



**MVOTMA**

Ministerio de Vivienda  
Ordenamiento Territorial  
y Medio Ambiente

## Monitoreo de playas (Quinquenio 2011 - 2016 Temporada 2015 a 2016)

Montevideo, Octubre 2016



# **RED DE MONITOREO COSTERO**

## ***Monitoreo de playas***

***Quinquenio 2011-2016 y temporada 2015 – 2016***

**División Calidad Ambiental**

**Departamento Evaluación Ambiental Integrada**

**Octubre 2016**

**MINISTERIO DE VIVIENDA ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y MEDIO  
AMBIENTE**

Ministra Arq. Eneida de León

**DINAMA**

Director Ing. Quím. Alejandro Nario Carvalho

**AREA INFORMACIÓN, PLANIFICACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL**

Gerenta Ing. Quím. Marisol Mallo

**DIVISION CALIDAD AMBIENTAL**

Director Ing. Luis Reolón

**DEPARTAMENTO SEGUIMIENTO COMPONENTES DEL AMBIENTE**

Ing. Quím. Magdalena Hill

**DEPARTAMENTO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL INTEGRADA**

Lic. Lizet De León

**Responsable del Programa de Monitoreo e Informe**

Lic. Malvina Masdeu

**Muestreos de campo y análisis de  
Laboratorio**

Intendencia de Colonia

Intendencia de San José

Intendencia de Montevideo

Intendencia de Canelones

Intendencia de Maldonado

Intendencia de Rocha

## Tabla de contenido

1-RESUMEN .....	1
RED DE MONITOREO COSTERO .....	2
MONITOREO DE PLAYAS. QUINQUENIO 2011-2016 Y TEMPORADA 2015-2016 .....	2
2-INTRODUCCIÓN .....	2
2.1-Antecedentes.....	2
2.2-Normativa .....	3
2.3 -Programa de Monitoreo .....	4
Área de estudio.....	4
3-OBJETIVO .....	5
4-METODOLOGÍA .....	5
5-RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	8
5.1-Evolución temporal de las variables fisicoquímicas y del análisis bacteriológico (2011 al 2016).....	8
5.2-Temporada 2015-2016 .....	12
Playas del Departamento de Colonia .....	15
Playas del Departamento de Montevideo .....	24
Playas del Departamento de Canelones .....	32
Playas del Departamento de Maldonado.....	40
Playas del Departamento de Rocha .....	49
6-SÍNTESIS.....	56
7-BIBLIOGRAFÍA .....	57

## **LISTA DE TABLAS**

<b>Tabla 1.</b> Categorización de las playas propuesta por GESTA-Agua	<b>4</b>
<b>Tabla 2.</b> Playas Monitoreadas en el marco el Convenio de Cooperación Técnica entre MVOTMA e Intendencias costeras (exp. 2013/14000).	<b>6</b>
<b>Tabla 3.</b> Clasificación de cada playa de Colonia considerando toda la temporada.	<b>22</b>
<b>Tabla 4.</b> Clasificación de cada playa de Montevideo considerando toda la temporada.	<b>30</b>
<b>Tabla 5.</b> Clasificación de cada playa de Canelones considerando toda la temporada.	<b>38</b>
<b>Tabla 6.</b> Clasificación de cada playa de Maldonado considerando toda la temporada.	<b>47</b>
<b>Tabla 7.</b> Clasificación de cada playa de Rocha considerando toda la temporada.	<b>55</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Zonificación del Río de la Plata y su frente marítimo, delimitado por rangos de salinidad (PSU) y batimetría (m).	5
<b>Figura 2.</b> Evolución temporal de la temperatura en las playas de los departamentos costeros.	8
<b>Figura 3.</b> Evolución temporal de la conductividad en las playas de los departamentos costeros	9
<b>Figura 4.</b> Evolución temporal de la salinidad en las playas de los departamentos costeros.	10
<b>Figura 5.</b> Evolución temporal de coliformes termotolerantes en las playas de los departamentos costeros.	11
<b>Figura 6.</b> Gradiente espacial de la temperatura promedio por playa, para la temporada de verano.	12
<b>Figura 7.</b> Gradiente espacial de la conductividad promedio por playa, para la temporada de verano	12
<b>Figura 8.</b> Gradiente espacial de la salinidad promedio por playa, para la temporada de verano.	13
<b>Figura 9.</b> Gradiente espacial del oxígeno disuelto promedio por playa, para la temporada de verano.	14
<b>Figura 10.</b> Gradiente espacial del pH promedio por playa, para la temporada de verano.	14
<b>Figura 11.</b> Gradiente espacial de la media geométrica promedio de los coliformes termotolerantes por playa, para la temporada de verano.	15
<b>Figura 12.</b> Mapa de las playas de Colonia.	15
<b>Figura 13.</b> Gradiente temporal de la temperatura de las playas de Colonia, orientadas de oeste a este	16
<b>Figura 14.</b> Gradiente espacial de la temperatura promedio de las playas de Colonia, orientadas de oeste a este.	17
<b>Figura 15.</b> Gradiente temporal de la conductividad de las playas de Colonia, orientadas de oeste a este.	17
<b>Figura 16.</b> Gradiente espacial del promedio de conductividad para la temporada de las playas de Colonia, ordenadas de oeste a este.	18
<b>Figura 17.</b> Variación temporal del pH en las playas de Colonia, ordenadas de oeste a este.	19
<b>Figura 18.</b> Variación espacial del pH promedio de la temporada, para cada una de las playas de Colonia, ordenadas de oeste a este.	19
<b>Figura 19.</b> Variación temporal del oxígeno disuelto de las playas de Colonia, ordenadas de oeste a este.	20
<b>Figura 20.</b> Variación espacial del oxígeno disuelto promedio de las playas de Colonia, ordenadas de oeste a este.	21
<b>Figura 21.</b> Variación temporal de las medias geométricas de la concentración de coliformes termotolerantes para las playas de Colonia, ordenadas de oeste a este.	22
<b>Figura 22.</b> Casos de floración tipo 1, tipo 2 y de ausencia de floración (0) durante la temporada (gráfico superior) y comportamiento temporal de las floraciones (gráfico inferior). Los números indican la cantidad de playas en las que se registró ese estado de la floración en esa fecha.	23
<b>Figura 23.</b> Mapa de las playas de Montevideo.	24
<b>Figura 24.</b> Variación temporal de la temperatura de las playas de Montevideo, ordenadas de oeste a este.	25
<b>Figura 25.</b> Temperatura promedio de la temporada, para cada una de las playas de Montevideo, ordenadas de oeste a este.	25

<b>Figura 26.</b> Variación temporal de la conductividad (gráficos superiores) y de la salinidad (gráficos inferiores) de las playas de Montevideo, ordenadas de oeste a este.	<b>26</b>
<b>Figura 27.</b> Conductividad y salinidad promedio de la temporada, para cada una de las playas de Montevideo, ordenadas de oeste a este.	<b>27</b>
<b>Figura 28.</b> Variación temporal del pH de las playas de Montevideo, ordenadas de oeste a este.	<b>28</b>
<b>Figura 29.</b> pH promedio de la temporada, para cada una de las playas de Montevideo, ordenadas de oeste a este.	<b>28</b>
<b>Figura 30.</b> Variación temporal de las medias geométricas de la concentración de coliformes termotolerantes para las playas de Montevideo, ordenadas de oeste a este.	<b>29</b>
<b>Figura 31.</b> Casos de floración tipo 1, tipo 2 y de ausencia de floración durante la temporada (gráfico superior); comportamiento temporal de las floraciones donde los números indican cantidad de playas en las que se registró ese estado de la floración en esa fecha (gráfico central); y porcentaje de eventos de floración en cada playa (gráfico inferior).	<b>31</b>
<b>Figura 32.</b> Mapa de las playas de Canelones.	<b>32</b>
<b>Figura 33.</b> Variación temporal de la temperatura de las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.	<b>33</b>
<b>Figura 34.</b> Temperatura promedio de la temporada, para cada una de las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.	<b>33</b>
<b>Figura 35.</b> Variación temporal de la conductividad (izquierda) y salinidad (derecha) de las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.	<b>34</b>
<b>Figura 36.</b> Conductividad y salinidad promedio de la temporada, para cada una de las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.	<b>34</b>
<b>Figura 37.</b> Variación temporal del pH de las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.	<b>35</b>
<b>Figura 38.</b> pH promedio de la temporada, para cada una de las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.	<b>35</b>
<b>Figura 39.</b> Variación temporal del oxígeno disuelto de las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.	<b>36</b>
<b>Figura 40.</b> Oxígeno disuelto promedio de la temporada, para cada una de las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.	<b>36</b>
<b>Figura 41.</b> Variación temporal de las medias geométricas de la concentración de coliformes termotolerantes para las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.	<b>38</b>
<b>Figura 42.</b> Casos de floración tipo 1, tipo 2 y de ausencia de floración durante la temporada (gráfico superior), comportamiento temporal de las floraciones) donde los números indican el número de playas en las que se registró ese estado de la floración en esa fecha (gráfico central), y eventos de floración en cada playa (gráfico inferior).	<b>39</b>
<b>Figura 43.</b> Mapa de las playas de Maldonado.	<b>40</b>
<b>Figura 44.</b> Variación temporal de la temperatura de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este.	<b>41</b>
<b>Figura 45.</b> Temperatura promedio de la temporada, para cada una de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este.	<b>41</b>
<b>Figura 46.</b> Variación temporal de la conductividad y salinidad de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este.	<b>43</b>
<b>Figura 47.</b> Conductividad y salinidad promedio de la temporada, para cada una de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este.	<b>44</b>
<b>Figura 48.</b> Variación temporal del pH de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este.	<b>45</b>
<b>Figura 49.</b> pH promedio de la temporada para cada una de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este.	<b>45</b>

<b>Figura 50.</b> Variación temporal del oxígeno disuelto de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este.	<b>46</b>
<b>Figura 51.</b> Oxígeno disuelto promedio de la temporada, para cada una de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este.	<b>46</b>
<b>Figura 52.</b> Variación temporal de las medias geométricas de la concentración de coliformes termotolerantes para las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este.	<b>47</b>
<b>Figura 53.</b> Casos de floración tipo 1, tipo 2 y de ausencia de floración durante la temporada (gráfico superior) y comportamiento temporal de las floraciones (gráfico inferior). Los números indican el número de playas en las que se registró ese estado de la floración en esa fecha.	<b>48</b>
<b>Figura 54.</b> Mapa de las playas de Rocha.	<b>49</b>
<b>Figura 55.</b> Variación temporal de la temperatura de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este.	<b>50</b>
<b>Figura 56.</b> Temperatura promedio de la temporada, para cada una de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este.	<b>50</b>
<b>Figura 57.</b> Variación temporal de la conductividad (gráficos superiores) y salinidad (gráficos inferiores) de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este.	<b>51</b>
<b>Figura 58.</b> Conductividad y salinidad promedio de la temporada, para cada una de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este	<b>52</b>
<b>Figura 59.</b> Variación temporal del pH de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este.	<b>53</b>
<b>Figura 60.</b> pH promedio de la temporada para cada una de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este.	<b>53</b>
<b>Figura 61.</b> Variación temporal del oxígeno disuelto de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este.	<b>54</b>
<b>Figura 62.</b> Oxígeno disuelto promedio de la temporada para cada una de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este.	<b>54</b>
<b>Figura 63.</b> Variación temporal de las medias geométricas de la concentración de coliformes termotolerantes para las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este	<b>55</b>
<b>Figura 64.</b> Casos de floración tipo 1, tipo 2 y de ausencia de floración durante la temporada.	<b>56</b>

## **1-RESUMEN**

A partir de diciembre de 2013 se conforma la **Red de Monitoreo Costero**, integrada formalmente por las Intendencias de Colonia, San José, Montevideo, Canelones, Maldonado y Rocha, coordinada por la DINAMA y en sus inicios con el apoyo del proyecto FREPLATA. Esta Red comienza a implementar sus actividades de monitoreo en enero de 2014. Las mismas son efectuadas por los técnicos de las respectivas instituciones involucradas y coordinadas a través de la DINAMA. Durante la temporada de verano 2015-2016 se monitorearon 45 playas<sup>1</sup>. Adicionalmente a las playas del convenio, en Rocha se incluyó un punto más por resolución de esa intendencia (Punta del Diablo). Los valores de las variables contenidas dentro de la normativa generalmente fueron aceptables según lo establecido en la misma. Existieron algunas excepciones, las más marcadas ocurrieron en playa Verde (Colonia) y en Atlántida Brava (Canelones). Los coliformes termotolerantes de estas playas estuvieron permanentemente o casi permanentemente por encima del límite admitido, por lo cual la temporada de ambas playas fue clasificada como no apta para baños. Por otra parte, ocurrieron varios eventos de floración tanto en playas de Montevideo como de Canelones y dichos eventos persistieron durante la mayor parte del verano.

<sup>1</sup>-Este Informe no incluye información de playas del Departamento de San José, ya que los resultados de los análisis de las tres playas correspondientes a este Departamento no fueron reportados por esta Comuna.

## RED DE MONITOREO COSTERO

### MONITOREO DE PLAYAS. QUINQUENIO 2011-2016 Y TEMPORADA 2015-2016

## 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 ambiente. Los principios orientadores de gestión de agua deberán 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. La División Calidad Ambiental, 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, coordina 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 lleva 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 (exp. 2013/14000). 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, Canelones, Maldonado y Rocha y coordinada por la DINAMA-División Calidad Ambiental. Esta Red amplía el alcance de las actividades de monitoreo desarrolladas históricamente, ya que aumenta el número de variables

monitoreadas y además 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 (abril-setiembre). De esta manera el monitoreo que anteriormente se realizaba solo durante el verano, 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**

Para evaluar la calidad del agua de las playas, la División de Calidad Ambiental se basa en la propuesta de modificación del Decreto 253/79, que incorpora aspectos adicionales a los contenidos en el Decreto originalmente, y que fueron consensuados con una serie de instituciones nacionales y departamentales a través del GESTA-Agua (Grupo de Estandarización para AGUA).

### ***Criterios de evaluación***

En febrero del 2005 surge una Resolución Ministerial (99/2005) que resuelve que los cursos de agua cuya cuenca tributaria sea mayor a 10 km<sup>2</sup> pueden ser clasificados como de clase 3, a los efectos de aplicar los estándares establecidos para esa clase en el Decreto N° 253/79 y modificativos. Según esa normativa, para los cuerpos de agua de esa clase, el estándar bacteriológico 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 consecutivas). En el 2008 el GESTA-Agua (que es un Grupo Interinstitucional coordinado por DINAMA), propone la modificación del Decreto 253/79. En la misma se establecen 4 categorías de agua para baños, que se basan en rangos de valores de la media geométrica de la concentración de coliformes termotolerantes (Tabla 1). El valor límite para considerar a una playa como apta se mantiene según el valor dado por la normativa vigente para la clase 3 (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 obtienen a partir de promediar las medias geométricas anteriormente mencionadas.

Para evaluar la condición de aptitud de las playas, la División de Calidad Ambiental se basa en la propuesta mencionada, ya que mantiene el anterior valor límite que establece aptitud o no para baños (los de la clase 3 del Decreto 253/79= media

geométrica móvil de 1000 UFC/100ml en función de 5 muestras consecutivas), pero además define categorías (Tabla 1) y ofrece una opción para clasificar anualmente las aguas destinadas para recreación.

Para el oxígeno disuelto y el pH la propuesta de modificación también establece objetivos de calidad para aguas superficiales, que no difieren de los establecidos en la clase 3 del decreto vigente. 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 (2008).

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

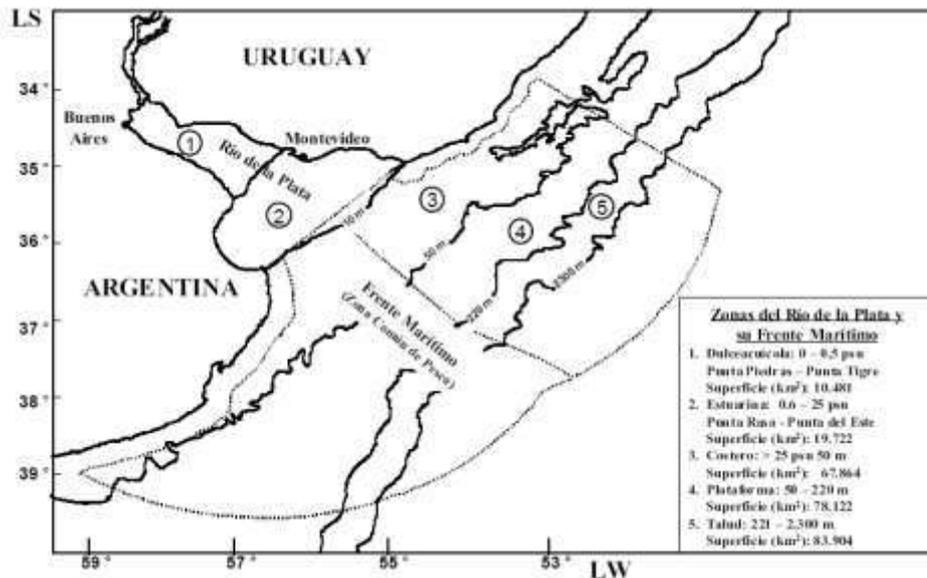
### **2.3 -Programa de Monitoreo**

Según lo establecido en el Convenio, la Red de Monitoreo Costero está integrada por las Intendencias de Colonia, San José, Montevideo, Canelones, Maldonado y Rocha. En este contexto se deben monitorear un total de 48 playas de estos departamentos (Tabla 2). Sin embargo para este informe no se cuenta con información de las playas de San José, ya que la misma no fue enviada. Por lo tanto se presenta la información de 45 playas contenidas en el convenio más un punto adicional que monitorea por resolución propia la Intendencia de Rocha: Punta del Diablo.

#### **Área de estudio**

El Río de la Plata y su Frente Marítimo abarcan un área cercana a los 252.000 km<sup>2</sup>. En él 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 nacimiento 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 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).

### 3-OBJETIVO

Este informe tiene dos grandes objetivos:

1-Describir la calidad del agua de las playas del Río de la Plata y del océano Atlántico y evaluar su aptitud para recreación por contacto directo durante la temporada de verano 2015/2016.

2-Establecer tendencias en las variables monitoreadas en aguas de recreación durante el último quinquenio.

### 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 17:00 hs. La frecuencia de muestreo fue semanal en los departamentos de Colonia, Montevideo, Canelones y Maldonado, y quincenal en el departamento de Rocha. En Rocha esta frecuencia se debe a que los bajos niveles de coliformes registrados históricamente en sus playas, no amerita un mayor esfuerzo de monitoreo.

**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 23	Punta del Diablo*
				Parada 16	
				Parada 10	
				Parada 2	
				El Emir	
				Parada 8 Brava	
				La Barra, La Gorgorita	
				Montoya	
				José Ignacio	

\*playa incorporada por la Intendencia de Rocha, posterior al Convenio.

Para realizar las mediciones se ingresa al agua caminando desde la orilla, y una vez que el nivel del agua se encuentra aproximadamente a la altura de la cintura, se enjuaga un balde con el agua de la playa y luego se lo sumerge para llevar la muestra a la orilla, donde se obtienen las mediciones de: temperatura (°C), conductividad ( $\mu\text{S/cm}$  y  $\text{mS/cm}$ ), salinidad (UPS), pH, oxígeno disuelto ( $\text{mg/l}$ ), clorofila *a* (U.F.) y ficocianina (U.F.) . Las mediciones de ficocianina y clorofila *a* se realizan con una metodología en etapa de ajustes, por lo cual los datos no serán presentados en este informe. En cada punto, también se toman muestras para realizar el análisis bacteriológico. Para ello se utilizaron frascos de polipropileno de boca ancha y

estériles. 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, a temperaturas inferiores a los 10°C aproximadamente (DINAMA, 2009). En el laboratorio, se realizó el análisis de coliformes termotolerantes por el método de membrana filtrante, siguiendo los procedimientos estandarizados de operación del Laboratorio Ambiental de DINAMA (5053 UY) (DINAMA, 2009).

Adicionalmente a las variables monitoreadas, se realiza un monitoreo visual, en el cual se registra el estado del agua en función de si se visualizan o no floraciones de cianobacterias. Si no hay floración evidente ni acúmulos dispersos se registra “cero”, si hay presencia de acúmulos o flóculos dispersos en el agua se registra “uno” y si hay una floración establecida se registra “dos”.

La Intendencia de Montevideo es la única que por motivos logísticos acordó no realizar mediciones de oxígeno disuelto. Por otro lado, debido a que históricamente la salinidad registrada en las playas de Colonia es nula o casi nula, (variando sus valores entre 0,0 y 0,1 UPS) y teniendo en cuenta que el equipo tiene una precisión de 0,1 UPS, los resultados para esta variable en este departamento no fueron graficados.

### ***Representación de los datos***

Para analizar si existen tendencias temporales se consideraron los datos obtenidos en los últimos cinco períodos de estudio (desde el 2011-2012 al 2015-2016). De esta manera, por departamento y para cada variable se realizó un gráfico con rangos y promedios por temporada. Para este análisis, no se consideraron ni el oxígeno disuelto ni el pH, debido a que estas variables fueron incorporadas al programa en el año 2013, por lo cual aún no hay 5 años de datos para las mismas.

Para analizar los datos de la última temporada (2015-2016) se graficaron los resultados puntuales de cada variable a lo largo del tiempo (fines de octubre o principios de noviembre a fines de marzo). 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, donde se visualizan las medias geométricas móviles obtenidas para cada playa a lo largo de la temporada estival. A su vez, para cada departamento se graficaron los promedios de la temporada, máximos y mínimos de cada variable en cada playa, a modo de visualizar si existe algún comportamiento espacial marcado. Por último, los resultados del monitoreo visual de floraciones de cianobacterias se

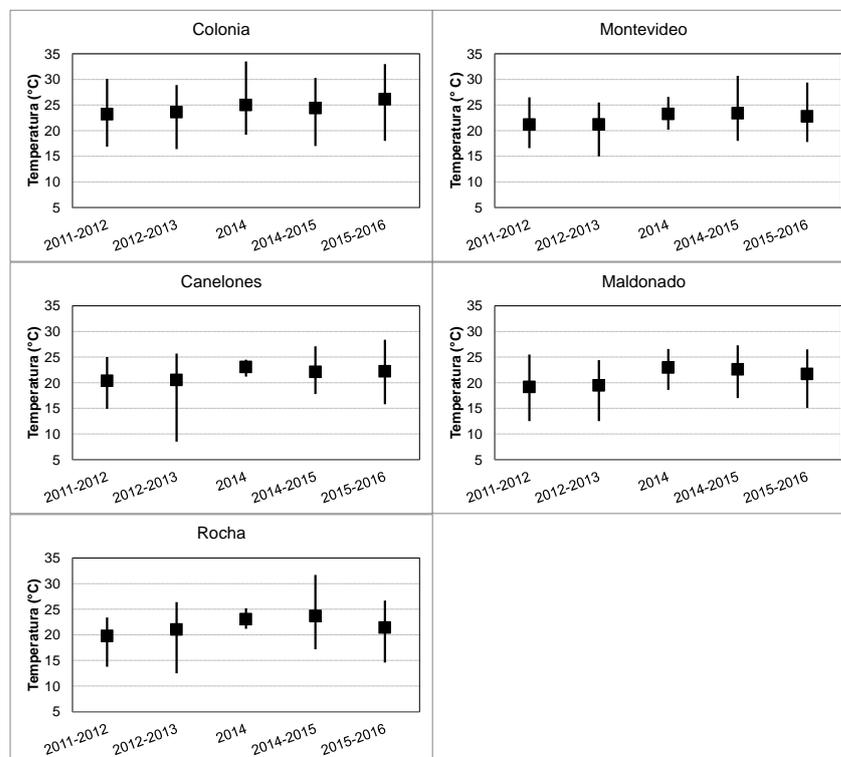
mostraron de tres maneras. Por un lado se graficaron los porcentajes de ocurrencia de cada estado (0, 1 y 2) por departamento. Por otro, se graficó el comportamiento de las floraciones a lo largo de la temporada, utilizando cada uno de los datos que se toman semanalmente. Finalmente, para el caso de los departamentos de Montevideo y Canelones, donde hubo varios registros de cianobacterias, se graficó el porcentaje de ocurrencia ya sea del estado “uno” o del estado “dos” (tomando como 100 % la suma de estos dos registros y dejando afuera del cálculo a los registros “cero”) en cada una de las playas.

## 5-RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1-Evolución temporal de las variables fisicoquímicas y del análisis bacteriológico (2011 al 2016).

#### *Temperatura*

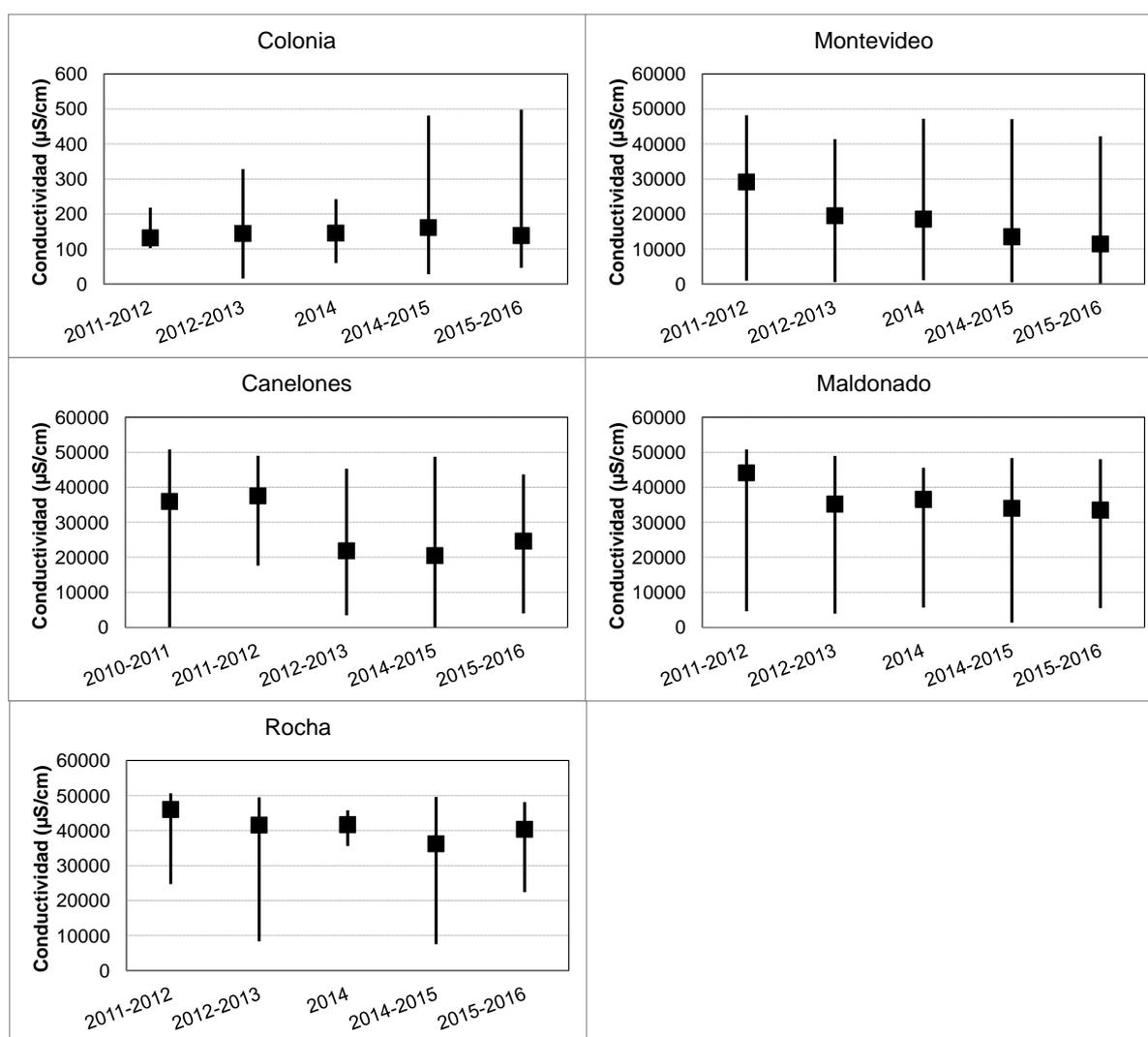
La temperatura del agua no mostró ninguna tendencia temporal definida (Fig. 2). No obstante, los valores promedios de cada temporada fueron levemente mayores a partir de 2014 en todos los departamentos. La temperatura mínima promedio fue registrada en Maldonado (21,2 °C), mientras que la máxima temperatura promedio fue registrada en Colonia (24,5 °C).



**Figura 2.** Evolución temporal de la temperatura en las playas de los departamentos costeros. Se observan los promedios de las temporadas (cuadrados negros) con sus respectivos máximos y mínimos.

## Conductividad

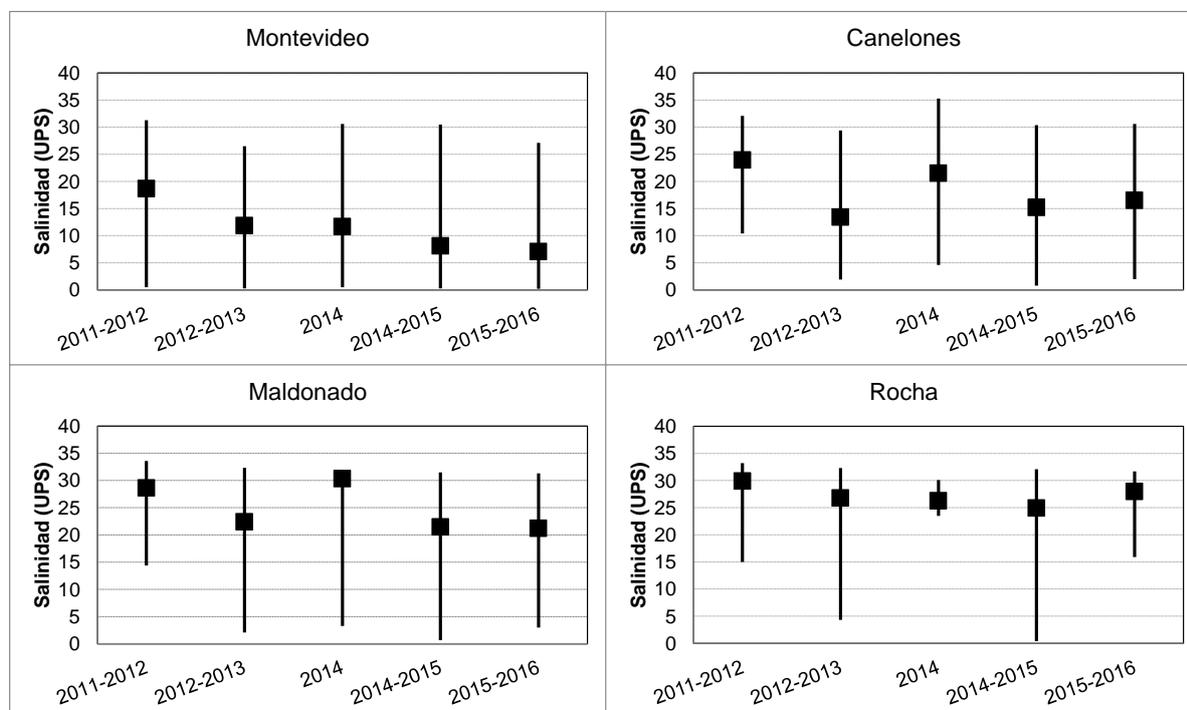
La conductividad del agua tampoco presentó una tendencia temporal definida, si bien en general se observan menores valores hacia los últimos años (Fig. 3). A lo largo de las cinco temporadas se observa que en Montevideo la conductividad promedio fue disminuyendo gradualmente en el tiempo, mientras que en Canelones, la caída fue marcada entre las segunda y tercera temporada. Puede notarse que la conductividad promedio aumentó hacia los departamentos que se encuentran más al este, lo cual es esperable debido al acercamiento con el océano y por lo tanto a una mayor concentración de sales disueltas en el agua.



**Figura 3.** Evolución temporal de la conductividad en las playas de los departamentos costeros. Se observan los promedios de las temporadas (cuadrados negros) con sus respectivos máximos y mínimos. Tener en cuenta que la escala de Colonia no es la misma que la utilizada para el resto de los departamentos.

## Salinidad

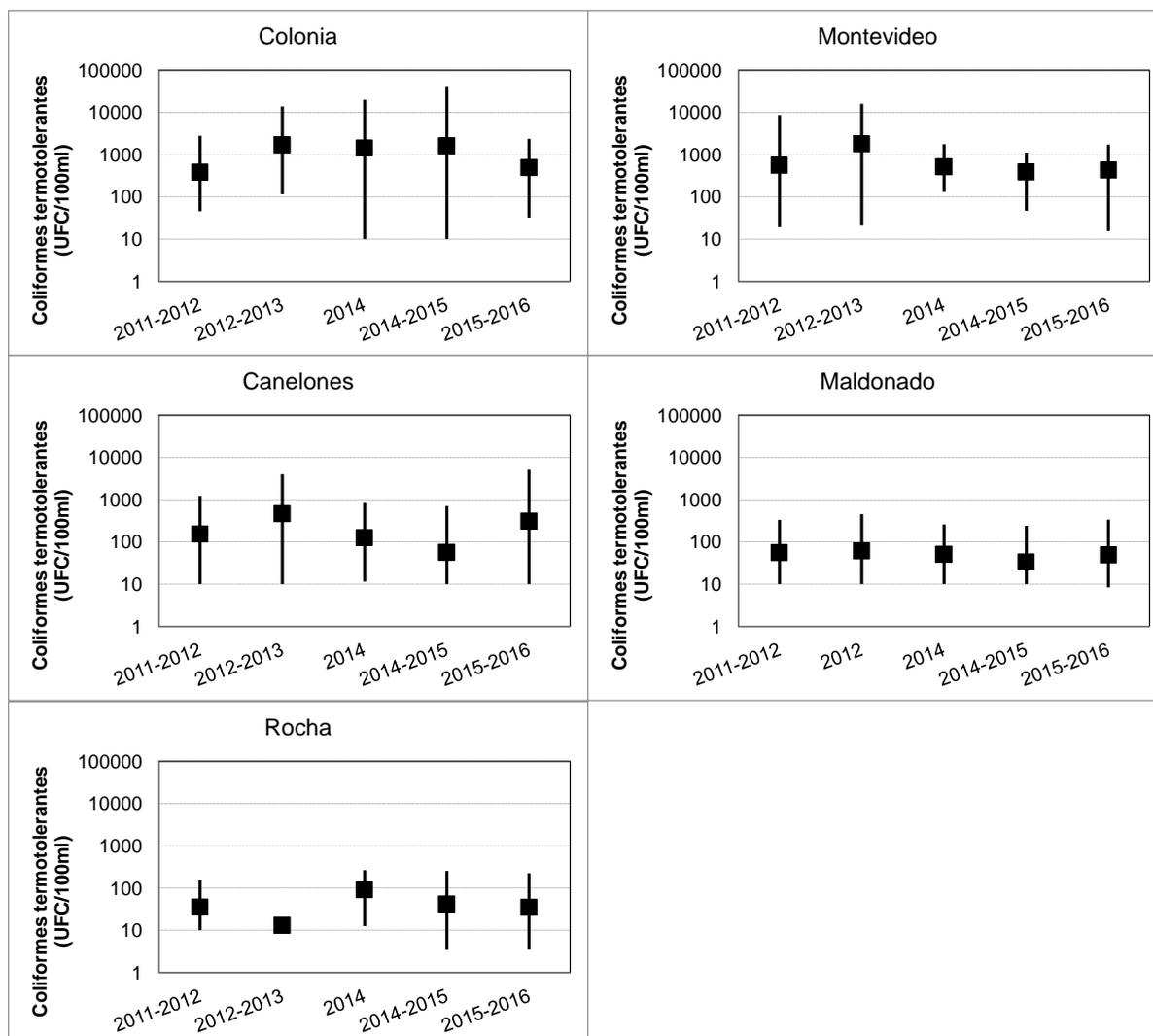
Como se mencionó anteriormente, la salinidad para Colonia no es evaluada ya que es prácticamente nula. Para el resto de los departamentos, esta variable siguió a grandes rasgos el mismo patrón que la conductividad (Fig. 4).



**Figura 4.** Evolución temporal de la salinidad en las playas de los departamentos costeros. Se observan los promedios de las temporadas (cuadrados negros) con sus respectivos máximos y mínimos.

## Coliformes termotolerantes

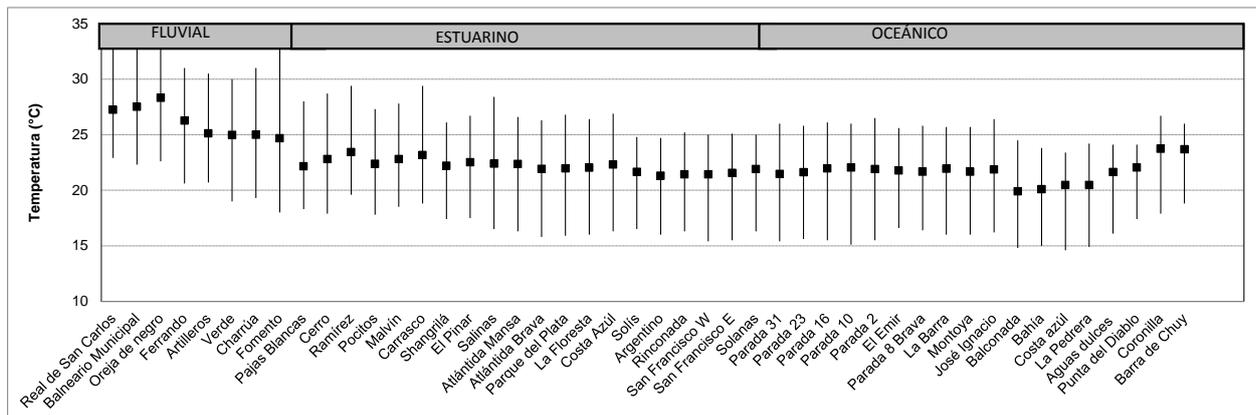
Los coliformes termotolerantes no mostraron ninguna tendencia temporal definida en sus valores promedio. A modo general lo más destacable es que los valores de coliformes disminuyen desde los departamentos del oeste hacia el este (Fig. 5). Este patrón se mantiene históricamente (DINAMA, 2012), y podría deberse a que los coliformes parecen verse inactivados por la salinidad (Belkin & Rozen, 2001; Noble *et al.*, 2004; Gómez *et al.*, 2008), que aumenta en el sentido espacial mencionado.



**Figura 5.** Evolución temporal de los coliformes termotolerantes en las playas de los departamentos costeros. Se observan los promedios de las temporadas (cuadrados negros) con sus respectivos máximos y mínimos.

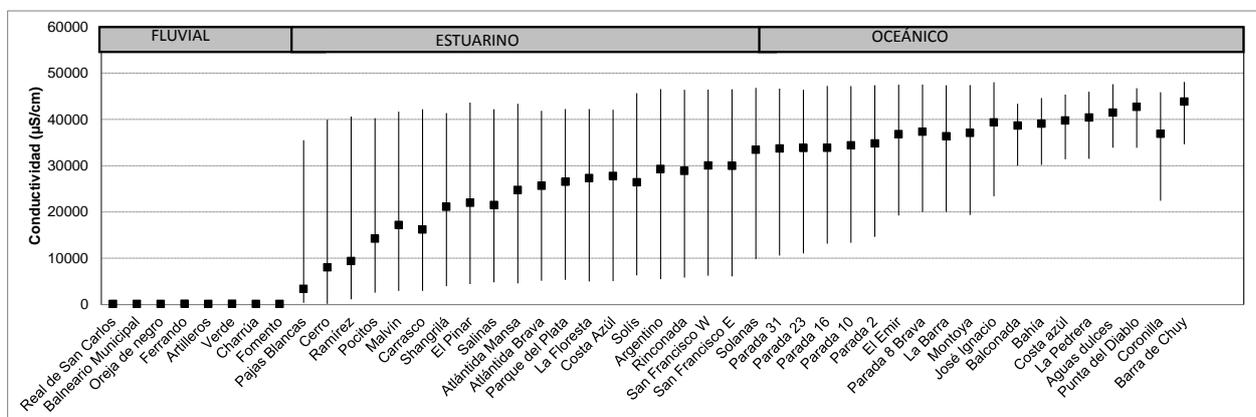
## 5.2-Temporada 2015-2016

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 14,6 °C y 33,0 °C, con un valor promedio de 22,7 °C. El análisis espacial muestra cierta disminución de las temperaturas promedio desde el oeste hacia el este, o sea, hacia el ambiente más oceánico de la costa (Fig. 6).



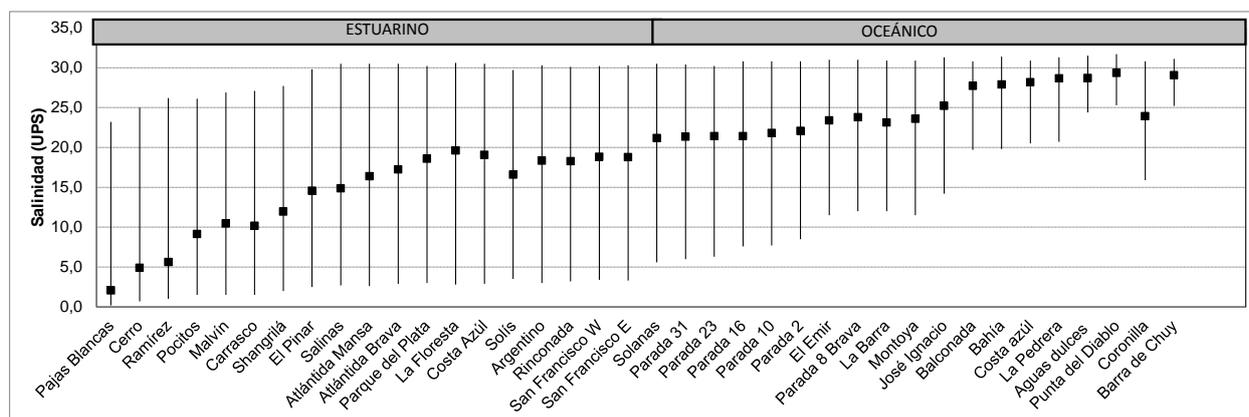
**Figura 6.** Gradiente espacial de la temperatura promedio por playa, para la temporada de verano. Se observan los promedios de la temporada (cuadrados negros) con sus respectivos máximos y mínimos.

La **conductividad** del agua de las playas monitoreadas, registró una amplitud de entre 46,4  $\mu\text{S/cm}$  y 48120,0  $\mu\text{S/cm}$ , incrementándose de oeste a este. El valor promedio para toda la temporada y todas las estaciones fue de 24450,2  $\mu\text{S/cm}$ . La variación espacial de este parámetro muestra una mayor variabilidad en las playas de la zona estuarina, y luego disminuye paulatinamente hacia la zona marina. Este comportamiento es esperable por la influencia marina que afecta el Río de la Plata medio. Se destaca el efecto que tiene el canal Andreoni en La Coronilla, registrando una conductividad promedio menor que las playas adyacentes de Rocha (Fig. 7). Esto posiblemente está asociado a momentos de mayor descarga de agua dulce.



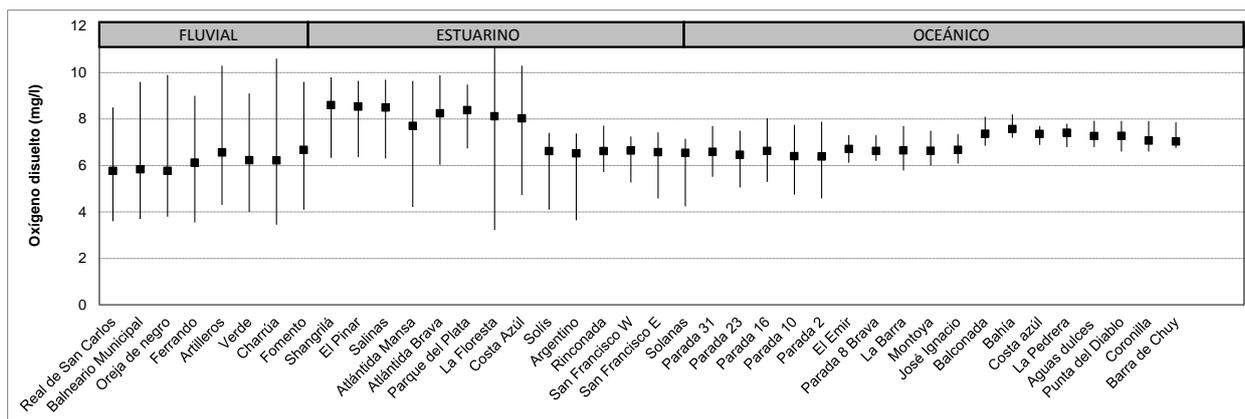
**Figura 7.** Gradiente espacial de la conductividad promedio por playa, para la temporada de verano. Se observan los promedios de la temporada (cuadrados negros) con sus respectivos máximos y mínimos.

La **salinidad** del agua presentó un comportamiento similar al de la conductividad, incrementándose sus valores desde la zona fluvial a la oceánica. Esta variable presentó un rango de variación entre 0,2 UPS y 31,7 UPS, con un valor promedio de 19,4 UPS para el período analizado. Al igual que ocurre para la conductividad, La Coronilla es la playa de Rocha de menor promedio (Fig. 8).



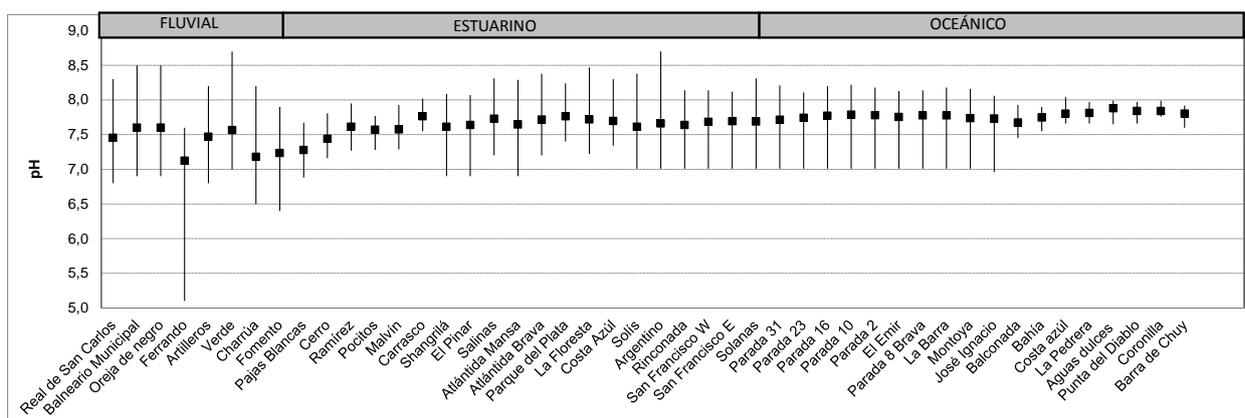
**Figura 8.** Gradiente espacial de la salinidad promedio por playa, para la temporada de verano. Se observan los promedios de la temporada (cuadrados negros) con sus respectivos máximos y mínimos.

El **oxígeno disuelto** promedio de las playas estuvo comprendido entre 3,2 mg/l y 11,1 mg/l a lo largo de la costa (Fig. 9). En Canelones los datos siempre fueron un poco superiores a los demás departamentos, manteniéndose dentro del rango esperado. Las razones no pudieron identificarse (si naturales o asociadas al equipo de medición). 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.



**Figura 9.** Gradiente espacial del oxígeno disuelto promedio por playa, para la temporada de verano. Se observan los promedios de la temporada (cuadrados negros) con sus respectivos máximos y mínimos.

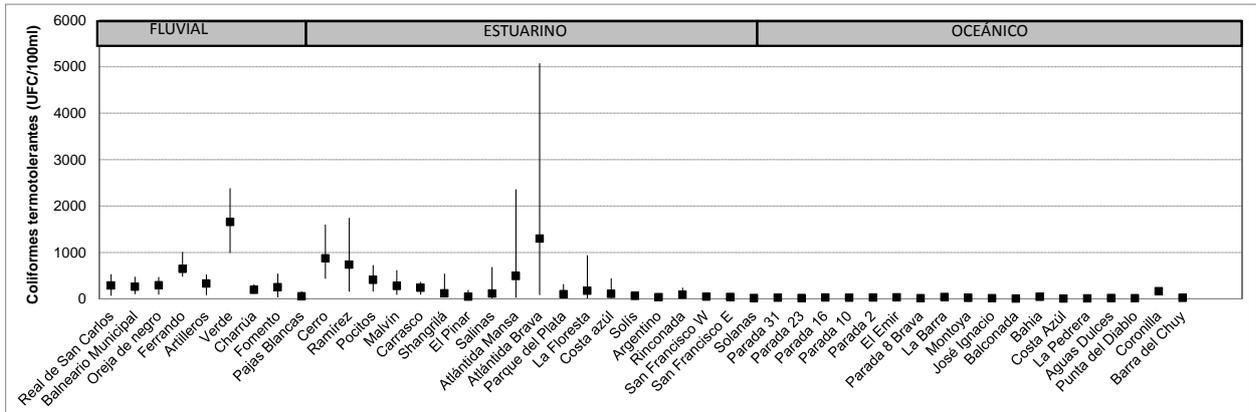
El **pH** promedio de las playas durante la temporada, presentó variaciones entre 5,1 y 8,7 (Fig. 10). Los promedios de esta variable siempre se mantuvieron dentro del rango admitido por el decreto. Sin embargo en algunas playas del oeste puede observarse que hubo mínimos y máximos que superaron el rango admitido (6,5-8,5). Esta variable no presentó ninguna tendencia espacial marcada.



**Figura 10.** Gradiente espacial del pH promedio por playa, para la temporada de verano. Se observan los promedios de la temporada (cuadrados negros) con sus respectivos máximos y mínimos.

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 (DINAMA 2011a, 2011b, 2012, 2015a y b). 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 disminución de coliformes a mayor salinidad (Belkin & Rozen, 2001; Noble *et al.*, 2004). Casi todas las playas del Río de la Plata y de la costa atlántica estuvieron aptas para baño, a excepción de la Playa Verde, Dpto. de Colonia y Atlántida Brava,

Dpto. de Canelones, que superaron la concentración estándar que establece el Decreto 253/79 y modificativos, en varias oportunidades ( $MG5 < 1000$  UFC/100 ml) (Fig. 11).



**Figura 11.** Gradiente espacial de la media geométrica promedio de los coliformes termotolerantes por playa, para la temporada de verano. Se observan los promedios de la temporada (cuadrados negros) con sus respectivos máximos y mínimos.

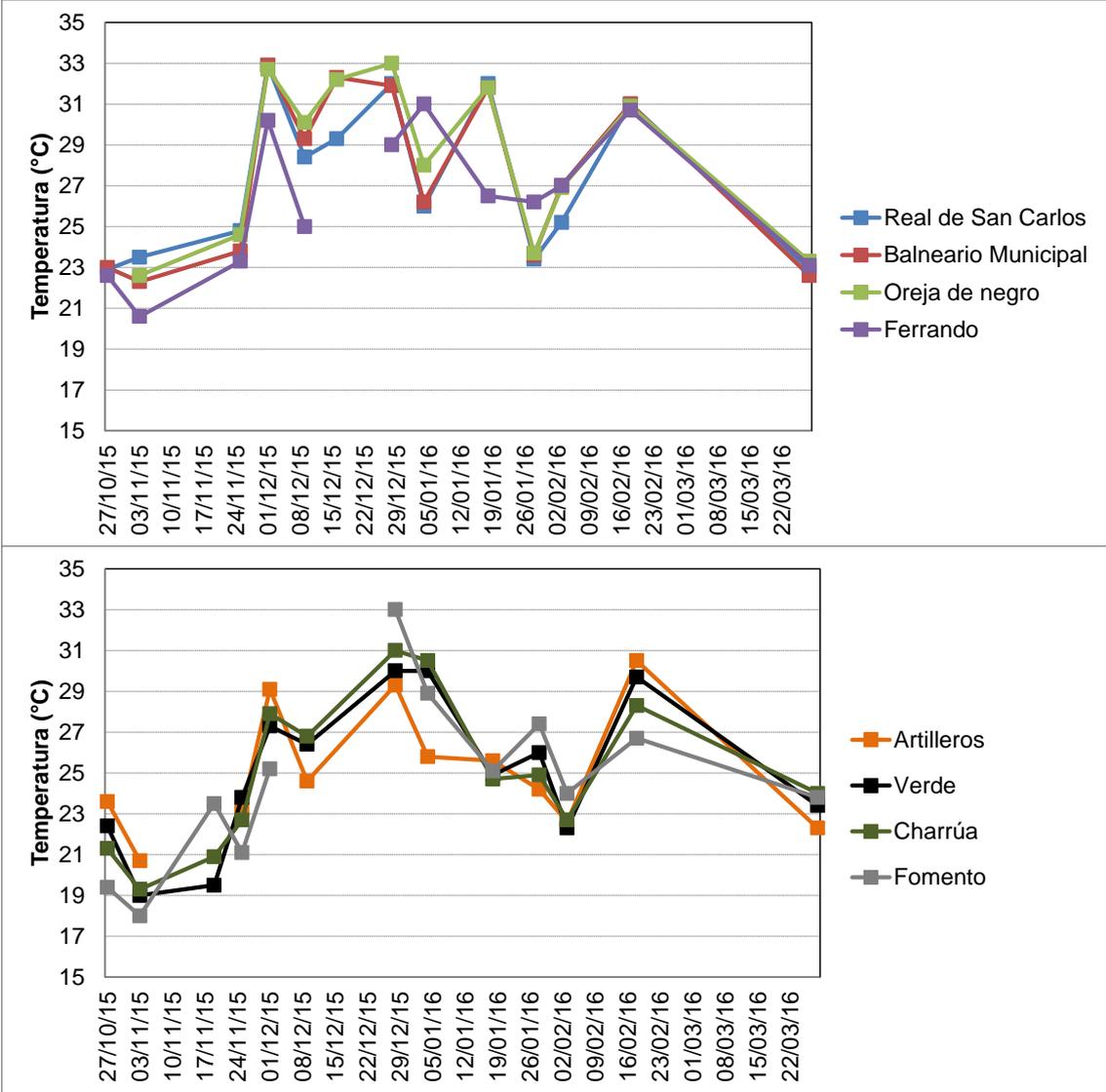
### Playas del Departamento de Colonia

En el Departamento de Colonia se monitorearon ocho playas con frecuencia semanal (con escasas excepciones) en el período comprendido entre el 27 de octubre de 2015 y el 28 de marzo de 2016 (Fig. 12). En total se realizaron 13 muestreos en cada playa.

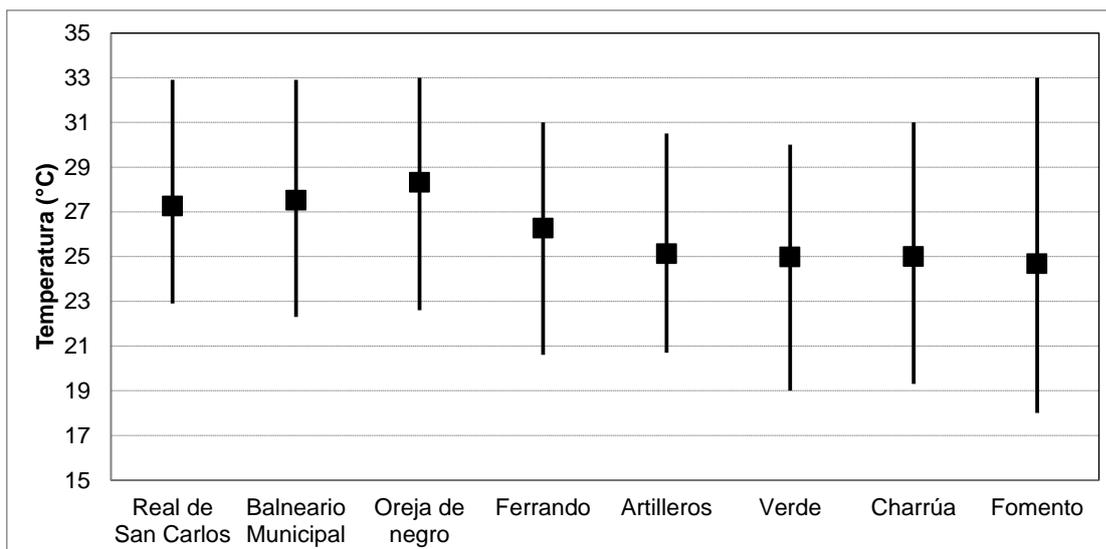


**Figura 12.** Mapa de las playas de Colonia.

La **temperatura** del agua de las playas de Colonia presentó un rango entre 18,0 °C a principios de noviembre (Fomento) y 33,0 °C a fines de diciembre (Oreja de Negro y Fomento) (Fig. 13). La temperatura promedio de cada playa, considerando toda la temporada, muestra que Oreja de Negro fue la playa con registro más alto (28,3 °C), mientras que Fomento fue la de menor temperatura (24,6 °C) (Figura 14).

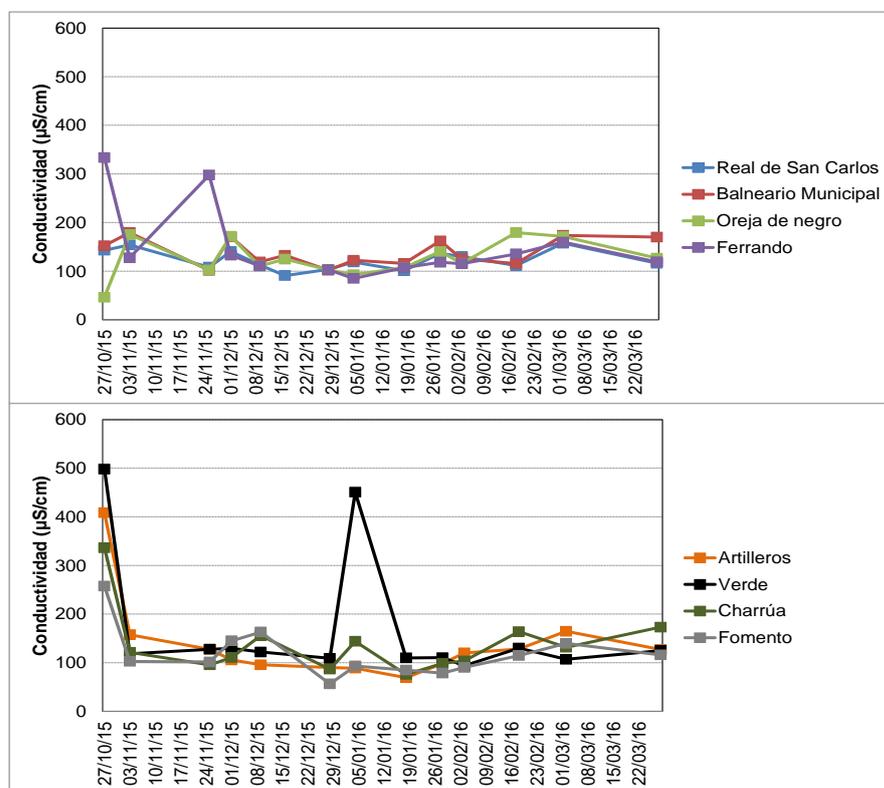


**Figura 13.** Gradiente temporal de la temperatura de las playas de Colonia, orientadas de oeste a este.

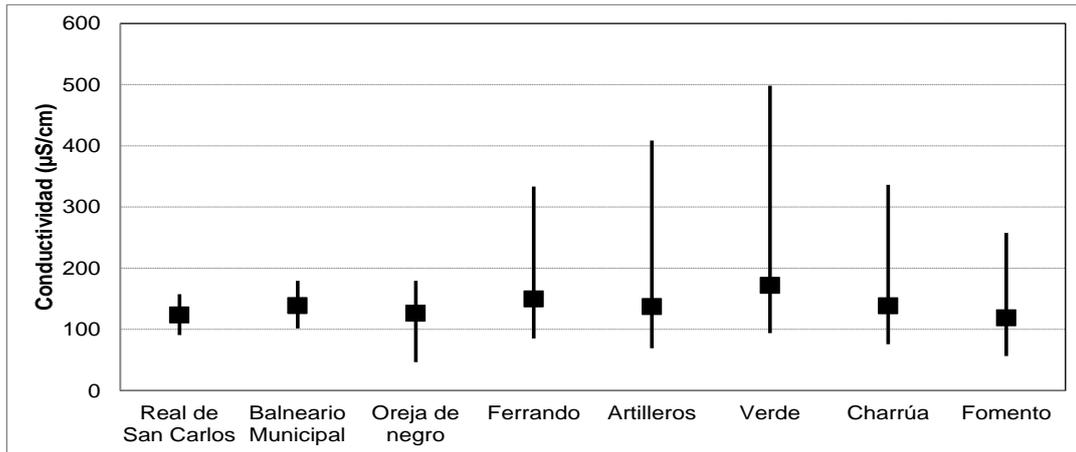


**Figura 14.** Gradiente espacial de la temperatura promedio de las playas de Colonia, orientadas de oeste a este.

La **conductividad** se mantuvo siempre por debajo de 500  $\mu\text{S/cm}$ , al igual que en la temporada anterior. El mínimo se detectó en Oreja de Negro (46,4  $\mu\text{S/cm}$ ), mientras que el máximo se registró en Playa Verde (498,2  $\mu\text{S/cm}$ ). El 5 de enero se registró un pico de conductividad en esta playa, que no ha podido relacionarse con algún evento en particular (Fig. 15). La conductividad promedio por playa, no mostró un gradiente espacial, encontrándose todas con valores cercanos a los 150  $\mu\text{S/cm}$ , al igual que ocurrió en las dos últimas temporadas (Fig. 16).



**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, ordenadas de oeste a este.

El **pH** no presentó ninguna tendencia en el tiempo. El mínimo registrado fue de 5,1 (Ferrando) y el máximo fue 8,7 (Playa Verde). En tres ocasiones el límite superior establecido en la normativa fue excedido: en Real de San Carlos (8,9) Balneario Municipal (8,7) y Oreja de Negro (8,6). Estas dos últimas habían presentado valores excedidos en la temporada anterior (DINAMA, 2015b). También ocurrieron incumplimientos debido a valores de pH por debajo del límite inferior admitido, en Ferrando (5,1) y Fomento (6,4). Si bien la frecuencia de incumplimiento es baja (una ocasión en cada playa), es necesario continuar la vigilancia en estas locaciones (Fig. 17). El pH promedio de la temporada en estuvo entre 7,5 y 8,0 (Fig. 18).

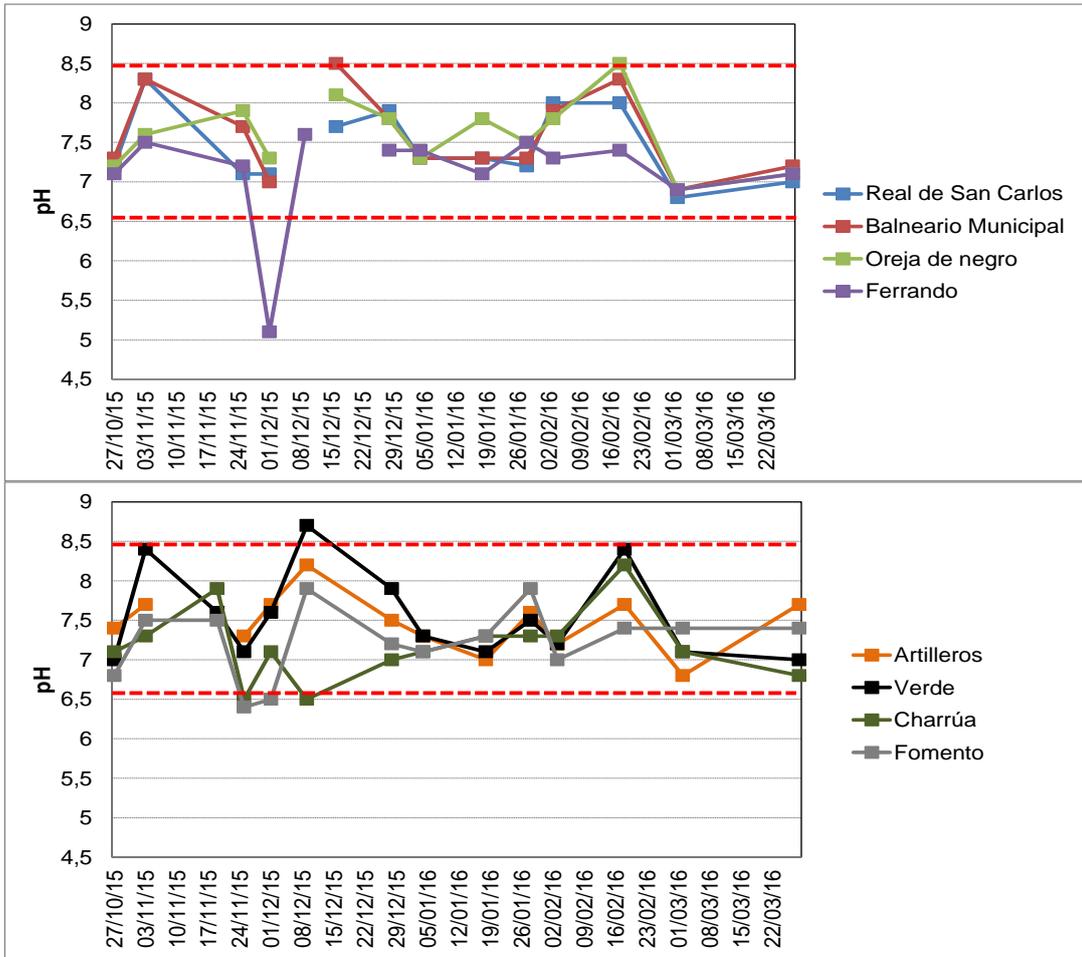


Figura 17. Variación temporal del pH en las playas de Colonia, ordenadas de oeste a este.

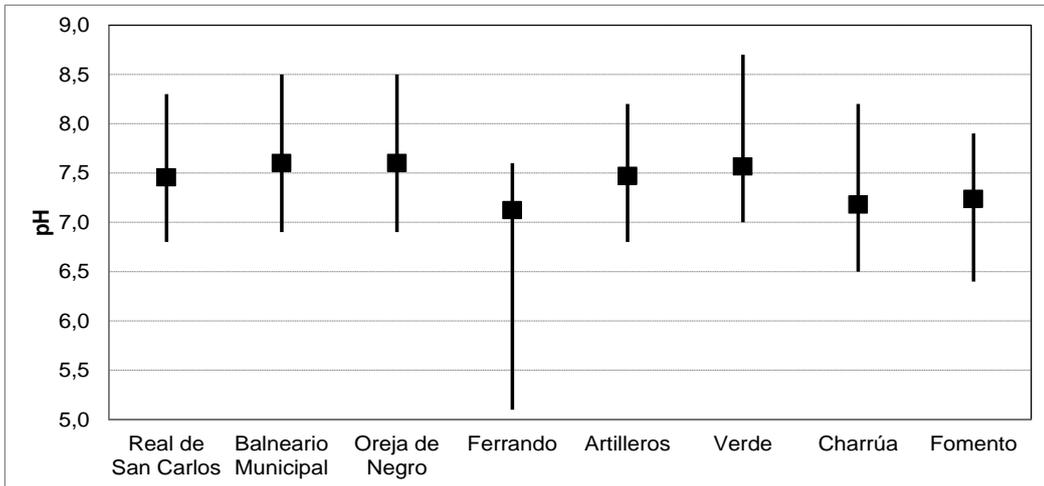


Figura 18. Variación espacial del pH promedio de la temporada, para cada una de las playas de Colonia, ordenadas de oeste a este.

El **oxígeno disuelto** fluctuó entre los 3,5 mg/l y los 10,6 mg/l (ambos valores fueron registrados en playa Charrúa) a lo largo de la temporada. Todas las playas presentaron al menos una ocasión en la cual los valores se encontraron por debajo del valor admitido por la normativa ( $\geq 5$  mg/l). Estas situaciones ocurren principalmente en

noviembre, donde todas las playas presentaron valores no admisibles en las 2 campañas que se efectuaron, así como en diciembre y enero (Fig. 19). Una posible causa sea la descalibración del equipo, ya que en el lugar no se registró ningún evento que pueda explicar valores tan bajos de oxígeno disuelto.

Los promedios del oxígeno disuelto para la temporada no mostraron ninguna tendencia espacial y se encontraron entre los 5,8 mg/l (Real de San Carlos) y los 6,7 mg/l (Fomento) (Fig. 20). No obstante, no son valores totalmente validados, por la razón mencionada arriba.

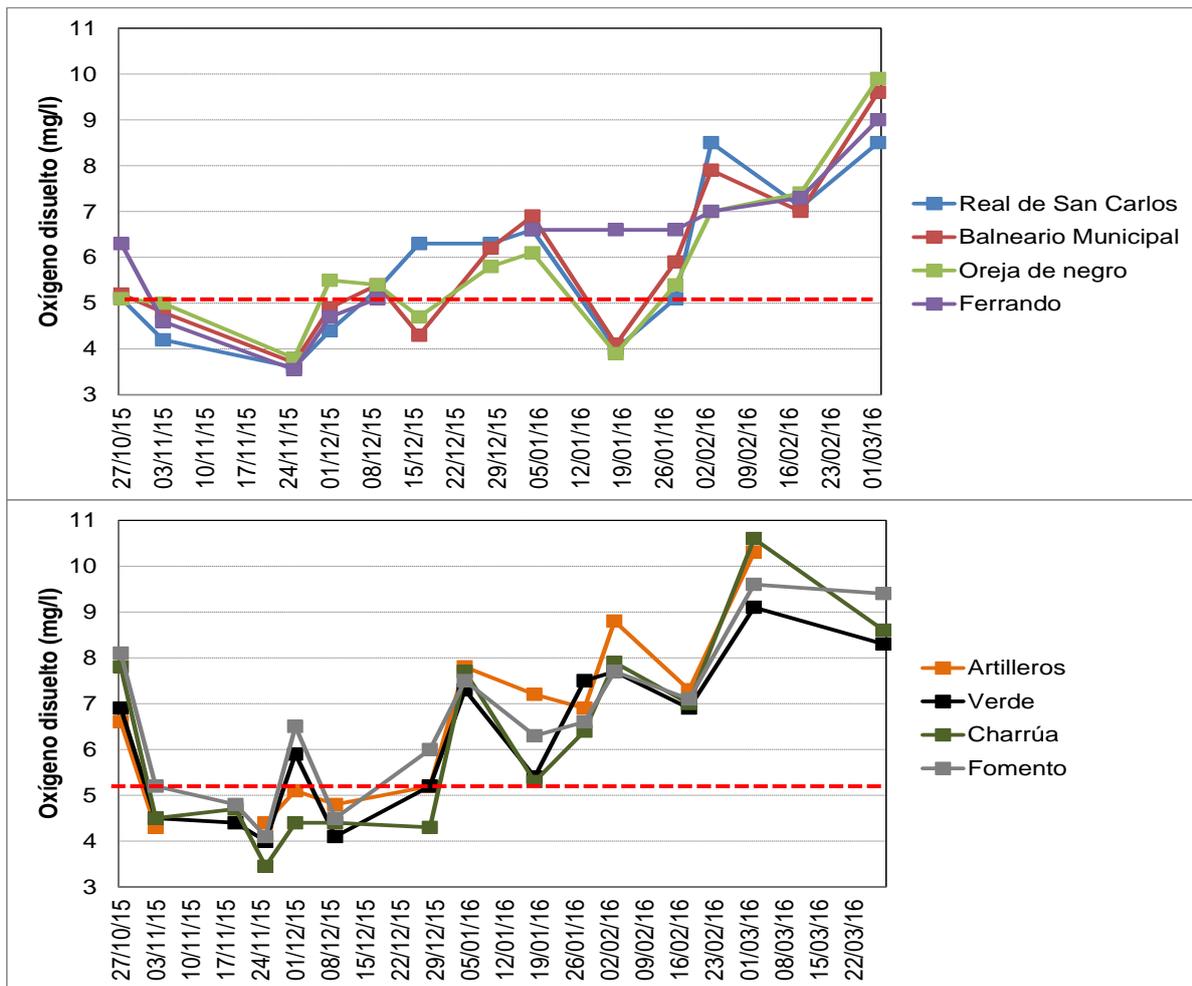
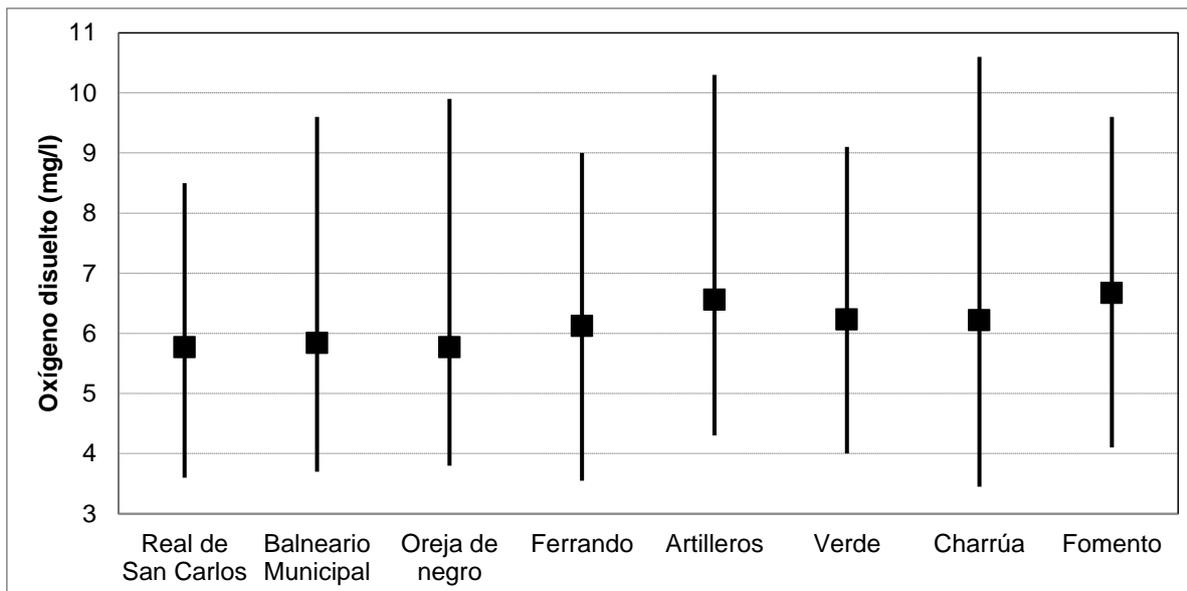


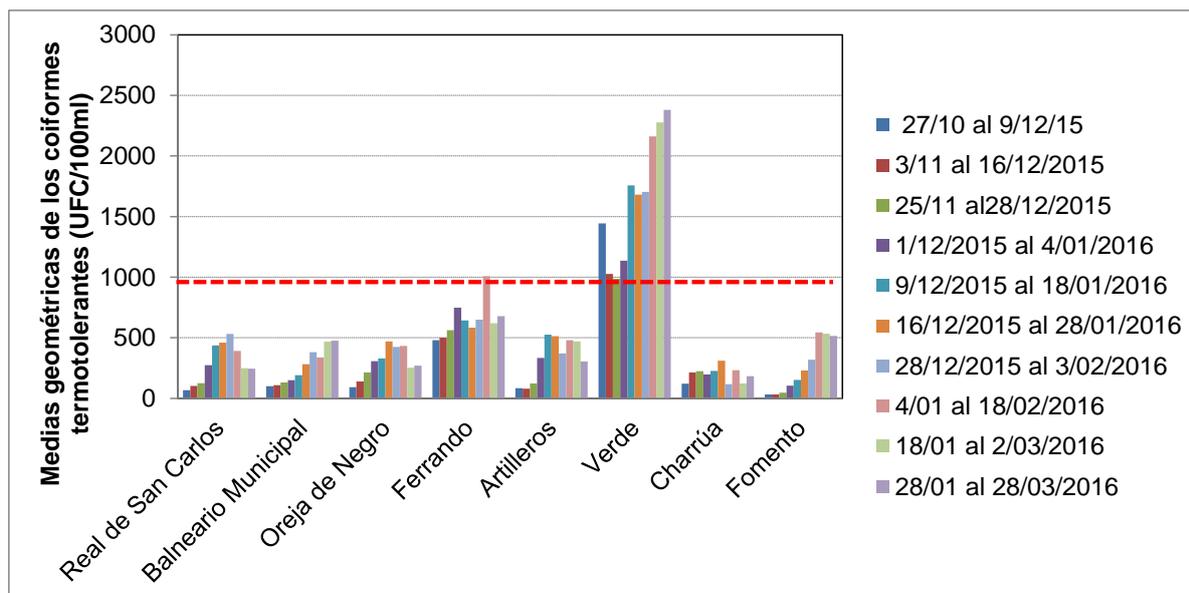
Figura 19. Variación temporal del oxígeno disuelto de las playas de Colonia, ordenadas de oeste a este.



**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**, se evidencia que la mayoría de las playas presentaron valores de aptitud durante toda la temporada (<1000 UFC/ml). La excepción fue playa Verde, que siempre presentó valores que excedieron el límite admitido. En esta playa la situación de no aptitud se registra desde hace varios años (DINAMA 2012, DINAMA 2012-datos no publicados-, DINAMA 2015a y b). Los motivos de tan elevada concentración de coliformes en esta playa podrían estar relacionados a la falta de saneamiento que existe en las viviendas de la zona de Juan Lacaze (Fig. 21).

La clasificación de la temporada muestra que la mayoría de las playas fueron clasificadas como aptas para baños, a excepción de playa Verde. Se destacan la playa Charrúa y Fomento, ya que además de aptas, fueron clasificadas como “excelentes”. El resto de las playas fueron clasificadas como “muy buenas” y Ferrando fue clasificada como “satisfactoria” (Tabla 3). De todas maneras, cabe destacar que la situación de playa Ferrando mejoró significativamente en relación a la temporada anterior (2014-2015), en la cual fue clasificada como una playa no apta para baños (DINAMA 2015b). En esta temporada presentó un solo valor que excedió levemente la normativa (1008,1 UFC/100ml), y registró valores de aptitud durante la mayor parte de la temporada (Fig. 21).

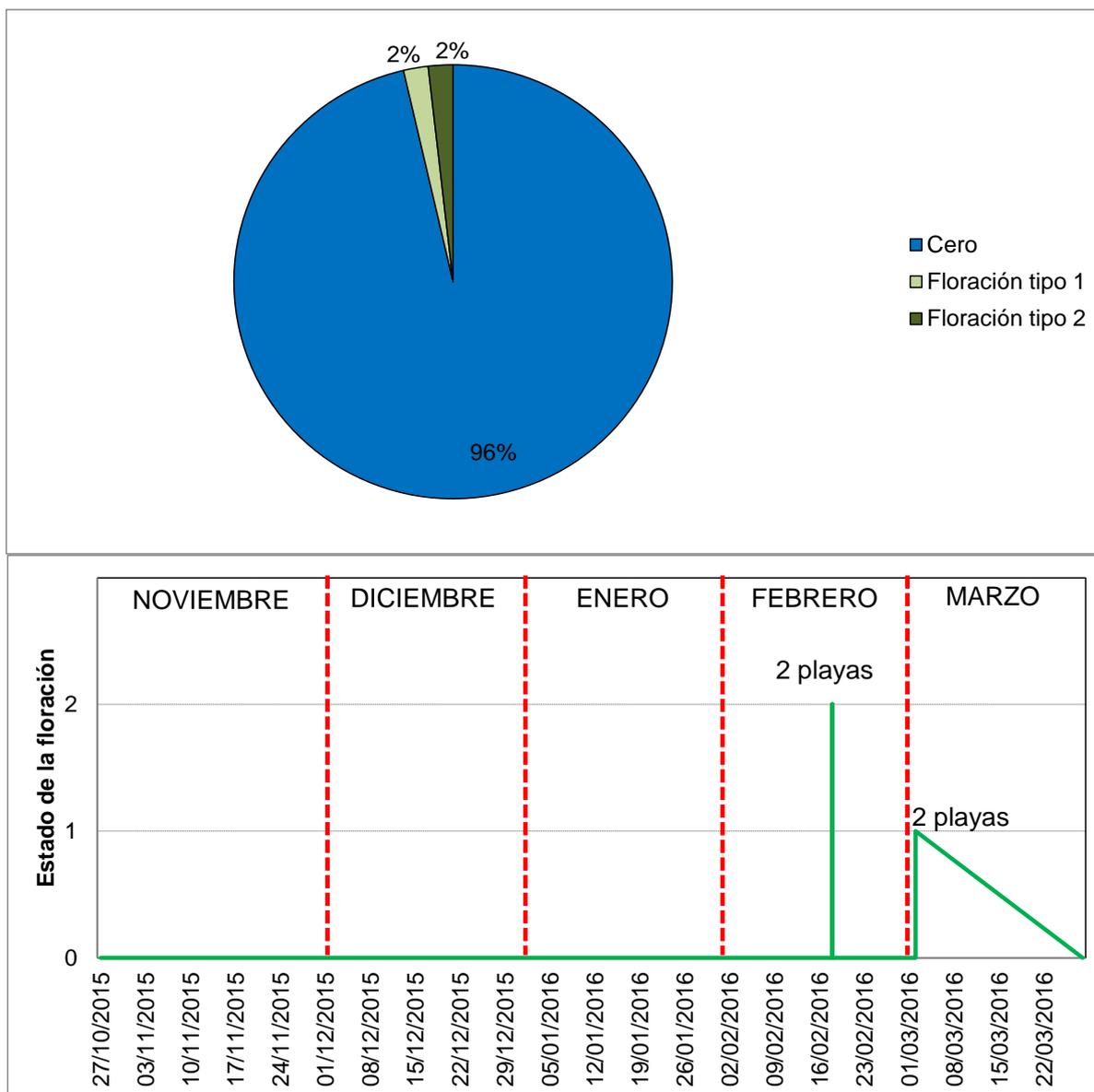


**Figura 21.** Variación temporal de las medias geométricas de la concentración de coliformes termotolerantes para las playas de Colonia, ordenadas de oeste a este.

**Tabla 3.** Clasificación de las playas del Departamento de Colonia (temporada 2015-16)

Playa	Media geométrica promedio para la temporada (27/10/2015 al 28/03/2016)	Clasificación y aptitud de la temporada
Real de San Carlos	288,7	MUY BUENA-APTA
Balneario Municipal	263,0	MUY BUENA-APTA
Oreja de Negro	293,7	MUY BUENA-APTA
Ferrando	647,5	SATISFACTORIA-APTA
Artilleros	328,6	MUY BUENA-APTA
Verde. Juan Lacaze	1655,8	NO APTA
Charrúa. Juan Lacaze	195,2	EXCELENTE-APTA
Fomento	126,8	EXCELENTE-APTA

Por último, el **reporte visual** indica que esta temporada se caracterizó por la ausencia de floraciones de cianobacterias (96 % de los casos), registrándose escasos eventos tipo 1 (2,0 % de los casos) y tipo 2 (2,0 % de los casos) (Figura 22, gráfico superior). Esta situación es muy similar a la registrada en la temporada anterior. En el gráfico inferior de la Figura 22 se muestra la variación temporal de las floraciones, indicando que los únicos eventos tipo 1, ocurrieron el 2 de marzo tanto en Charrúa como en Fomento; mientras que los eventos tipo 2 ocurrieron el 18 de febrero en playa Verde y Ferrando.



**Figura 22.** Casos de floración tipo 1, tipo 2 y de ausencia de floración (0) durante la temporada (gráfico superior) y comportamiento temporal de las floraciones (gráfico inferior). Los números indican la cantidad de playas en las que se registró ese estado de la floración en esa fecha.

## Playas del Departamento de Montevideo

En el Departamento de Montevideo se realizaron 22 muestreos entre el 29 de octubre de 2015 y el 31 de marzo de 2016 en 6 playas, desde Pajas Blancas hasta Carrasco (Fig. 23).

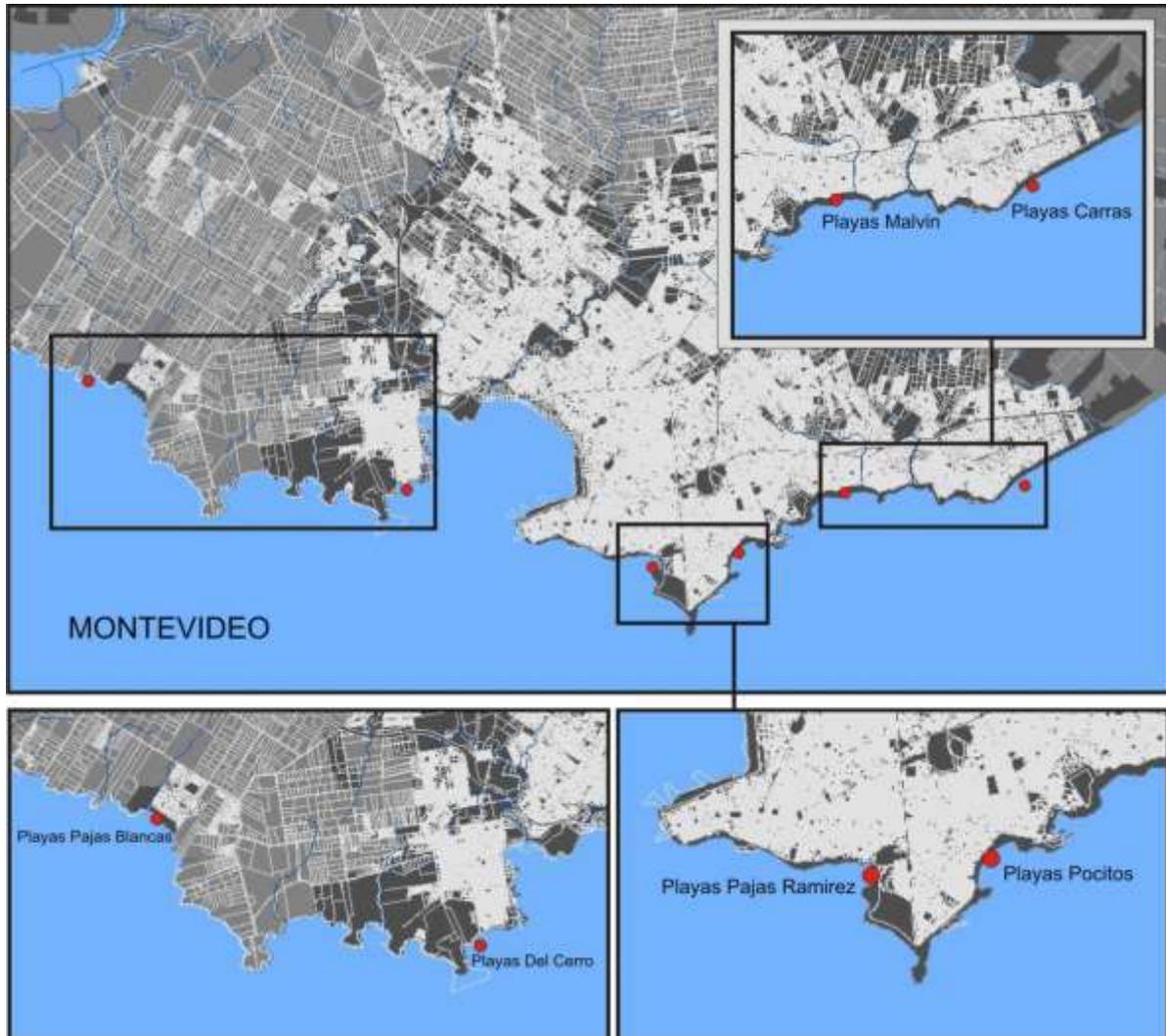
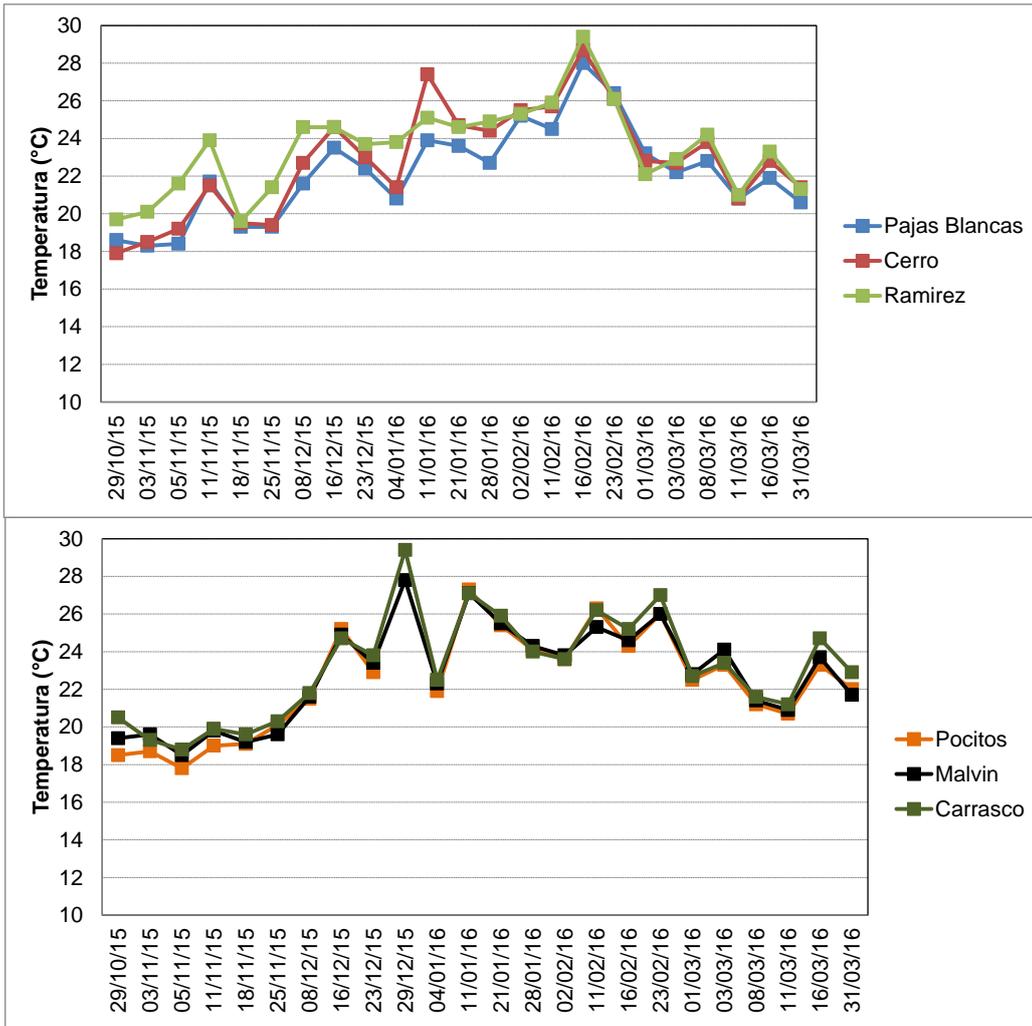
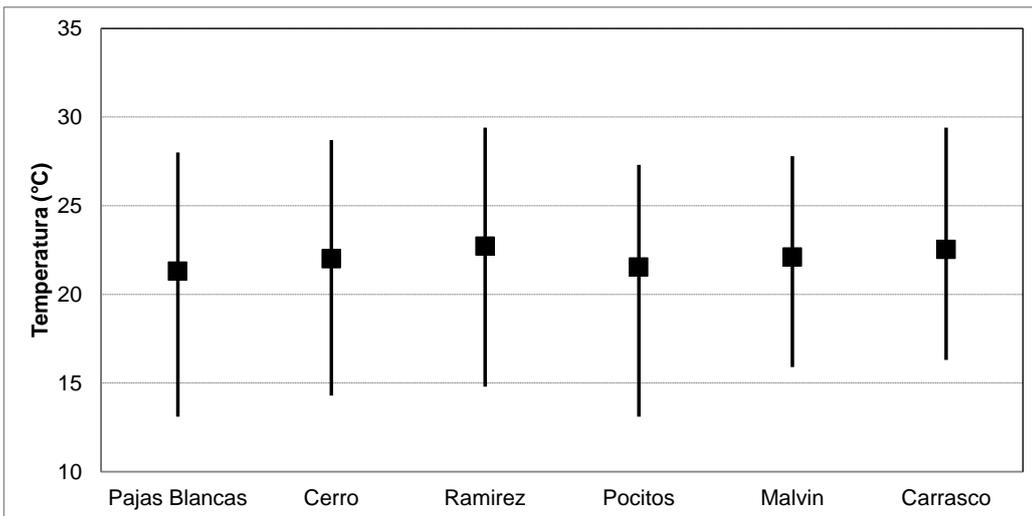


Figura 23. Mapa de las playas de Montevideo.

La **temperatura** del agua a lo largo del período de monitoreo fluctuó entre los 17,9 °C (Cerro) a principios de noviembre y los 29,4 °C en enero y febrero (Carrasco y Ramírez, respectivamente). El patrón general fue un aumento de la temperatura desde octubre hacia diciembre-enero y luego un descenso hacia marzo (Fig. 24). La temperatura promedio de la temporada varió entre los 22,7 °C y los 23,9 °C, siendo Pajas Blancas y Ramírez las playas de menor y de mayor temperatura promedio respectivamente (Fig. 25).



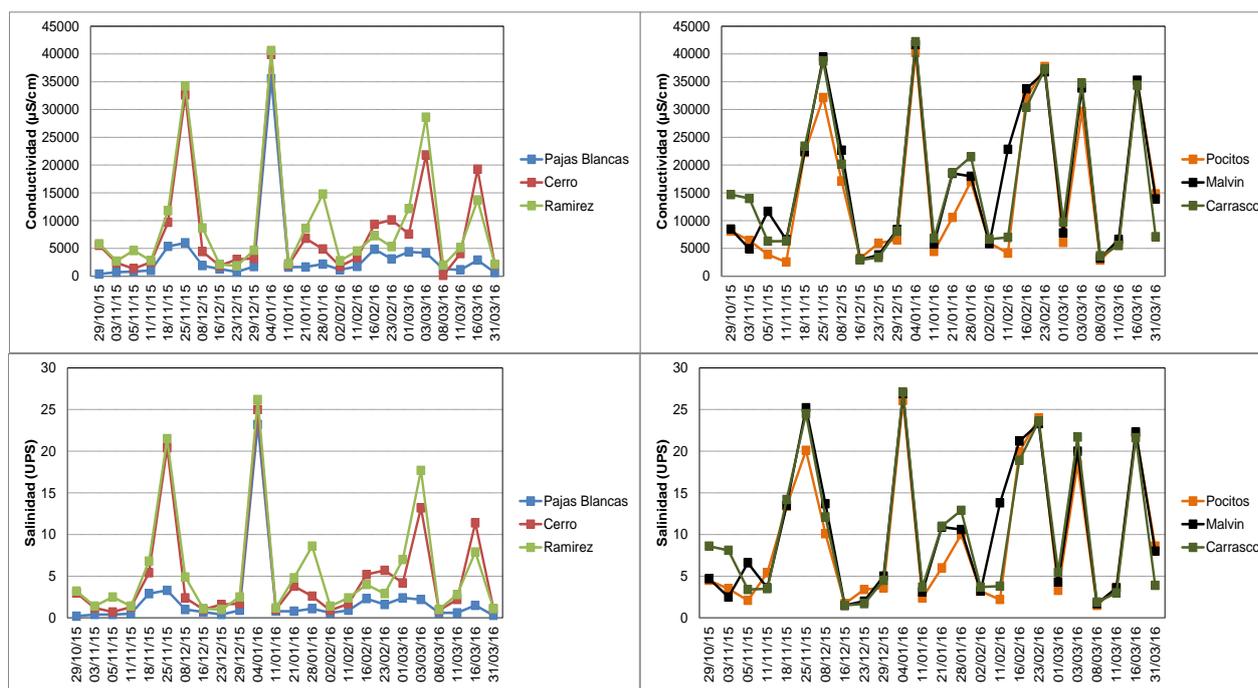
**Figura 24.** Variación temporal de la temperatura de las playas de Montevideo, ordenadas de oeste a este.



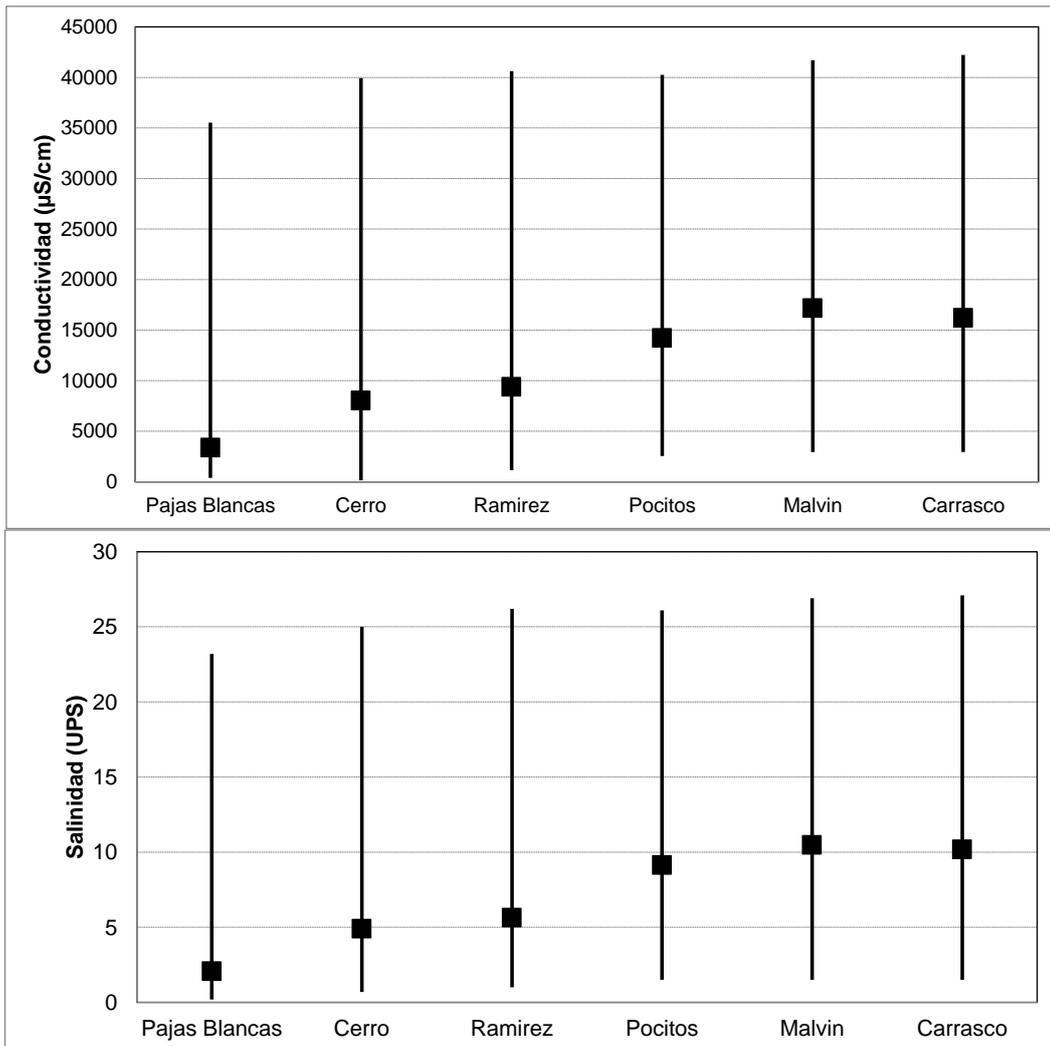
**Figura 25.** Temperatura promedio de la temporada, para cada una de las playas de Montevideo, ordenadas de oeste a este.

Los valores de **conductividad** y de **salinidad** presentaron importantes variaciones durante la temporada, con similares fluctuaciones en las diferentes playas monitoreadas. El mínimo valor de conductividad se registró en el Cerro (149,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) y el de salinidad en Pajas Blancas (0,2  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), mientras que los máximos de ambas variables ocurrieron en playa Carrasco (42210,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 27,1 UPS, de conductividad y salinidad respectivamente). Consistentemente en todas las playas los máximos se registraron el 4 de enero (Fig. 26). Estos patrones son muy similares a los de temporadas anteriores, donde los mínimos se registraron en playas del oeste y los máximos en playas del este.

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 3372,2  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 2,1 UPS en Pajas Blancas y un máximo de 17176,8  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 10,5 UPS en Malvín (conductividad y salinidad, respectivamente) (Fig. 27).



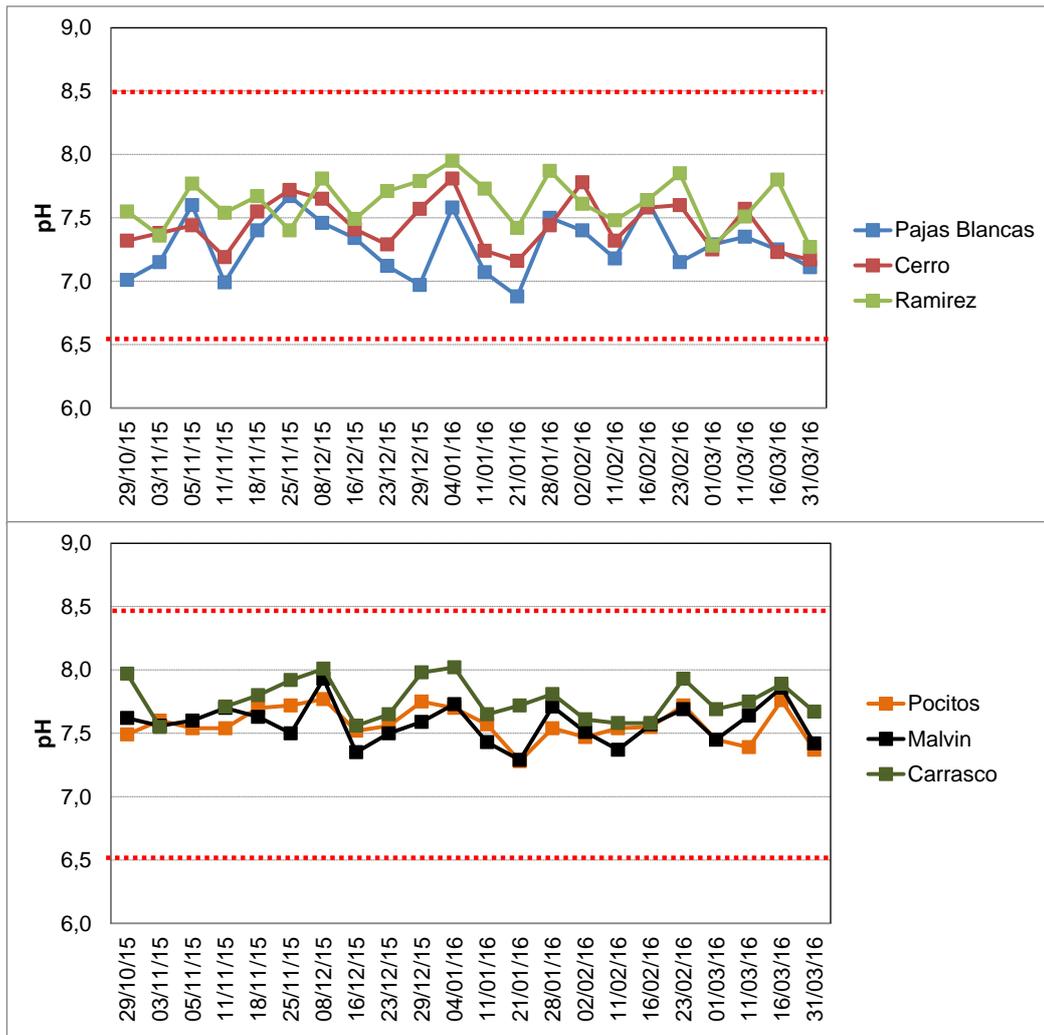
**Figura 26.** Variación temporal de la conductividad (gráficos superiores) y de la salinidad (gráficos inferiores) de las playas de Montevideo, ordenadas de oeste a este.



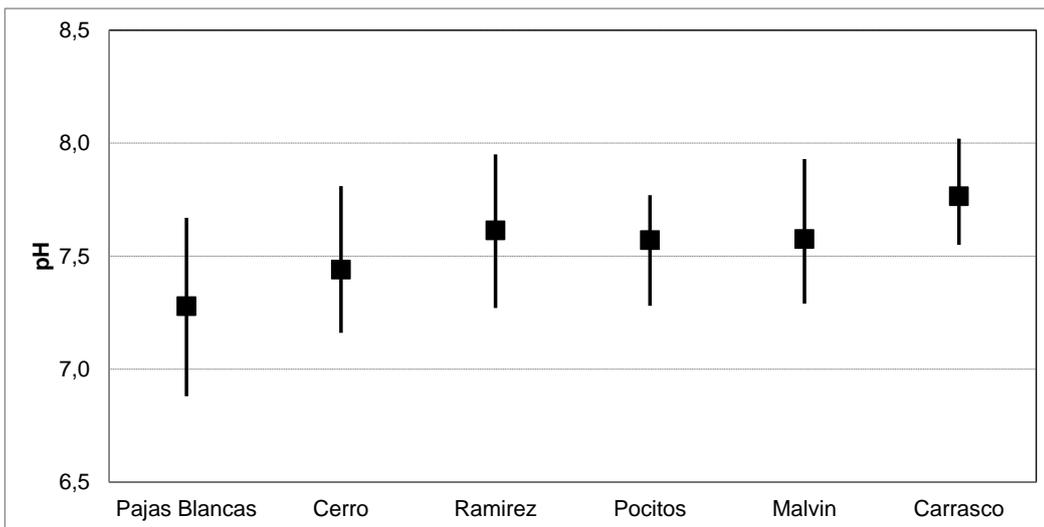
**Figura 27.** Conductividad y salinidad promedio de la temporada, para cada una de las playas de Montevideo, ordenadas de oeste a este.

El **pH** de las playas de Montevideo se mantuvo siempre dentro de los límites admitidos en el decreto (6,5 a 8,5). El mínimo registrado fue de 6,9 (Pajas Blancas) mientras que el máximo fue de 8,0 (Carrasco) (Fig. 28).

Los valores promedio del pH por playa y considerando toda la temporada no mostraron ningún gradiente espacial, fluctuando entre 7,3 (Pajas Blancas) y 7,8 (Carrasco) (Fig. 29).



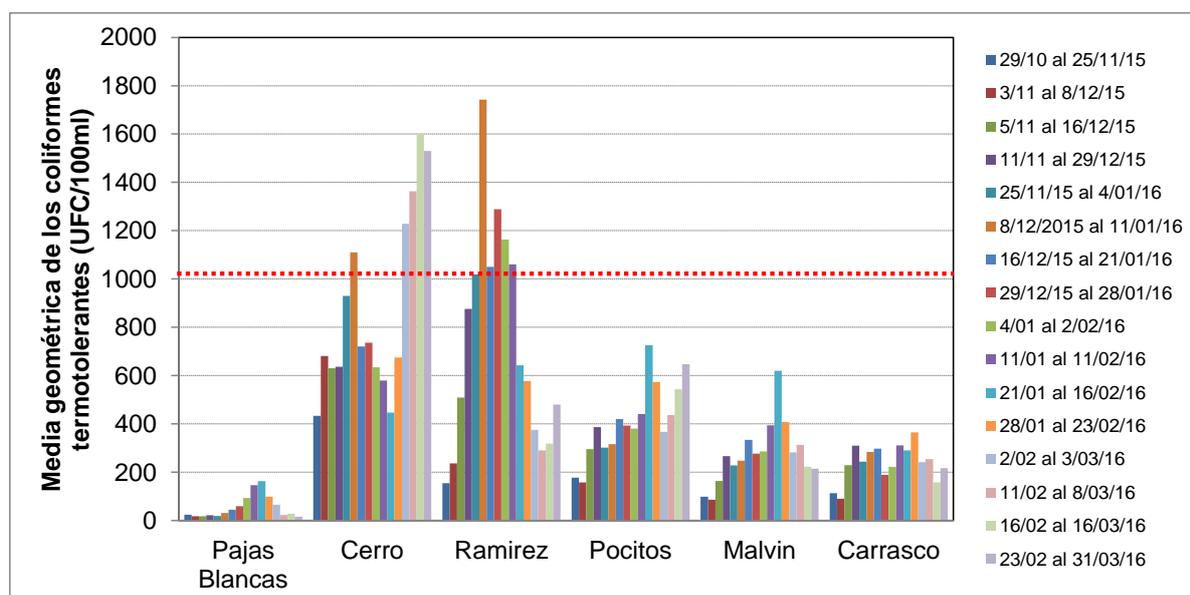
**Figura 28.** Variación temporal del pH de las playas de Montevideo, ordenadas de oeste a este.



**Figura 29.** pH promedio de la temporada, para cada una de las playas de Montevideo, ordenadas de oeste a este.

Del análisis de las medias geométricas de los **coliformes termotolerantes**, se observa que si bien la mayoría de las playas se mantuvieron aptas para baños durante toda la

temporada, hay dos playas (Cerro y Ramírez) que presentaron períodos de inaptitud (Fig. 30). La playa del Cerro no estuvo apta desde el 8 de diciembre de 2015 hasta el 11 de enero de 2016, ya que el valor de la media geométrica fue de 1110,5 UFC/100ml, excediendo levemente el valor admitido por la normativa (1000 UFC/100ml). A partir del 2 de febrero, los valores nuevamente superaron el límite. La playa Ramírez presentó un período de inaptitud desde el 25 de noviembre de 2015 hasta el 11 de febrero de 2016, ya que consecutivamente los valores de las medias geométricas de ese período se encontraron por encima del valor límite admitido.



**Figura 30.** Variación temporal de las medias geométricas de la concentración de coliformes termotolerantes para las playas de Montevideo, ordenadas de oeste a este.

A su vez, la clasificación de la temporada de cada una de las playas muestra que todas estuvieron aptas para baños, siendo Pajas Blancas y Carrasco las que obtuvieron la mejor clasificación (excelente) (Tabla 4).

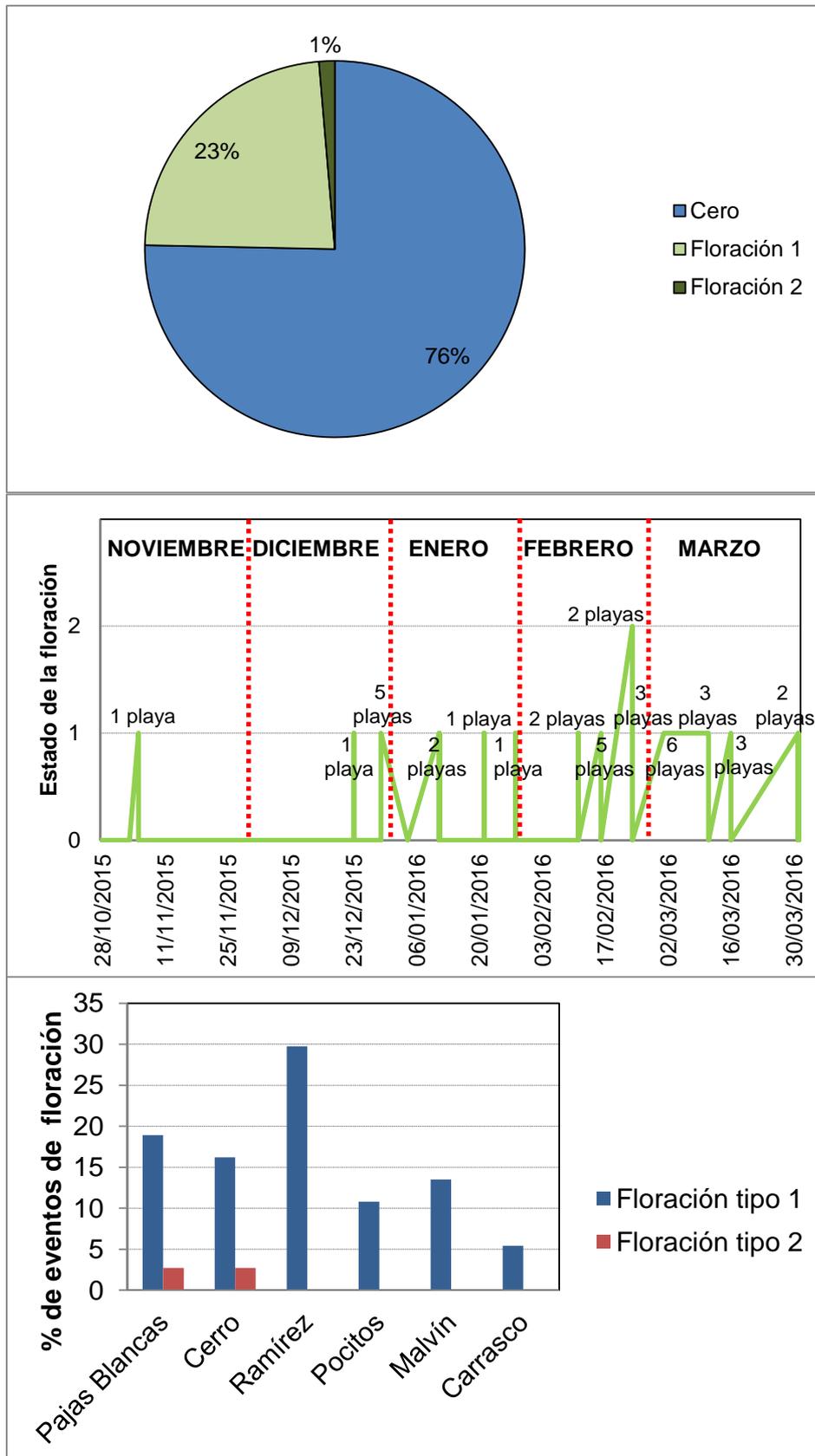
La clasificación de las playas del Cerro y Ramírez no fue tan buena como la del año anterior. Mientras que el año pasado fueron clasificadas como “Muy buenas”, este año fueron clasificadas como “Satisfactorias”. Por otra parte Pocitos y Carrasco mejoraron su clasificación en esta temporada pasando de “Satisfactoria” a “Muy buena” (Pocitos) y de “Muy buena” a “Excelente” (Carrasco).

Pajas Blancas y Malvín fueron las únicas dos playas que mantuvieron su clasificación de la temporada anterior (Pajas Blancas: excelente y Malvín: Muy Buena).

**Tabla 4.** Clasificación de las playas del Departamento de Montevideo (temporada 2015-16)

<b>Playa</b>	<b>Media geométrica promedio para la temporada (29/10/2015 al 31/03/2016)</b>	<b>Clasificación y aptitud de la temporada</b>
Pajas Blancas	54,4	<b>Excelente-APTA</b>
Cerro	871,1	<b>Satisfactoria-APTA</b>
Ramírez	736,6	<b>Satisfactoria-APTA</b>
Pocitos	410,1	<b>Muy buena-APTA</b>
Malvín	277,6	<b>Muy buena-APTA</b>
Carrasco	238,4	<b>Excelente-APTA</b>

El **reporte visual** indica la ocurrencia de varios casos de floración tipo 1 (23,0 % de los casos), y de un 1,0 % de casos de floración tipo 2 (Fig. 31, gráfico superior). En el gráfico central de la misma figura se muestra que los eventos comenzaron a ocurrir principalmente a fines de diciembre, haciéndose más frecuentes en enero, febrero y marzo. En febrero se registró floración tipo 2 (Fig. 31, gráfico central). Por último, en el gráfico inferior de la Figura 31, se muestran los porcentajes de eventos de floración (considerando como 100% el total de eventos 1 y 2) que ocurrieron en cada playa. Es de destacar que durante el verano 2015-2016 todas las playas de Montevideo presentaron eventos tipo 1. La playa con menor porcentaje de eventos fue Carrasco (5 % de eventos), mientras que la playa con mayor porcentaje de eventos fue Ramírez (30 % de eventos). Asimismo, también puede observarse que solo en Pajas Blancas y Cerro se registraron eventos de tipo 2. El reporte visual indica que estos fenómenos (con mayor o menor intensidad) ocurrieron en forma generalizada en toda la costa Montevideana en los meses de verano.



**Figura 31.** Casos de floración tipo 1, tipo 2 y de ausencia de floración durante la temporada (gráfico superior); comportamiento temporal de las floraciones donde los números indican cantidad de playas en las que se registró ese estado de la floración en esa fecha (gráfico central); y porcentaje de eventos de floración en cada playa (gráfico inferior).

## Playas del Departamento de Canelones

En el departamento de Canelones se monitorearon 8 playas entre el 28 de octubre de 2015 y el 16 de marzo de 2016 (Fig. 32). En total se realizaron 21 muestreos en cada playa.

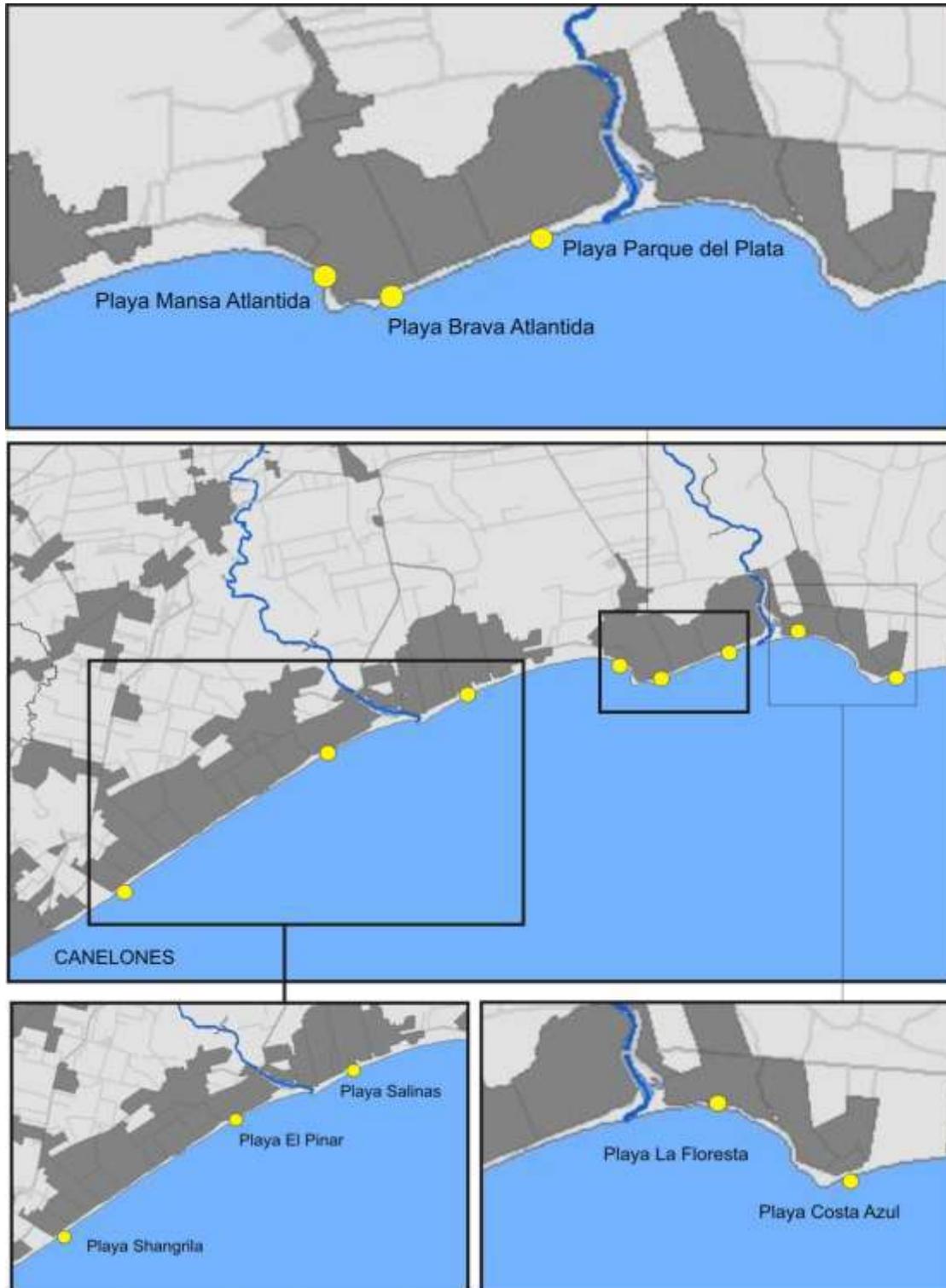


Figura 32. Mapa de las playas de Canelones.

La temperatura presentó un rango de variación entre 15,8°C (Atlántida Brava) y 28,4°C (Salinas). Se observa una tendencia al aumento hacia enero y luego una disminución hacia marzo, pero finalizando con temperaturas más elevadas que en el principio de la temporada (Fig. 33).

La temperatura promedio de la temporada muestra escasas diferencias entre playas (Fig.34), con el menor promedio en Atlántida Brava (21,9°C) y el mayor en El Pinar (22,5°C).

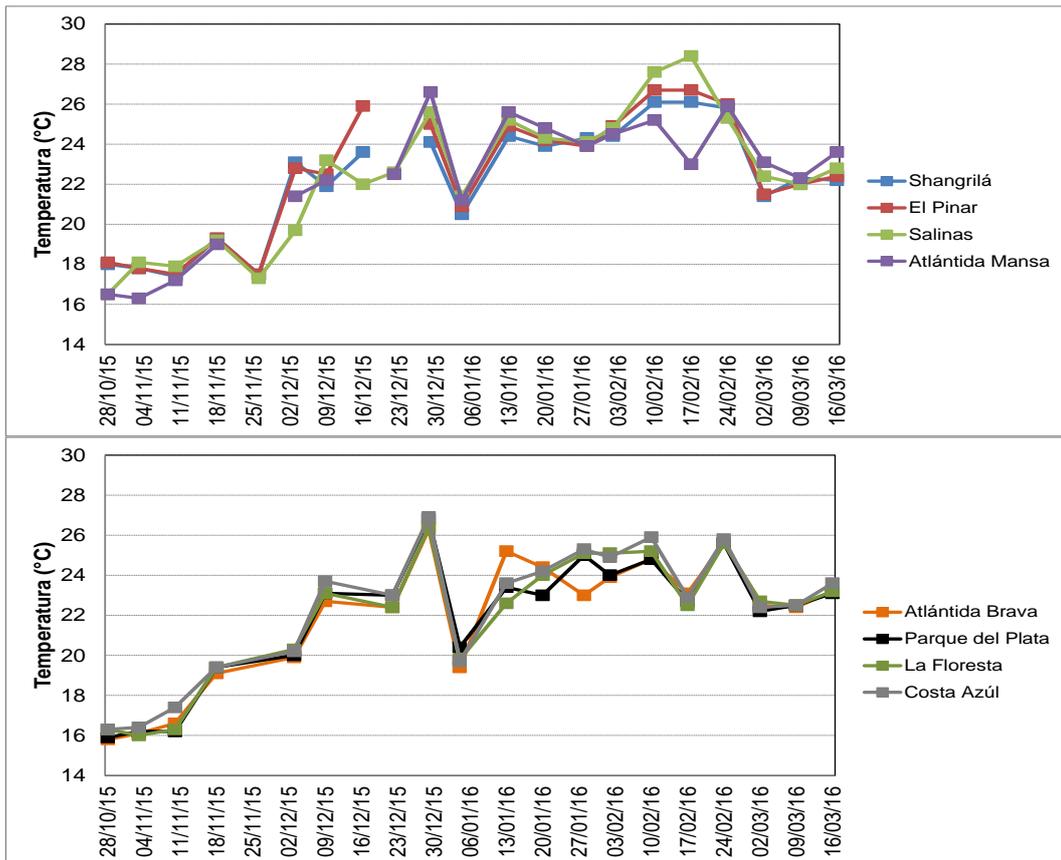


Figura 33. Variación temporal de la temperatura de las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.

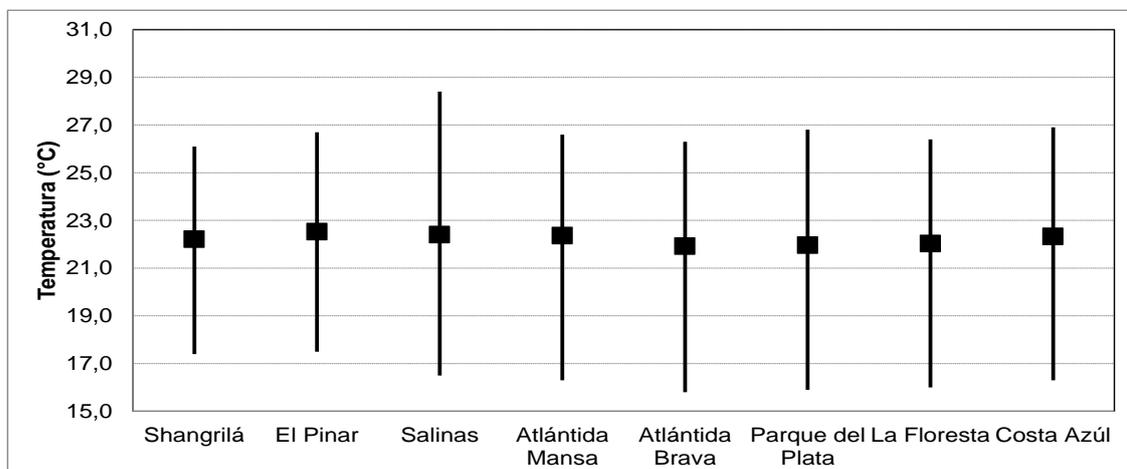
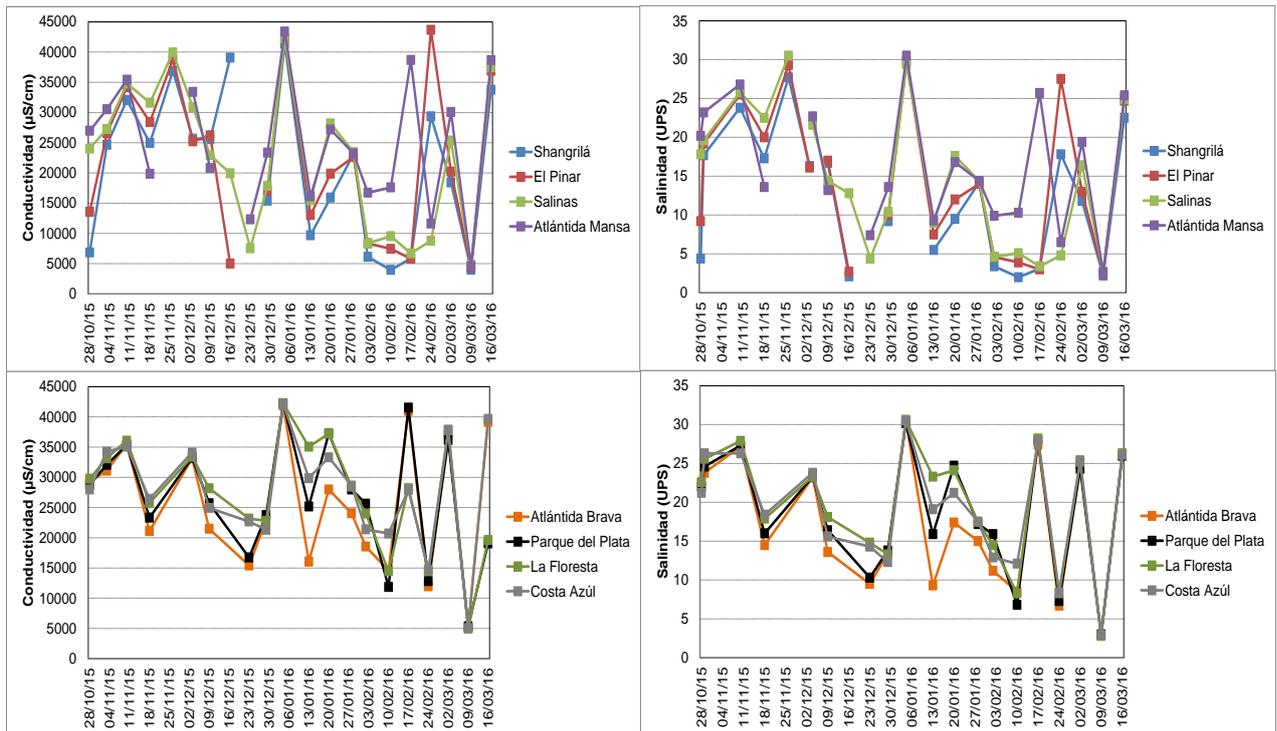


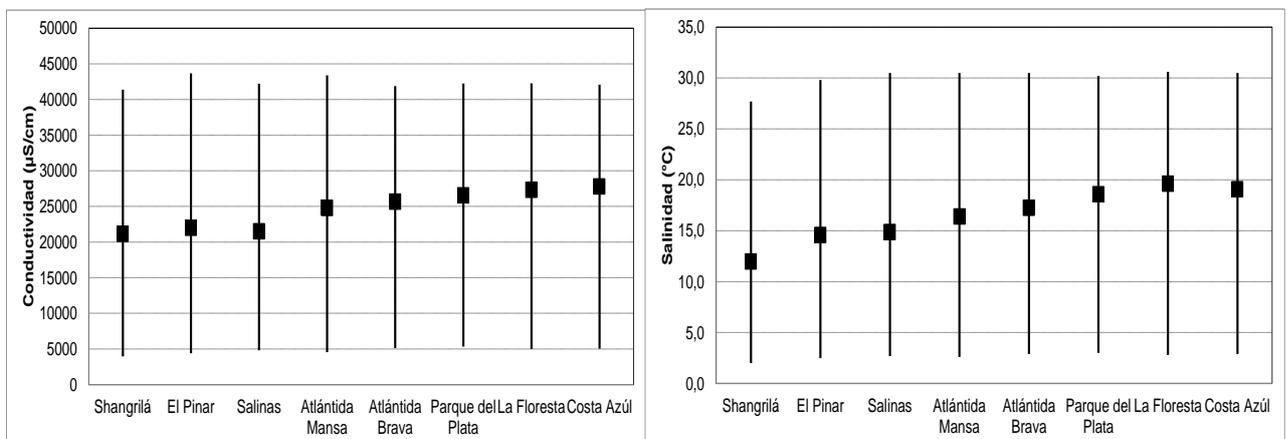
Figura 34. Temperatura promedio de la temporada, para cada una de las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.

Los valores de **conductividad** y de **salinidad** siguieron el mismo patrón de variación en el tiempo. Los mínimos valores se registraron en Shangrilá (2,0 UPS y 3959,0  $\mu\text{S/cm}$ ) mientras que el máximo de salinidad se registró en La Floresta (30,6 UPS) y el de conductividad en El Pinar (43660  $\mu\text{S/cm}$ ) (Fig. 35).

Los valores promedios de ambas variables mostraron una tendencia a incrementarse de oeste a este, acorde al aumento de la influencia de agua marina (Fig. 36).



**Figura 35.** Variación temporal de la conductividad (izquierda) y de la salinidad (derecha) de las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.



**Figura 36.** Conductividad y 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 por el decreto, a diferencia de la temporada anterior donde hubo algunos excesos puntuales. El mínimo se registró en Shangrilá y El Pinar (6,9) y el máximo en La Floresta (8,5) (Fig. 37). El pH promedio entre playas presentó fluctuaciones mínimas entre 7,6 y 7,7 (Fig. 38).

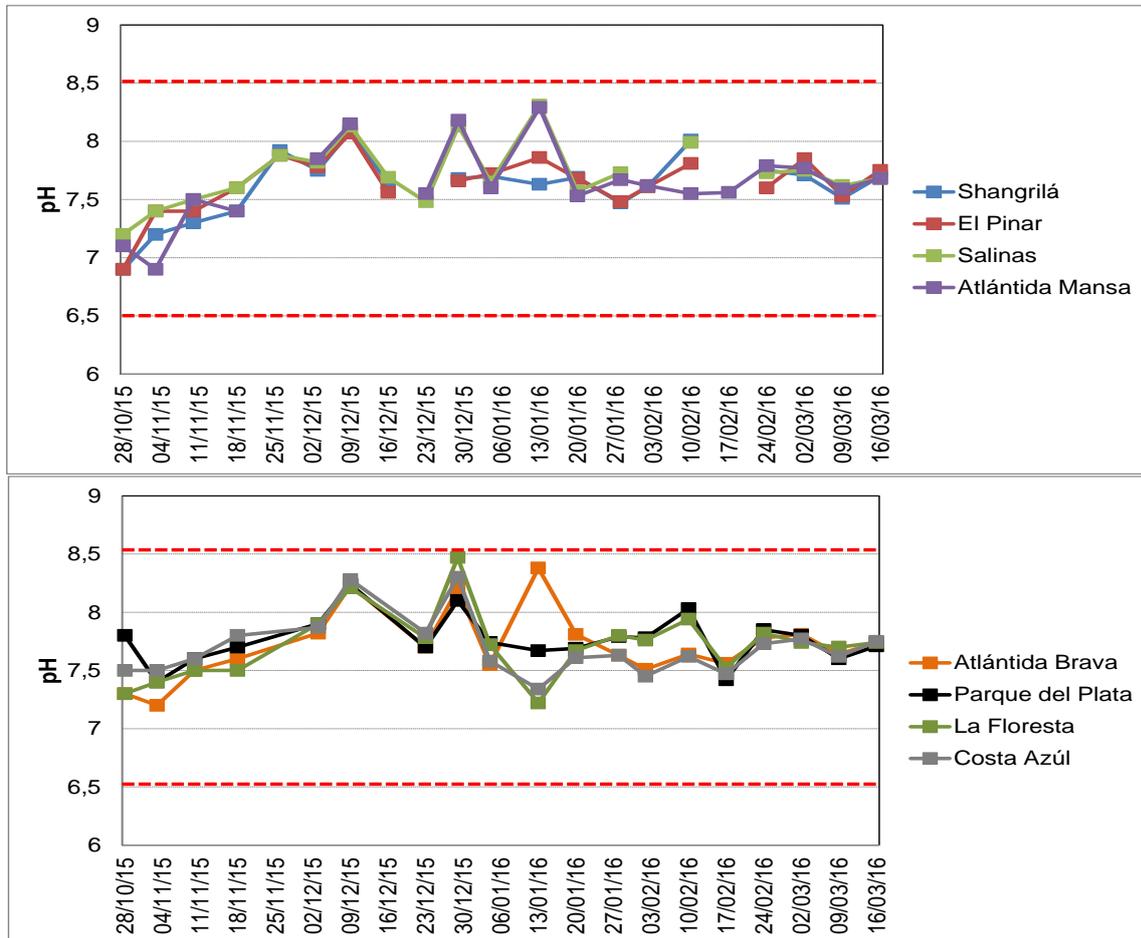


Figura 37. Variación temporal del pH de las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.

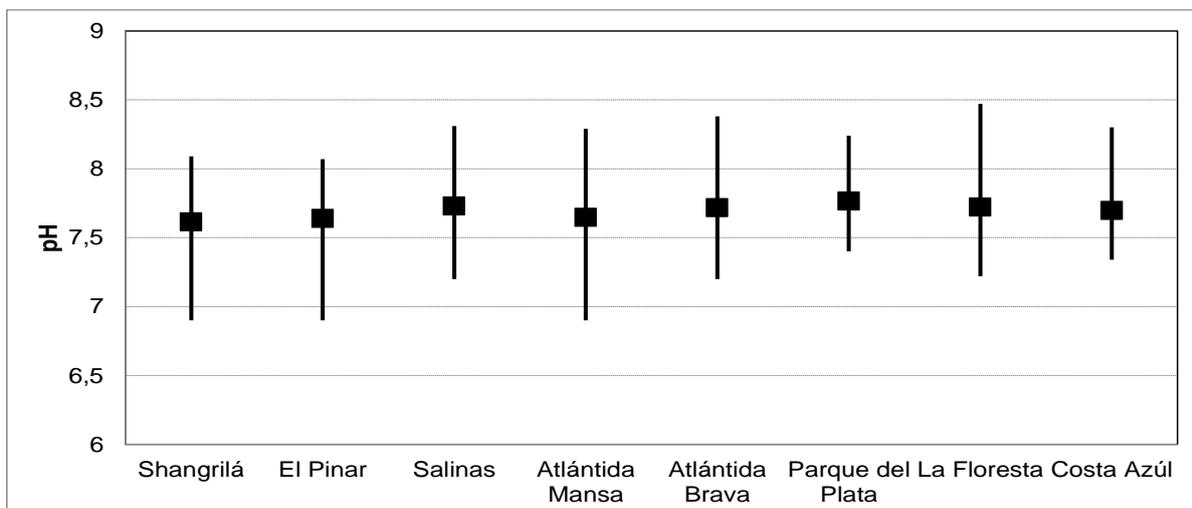
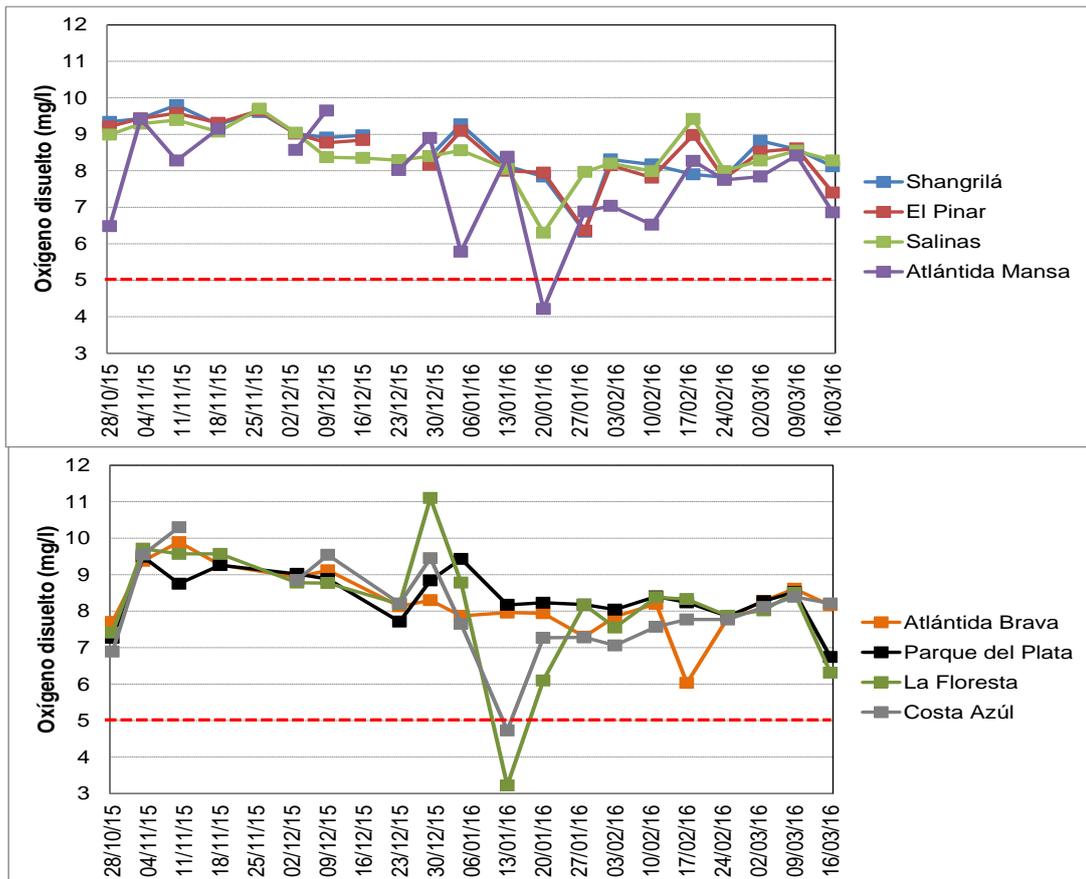


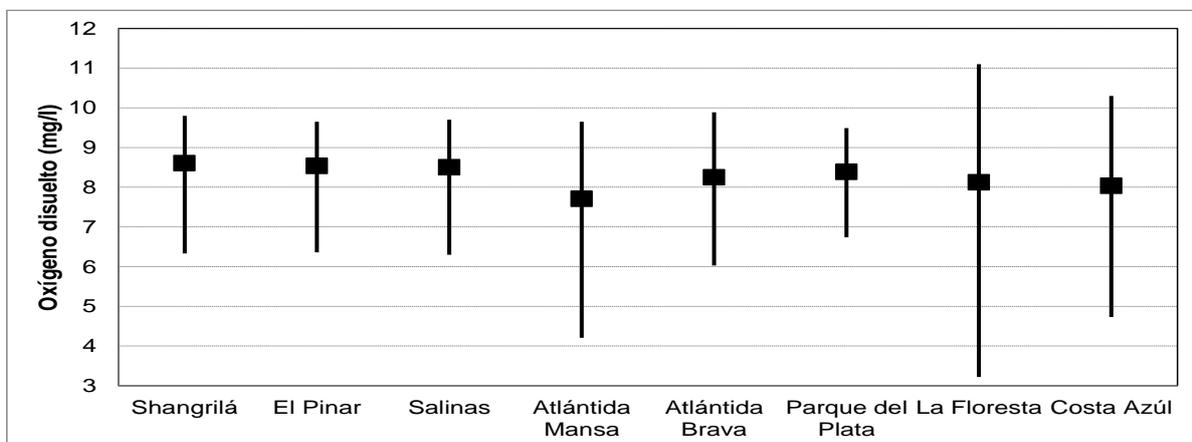
Figura 38. pH promedio de la temporada, para cada una de las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.

El **oxígeno disuelto** presentó valores dentro del estándar ( $\geq 5,0$  mg/l), excepto en tres ocasiones: Atlántida Mansa (que registró el mínimo de 4,2 mg/l), La Floresta y Costa Azul. Si bien fueron eventos puntuales, es importante destacar que tanto Atlántida Mansa como Costa Azul también presentaron valores por debajo de lo admitido durante la temporada pasada. El máximo se registró en La Floresta (11,1 mg/l) (Fig. 39).

A su vez, los promedios para la temporada fluctuaron entre 7,7 mg/l (Atlántida Mansa) y 8,6 mg/l (La Floresta) (Fig. 40).



**Figura 39.** Variación temporal del oxígeno disuelto de las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.



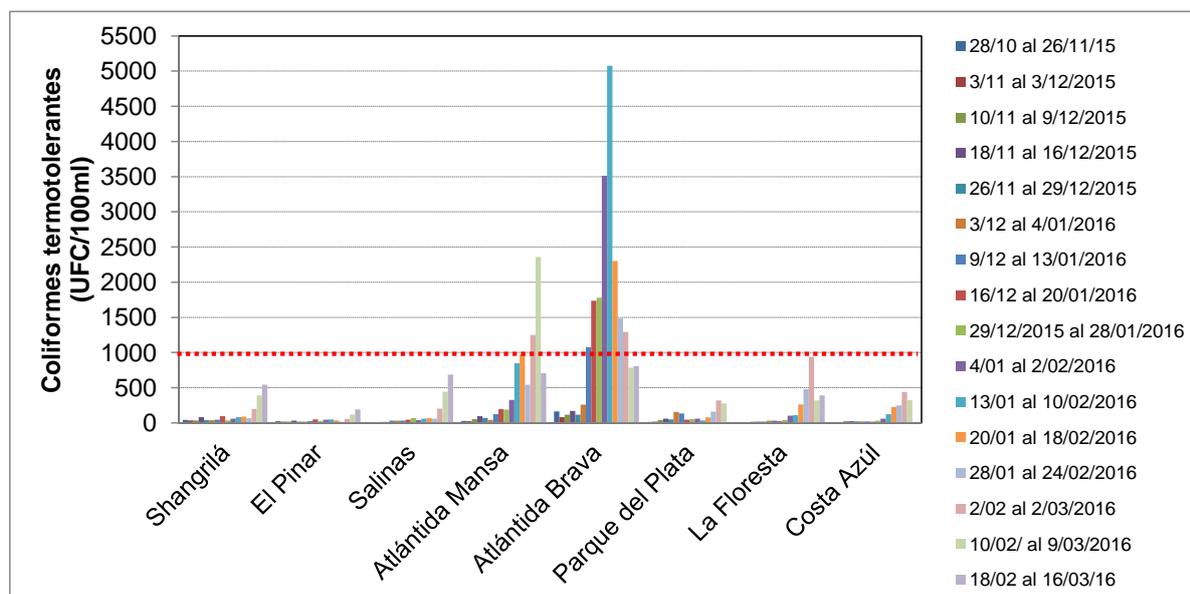
**Figura 40.** Oxígeno disuelto promedio de la temporada, para cada una de las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.

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 temporada (Fig. 41). Sin embargo, Atlántida Mansa y Atlántida Brava registraron valores fuera de la normativa (media geométrica de 5 valores). Debido a ello, Atlántida Mansa presentó un período de no aptitud entre el 2 de febrero y el 2 de marzo. A su vez, Atlántida Brava presentó la mitad de sus medias geométricas con valores excedidos, lo que implicó un período de no aptitud que se extendió desde el 9 de diciembre al 2 de marzo. Esta es una situación atípica para esta playa ya que en los últimos años presentó buenas condiciones. El motivo, según informó la Intendencia de Canelones, se debió a la ruptura del emisario del saneamiento de Atlántida que se encuentra a 400m del punto de muestreo. Fue reparado a mediados de febrero, y desde ahí los niveles comenzaron a mejorar.

La clasificación anual refleja esta situación ya que casi todas las playas fueron clasificadas como aptas y categorizadas como excelentes para la temporada 2015/2016, a excepción de Atlántida Brava que fue clasificada como “No apta”, y de Atlántida Mansa que fue clasificada como “Apta” pero con un estado “Muy Bueno” (Tabla 5).

El **reporte visual** indica la ocurrencia de 26% de casos de floración tipo 1, y 1% de floración tipo 2 (Fig. 42, gráfico superior). Estos eventos se mantuvieron presentes durante un período prolongado del verano, ya que ocurrieron en diciembre, enero, febrero y marzo (Figura 42, gráfico central). Esta situación es similar a lo ocurrido en la temporada anterior, donde los eventos tipo 1 estuvieron presentes desde enero a marzo y cubrieron una gran extensión en el agua y en la arena de varias playas. En el gráfico inferior de la Figura 42, se observan los porcentajes de eventos de floración (considerando como 100% el total de eventos 1 y 2) que ocurrieron en cada playa. Todas las playas presentaron algún evento tipo 1. Las playas con menores porcentajes de estos eventos fueron La Floresta y Costa Azul (ambas con 6,5 % de eventos), mientras que la playa con mayor porcentaje de eventos fue Shangrilá (19,6%). Asimismo, también puede observarse que solo en El Pinar y Salinas se registraron eventos de tipo 2. El reporte visual estaría indicando que estos fenómenos (con mayor o menor intensidad) están ocurriendo en forma generalizada en toda la costa del Departamento de Canelones en los meses de verano, con frecuencias de ocurrencias que parecerían disminuir hacia el este, lo que podría estar relacionado a la influencia

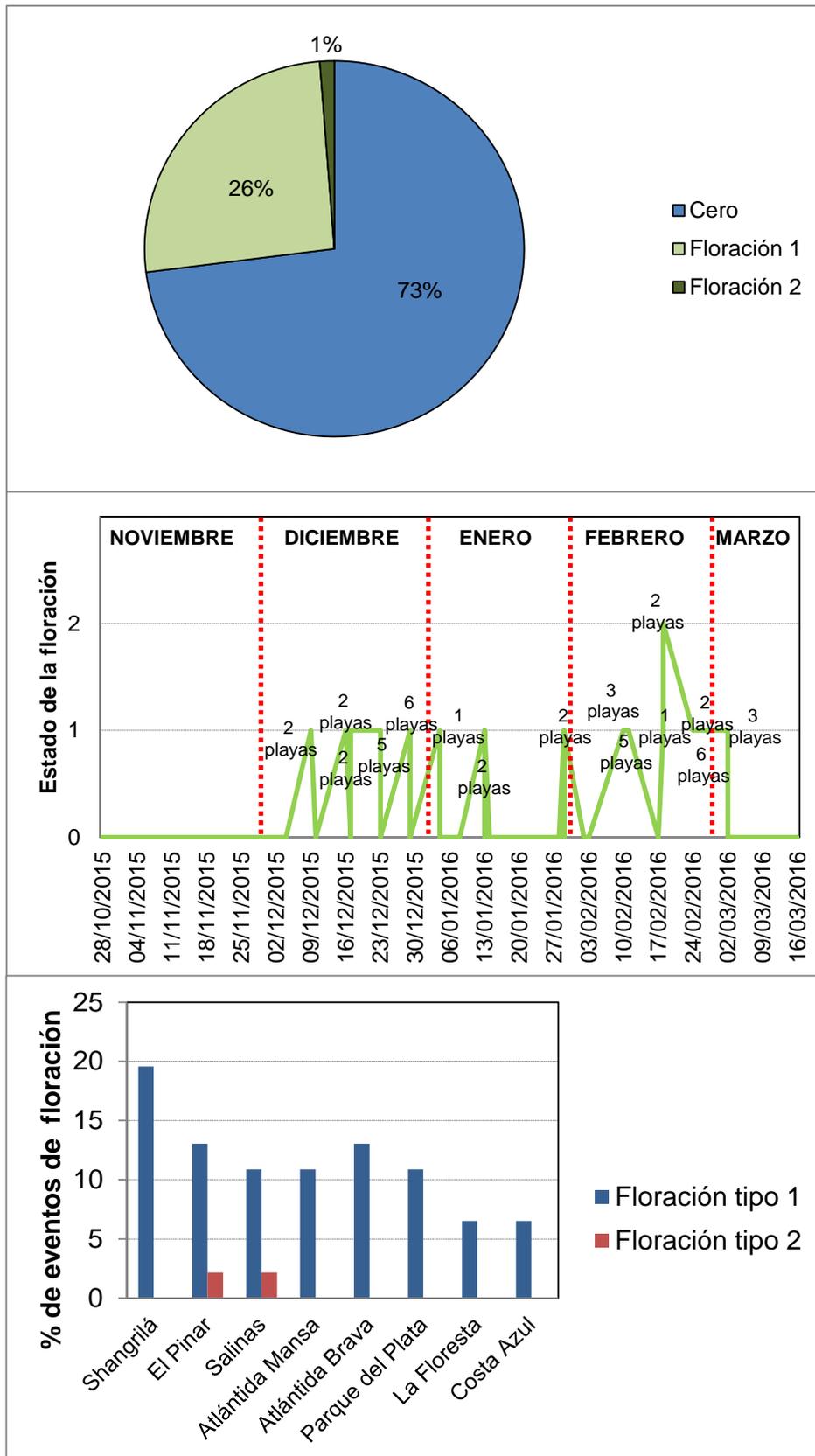
de aguas oceánicas, que por su salinidad no favorecerían el crecimiento de cianobacterias.



**Figura 41.** 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 las playas del Departamento de Canelones (temporada 2015-16).

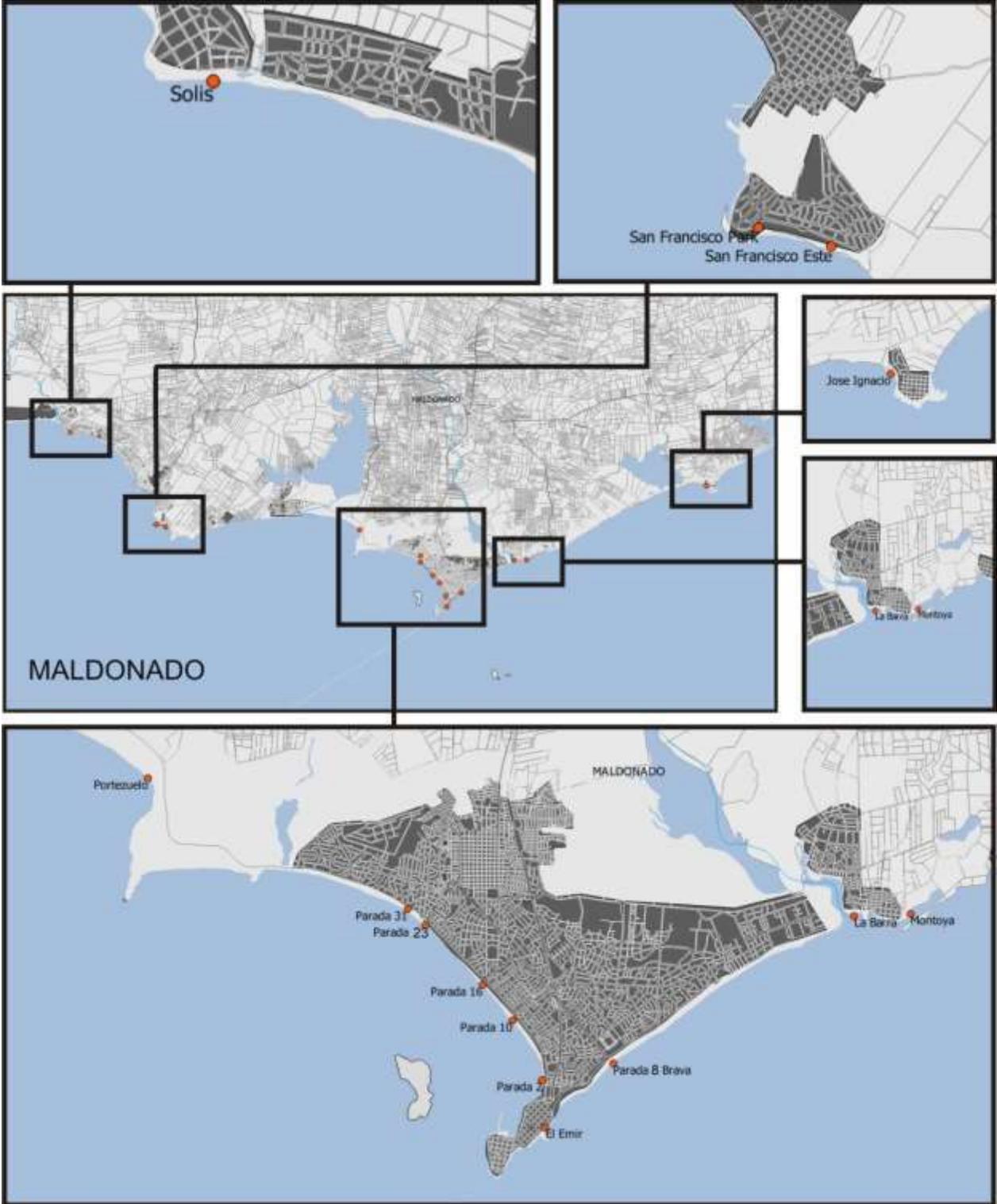
Playa	Media geométrica promedio para la temporada (28/10/2015 al 16/03/2016)	Clasificación anual y aptitud
Shangrilá	117,5	Excelente-APTA
El Pinar	47,0	Excelente-APTA
Salinas	113,6	Excelente-APTA
Atlántida Mansa	490,0	Muy buena-APTA
Atlántida Brava	1298,0	NO APTA
Parque del Plata	100,2	Excelente-APTA
La Floresta	176,3	Excelente-APTA
Costa Azul	107,3	Excelente-APTA



**Figura 42.** Casos de floración tipo 1, tipo 2 y de ausencia de floración durante la temporada (gráfico superior), comportamiento temporal de las floraciones) donde los números indican el número de playas en las que se registró ese estado de la floración en esa fecha (gráfico central), y eventos de floración en cada playa (gráfico inferior).

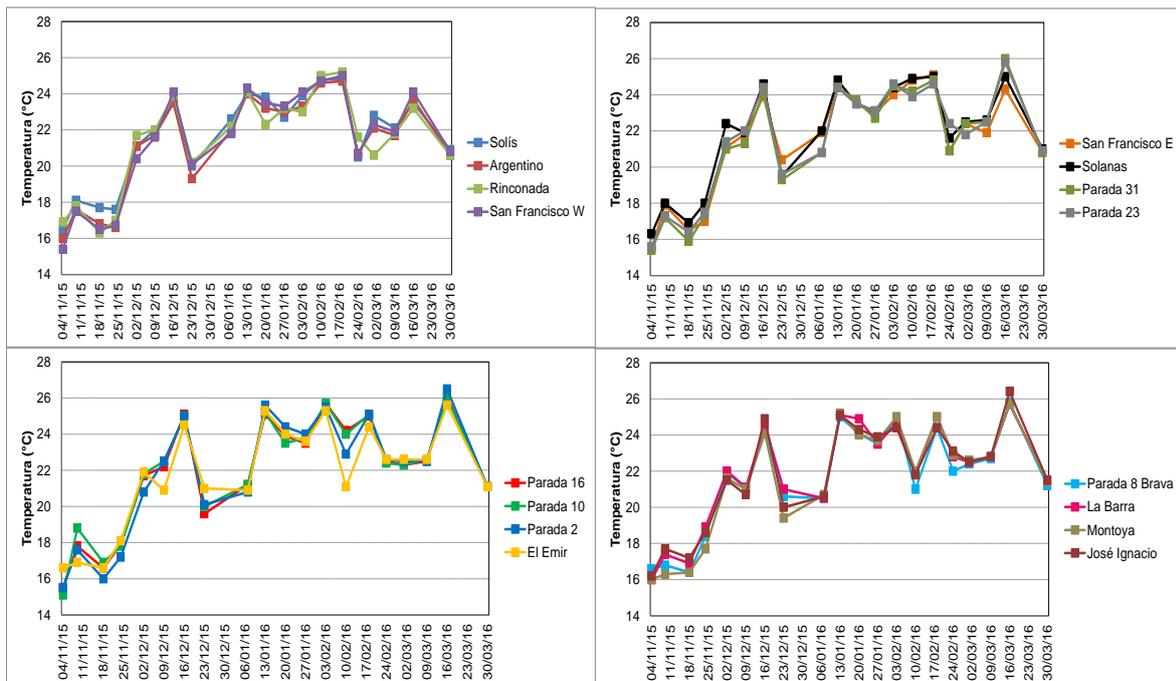
**Playas del Departamento de Maldonado**

En el departamento de Maldonado se realizaron 20 muestreos entre el 4 de noviembre de 2015 y el 30 de marzo de 2016, en cada una de las 16 playas, desde Solís a José Ignacio (Fig. 43).

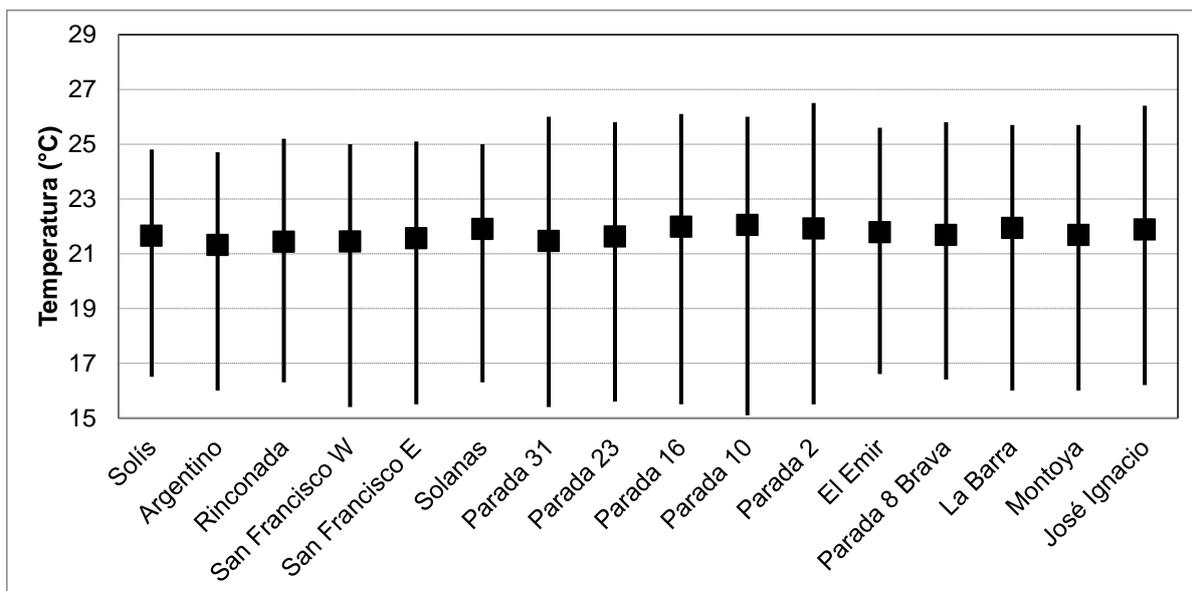


**Figura 43.** Mapa de las playas de Maldonado.

La **temperatura** del agua presentó variaciones a lo largo del tiempo. El máximo registro ocurrió en la playa de parada 2 (26,5°C) a fines de marzo, y el mínimo en la parada 10 de la Brava (15,1°C) a principios de noviembre (Fig. 44). Los promedios de temperatura se mantuvieron entre 21,3 y 22,0°C, sin tendencias en el gradiente espacial (Fig. 45). Las variaciones más marcadas se dieron entre fechas más que entre las playas.



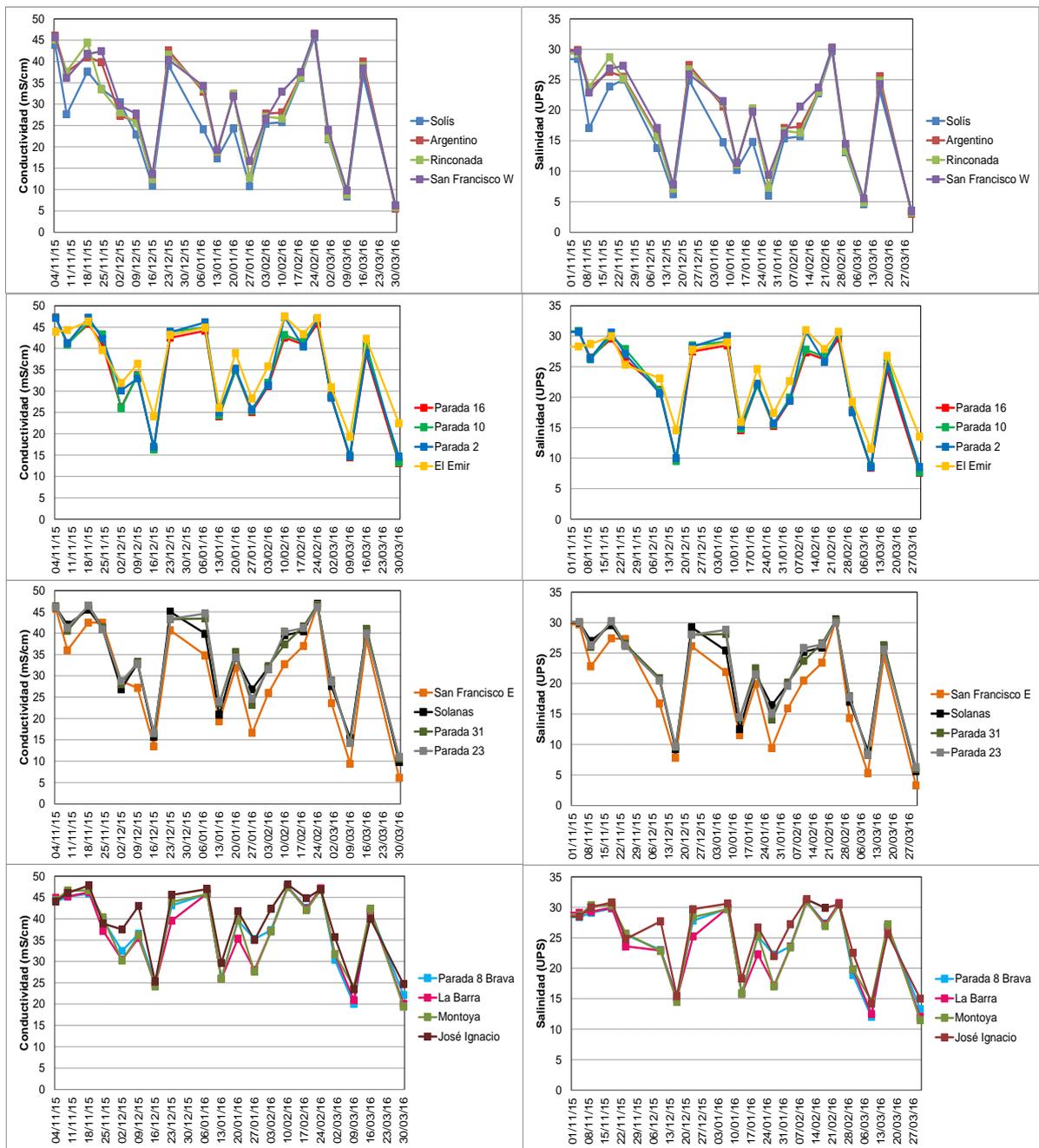
**Figura 44.** Variación temporal de la temperatura de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este.



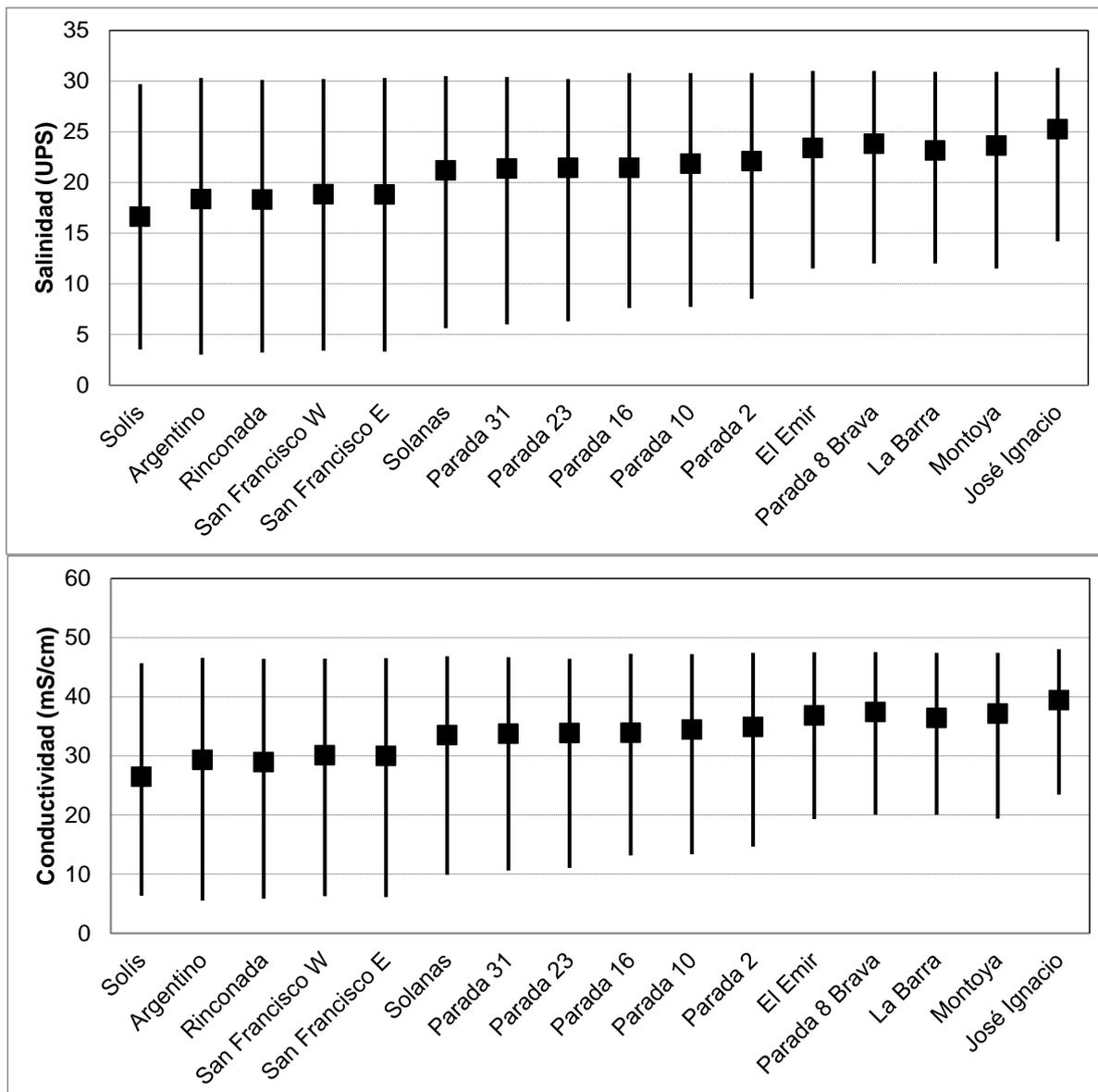
**Figura 45.** Temperatura promedio de la temporada, para cada una de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este.

Los niveles de **conductividad** y **salinidad** fueron muy variables a lo largo del tiempo, pero siguieron las mismas tendencias entre las playas. Los máximos registros ocurrieron en José Ignacio a mediados de febrero (48,1 mS/cm y 31,3 UPS, conductividad y salinidad, respectivamente), y los mínimos se registraron a fines de marzo, en Argentino (5,5 mS/cm y 3,0 UPS, conductividad y salinidad, respectivamente) (Figura 46).

La conductividad y salinidad promedio aumentaron levemente de oeste a este, lo que es esperable teniendo en cuenta la influencia de agua marina, que aumenta hacia el este. En este sentido, los promedios mínimos se registraron en Solís (26,4 mS/cm y 16,6 UPS, conductividad y salinidad, respectivamente), mientras que los máximos se registraron en José Ignacio (39,4 mS/cm y 25,2 UPS, conductividad y salinidad, respectivamente) (Fig. 47).

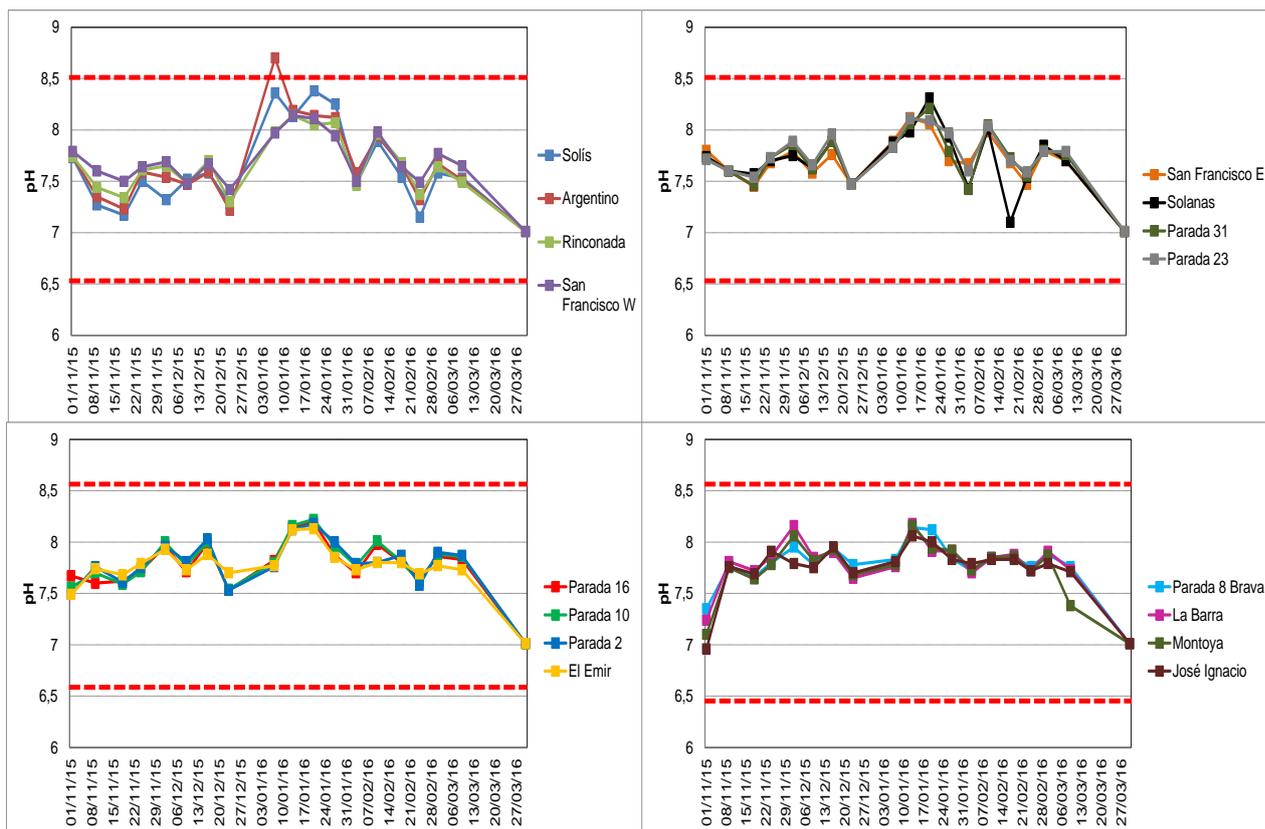


**Figura 46.** Variación temporal de la conductividad (izquierda) y de la salinidad (derecha) de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este.

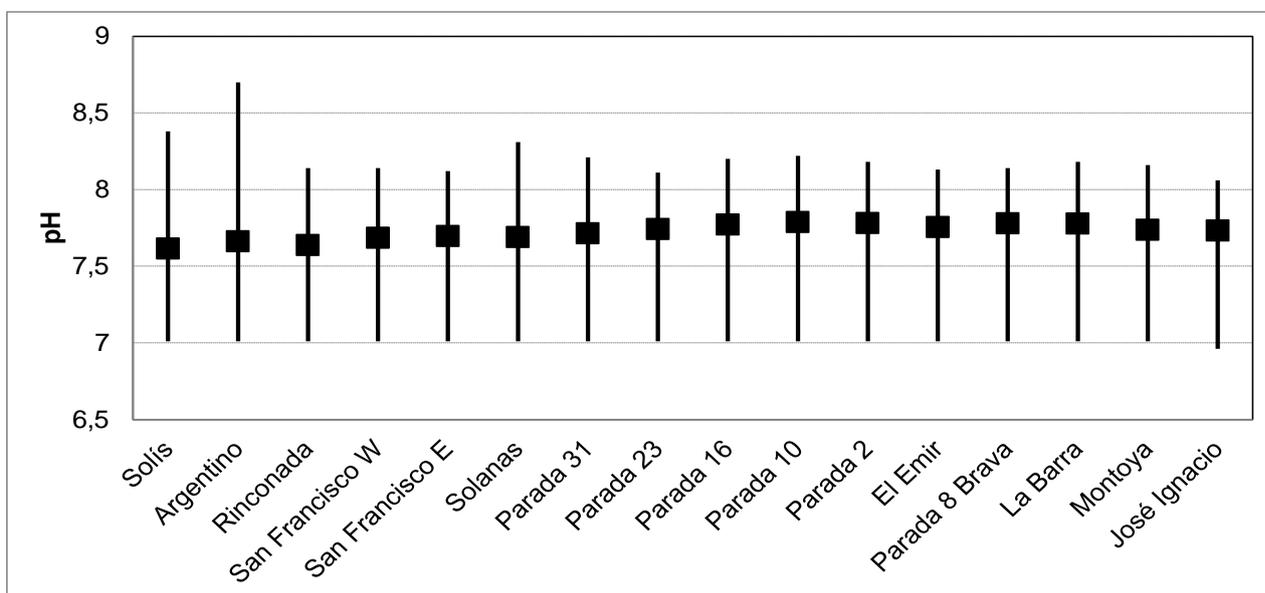


**Figura 47.** Conductividad y salinidad promedio de la temporada, para cada una de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este.

Los valores de **pH** se encontraron dentro del rango de calidad objetivo del Decreto 253/79 (pH entre 6,5 y 8,5), a excepción de un valor puntual de Balneario Argentino, que registró 8,7 y fue el máximo de la temporada para la costa de Maldonado. El mínimo valor se registró en José Ignacio con un pH de 7,0 (Fig. 48). Los valores del pH promedio de cada playa se mantuvieron muy similares entre sí, variando apenas entre 7,6 y 7,8 (Fig. 49).



**Figura 48.** 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.

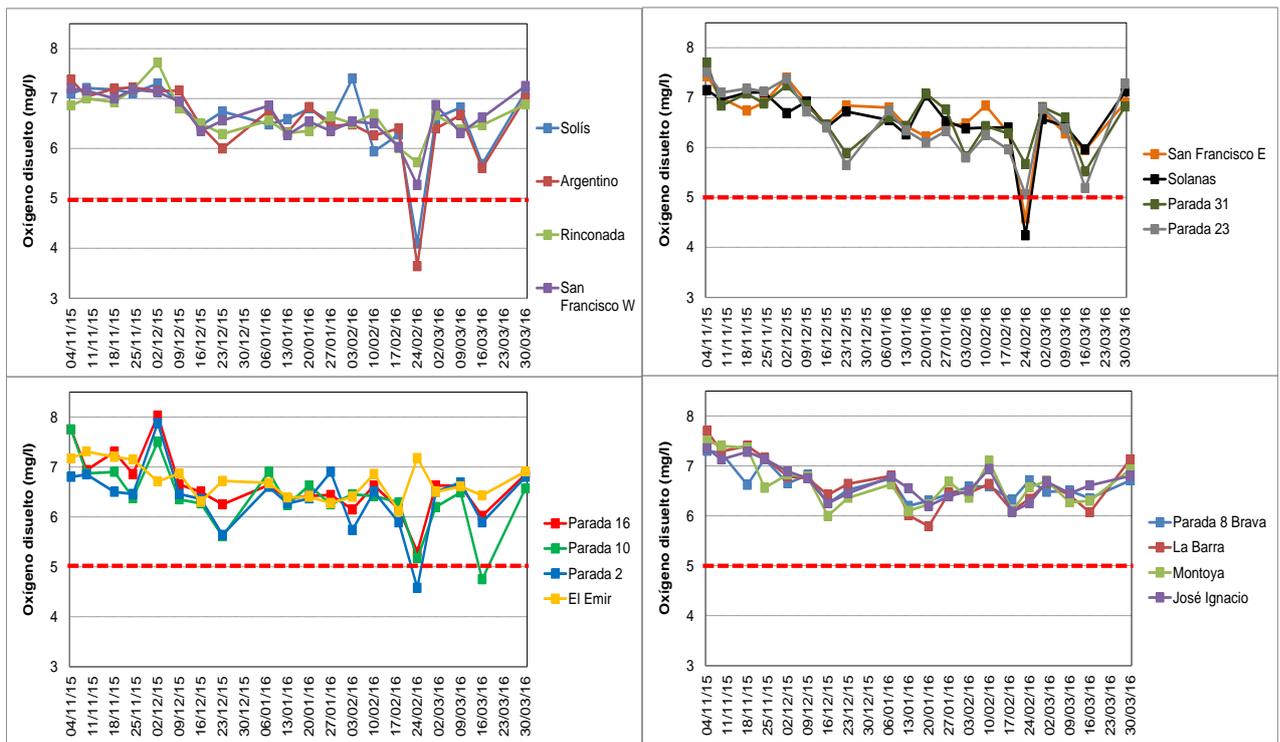


**Figura 49.** pH promedio de la temporada para cada una de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este.

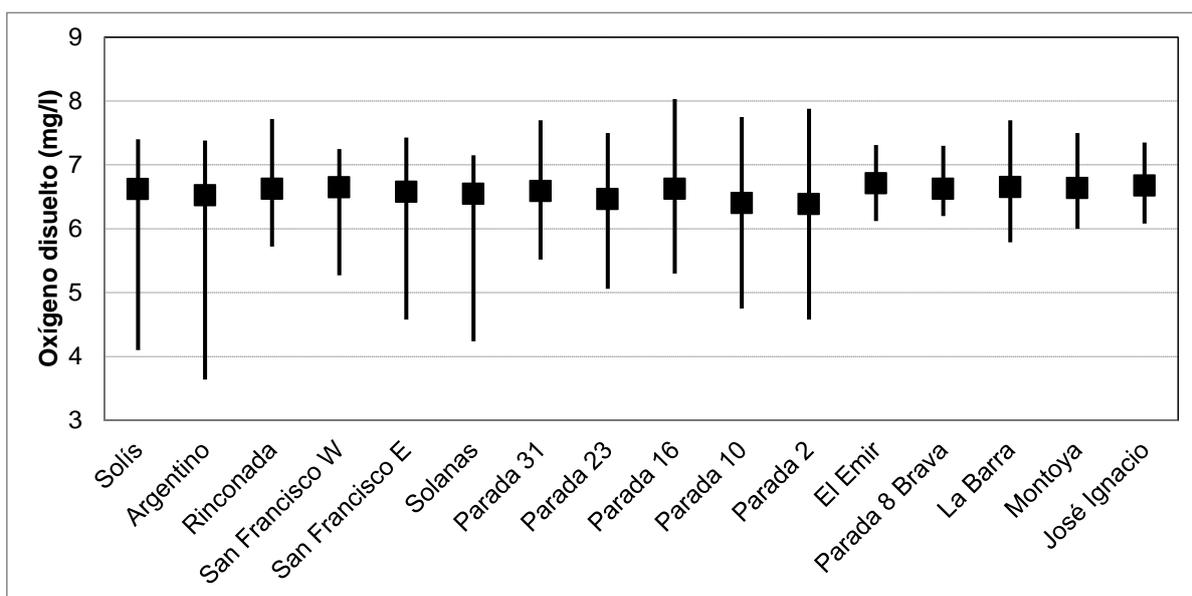
El **oxígeno disuelto** generalmente se mantuvo dentro del estándar de calidad señalado en la normativa vigente ( $\geq 5$  mg/l), mostrando una tendencia decreciente a lo largo de la temporada. En algunos sitios, los valores se encontraron levemente por debajo del mínimo admitido por la normativa de calidad, reflejando incumplimiento.

Estos casos ocurrieron en Solís, Argentino, San Francisco E, Solanas, parada 10 y parada 2. Tanto Argentino, como parada 2 presentaron valores de incumplimiento en la temporada pasada, y Solanas los había presentado en las últimas dos temporadas, por lo que requieren especial atención en los próximos monitoreos (Fig. 50).

El oxígeno disuelto promedio en cada playa no mostró ninguna tendencia espacial y sus valores se encontraron entre 6,4 y 6,7 mg/l (Fig. 51).

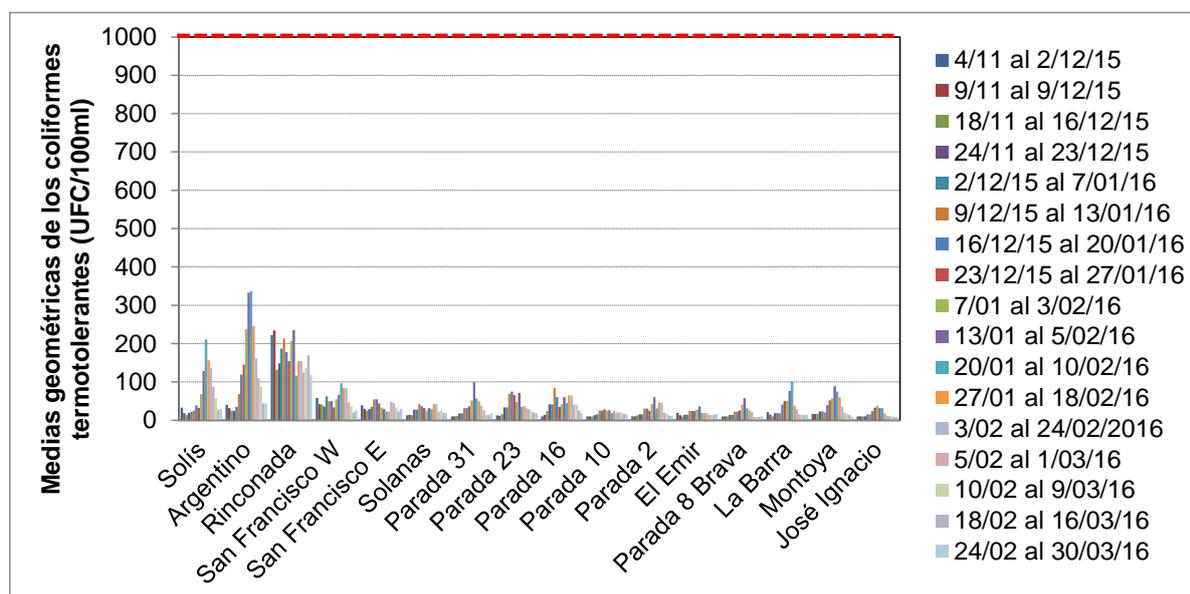


**Figura 50.** Variación temporal del oxígeno disuelto de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este. La línea roja entrecortada indica el valor mínimo de oxígeno disuelto admitido por la normativa.



**Figura 51.** Oxígeno disuelto promedio de la temporada, para cada una de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este.

Las medias geométricas de los **coliformes termotolerantes** cumplieron con el valor establecido en el Decreto (<1000 UFC/100ml) en la totalidad de los registros (Fig. 52) y la clasificación de la temporada fue excelente para todas las playas (Tabla 6).

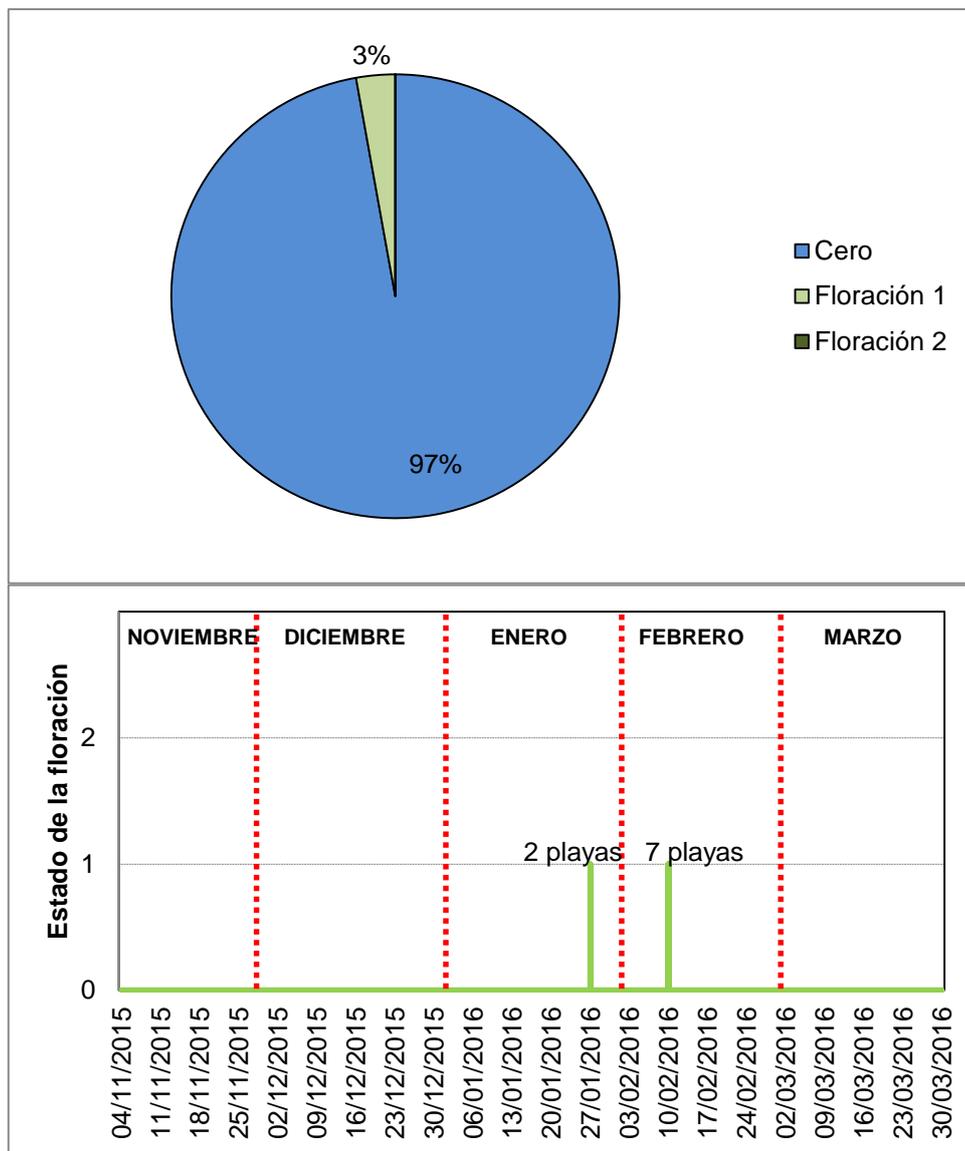


**Figura 52.** Variación temporal de las medias geométricas de la concentración de coliformes termotolerantes para las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este.

**Tabla 6.** Clasificación de las playas del Departamento de Maldonado (temporada 2015-16).

Playa	Media geométrica promedio para la temporada (4/11/2015 al 30/03/2016)	Clasificación y aptitud de la temporada
Solís	64,9	Excelente-APTA
Argentino	123,0	Excelente-APTA
Rinconada	178,5	Excelente-APTA
San Francisco W	70,1	Excelente-APTA
San Francisco E	35,1	Excelente-APTA
Solanas	33,6	Excelente-APTA
Parada 31	31,4	Excelente-APTA
Parada 23	37,0	Excelente-APTA
Parada 16	41,8	Excelente-APTA
Parada 10	19,1	Excelente-APTA
Parada 2	25,5	Excelente-APTA
El Emir	19,1	Excelente-APTA
Parada 8 Brava	20,1	Excelente-APTA
La Barra	32,1	Excelente-APTA
Montoya	34,4	Excelente-APTA
José Ignacio	20,3	Excelente-APTA

Por último, el **reporte visual** indica que durante la temporada predominó la ausencia de eventos de floración (97% de los casos) y hubo 3% de eventos de floración tipo 1 (Fig. 42, gráfico superior). Estos eventos ocurrieron en: Argentino, Rinconada, San Francisco W, Solanas, paradas 23, 16 y 10. Esta situación difiere de la temporada anterior, donde no se registró ningún evento de floración. Si bien los eventos fueron pocos (2 playas el mismo día en enero, y 7 playas el mismo día en febrero), hay que tener en cuenta que generalmente en este Departamento no se registran casos (posiblemente debido a la alta salinidad), por lo cual la ocurrencia de algunos eventos es llamativo para la zona (Fig. 53).



**Figura 53.** Casos de floración tipo 1, tipo 2 y de ausencia de floración durante la temporada (gráfico superior) y comportamiento temporal de las floraciones (gráfico inferior). Los números indican el número de playas en las que se registró ese estado de la floración en esa fecha.

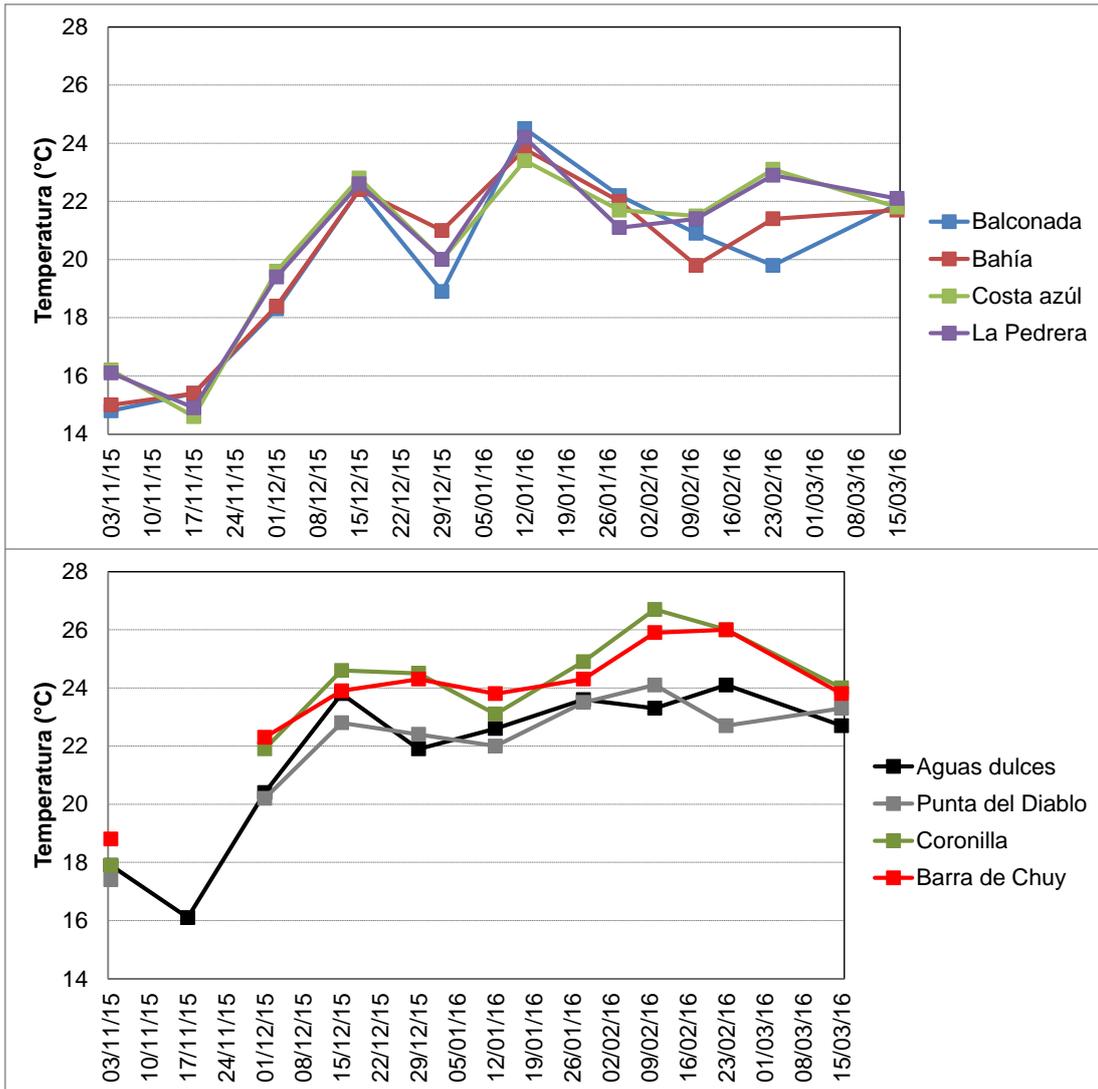
## Playas del Departamento de Rocha

En el departamento de Rocha se realizaron diez muestreos entre el 3/11/15 y el 15/03/2016 en ocho playas que van desde la Balconada hasta El Chuy (Fig. 54).

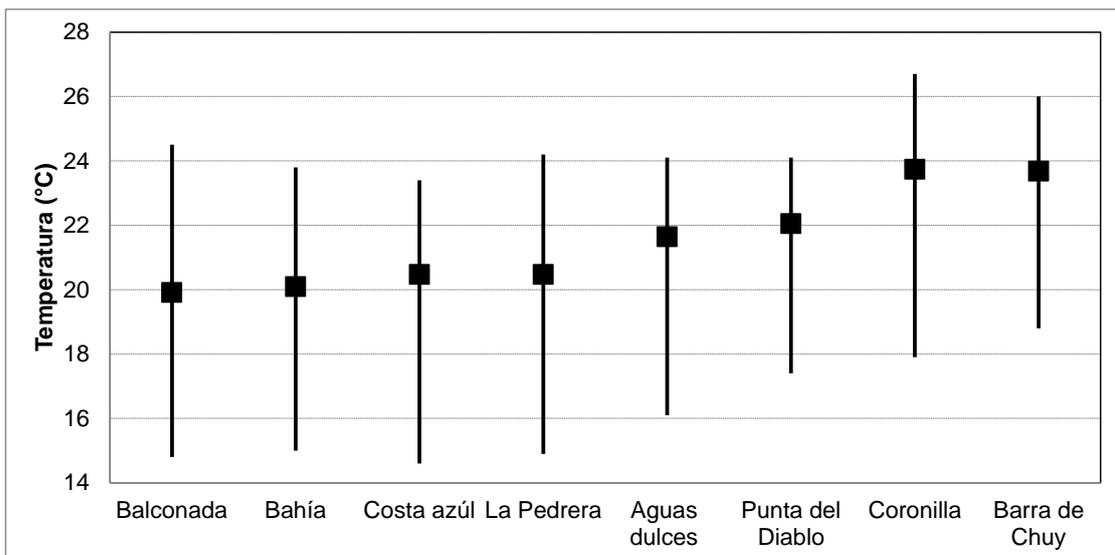


**Figura 54.** Mapa de las playas del Departamento de Rocha.

La **temperatura** del agua de las playas de Rocha presentó una amplitud entre 14,8 °C en noviembre (registrado en La Balconada) y 26,7 °C en febrero (registrado en la Coronilla). La tendencia general de esta variable es aumentar hasta mediados de enero o febrero y luego disminuir hacia marzo, finalizando la temporada con valores más altos que al comienzo de la misma (Fig. 55). El promedio de temperatura para la temporada varió entre 19,9 °C en La Balconada y 23,7 °C en la Coronilla. Si bien puede observarse un leve incremento en los promedios de temperatura desde el oeste hacia el este, esto puede estar relacionado a aspectos logísticos del muestreo, ya que el monitoreo comienza temprano en la mañana en las playas del oeste y termina luego del mediodía en las del este (Fig. 56).



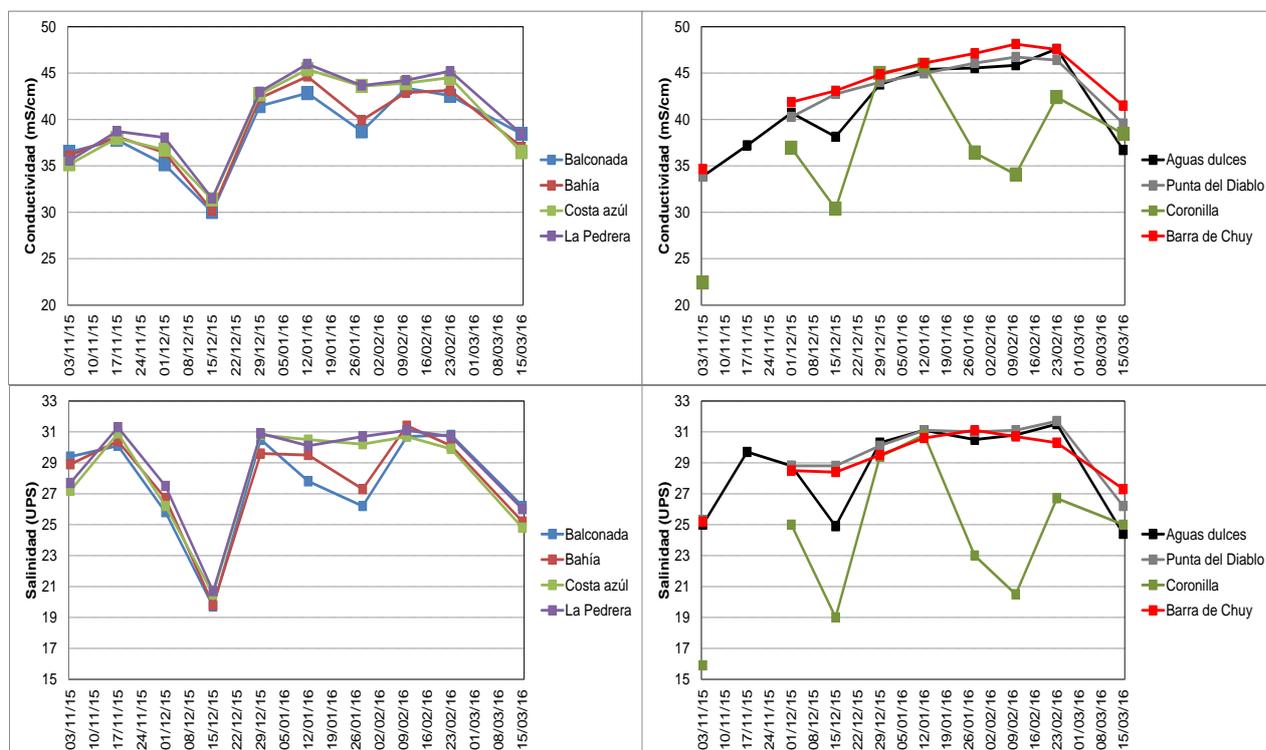
**Figura 55.** Variación temporal de la temperatura de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este.



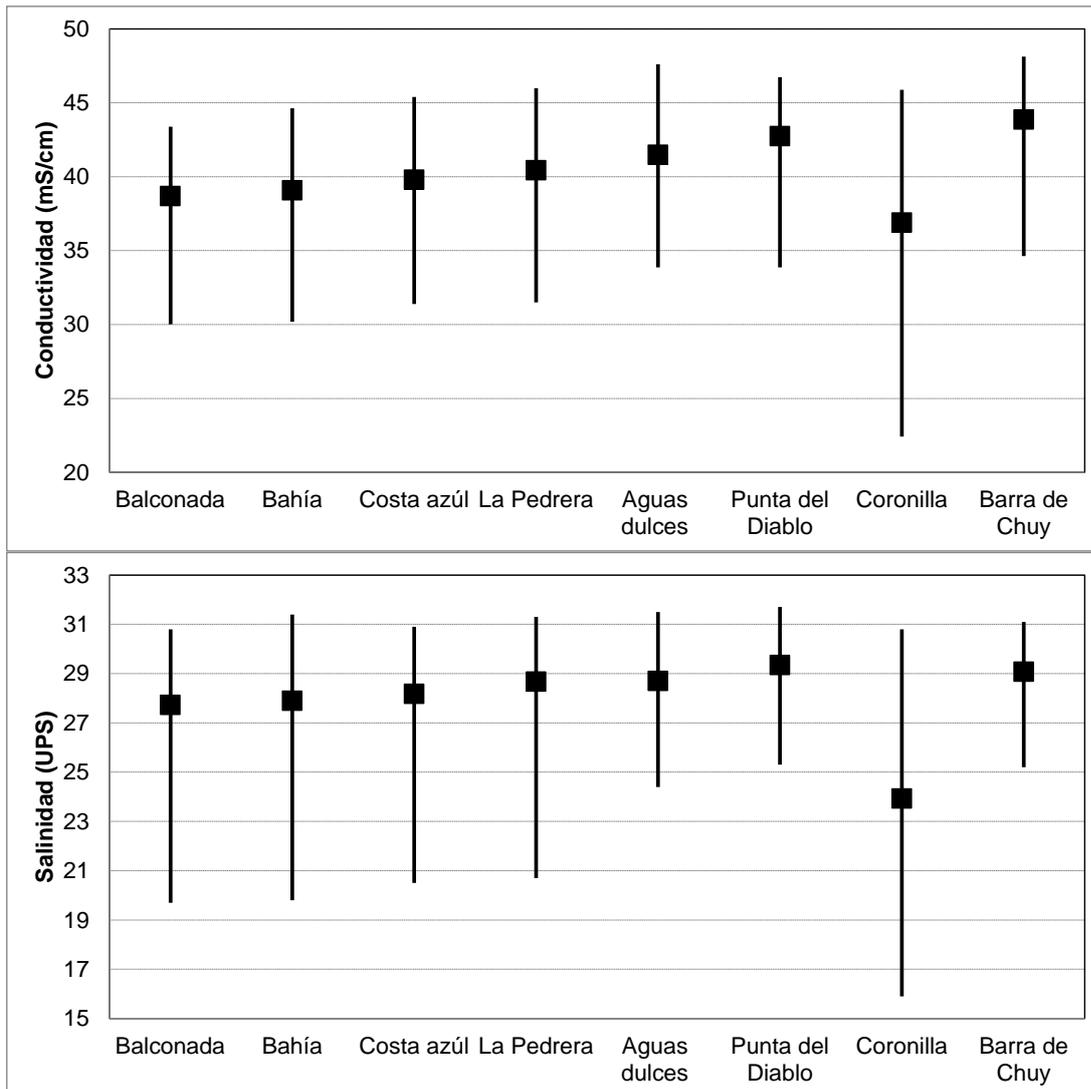
**Figura 56.** Temperatura promedio de la temporada, para cada una de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este.

Los patrones de **conductividad** y **salinidad** siguieron en general los mismos patrones de variación en los distintos sitios (Fig. 57). Se registraron los menores valores de conductividad el 15/12/2015 en todas las playas con un incremento importante hacia el 12/01/2016. Desde esa fecha la conductividad se mantuvo con pocas variaciones. La salinidad registró mayores variaciones en la Coronilla, lo que es esperable debido a las descargas del canal Andreoni que drena agua dulce desde la zona de bañados al norte del balneario (Fig. 57). Los máximos de conductividad y de salinidad se encontraron en Aguas Dulces y Barra del Chuy (48,1 mS/cm y 31,5 UPS, respectivamente) y los mínimos en La Coronilla (15,9 mS/cm y 22,4 UPS).

La conductividad y salinidad promedio en general se incrementaron en forma gradual y similar de oeste a este. En La Coronilla, sin embargo, a pesar de ubicarse prácticamente en el límite este de las playas de Rocha, se registraron los menores valores de conductividad y salinidad (36,9 mS/cm) y 23,9 (UPS), respectivamente. Esto posiblemente se deba a los motivos anteriormente mencionados. Por último la playa con mayor valor de conductividad promedio fue Barra del Chuy (43,9 mS/cm) y la de mayor valor de salinidad promedio fue Punta del Diablo (29,3 UPS) (Fig. 58).



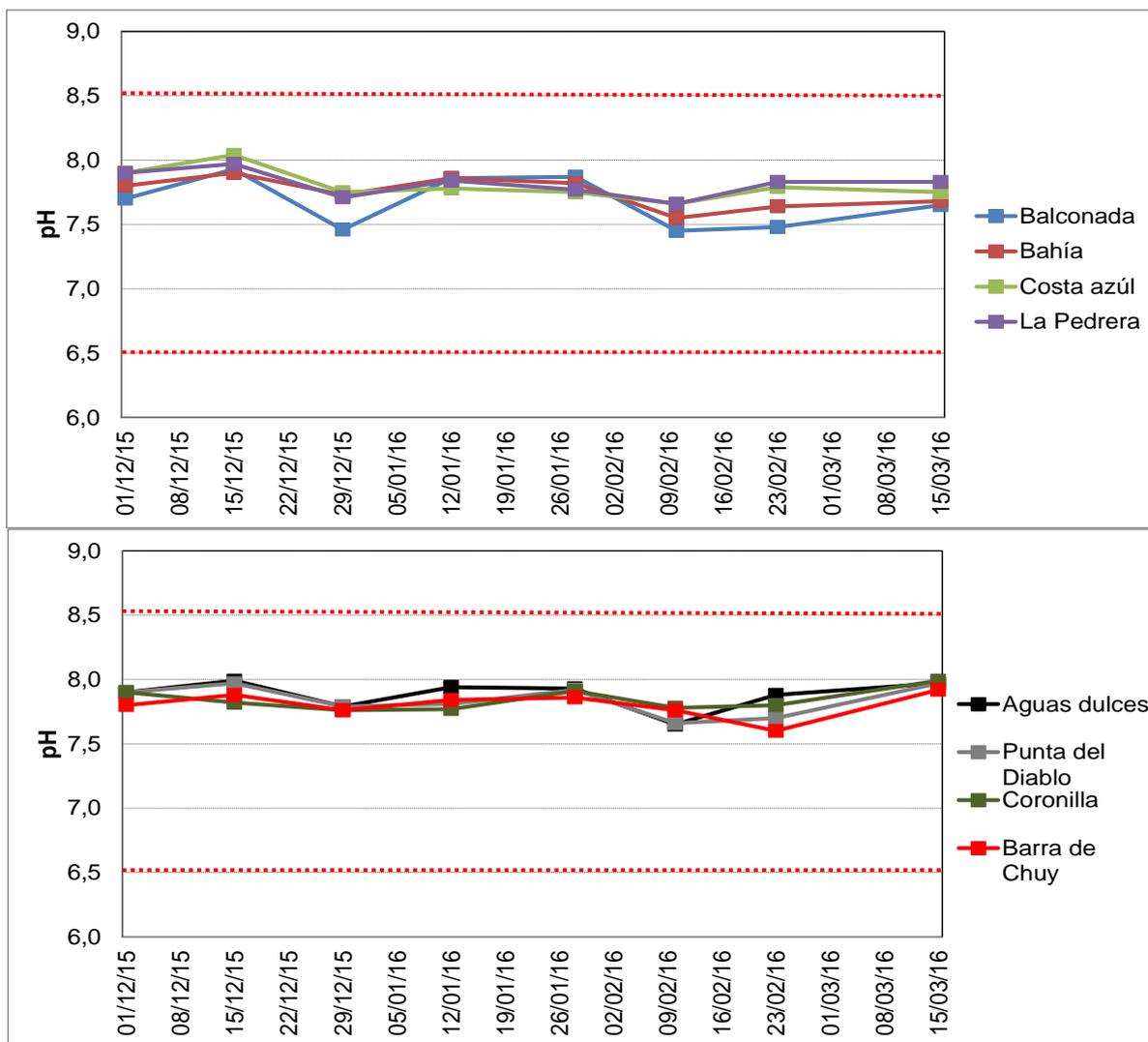
**Figura 57.** Variación temporal de la conductividad (gráficos superiores) y salinidad (gráficos inferiores) de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este.



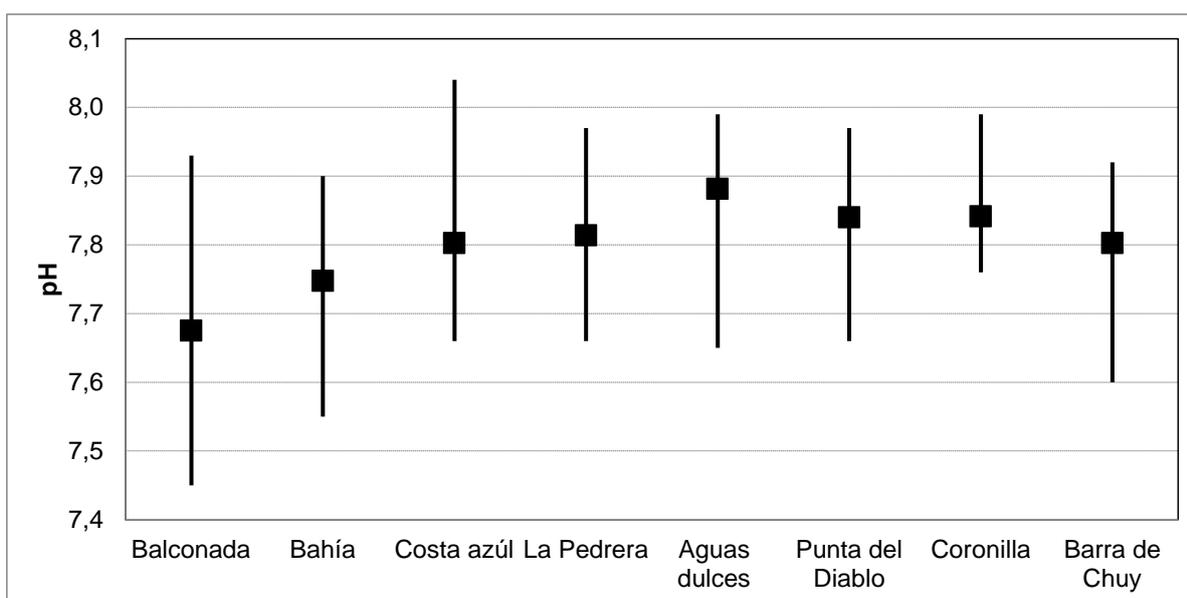
**Figura 58.** Conductividad y salinidad promedio de la temporada, para cada una de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este.

El pH de las playas de Rocha se mantuvo siempre dentro de los límites admitidos por la normativa. El máximo (8,0) se registró en Costa Azul, mientras que el mínimo (7,5) se registró en La Balconada (Fig. 59).

Los valores de pH promedio fueron similares en todas las playas con leves variaciones entre 7,67 y 7,89 (Fig. 60).



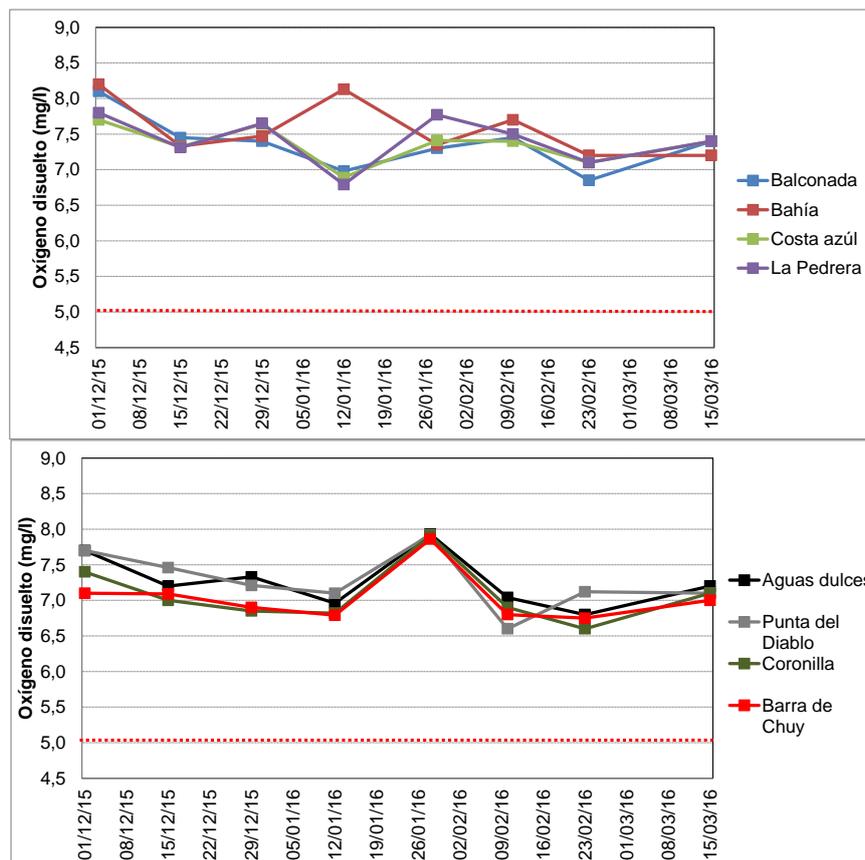
**Figura 59.** Variación temporal del pH de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este. Las líneas rojas entrecortadas indican el rango de calidad para esta variable, sugerido en la propuesta de modificación del decreto 253/79.



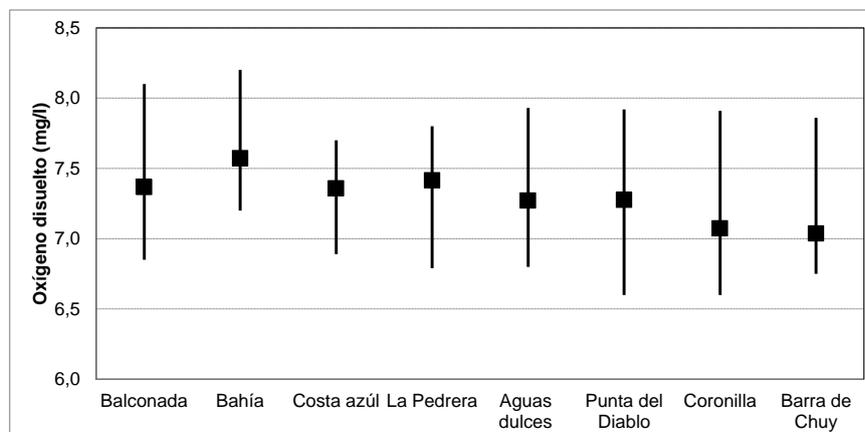
**Figura 60.** pH promedio de la temporada para las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este.

El **oxígeno disuelto** siempre se mantuvo dentro de los estándares de calidad señalados en el decreto, con un máximo de 8,2 mg/l en La Bahía y un mínimo registrado tanto en Punta del Diablo como en La Coronilla (6,6 mg/l en ambas playas) (Fig. 61).

Los valores promedio de oxígeno disuelto para la temporada fueron similares en todas las playas, variando entre 7,0 y 7,6 mg/l (Fig. 62).

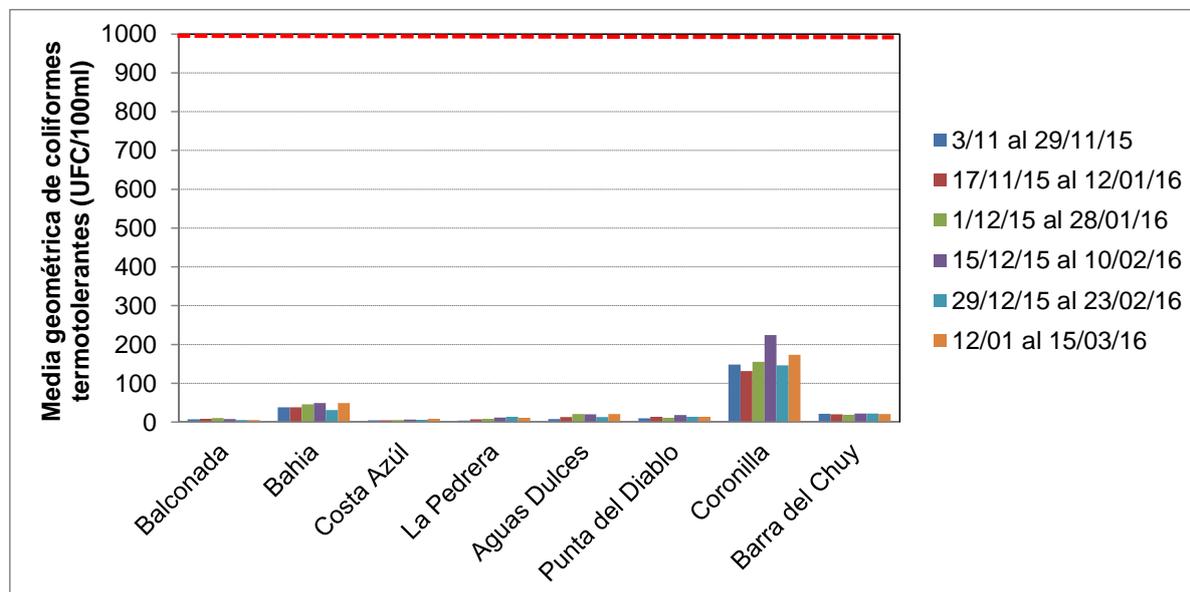


**Figura 61.** Variación temporal del oxígeno disuelto de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este. La línea roja entrecortada indica el valor mínimo de oxígeno disuelto admitido por el decreto 253/79.



**Figura 62.** Oxígeno disuelto promedio de la temporada para cada una de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este.

Las medias geométricas de los **coliformes termotolerantes** registraron valores de cumplimiento del Decreto 253/79 (Fig. 63). Todas las playas fueron clasificadas como aptas y con estados de calidad excelentes para el período de estudio (del 03/11/15 al 15/03/16) (Tabla 7).

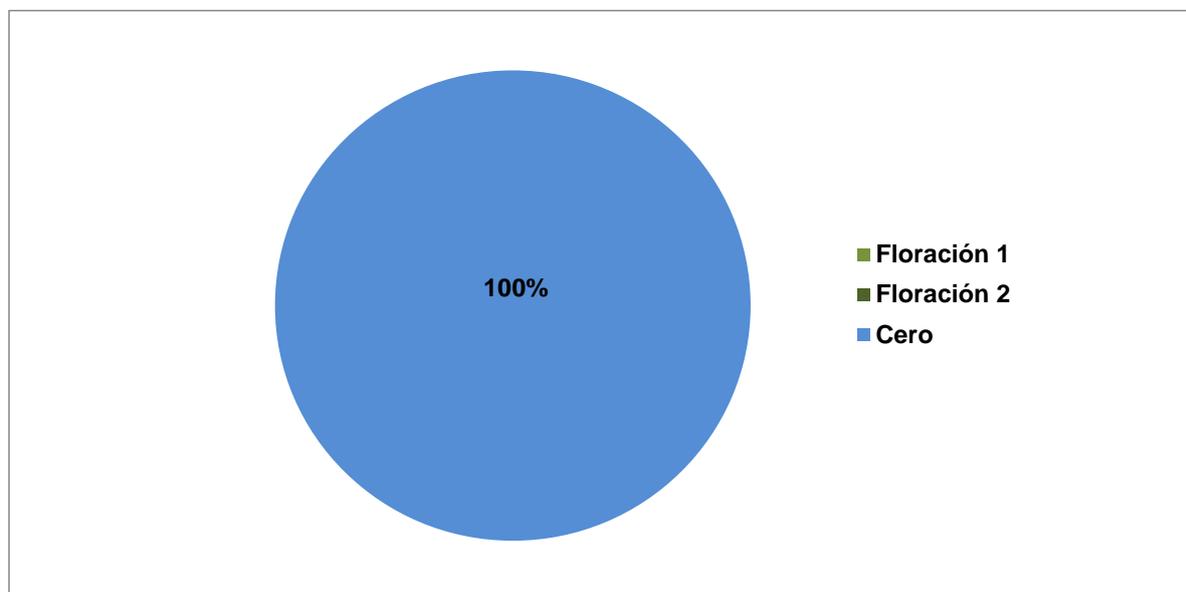


**Figura 63.** Variación temporal de las medias geométricas de la concentración de coliformes termotolerantes para las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este.

**Tabla 7.** Clasificación de las playas del Departamento de Rocha (temporada 2015-16).

<b>Playa</b>	<b>Media geométrica promedio para la temporada (3/11/2015 al 15/03/2016)</b>	<b>Clasificación y aptitud de la temporada</b>
Balconada	7,1	<b>EXCELENTE-APTA</b>
Bahía	41,8	<b>EXCELENTE-APTA</b>
Costa Azul	5,7	<b>EXCELENTE-APTA</b>
La Pedrera	9,1	<b>EXCELENTE-APTA</b>
Aguas dulces	15,8	<b>EXCELENTE-APTA</b>
Punta del Diablo	13,3	<b>EXCELENTE-APTA</b>
Coronilla	163,1	<b>EXCELENTE-APTA</b>
Barra del Chuy	20,6	<b>EXCELENTE-APTA</b>

Por último, en el **reporte visual** realizado en este departamento no se registraron eventos de floración de cianobacterias (Fig. 64).



**Figura 64.** Proporción de casos de floración tipo 1, tipo 2 y de ausencia de floración durante la temporada.

## 6-SÍNTESIS

Las playas del Río de la Plata y Costa Oceánica, desde el Departamento de Colonia hasta Rocha (exceptuando San José que no pudo ser evaluada debido a la ausencia de información), han mostrado un estado generalmente apto en cuanto a la calidad para baños. Los casos de “no aptitud” se debieron a dos motivos: presencia de coliformes en niveles superiores al establecido en la legislación y/o presencia de floraciones de cianobacterias tipo 2 (muy alta densidad). Los departamentos donde hubo playas con características de no aptitud, por uno u otro motivo fueron: Colonia, Montevideo y Canelones.

En Colonia, playa Verde presentó valores de coliformes que durante toda la temporada superaron el límite admitido por la normativa. Esta playa se encuentra inhabilitada para baños de forma permanente por la Intendencia de Colonia. En Montevideo hubo dos playas con períodos de no aptitud durante la temporada. A pesar de esto, en la evaluación de toda la temporada les corresponde la clasificación de playas aptas; también hubo casos de inaptitud por eventos de floraciones de cianobacterias de tipo 2. En Canelones, las playas que presentaron períodos de no aptitud por presencia de coliformes estarían relacionadas, según lo comunicado por técnicos de la Intendencia,

con la ruptura del emisario del saneamiento de la ciudad de Atlántida, que fue reparado durante la temporada. Este departamento también presentó eventos con presencia de cianobacterias en todas las playas monitoreadas, por lo tanto también tuvo momentos de inaptitud de sus playas por este motivo.

Por último, debe tenerse en cuenta que los eventos de floraciones de cianobacterias pueden ser persistentes durante la temporada de verano, por lo cual deben seguirse fortaleciendo las medidas preventivas para advertir a la población de los riesgos potenciales que existen en el caso de utilizar las playas afectadas para actividades de recreación.

## **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 (2015b). Monitoreo de playas. Temporada 2014-2015. <http://www.mvotma.gub.uy/estado-del-ambiente.html>
- DINAMA (2015a). Monitoreo de playas. Temporada 2013-2014. <http://www.mvotma.gub.uy/estado-del-ambiente.html>
- 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. <http://www.mvotma.gub.uy/estado-del-ambiente.html>
- DINAMA (2011a). Monitoreo de playas. Temporada 2010-2011. <http://www.mvotma.gub.uy/estado-del-ambiente.html>
- DINAMA (2011b). Monitoreo de playas. Temporada 2011-2012. <http://www.mvotma.gub.uy/estado-del-ambiente.html>
- DINAMA (2009). Manual de procedimientos analíticos para muestras ambientales. Segunda edición.
- 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 & Sonso New York. 1015 pps.

Intendencia de Montevideo (2015). Programa de monitoreo de agua de playas y costa del departamento de Montevideo. Informe anual.

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.