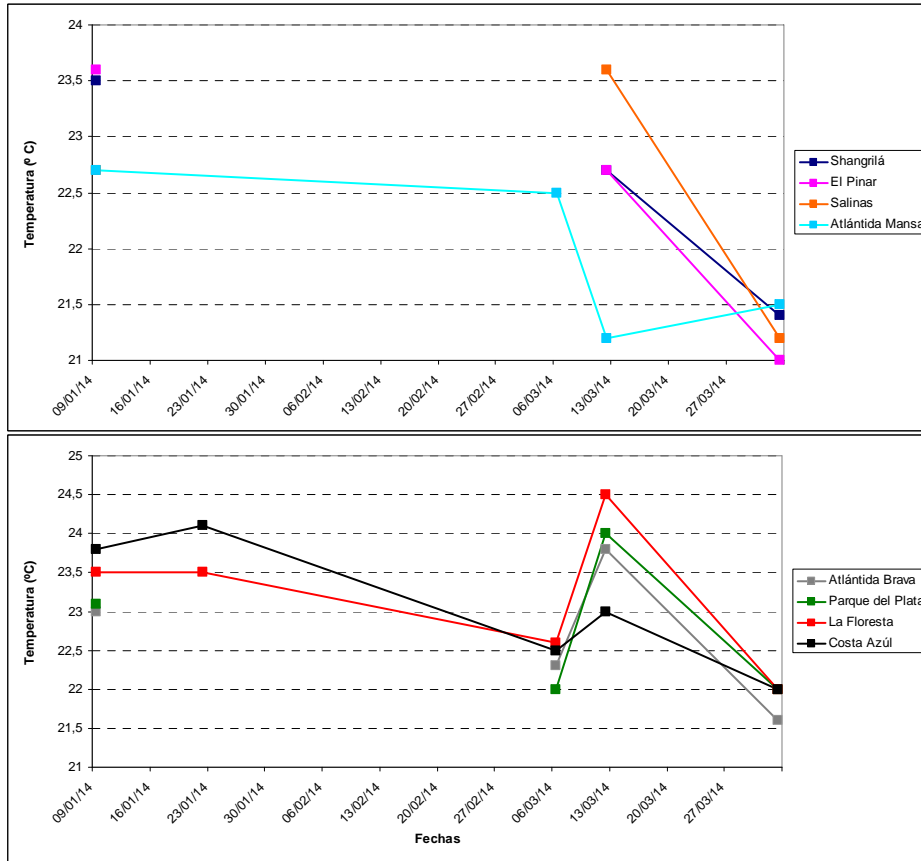


Figura 42. Variación temporal de la temperatura de las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.

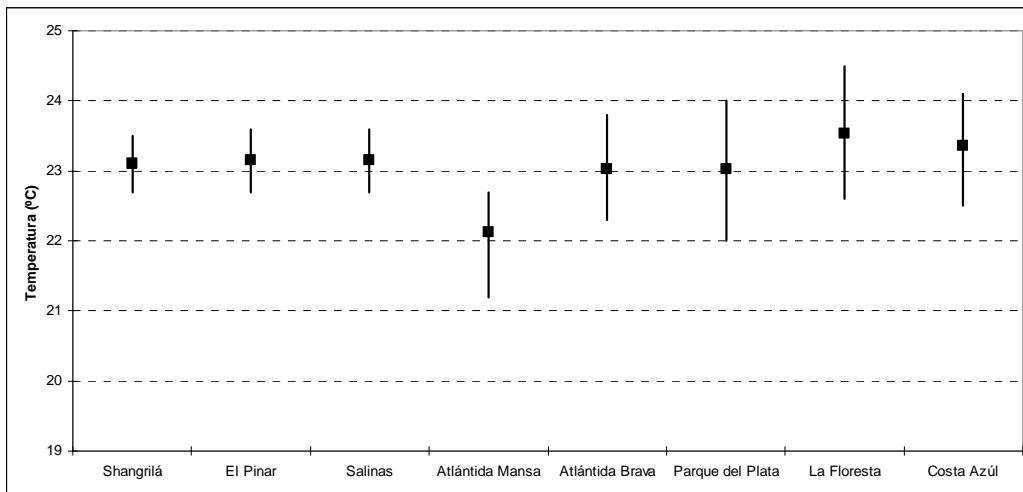


Figura 43. Temperatura promedio de la temporada, para cada una de las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.

La salinidad del agua de las playas de Canelones presentó grandes variaciones a lo largo de la temporada. El mínimo valor se registró en El Pinar (4,6 UPS) mientras que el máximo se encontró en Atlántida Mansa (35,3 UPS). Los cambios más fuertes se dieron entre el 18 de febrero y el 5 de marzo, donde se destaca la caída

abrupta de la salinidad de Shangrilá, Atlántida Mansa, La Floresta y Costa Azul (Fig. 44). La salinidad promedio de las playas varió entre 17,9 UPS en Shangrilá y 24,9 UPS en La Floresta (Fig. 45).

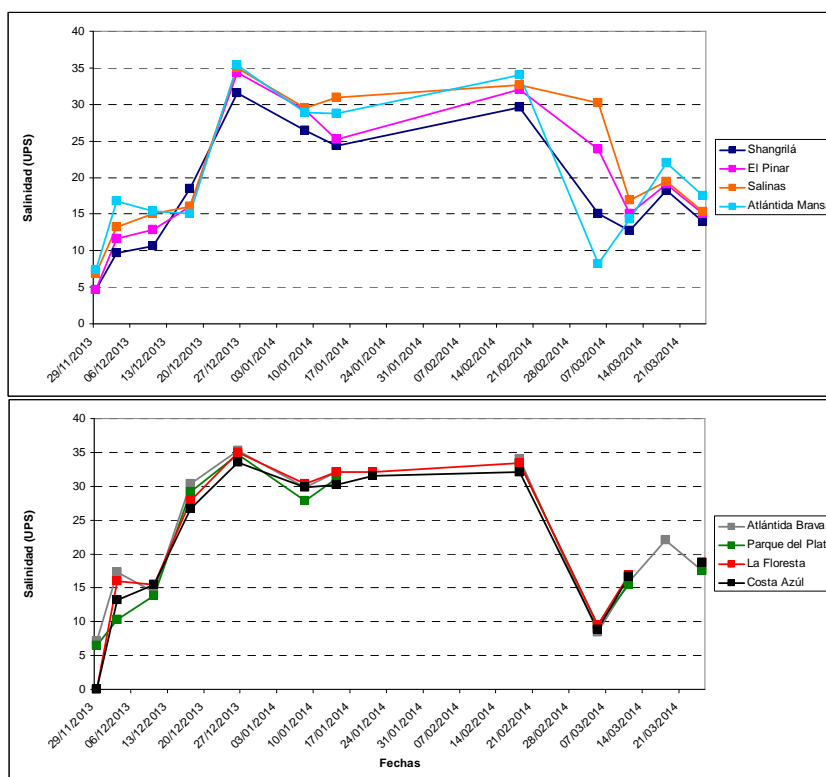


Figura 44. Variación temporal de la salinidad de las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.

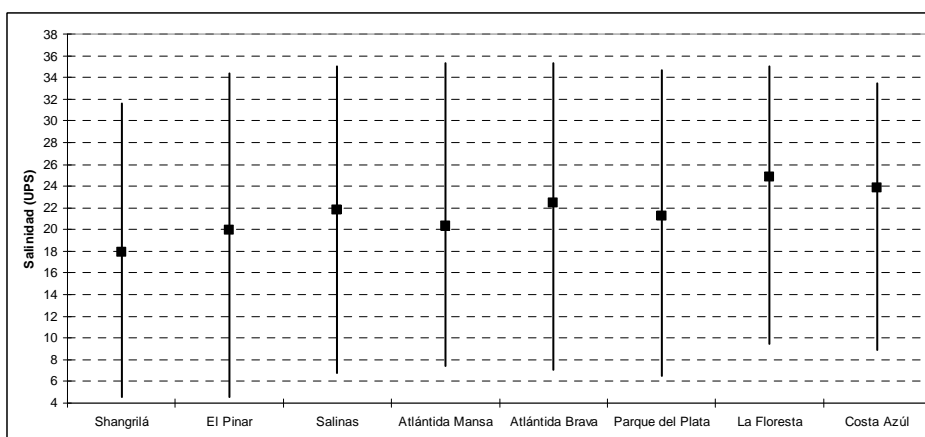


Figura 45. Salinidad promedio de la temporada, para cada una de las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.

El pH de las playas de Canelones se mantuvo siempre dentro de los límites admitidos en el decreto. El mínimo se registró en Atlántida Mansa (7,4) y los valores máximos se registraron en Atlántida Brava y La Floresta (8,4 en ambas playas) (Fig. 46). El pH promedio entre playas varió entre 7,7 (Costa Azul) y 8,0 (Salinas) (Fig. 47).

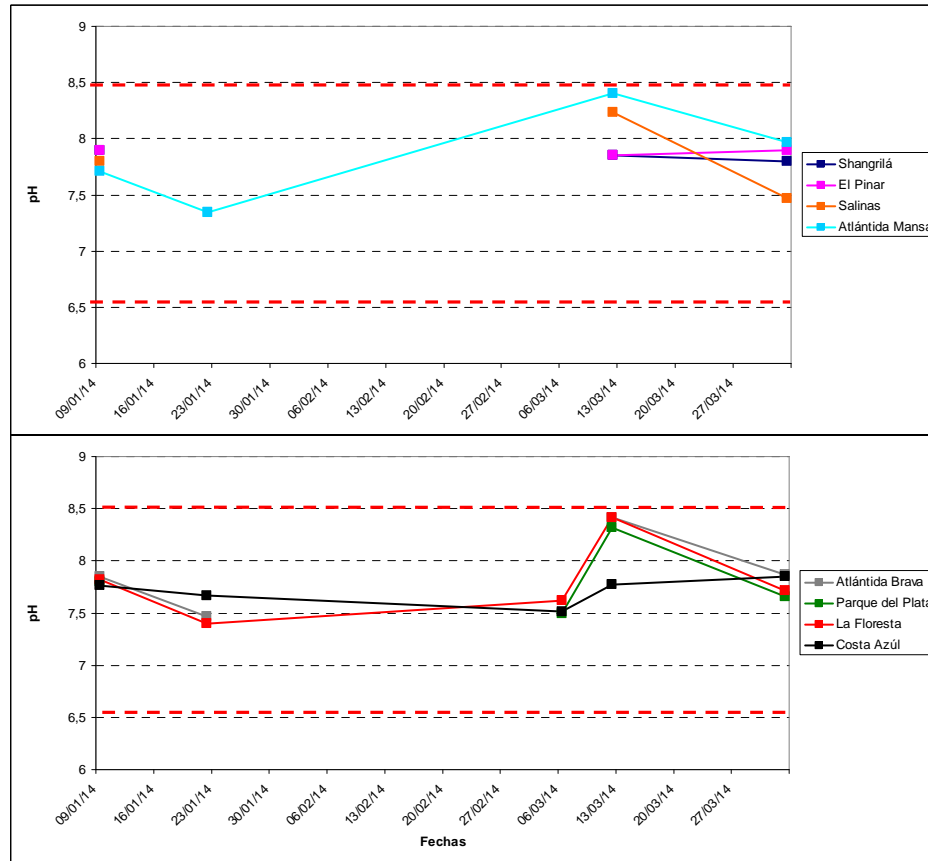


Figura 46. Variación temporal del pH de las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.

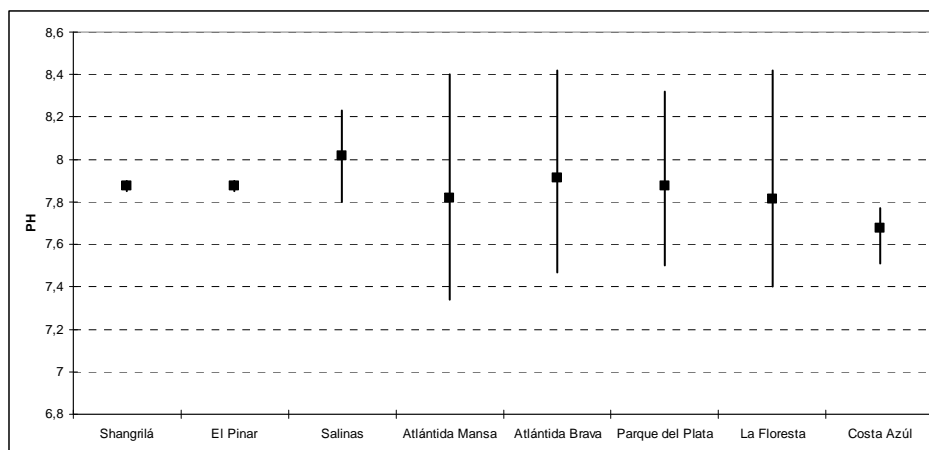


Figura 47. pH promedio de la temporada, para cada una de las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.

El **oxígeno disuelto** fluctuó entre 6,7 mg/L (La Floresta) y 10,7 mg/L (Atlántida Mansa) a lo largo de la temporada. Esta variable presentó siempre valores aceptables para la normativa (>5 mg/L) (Fig. 48). A su vez, los promedios para la temporada fluctuaron entre 8,1 mg/L (Costa Azul) y 9,0 mg/L (Atlántida Mansa) (Fig. 49).

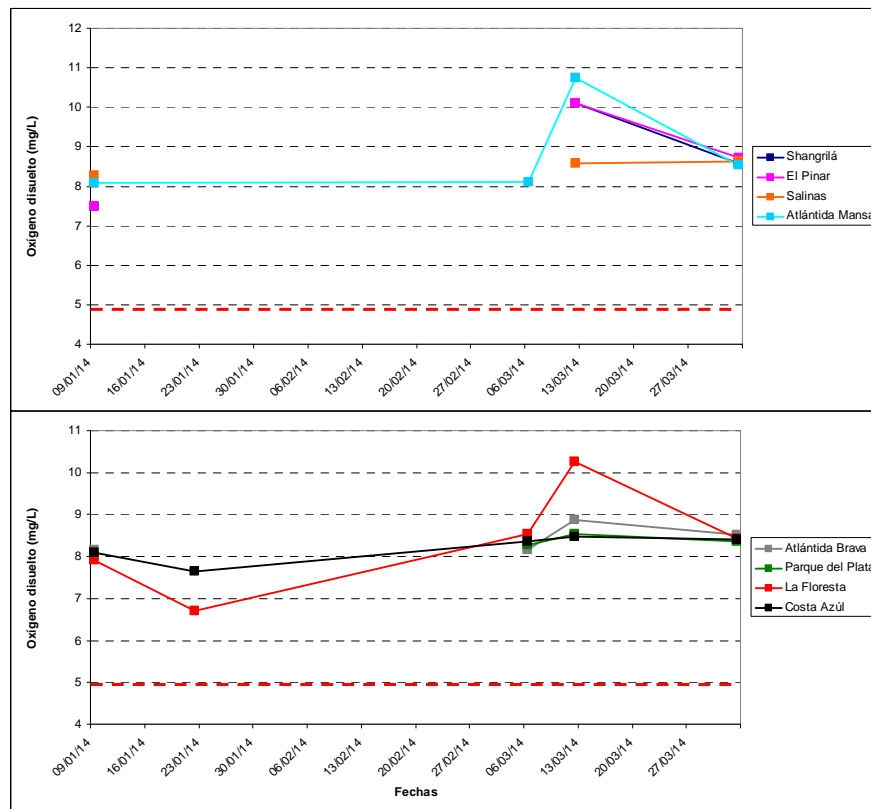


Figura 48. Variación temporal del oxígeno disuelto de las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.

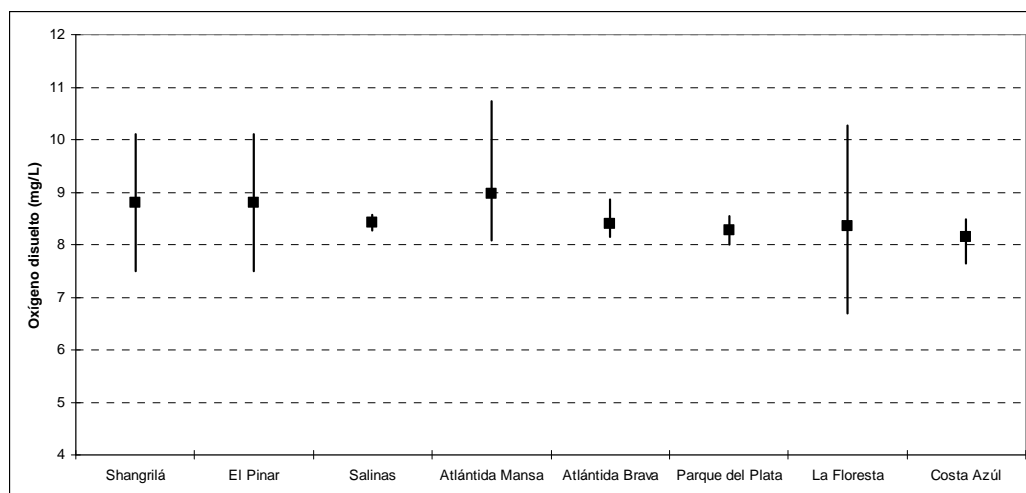


Figura 49. Oxígeno disuelto promedio de la temporada, para cada una de las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.

Del análisis de las medias geométricas de los coliformes termotolerantes, se desprende que la mayoría de las playas de Canelones presentaron una calidad del agua para recreación excelente durante la mayoría de la temporada (Fig. 50). A su vez, los promedios de estas medias geométricas permitieron clasificar a todas las

playas como aptas y con una excelente aptitud para baños durante la temporada 2013/2014, a excepción de Shangrilá, que también fue clasificada como apta, pero con una calidad “muy buena” (Tabla 5).

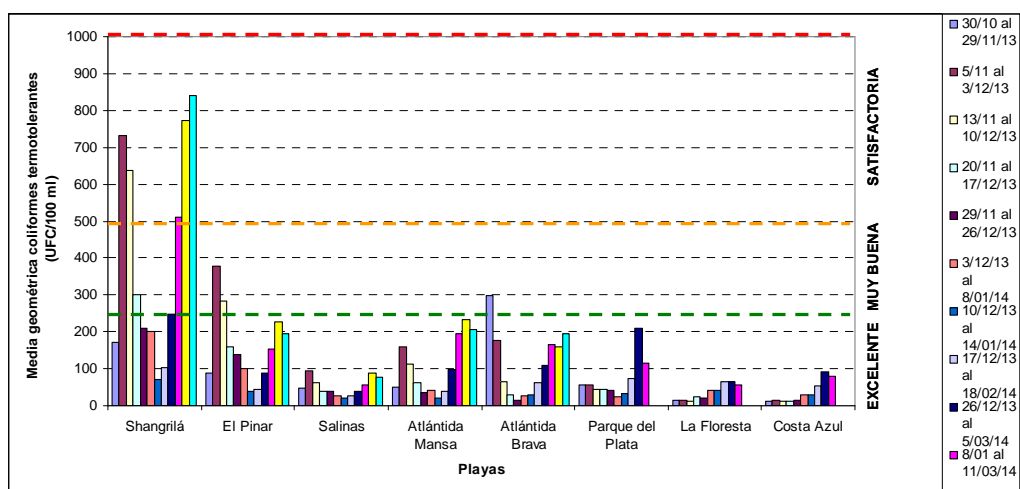


Figura 50. Variación temporal de las medias geométricas de la concentración de coliformes termotolerantes para las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.

Tabla 5. Clasificación de cada playa de Canelones considerando toda la temporada.

Playa	Media geométrica promedio para la temporada (3/1/2014 al 25/03/2014)	Clasificación y aptitud de la temporada
Shangrilá	400,1	Muy buena-APTA
El Pinar	157,5	Excelente-APTA
Salinas	50,6	Excelente-APTA
Atlántida Mansa	104,4	Excelente-APTA
Atlántida Brava	111,0	Excelente-APTA
Parque del Plata	69,9	Excelente-APTA
La Floresta	35,7	Excelente-APTA
Costa Azul	35,2	Excelente-APTA

Playas de Maldonado

En el departamento de Maldonado se realizaron seis muestreos entre el 9 de enero y el 12 de marzo de 2014, en 16 playas, desde Solís a José Ignacio (Fig. 51). Esta Intendencia, al igual que la de San José, también presentó algunas limitaciones logísticas a la hora de desarrollar los monitoreos, por lo tanto la frecuencia establecida (semanal) tampoco pudo cumplirse.

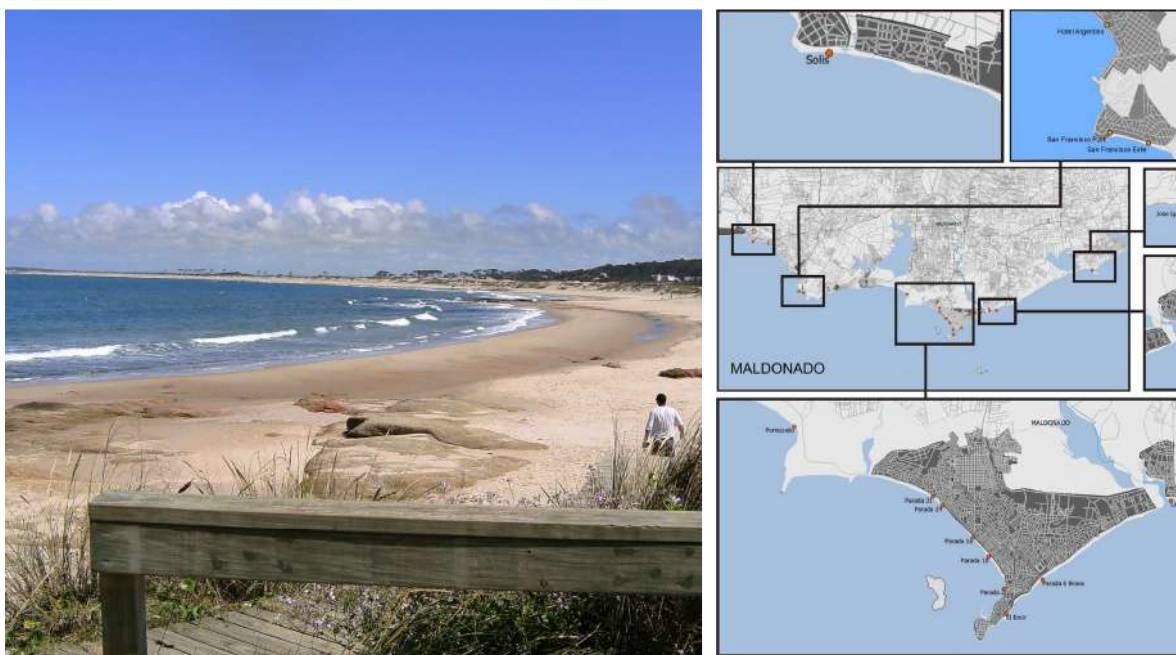


Figura 51. Mapa de las playas de Maldonado.

La temperatura del agua presentó variaciones a lo largo del tiempo. El máximo de temperatura se registró en la playa San Francisco E (26,6 °C) a principio de enero, y el mínimo en la parada 8 de la Brava (18,6 °C) hacia fines de febrero (Fig. 52). Los promedios de temperatura se mantuvieron dentro del rango de los 20,0 y 25,0 °C. Las variaciones más marcadas se dieron en el tiempo más que entre las playas (Fig. 53).

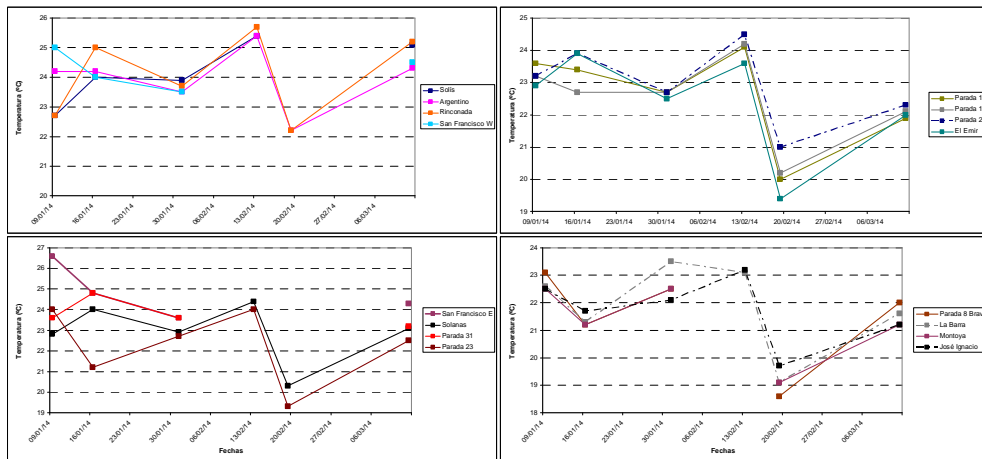


Figura 52. Variación temporal de la temperatura de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este.

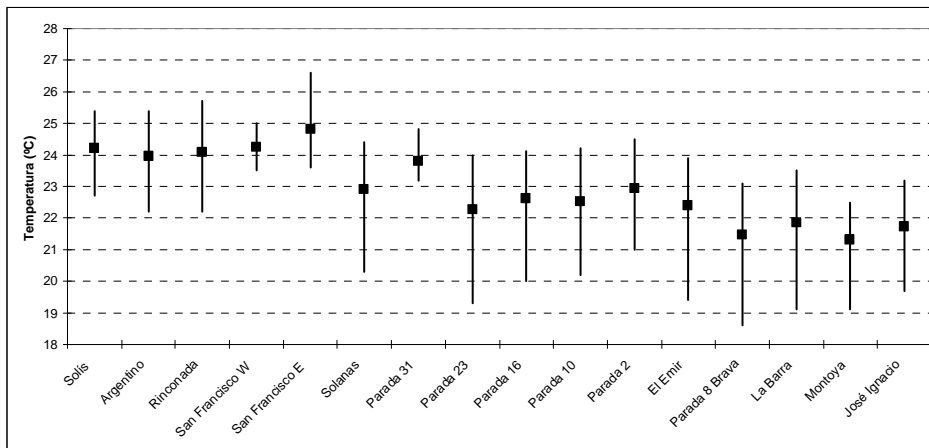


Figura 53. Temperatura promedio de la temporada, para cada una de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este.

La conductividad del agua presentó mayores variaciones temporales que espaciales. Estas variaciones fueron aún más fuertes en las playas donde existen desembocaduras de arroyos o ríos en las zonas aledañas. Este es el caso de Solís, Argentino y la Barra. Por lo tanto, posiblemente las variaciones en conductividad se encuentren asociadas a momentos de descargas de esos afluentes, que muchas veces dependen de las lluvias, ya que estas pueden provocar grandes descargas de agua dulce, lo que puede producir variaciones rápidas y grandes de la salinidad y conductividad del agua (Fig. 54).

La conductividad promedio aumentó levemente de oeste a este en las primeras playas (desde Solís hasta San Francisco W) y luego adquirió valores promedio similares entre el resto de las playas (entre 35-40 mS/cm). La Barra se diferenció del resto de las playas por tener un valor de conductividad promedio marcadamente más bajo (22,7 mS/cm). Esta playa a su vez presentó marcadas

fluctuaciones de esta variable (5,7 a 42,8 mS/cm). Lo mismo ocurrió en las playas Solís y Argentino, ya que fueron las otras playas con mayores variaciones de conductividad a lo largo del período (Fig. 55). Como se mencionó anteriormente estas fluctuaciones posiblemente se encuentren relacionadas a la cercanía de estas playas a las desembocaduras de arroyos.

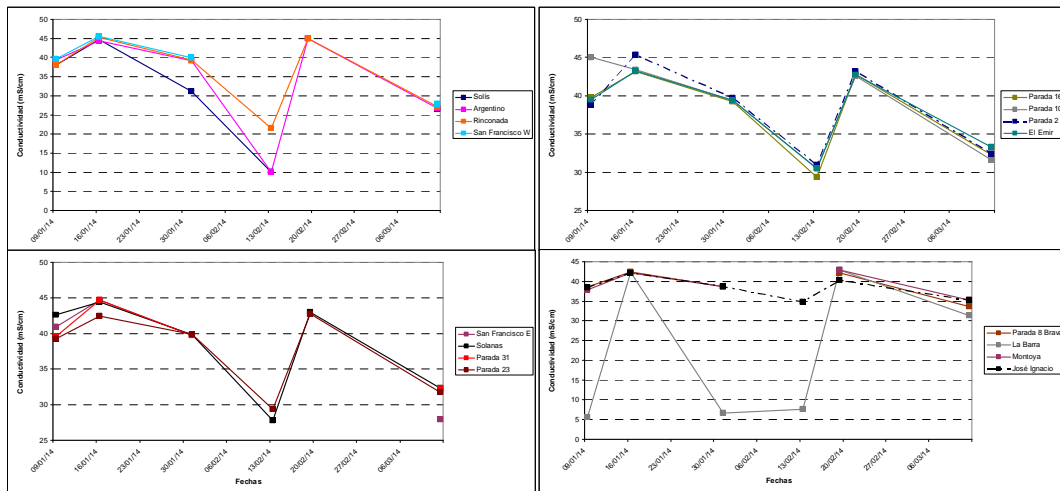


Figura 54. Variación temporal de la conductividad de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este.

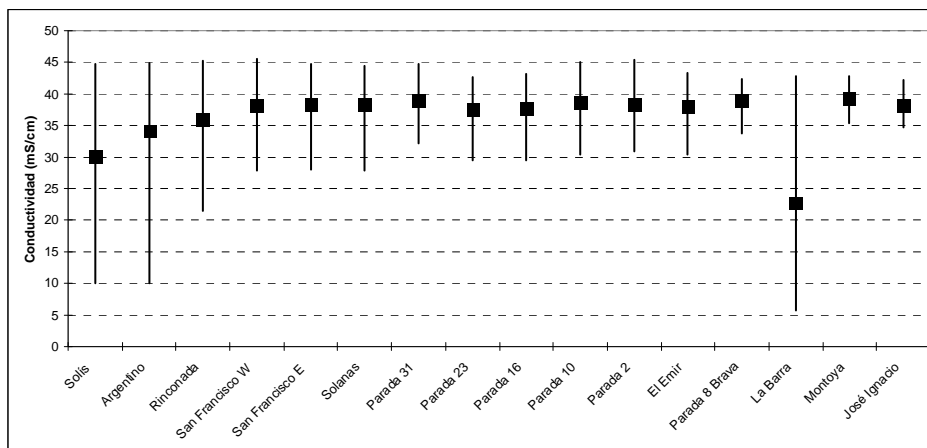


Figura 55. Conductividad promedio de la temporada, para cada una de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este.

La salinidad del agua presentó las mismas tendencias y fluctuaciones que la conductividad. Nuevamente la playa de la Barra es la que mostró la menor salinidad promedio durante la temporada (15,4 UPS) así como los mayores rangos de fluctuación (máximos y mínimos) de esta variable. Las playas Solís, Argentino y Rinconada también presentaron amplios rangos de variación, lo que nuevamente puede ser atribuible a la cercanía de estas playas a la desembocadura de arroyos,

lo que las hace plausibles de ser más afectadas que otras por la descarga de agua dulce que se produce cuando hay abundantes lluvias (Figs. 56 y 57).

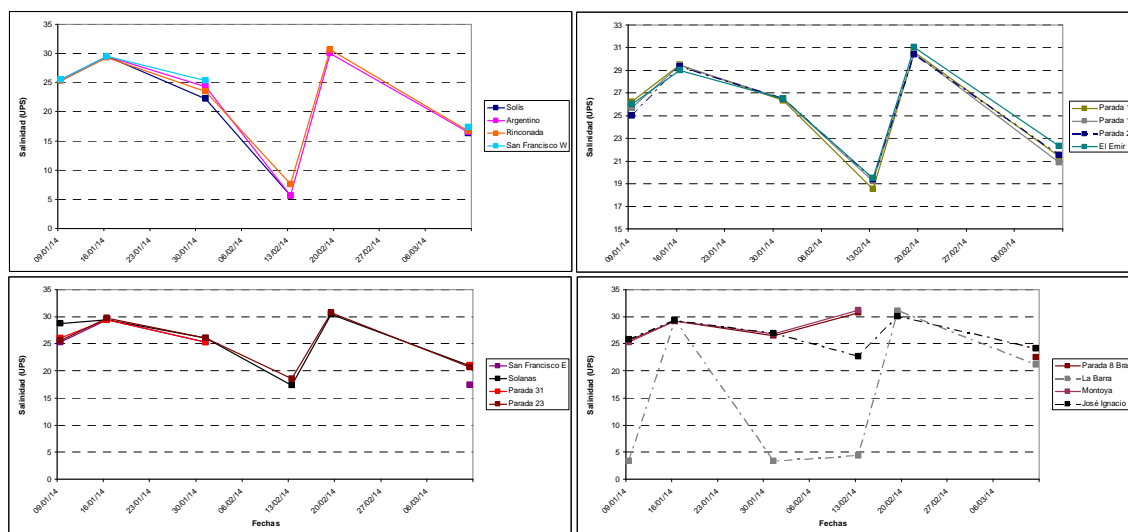


Figura 56. Variación temporal de la salinidad de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este.

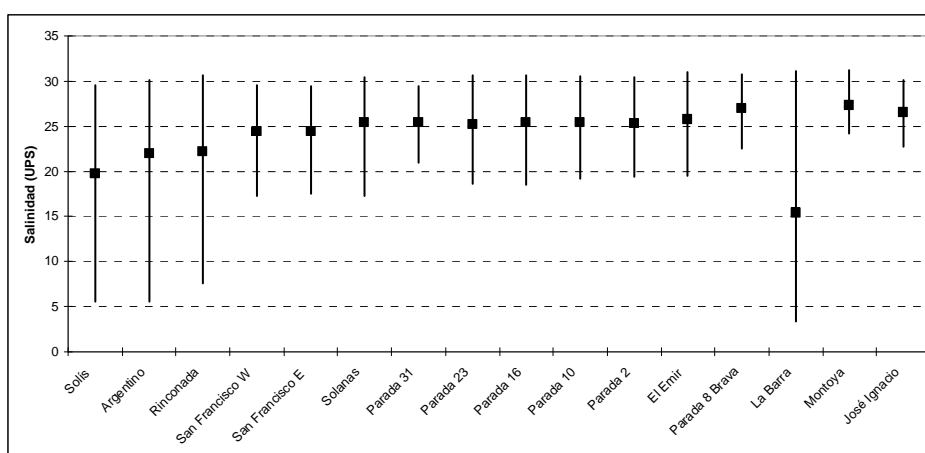


Figura 57. Salinidad promedio de la temporada para cada una de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este.

Los valores de **pH** siempre estuvieron dentro del rango de calidad objetivo que se sugiere en la propuesta de modificación del decreto 253/79. El pH al igual que la conductividad/salinidad también presentó mayores variaciones temporales dentro de las mismas playas que entre playas. Los mayores valores de pH son alcanzados por las playas San Francisco Este (8,2) y Oeste (8,0), mientras que los menores valores se presentaron en las playas Solís, Argentino y en El Emir (todas con 7,0) (Fig. 58). El pH promedio siempre se mantuvo entre 7,4 y 7,9 (Fig. 59).

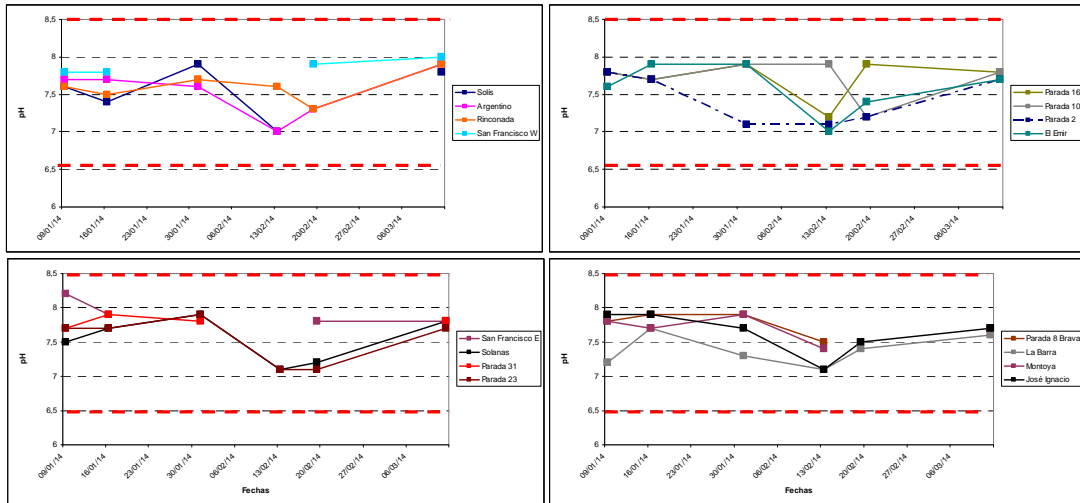


Figura 58. Variación temporal del pH de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este. Las líneas rojas entrecortadas indican el rango de calidad para esta variable sugerido en la propuesta de modificación del decreto 253/79.

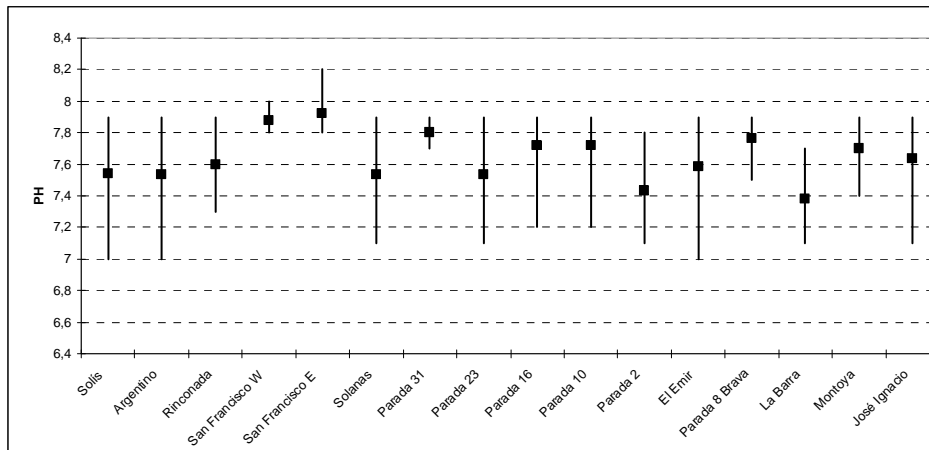


Figura 59. pH promedio de la temporada, para cada una de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este.

El **oxígeno disuelto** generalmente se mantuvo dentro de los estándares de calidad señalados en el decreto. Sin embargo existieron algunos casos donde los valores se encontraron por debajo del mínimo admitido (5 mg/L). Estos casos ocurrieron en Solís, Solanas y Parada 23. Para las tres playas estos valores se registraron solamente en una fecha, mientras que en el resto de las fechas se registraron valores admisibles. Debido a que es la primera vez que se monitorea esta variable, no es posible saber si estas situaciones han ocurrido anteriormente o si son playas que frecuentemente presentan valores por debajo del límite. La continuidad de este monitoreo permitirá evaluar si estas playas se encuentran susceptibles en cuanto a esta variable o no. Por otra parte el oxígeno disuelto promedio no presentó tendencias espaciales marcadas (Fig. 61).

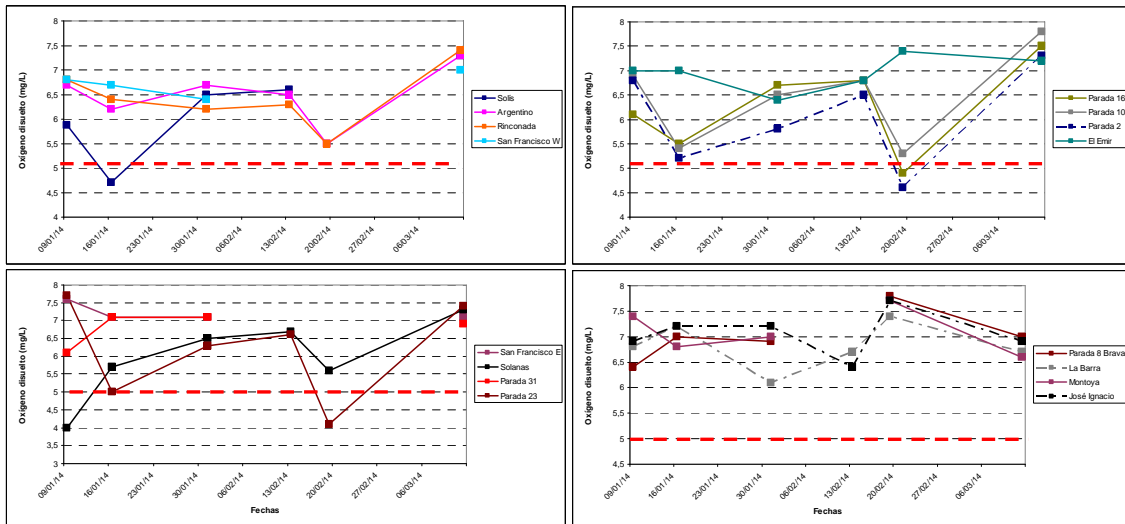


Figura 60. Variación temporal del oxígeno disuelto de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este. La línea roja entrecortada indica el valor mínimo de oxígeno disuelto admitido por la modificación del decreto 253/79.

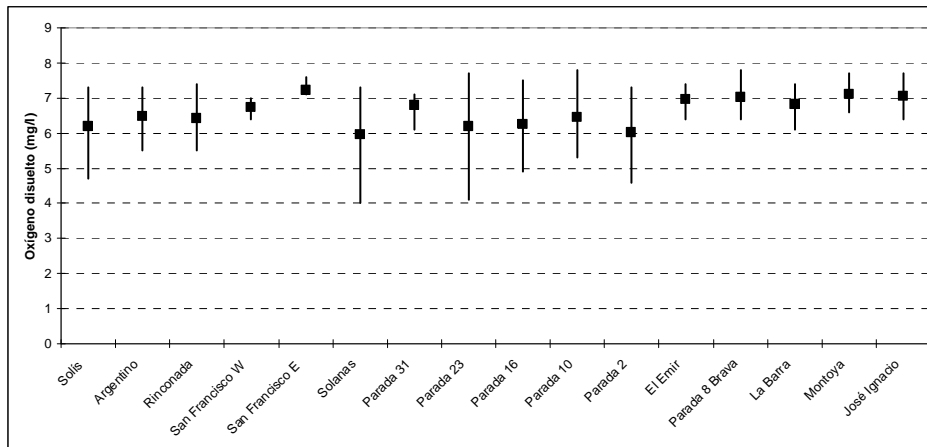


Figura 61. Promedio del oxígeno disuelto de la temporada, para cada una de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este.

Como fue anteriormente mencionado, este departamento contó con un menor número de datos que otros departamentos para evaluar balneabilidad. Por este motivo, resultó más adecuado presentar la información como tabla en lugar de gráfico de barras. Las medias geométricas de los coliformes termotolerantes nunca excedieron el valor establecido en el decreto (1000 UFC/100ml) y los valores de las mismas permitieron clasificar a todas las playas como aptas y con estados de calidad excelentes para la temporada de estudio (del 9/01 al 12/03/14) (Tabla 6).

Tabla 6. Medias geométricas de los coliformes termotolerantes para cada mes y promedio de las medias geométricas para la temporada. La aptitud aceptable de las playas en cada período se visualiza en verde.

Playa	Media geométrica de coliformes termotolerantes		Media geométrica promedio	Clasificación y aptitud de la temporada
	9/01/2014 al 19/02/2014	16/01/2014 al 12/03/2014	Temporada (9/01/2014 al 12/03/2014)	
Solís	71,9	-	71,9	EXCELENTE-APTA
Argentino	45,1	47,4	46,3	EXCELENTE-APTA
Rinconada	168,6	164,6	166,6	EXCELENTE-APTA
Solanas	19,7	19,7	19,7	EXCELENTE-APTA
Parada 23	41,3	35,9	38,6	EXCELENTE-APTA
Parada 16	32,9	41,7	37,3	EXCELENTE-APTA
Parada 10	13,2	13,2	13,2	EXCELENTE-APTA
Parada 2	15,2	18,9	17,1	EXCELENTE-APTA
El Emir	40,9	39,1	40,0	EXCELENTE-APTA
Parada 8 Brava	12,5	13,2	12,9	EXCELENTE-APTA
La Barra	258,1	210,2	234,2	EXCELENTE-APTA
Montoya	11,5	-	11,5	EXCELENTE-APTA
José Ignacio	10,0	10,0	10,0	EXCELENTE-APTA

Playas de Rocha

En el departamento de Rocha se realizaron cinco muestreos entre el 26/12/13 y el 2/04/2014 en siete playas que van desde la Balconada hasta El Chuy. En este departamento se realizó la excepción de tomar un dato correspondiente al mes de abril porque de caso contrario no sería posible realizar al menos una media geométrica. Esta excepción se realizó teniendo en cuenta además que el muestreo de abril se realizó a principios de mes (Fig. 62).



Figura 62. Mapa de las playas de Rocha.

La **temperatura** del agua de las playas de Rocha no presentó en ninguno de los casos una tendencia temporal clara. El mínimo valor encontrado se registró en el mes de febrero en La Balconada (19,7 °C) mientras que el máximo (25,2 °C) se registró en marzo en la Barra del Chuy (Fig. 63). El promedio de la temperatura para la temporada varió entre 20,6 °C en La Balconada y 24,2 °C en Barra del Chuy incrementándose los valores de oeste a este (Fig. 64).

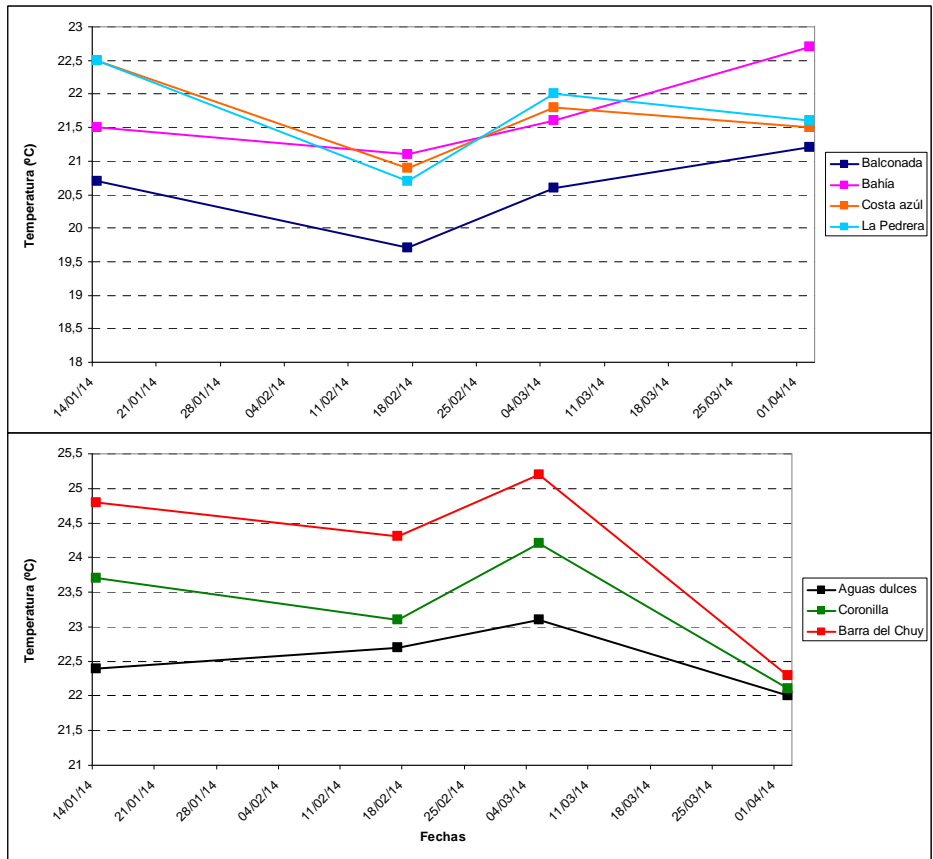


Figura 63. Variación temporal de la temperatura de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este.

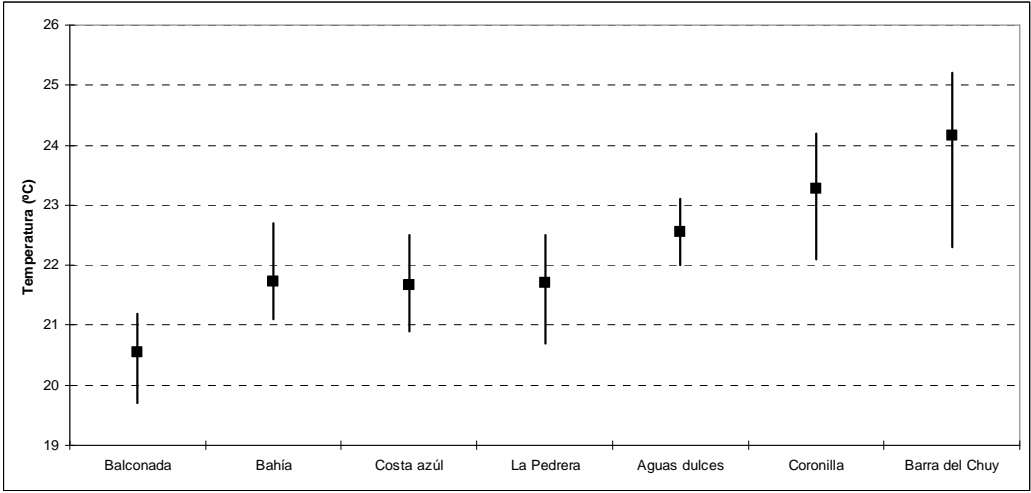


Figura 64. Temperatura promedio de la temporada, para cada una de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este.

La conductividad del agua en la costa de Rocha registró valores entre 14,7 y 45,8 mS/cm. El menor valor se registró en La Coronilla en enero y el mayor en Barra del Chuy en febrero. Dentro de cada playa la conductividad presentó ciertas variaciones a lo largo del tiempo, siendo La Coronilla la playa con mayores

fluctuaciones, lo que puede estar relacionado a las descargas del Canal Andreoni, que posiblemente afectan la salinidad y conductividad de la zona (Fig. 65).

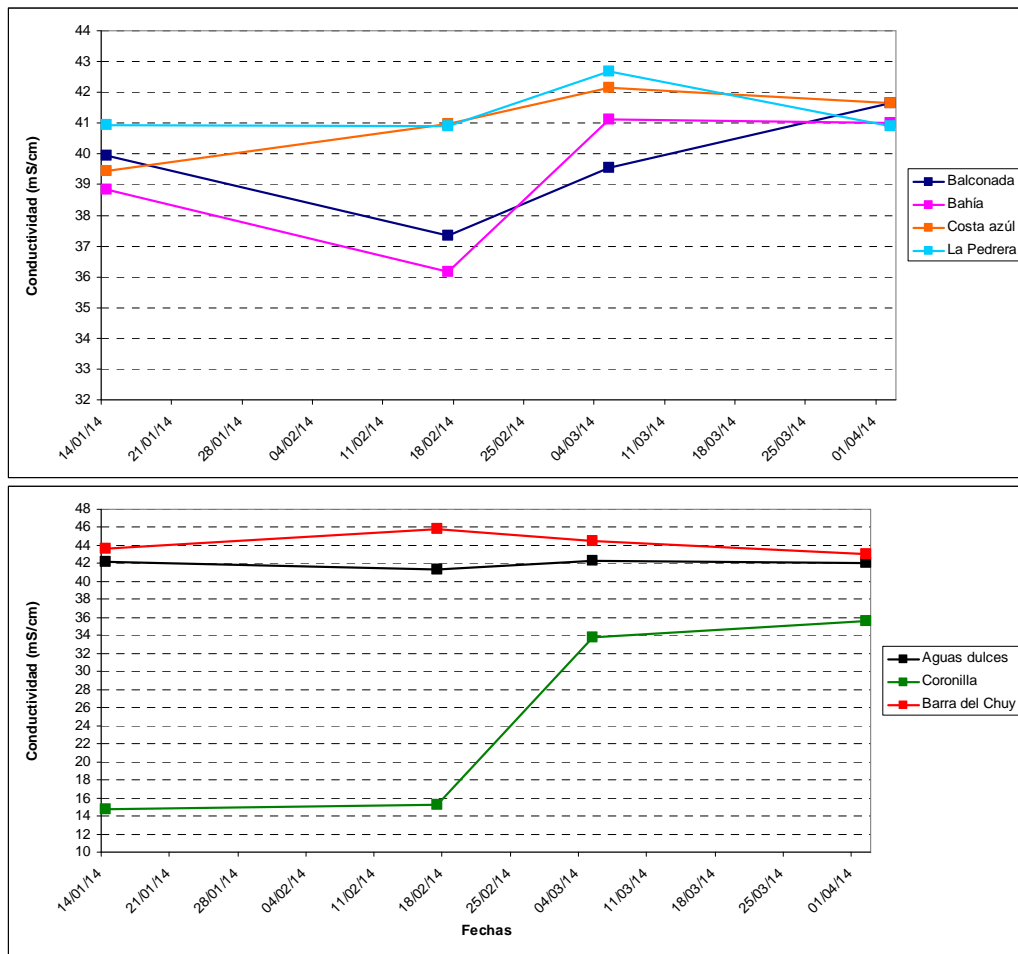


Figura 65. Variación temporal de la conductividad de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este.

En cuanto a los promedios para la temporada todas las playas presentaron valores entre 39,3 mS/cm y 44,2 mS/cm, a excepción de La Coronilla que presentó el promedio más bajo y alejado del resto (24,8 mS/cm) (Fig. 66).

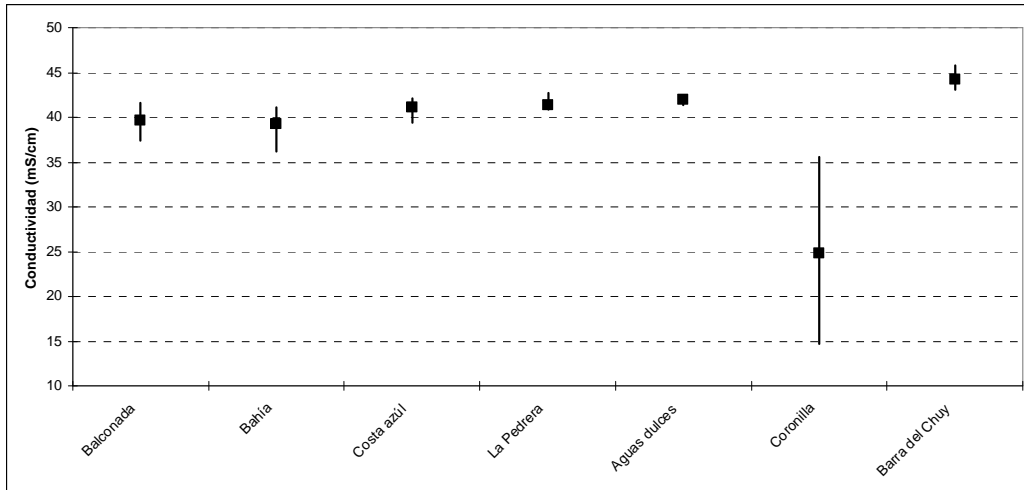


Figura 66. Conductividad promedio de la temporada, para cada una de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este.

La **salinidad** se comportó de la misma manera que la conductividad, con ciertas variaciones a lo largo de la temporada para cada playa, siendo La Coronilla la de mayores fluctuaciones. El máximo encontrado se registró en Barra del Chuy (30,1 UPS), mientras que el mínimo fue registrado en La Coronilla (8,4) (Fig. 67).

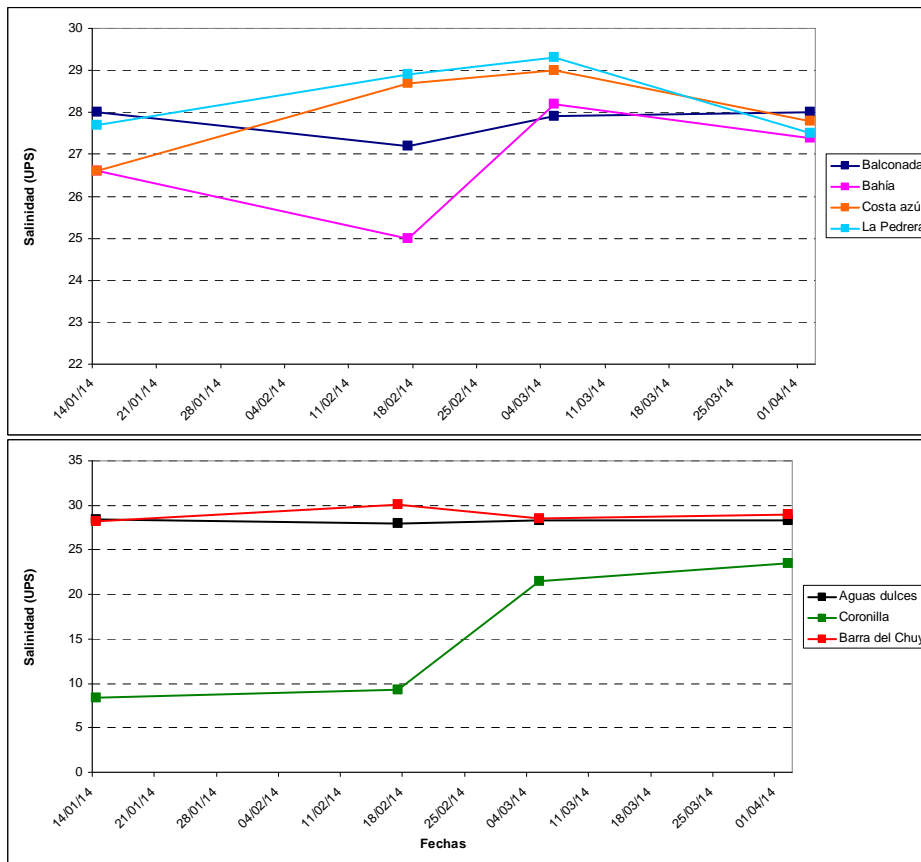


Figura 67. Variación temporal de la salinidad de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este.

En cuanto a la salinidad promedio para la temporada todas las playas presentaron valores entre 26,8 UPS y 28,9 UPS, a excepción de La Coronilla que presentó el promedio más bajo y alejado del resto (15,7 UPS) (Fig. 68).

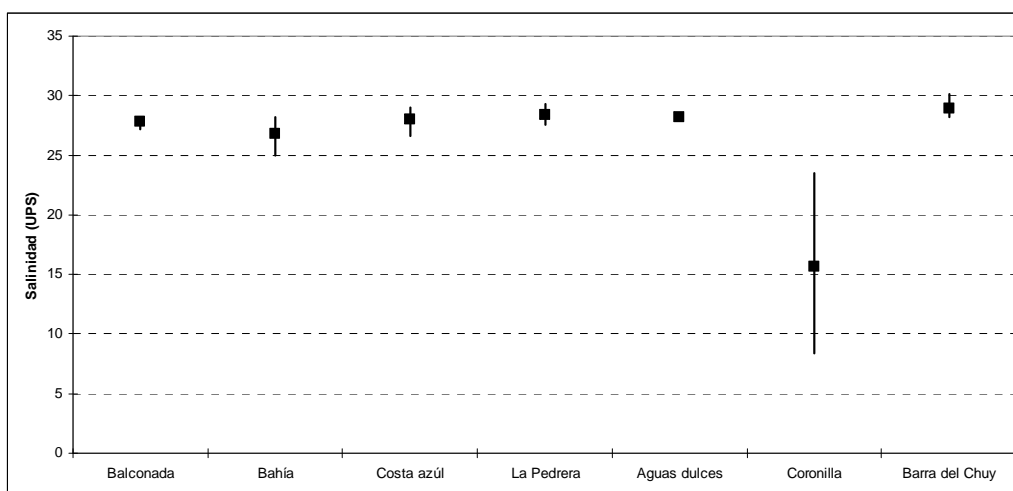


Figura 68. Salinidad promedio de la temporada para cada una de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este.

El pH de las playas de Rocha se mantuvo siempre dentro de los límites admitidos por la normativa. El máximo fue registrado en Aguas Dulces (8,0) mientras que el mínimo se encontró en La Balconada (7,4) (Fig. 69).

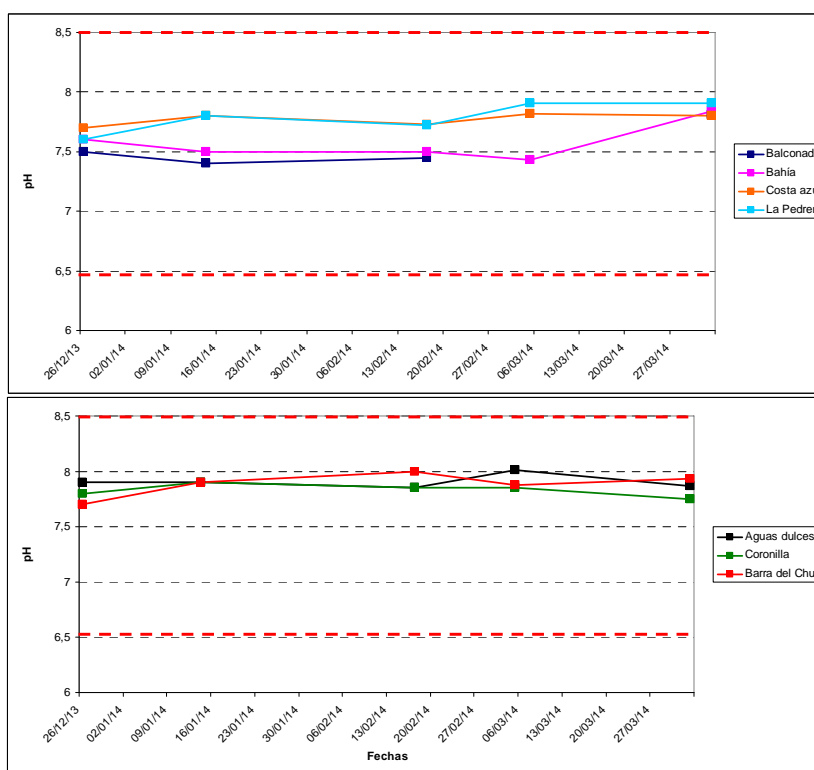


Figura 69. Variación temporal del pH de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este. Las líneas rojas entrecortadas indican el rango de calidad para esta variable, sugerido en la propuesta de modificación del decreto 253/79.

Los valores de pH promedio fueron similares en todas las playas, con un mínimo de 7,5 en La Balconada y un máximo de 7,9 en Aguas Dulces (Fig. 70).

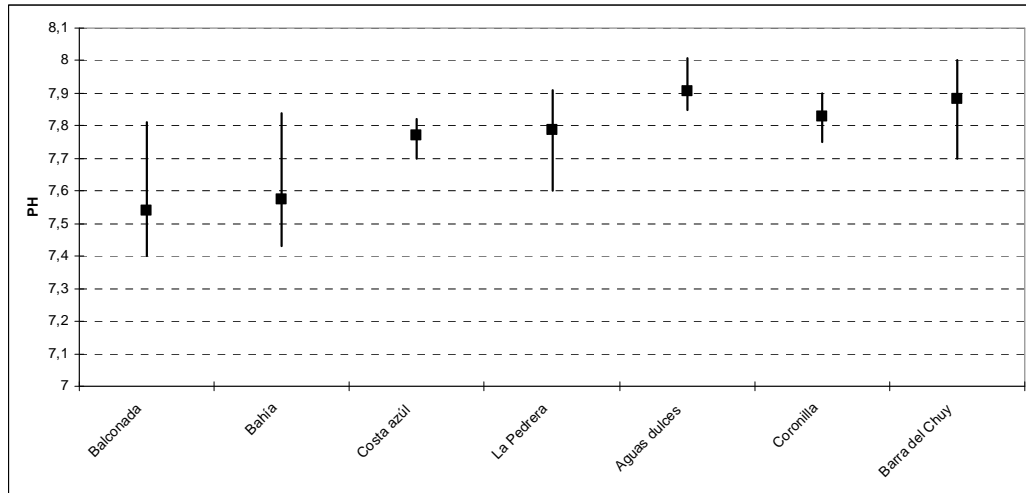


Figura 70. pH promedio de la temporada para cada una de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este.

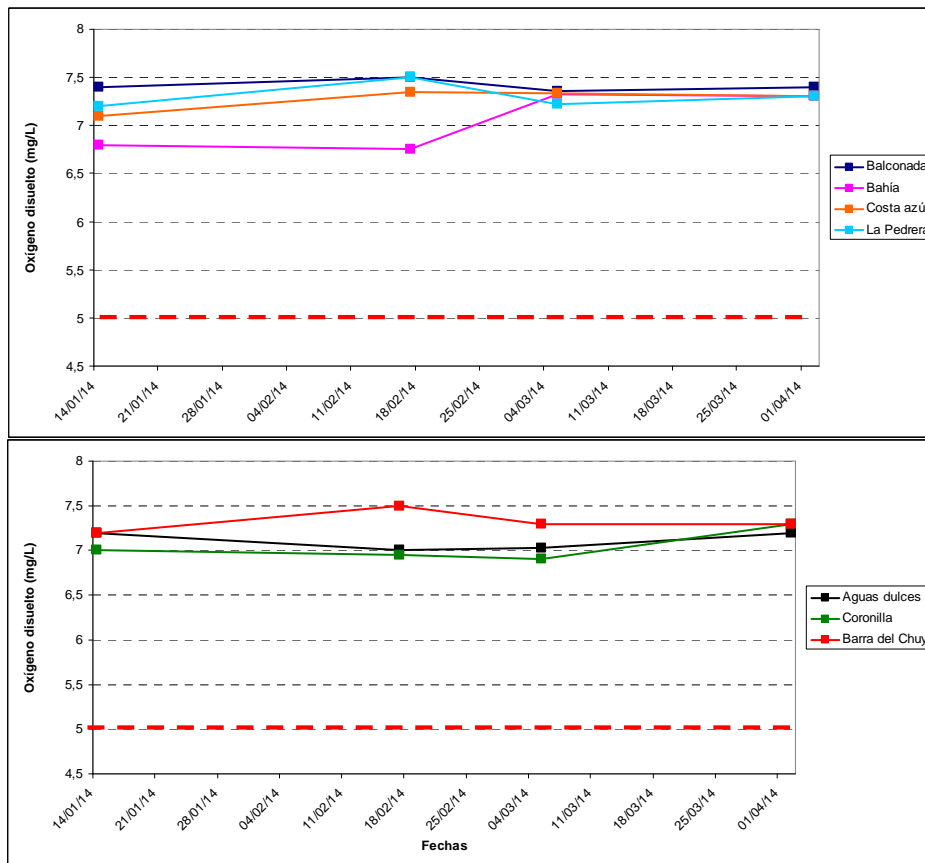


Figura 71. Variación temporal del oxígeno disuelto de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este. La línea roja entrecortada indica el valor mínimo de oxígeno disuelto admitido por la modificación del decreto 253/79.

El **oxígeno disuelto** siempre se mantuvo dentro de los estándares de calidad señalados en el decreto. El máximo valor (7,5 mg/L) se registró tanto en La Balconada, como en La Pedrera y en Barra del Chuy, mientras que el mínimo fue registrado en La Bahía (6,8 mg/L) (Fig. 71).

Los valores promedio de oxígeno disuelto para la temporada fueron similares en todas las playas, registrándose el mínimo en la Coronilla (7,0 mg/L) y el máximo en La Balconada (7,4 mg/L) (Fig. 72).

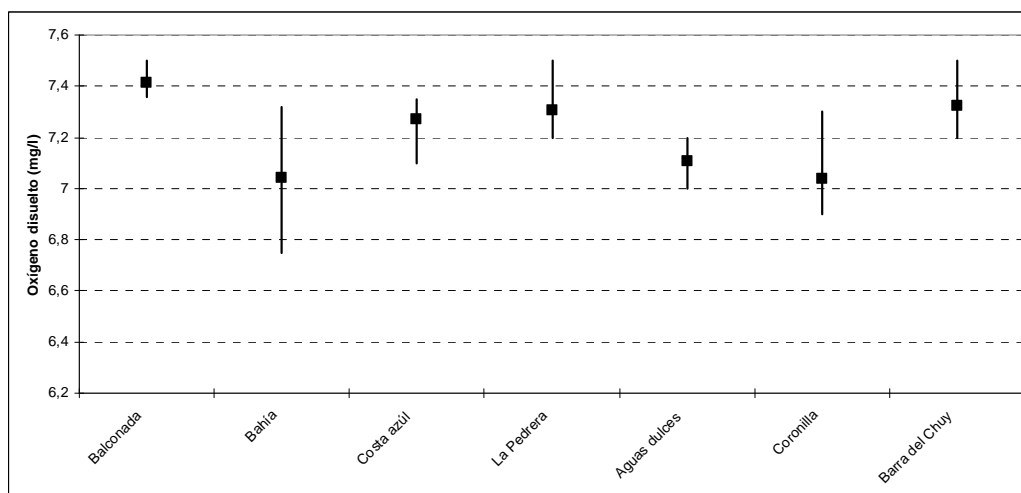


Figura 72. pH promedio de la temporada para cada una de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este.

En este departamento, al igual que para el caso de Maldonado y debido al bajo número de datos para evaluar aptitud de las playas para baños, resultó más adecuado presentar los datos como tabla en lugar de gráfico de barras. Las medias geométricas de los coliformes termotolerantes nunca excedieron el valor establecido en el decreto (1000 UFC/100ml) y los valores de las mismas permitieron clasificar a todas las playas como aptas y con estados de calidad excelentes para el período de estudio (del 26/12/13 al 2/04/14) (Tabla 7).

Tabla 7. Medias geométricas de los coliformes termotolerantes para cada playa para el período comprendido entre el 26 de diciembre de 2013 y el 2 de abril de 2014.

Playa	Media geométrica de coliformes termotolerantes	Clasificación y aptitud de la temporada
Balconada	35,0	EXCELENTE-APTA
Bahía	93,1	EXCELENTE-APTA
Costa Azul	19,7	EXCELENTE-APTA
La Pedrera	12,5	EXCELENTE-APTA
Aguas dulces	26,1	EXCELENTE-APTA
Coronilla	264,6	MUY BUENA-APTA
Barra del Chuy	88,0	EXCELENTE-APTA

6-SÍNTESIS

La temporada de verano del 2014 (enero a marzo inclusive) se caracterizó por la persistencia de lluvias, que fueron particularmente intensas y frecuentes durante los meses de enero y febrero. Posiblemente este hecho explique los altos valores de coliformes que se registraron en las playas de Colonia, donde la mayoría de las playas se presentaron como no aptas para baños durante toda la temporada. Respecto a las otras variables los valores registrados fueron relativamente normales en relación a temporadas anteriores. En cuanto a la presencia de cianobacterias no se reportó ningún evento, al menos de importancia por parte de las intendencias. El oxígeno disuelto y el pH son variables que anteriormente no habían sido monitoreadas, por lo tanto no es posible compararlas con campañas previas. Sin embargo, salvo escasas excepciones los valores siempre se presentaron dentro de los criterios de calidad establecidos por la normativa. Por último es importante aclarar que los datos reportados para las playas de San José, Maldonado y Rocha fueron escasos debido a dificultades particulares de cada institución que se presentaron a la hora de implementar las actividades de monitoreo. Esta situación limitó el análisis de la información para esos departamentos. Estas dificultades son propias de las primeras experiencias de monitoreo y se espera poder mejorar estos aspectos para las siguientes temporadas.

7-BIBLIOGRAFÍA

- Belkin, S. & Rozen, Y. (2001). Survival of enteric bacteria in seawater. *FEMS Microbiology Reviews* 25, pp. 513– 529.
- Cantera, J. (2005). Investigación científica para la gestión ambiental integrada de espacios acuáticos compartidos, el desafío es pasar de las palabras a los hechos: el caso del Río de la Plata y su Frente Marítimo. *Rev. Acad.Colomb. Cienc.* 24 (111):255-269.
- DINAMA (1996). Manual de procedimientos analíticos para aguas y efluentes.
- DINAMA (2011a). Monitoreo de playas. Temporada 2010-2011.
- DINAMA (2011b). Monitoreo de playas. Temporada 2011-2012.
- DINAMA (2012). Informe de evolución de la tendencia histórica de calidad de playas (costa del Río de la Plata y Océano Atlántico). Período 2007-2008 al 2011-2012.
- Gómez, F. A. G., Aguirre N. J. Betancur J. & Toro, M. (2008). *Gestión y ambiente*. 11 (3): 87-96.
- Hutchinson, G. E. (1957). *A Treatise on Limnology*. 1. Geography, Physics and Chemistry. John Wiley & Sons New York. 1015 pps.
- Masdeu, M. (2014). Evaluación del funcionamiento de la primera temporada de la Red de Monitoreo Costero en las playas del Río de la Plata y Océano Atlántico. DINAMA.
- Noble, R., Lee, I. & Schiff, K. (2004). Inactivation of indicator microorganisms from various sources of faecal contamination in seawater and freshwater. *Journal of Applied Microbiology*. 96, pp. 464-472.