



**MVOTMA**

Ministerio de Vivienda  
Ordenamiento Territorial  
y Medio Ambiente

# PLAN DE MONITOREO RÍO SAN SALVADOR

## Informe de actividades y presentación de resultados

2018



Junio, 2019



## **Plan de monitoreo del río San Salvador**

### **Área de Información Planificación y Calidad Ambiental**

Gerente: Marisol Mallo

### **División Calidad Ambiental – DCA**

Director: Luis Reolón

### **Dpto. Seguimiento de Componentes del Ambiente**

Jefe de Dpto.: Magdalena Hill

### **Redacción del Informe**

Guillermo Cervetto

### **Responsable del Programa de Monitoreo**

Guillermo Cervetto

### **Técnicos participantes**

Guillermo Cervetto

Alejandro Cendón

Gerardo Balero

Jorge Rodríguez

Mario Acosta

### **Análisis de Laboratorio: División Laboratorio Ambiental DINAMA**

Jefa Laboratorio: Natalia Barboza

### **Personal responsable del Análisis de la Información**

Guillermo Cervetto

Junio 2019

# INDICE

---

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>2</b>
2.1. Objetivo del Reporte.....	2
<b>3. ASPECTOS METODOLOGICOS</b> .....	<b>2</b>
3.1. Plan de Trabajo.....	2
3.2. Frecuencia de muestreo.....	2
3.3. Sitios de muestreo.....	2
3.4. Variables Monitoreadas.....	5
3.5. Actividades.....	6
3.6. Tratamiento de los datos.....	6
3.7. Índices.....	6
<b>4. RESULTADOS</b> .....	<b>9</b>
4.1. Calidad de agua.....	9
4.1.1. Comparación con estándares de calidad.....	9
4.1.2. Análisis de variables en agua.....	11
4.1.2.1. Variables hidrológicas.....	11
4.1.2.1.1. Temperatura.....	11
4.1.2.1.2. Conductividad.....	12
4.1.2.1.3. Oxígeno Disuelto.....	13
4.1.2.1.4. pH.....	14
4.1.2.1.5. Transparencia.....	15
4.1.2.1.6. Turbiedad.....	15
4.1.2.2. Nutrientes.....	16
4.1.2.2.1. NO <sub>2</sub> , NO <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub> y NT.....	16
4.1.2.2.3. Fósforo Total (PT).....	17
4.1.2.3. Sólidos.....	18
4.1.2.3.1. Sólidos Totales (ST).....	18
4.1.2.3.2. Sólidos Totales Fijos (STF).....	19
4.1.2.3.3. Sólidos Totales Volátiles (STV).....	20
4.1.2.3.4. Sólidos Disueltos Totales (SDT).....	21
4.1.2.3.5. Sólidos Suspendedos.....	22
4.1.2.4. Metales.....	23
4.1.2.5. Variables biológicas.....	30
4.1.2.5.1. Clorofila <i>a</i> .....	30
4.1.2.5.2. Feofitina <i>a</i> .....	31
4.1.2.5.3. Coliformes Totales.....	31
4.1.2.5.4. <i>Escherichia coli</i> (E. coli).....	32
4.1.2.6. Variables fisicoquímicas.....	33
4.1.2.6.1. Color.....	33
4.1.2.6.2. Alcalinidad.....	34
4.1.2.6.3. Dureza.....	36
4.1.2.6.4. Carbono Orgánico Total (TOC).....	37
4.1.2.6.5. AOX.....	37
4.1.2.7. Agroquímicos.....	39
4.1.3. Índices de Calidad de Agua.....	42
4.1.3.1. Índice de Calidad de Agua (IQA).....	42
4.1.3.3. Índice de Estado Trófico (IET).....	43
<b>5. SÍNTESIS</b> .....	<b>44</b>
<b>6. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>45</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

---

<b>Fig. 1:</b> Cuenca del río San Salvador.....	<b>1</b>
<b>Fig. 2:</b> Río San Salvador y ubicación de las estaciones de muestreo. ....	<b>3</b>
<b>Fig. 3:</b> Esquema de la cuenca del río San Salvador. ....	<b>4</b>
<b>Fig. 4:</b> Representación esquemática de variables analizadas en el río San Salvador. ....	<b>10</b>
<b>Fig. 5:</b> Fluctuaciones de la temperatura en la cuenca del río San Salvador durante 2018. ....	<b>11</b>
<b>Fig. 6:</b> Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de la temperatura (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018.....	<b>11</b>
<b>Fig. 7:</b> Fluctuaciones de la conductividad en la cuenca del río San Salvador durante 2018. ....	<b>12</b>
<b>Fig. 8:</b> Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de la conductividad (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018.....	<b>12</b>
<b>Fig. 9:</b> Fluctuaciones del oxígeno disuelto en la cuenca del río San Salvador. ....	<b>13</b>
<b>Fig. 10:</b> Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del oxígeno disuelto (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018. ....	<b>13</b>
<b>Fig. 11:</b> Variación espacial y temporal del pH en la cuenca del río San Salvador durante 2018. ....	<b>14</b>
<b>Fig. 12:</b> Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del pH (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018.....	<b>14</b>
<b>Fig. 13:</b> Variación espacial y temporal de la turbiedad en la cuenca del río San Salvador durante 2018. .	<b>15</b>
<b>Fig. 14:</b> Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de la turbidez (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018. ....	<b>16</b>
<b>Fig. 15:</b> Proporción de los diferentes componentes del Nitrógeno Total en el río Negro durante 2018...	<b>17</b>
<b>Fig. 16:</b> Variación espacial y temporal del PT en la cuenca del río San Salvador durante 2018.....	<b>18</b>
<b>Fig. 17:</b> Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del fósforo total (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018. ....	<b>18</b>
<b>Fig. 18:</b> Variación espacial y temporal de los ST en la cuenca del río San Salvador durante 2018. ....	<b>19</b>
<b>Fig. 19:</b> Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de los ST (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018. ....	<b>19</b>
<b>Fig. 20:</b> Variación espacial y temporal de los STF en la cuenca del río San Salvador durante 2018.....	<b>20</b>
<b>Fig. 21:</b> Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de los STF (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018. ....	<b>20</b>
<b>Fig. 22:</b> Variación espacial y temporal de los STV en la cuenca del río San Salvador durante 2018. ....	<b>21</b>
<b>Fig. 23:</b> Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de los STV (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018. ....	<b>21</b>
<b>Fig. 24:</b> Variación espacial y temporal de los SDT en la cuenca del río San Salvador durante 2018. ....	<b>22</b>
<b>Fig. 25:</b> Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de los SDT (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018. ....	<b>22</b>
<b>Fig. 26:</b> Variación espacial y temporal de los Sólidos Suspendidos (SST, SSF y SSV) en el río San Salvador durante 2018.....	<b>23</b>
<b>Fig. 27:</b> Variación espacial y temporal del Zn en la cuenca del río San Salvador durante 2018.....	<b>24</b>
<b>Fig. 28:</b> Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del Zn (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018. ....	<b>24</b>
<b>Fig. 29:</b> Variación espacial y temporal del Pb en la cuenca del río San Salvador durante 2018.....	<b>25</b>
<b>Fig. 30:</b> Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del Pb (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018. ....	<b>26</b>
<b>Fig. 31:</b> Variación espacial y temporal del As en la cuenca del río San Salvador durante 2018.....	<b>26</b>
<b>Fig. 32:</b> Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del As (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018. ....	<b>27</b>

<b>Fig. 33:</b> Variación espacial y temporal del Mn en la cuenca del río San Salvador durante 2018. ....	<b>27</b>
<b>Fig. 34:</b> Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del Mn (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018. ....	<b>28</b>
<b>Fig. 35:</b> Variación espacial y temporal del Na en la cuenca del río San Salvador durante 2018. ....	<b>28</b>
<b>Fig. 36:</b> Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del Na (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018. ....	<b>28</b>
<b>Fig. 37:</b> Variación espacial y temporal del Fe en la cuenca del río San Salvador durante 2018. ....	<b>29</b>
<b>Fig. 38:</b> Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del Fe (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018. ....	<b>29</b>
<b>Fig. 39:</b> Variación espacial y temporal de la clorofila <i>a</i> en la cuenca del río San Salvador durante 2018. ....	<b>30</b>
<b>Fig. 40:</b> Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de la clorofila <i>a</i> (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018. ....	<b>30</b>
<b>Fig. 41:</b> Variación espacial y temporal de los coliformes totales en la cuenca del río San Salvador durante 2018. ....	<b>32</b>
<b>Fig. 42:</b> Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de los coliformes totales (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018. ....	<b>32</b>
<b>Fig. 43:</b> Variación espacial y temporal de <i>E. coli</i> en la cuenca del río San Salvador durante 2018. ....	<b>33</b>
<b>Fig. 44:</b> Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de <i>E. coli</i> (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018. ....	<b>33</b>
<b>Fig. 45:</b> Variación espacial y temporal del color en la cuenca del río San Salvador durante 2018. ....	<b>34</b>
<b>Fig. 46:</b> Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del color (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018. ....	<b>34</b>
<b>Fig. 47:</b> Variación espacial y temporal de la alcalinidad en la cuenca del río San Salvador durante 2018. ....	<b>35</b>
<b>Fig. 48:</b> Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de la alcalinidad (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018. ....	<b>35</b>
<b>Fig. 49:</b> Variación espacial y temporal de la dureza en la cuenca del río San Salvador durante 2018. ....	<b>36</b>
<b>Fig. 50:</b> Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de la dureza (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018. ....	<b>36</b>
<b>Fig. 51:</b> Variación espacial y temporal del TOC en la cuenca del río San Salvador durante 2018. ....	<b>37</b>
<b>Fig. 52:</b> Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del TOC (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018. ....	<b>37</b>
<b>Fig. 53:</b> Variación espacial y temporal de los AOX en la cuenca del río San Salvador durante 2018. ....	<b>38</b>
<b>Fig. 54:</b> Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de los AOX (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018. ....	<b>38</b>
<b>Fig. 55:</b> Variación espacial y temporal del glifosato en la cuenca del río San Salvador durante 2018. ....	<b>39</b>
<b>Fig. 56:</b> Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del glifosato (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018. ....	<b>40</b>
<b>Fig. 57:</b> Variación espacial y temporal del AMPA en la cuenca del río San Salvador durante 2018. ....	<b>40</b>
<b>Fig. 58:</b> Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del AMPA (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018. ....	<b>41</b>
<b>Fig. 59:</b> Variación espacial y temporal de la atrazina en la cuenca del río San Salvador durante 2018. ....	<b>41</b>
<b>Fig. 60:</b> Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de la atrazina (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018. ....	<b>41</b>
<b>Fig. 61:</b> Resultado de la aplicación del IQA en las estaciones de monitoreo del río San Salvador en 2018. ....	<b>42</b>
<b>Fig. 62:</b> Resultado comparativo de la aplicación del IQA en las estaciones de monitoreo del río San Salvador en 2018 y años precedentes. ....	<b>42</b>
<b>Fig. 63:</b> Resultado de la aplicación del IET en las estaciones de monitoreo del río San Salvador en 2018. ....	<b>43</b>

<b>Fig. 64:</b> Resultado comparativo de la aplicación del IET en las estaciones de monitoreo del río San Salvador en 2018 y años precedentes. ....	<b>43</b>
<b>Fig. a1:</b> Frecuencia acumulada y dirección del viento en los 30 días previos a cada muestreo.....	<b>73</b>
<b>Fig. a2:</b> Registros de precipitación en los 30 días previos a cada muestreo. ....	<b>74</b>
<b>Fig. a3:</b> Frecuencia acumulada y dirección de la lluvia en los 30 días previos a cada muestreo.....	<b>75</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

---

<b>Tabla I:</b> Identificación, ubicación y características de las estaciones de muestreo. ....	<b>3</b>
<b>Tabla II:</b> Diferentes variables consideradas en el monitoreo del río San Salvador. ....	<b>5</b>
<b>Tabla III:</b> Cálculos utilizados para representar los valores numéricos de los resultados yuxtapuestos a los límites de la técnica.....	<b>6</b>
<b>Tabla IV:</b> Valoración del estado trófico de ríos a partir del IET. ....	<b>7</b>
<b>Tabla V:</b> Parámetros de calidad de agua del IQA y peso respectivo .....	<b>8</b>
<b>Tabla VI:</b> Escala cromática asociada a las categorías de calidad del agua del IQA.....	<b>8</b>
<b>Tabla VII:</b> Metales muestreados en el río San Salvador. ....	<b>24</b>
<b>Tabla VIII:</b> Relación Clo a/Feo a calculada para cada estación en las seis fechas de muestreo .....	<b>31</b>
<b>Tabla IX:</b> Agroquímicos muestreados en el río San Salvador. ....	<b>39</b>
<b>Tabla a:</b> Medias de temperatura, humedad relativa, presión, nubosidad, viento y precipitación correspondientes a cada monitoreo.....	<b>72</b>
<b>Tabla a1:</b> Datos ambientales recogidos de la estación meteorológica de Mercedes .....	<b>76</b>

## ÍNDICE DE ANEXOS

---

<b>Anexo 1:</b> Cuadro sinóptico de los porcentajes de cumplimiento e incumplimiento de cada variable con respecto a su valor estándar en las diferentes estaciones muestreadas en el río San Salvador durante 2018. ....	<b>46</b>
<b>Anexo 2:</b> Cuadro sinóptico de los porcentajes de cumplimiento e incumplimiento de cada agroquímico con respecto a su valor estándar en las diferentes estaciones muestreadas en el río San Salvador durante 2018. ....	<b>47</b>
<b>Anexo 3: A)</b> Mapa de calidad de agua en base a la aplicación del índice de calidad de agua IQA y tabla de variación mensual. ....	<b>48</b>
<b>B)</b> Mapa de calidad de agua (bienio) en base a la aplicación del índice de calidad de agua IQA y tabla de variación entre períodos. ....	<b>49</b>
<b>Anexo 4: A)</b> Mapa de calidad de agua (anual) en base a la aplicación del índice de estado trófico (IET) y tabla de variación mensual. ....	<b>50</b>
<b>B)</b> Mapa de calidad de agua (trienio) en base a la aplicación del índice de estado trófico (IET) y tabla de variación entre períodos. ....	<b>51</b>
<b>Anexo 5:</b> Variación espacio-temporal de los diferentes índices de calidad de agua en la cuenca del río San Salvador. ....	<b>52</b>
<b>Anexo 6:</b> Valores de las variables ambientales observados en los muestreos del río San Salvador durante 2018. ....	<b>53</b>
<b>Anexo 7:</b> Variables consideradas en los muestreos del río San Salvador durante 2018. ....	<b>54</b>
<b>Anexo 8:</b> Fitosanitarios analizados en el monitoreo del río San Salvador durante 2018. ....	<b>55</b>
<b>Anexo 9:</b> Metales analizados en el monitoreo del río San Salvador durante 2018. ....	<b>56</b>
<b>Anexo 10:</b> Variables biológicas consideradas en los muestreos del río San Salvador durante 2018. ....	<b>57</b>
<b>Anexo 11:</b> Gráficos tridimensionales de variación espacio-temporal de diferentes variables durante el año 2018 en el río San Salvador. ....	<b>58</b>
<b>Anexo 12:</b> Meteorología regional: Estación meteorológica de Mercedes. ....	<b>74</b>





## 1. INTRODUCCIÓN

El río San Salvador bordea la ciudad de Dolores y desemboca en el Río Uruguay, a la altura de Colonia Concordia. Su corto recorrido atraviesa una de las más fértiles regiones agrícolas del Uruguay, en donde se cultivan cereales como trigo, soja, sorgo, girasol y lino.

Con una superficie de cuenca de aproximadamente 3.000 km<sup>2</sup>, el San Salvador recibe, en sus 150 Km de longitud, el aporte de numerosos afluentes, entre los que destacan los arroyos Bizcocho, del Águila, del Corralito, del Espinillo, Maciel y San Martín (Fig. 1 y 2).

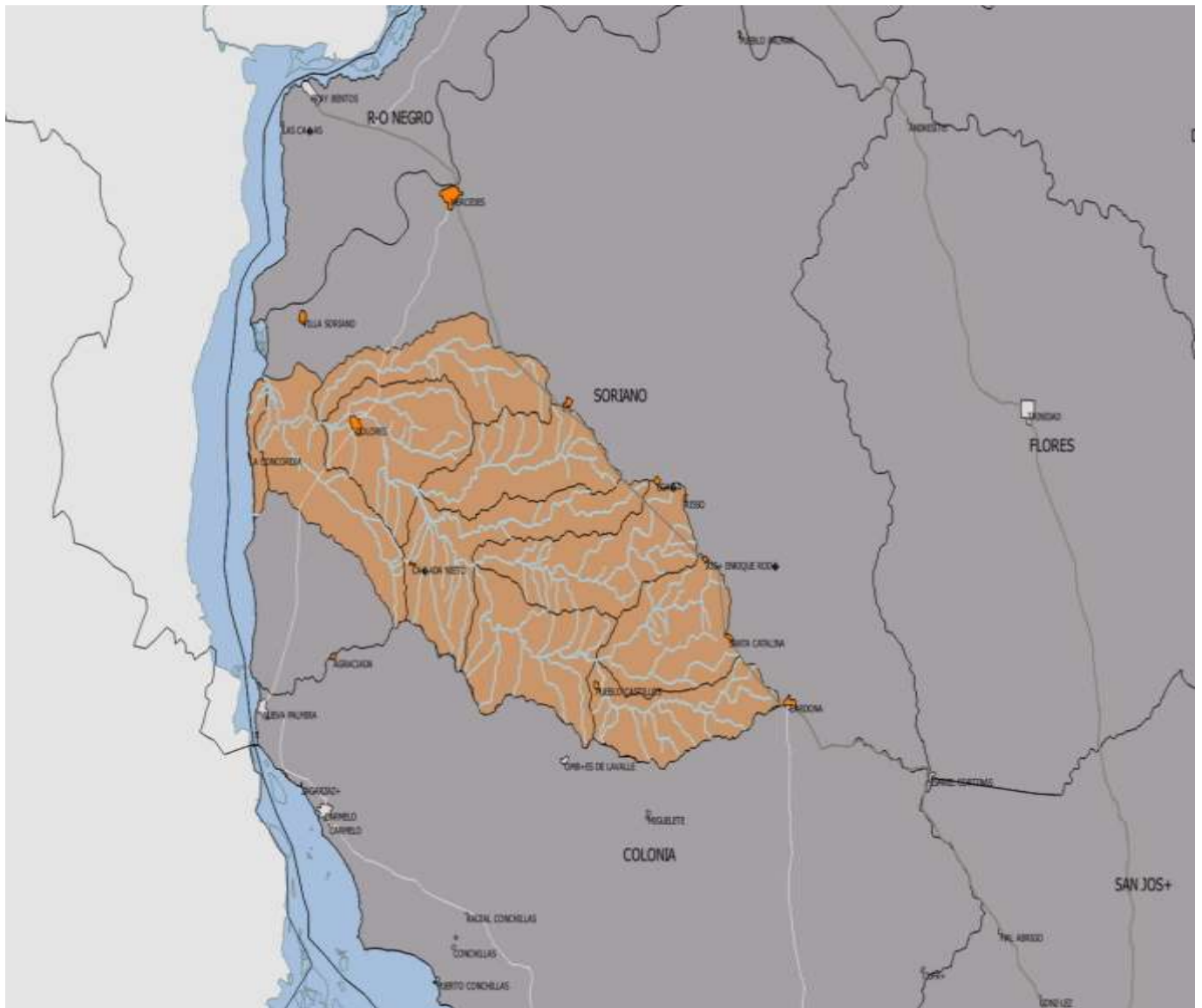


Fig. 1: Cuenca del río San Salvador

## 2. OBJETIVOS

Un acuerdo interinstitucional de trabajo sobre la cuenca del río San Salvador resultó en que a partir de mayo 2014 se realice un monitoreo -en forma conjunta por DINAMA, OSE y MGAP- cubriendo todo el cauce principal del mismo.

Los objetivos principales de este acuerdo se orientan a:

- 1- Realizar la evaluación de la calidad ambiental del recurso agua y un programa de vigilancia de la misma, con foco en la protección de la calidad para fuente de agua potable de la ciudad de Dolores.
- 2- Profundizar en el sistema de permisos de usos de agua, para mejorar el control de los usos, utilizar el mayor potencial hídrico de la cuenca, determinar los límites de los derechos de usos e integrar la variable cantidad y calidad en el proceso de permisos.
- 3- Focalizar los Planes de Uso, Manejo y Conservación de Suelos (MGAP, 2008), en la cuenca del Río San Salvador, como forma de evitar las prácticas inapropiadas que generen un aporte de elementos del suelo que impacten en la calidad del curso de agua para los usos definidos.
- 4- Focalizar el control en la aplicación de fitosanitarios en la Cuenca de forma de minimizar la afectación al curso de agua por los procesos de deriva en la aplicación aérea o por escorrentía en el suelo.

### 2.1. Objetivo del Reporte

El propósito de este reporte de datos es analizar y evaluar los datos provenientes del monitoreo realizado en aguas del río San Salvador, obtenidos en el correr del año 2018 y realizar una comparación primaria con los resultados del año precedente (Cervetto, 2017).

Este informe tiene por cometido el Objetivo 1.

## 3. ASPECTOS METODOLOGICOS

### 3.1. Plan de Trabajo

La metodología de trabajo utilizada se basa en el Programa internacional del Sistema Global de Monitoreo Ambiental (Guía operativa GEMS/Agua, 3ra Ed, 94.1), adaptándose a las capacidades nacionales disponibles (recursos humanos, equipos, materiales, técnicas, etc.).

### 3.2. Frecuencia de muestreo

El monitoreo se basa en el muestreo en siete estaciones distribuidas a lo largo del cauce principal del río cada dos meses.

### 3.3. Sitios de muestreo

La ubicación de las estaciones puede observarse en las figuras 2 y 3, mientras que en la Tabla I se presentan los detalles particulares de éstas.

La distancia extrema entre estaciones es de aproximadamente 85 Km., por lo cual se considera que existe una buena cobertura de muestreo (siendo la longitud total de aproximadamente 150 Km). La estación SS10 está ubicada a menos de 10 Km de las nacientes, siendo -logísticamente- "inaccesible" la porción anterior. La nueva estación de cierre de cuenca (SS65) se ubica a aproximadamente 30 Km de la desembocadura en el río Uruguay. Esta ubicación está determinada por estudios previos de la OSE, que indican que la influencia del río Uruguay se hace notar hasta poco antes. Esta estación reemplaza a la -inicial- estación SS7 y tiene la ventaja de ser muestreada desde tierra, con acceso permanente.

Cabe resaltar que durante las campañas se muestrean también dos estaciones (Sub. 1: "Perforación - 1019", en la ciudad de Cardona y Sub. 2: "Perforación 68.3.004", en la ciudad de Dolores) que corresponden a pozos surgentes de OSE; resultados que no son contemplados en este informe.

Asimismo, en la planificación teórica original del muestreo se incluía la estación “Sed. 2”, próxima a la desembocadura del arroyo Maciel, destinada al muestreo de sedimentos. Esta estación fue suprimida debido a que el lecho del río en ese sector es de piedra y que la accesibilidad a la misma es complicada. Se considera, de todas formas, que las dos estaciones de muestreo de sedimentos mantenidas, son representativas de los sedimentos de la cuenca alta y baja del río.

Para facilitar el manejo de datos y la posible incorporación de estaciones, se introduce un cambio en la nomenclatura: el número correspondiente a cada estación se multiplica por 10; así, la estación SS1 se convierte en SS10 (y así, sucesivamente).

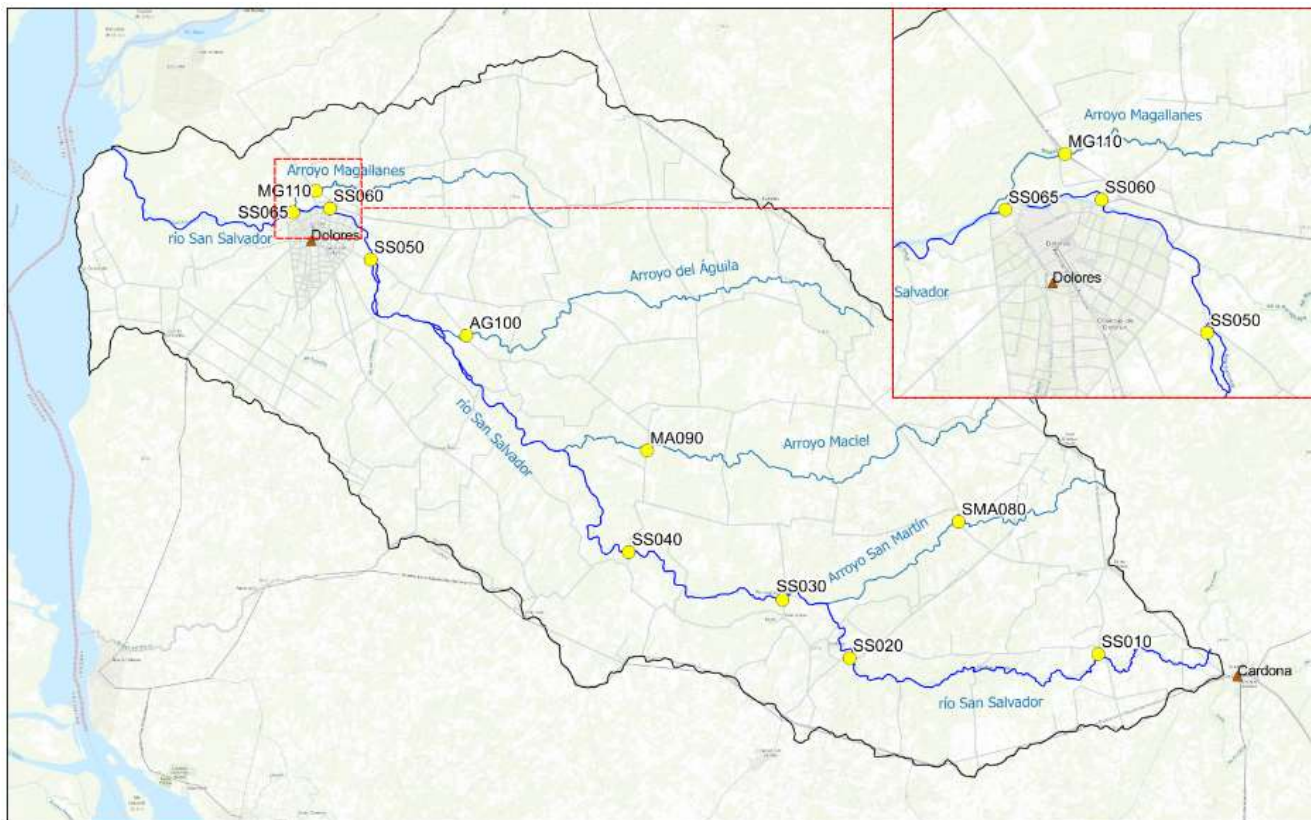


Fig. 2: Río San Salvador y ubicación de las estaciones de muestreo.

Durante 2018 se desarrollaron seis muestreos completos, en los meses de febrero, abril, mayo, julio, octubre y diciembre.

La ejecución de los muestreos se desarrolla en forma conjunta entre OSE y DINAMA, aportando cada institución la infraestructura necesaria (personal, equipamientos) para asegurar la eficiencia de las campañas. Los análisis son aportados por los laboratorios de OSE, DINAMA y MGAP; este último aporta los resultados sobre variables fitosanitarias en agua y sedimentos.

Tabla I: Identificación, ubicación y características de las estaciones de muestreo.

ESTACIÓN	DESCRIPCIÓN	Latitud	Longitud
SS10	Colonia Larrañaga. Monitoreo de agua.	33°51'27"	57°30'05"
SS20	Puente sobre Ruta 55. Monitoreo de agua.	33°51'37"	57°43'38"
SS30	Perseverano. Se monitorea agua y sedimentos. Evalúa los aportes de los arroyos San Martín y del Medio.	33°48'58"	57°47'19"
SS40	Paso Zabala. Monitoreo de agua.	33°46'46"	57°55'44"
SS50	Paso Ramos. Monitoreo de agua.	33°33'20"	58°09'49"
SS60	Antigua toma de agua de OSE. Monitoreo de agua.	33°30'57"	58°12'02"
SS65	Península Timoteo Ramospe. Monitoreo de agua y sedimentos.	33°31'09"	58°14'03"

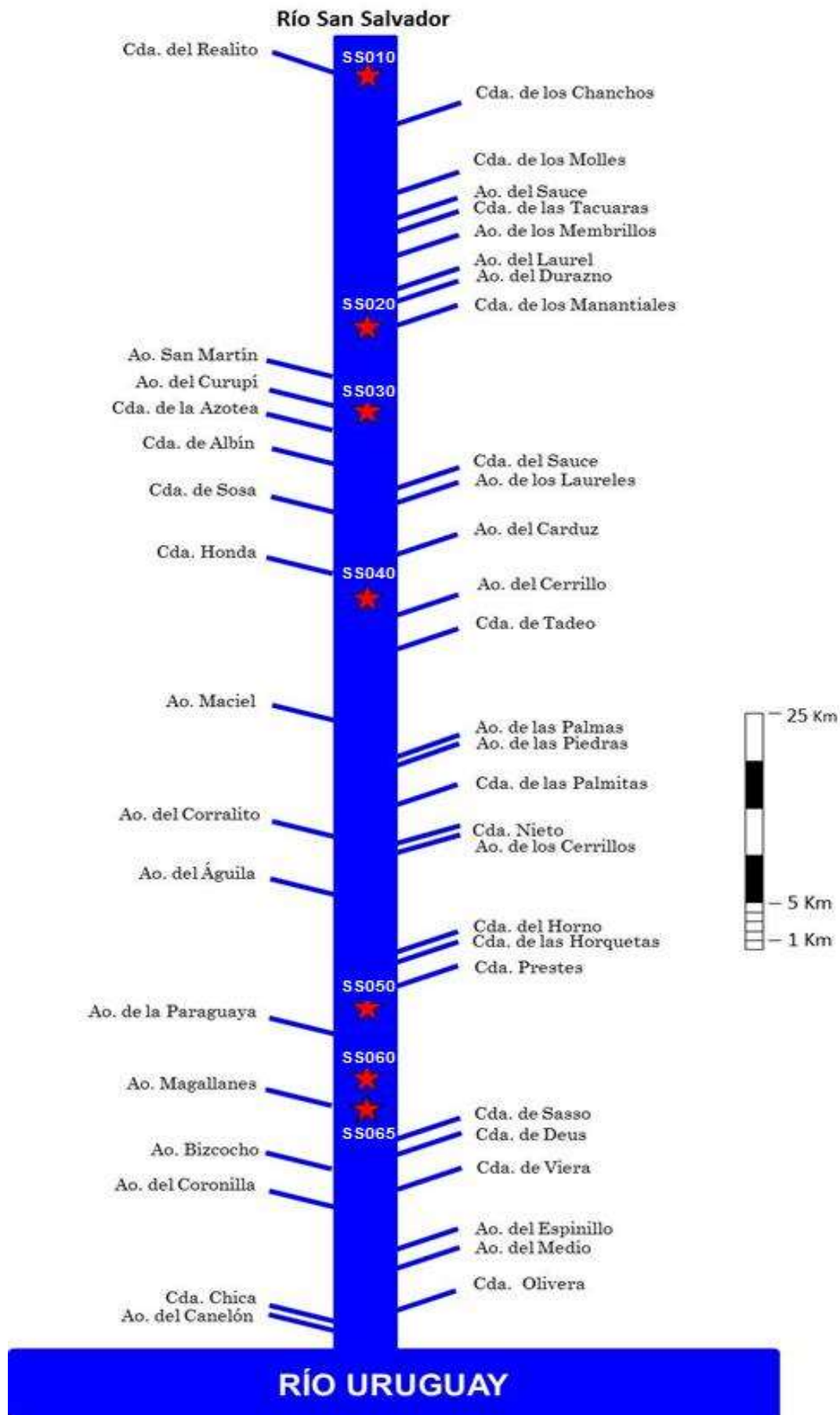


Fig. 3: Esquema de la cuenca del río San Salvador.

### 3.4. Variables Monitoreadas

Cada una de las tres instituciones participantes aporta resultados de diferentes variables (Tabla II) y en la figura 4 se presenta la totalidad de las mismas. Algunas variables, que no son consideradas en el decreto 253/79, son contrastadas con los valores guía propuestos por GESTA Agua (2014) u otras instituciones (República Federal de Alemania, United States Environmental Protection Agency (US EPA)).

Tabla II: Diferentes variables consideradas en el monitoreo del río San Salvador. Nombre de la variable, abreviatura, unidad, estándar del Decreto 253/79, valor guía GESTA 2014, otros valores guía, institución que aporta el resultado.

	Parámetro	Abreviatura	Unidad	Dec. 253/79	GESTA 2014	Otros*	Institución	
Características fisicoquímicas	Oxígeno Disuelto	OD	mg/l	≥ 5			DINAMA	
	Porcentaje de Saturación de oxígeno	% OD	%				DINAMA	
	Potencial de hidrógeno	pH	--	6,5 - 8,5			DINAMA	
	Conductividad	Cond	μS/cm				DINAMA	
	Temperatura	Tem	°C				DINAMA	
	Transparencia	Trans	cm				DINAMA	
	Turbiedad	Turb	NTU	50			OSE	
	Sólidos Disueltos	SD	mg/l				DINAMA	
	Sólidos Suspendedos Totales	SST	mg/l				DINAMA	
	Sólidos Suspendedos Fijos	SSF	mg/l				DINAMA	
	Sólidos Suspendedos Volátiles	SSV	mg/l				DINAMA	
	Sólidos Totales	ST	mg/l				DINAMA	
	Sólidos Totales Fijos	STF	mg/l				DINAMA	
	Sólidos totales Volátiles	STV	mg/l				DINAMA	
	Compuestos halogenados adsorbible:	AOX	μg/l				* < 25	DINAMA
	Demanda Biológica de Oxígeno	DBO5	mg/l	≤ 10				OSE
	Color	Color	Unidad de Color					OSE
	Dureza	DurezaT	mg/l					OSE
	Alcalinidad	AlcT	mg/l					OSE
	Iones mayoritarios	Na	mg/l					OSE
	Arsénico	As	mg/l	≤ 0,005				OSE
	Metales pesados	Fe	mg/l					OSE
		Mn	mg/l					OSE
		Zn	mg/l	≤ 0,03				OSE
		Pb	mg/l	≤ 0,003				OSE
		Cd	mg/l	≤ 0,0001				OSE
		Cr	mg/l	≤ 0,01				OSE
Se		mg/l	≤ 0,001				OSE	
Cu		mg/l	≤ 0,01				OSE	
Nutrientes	Nitratos	NO3	mg/l	≤ 10			OSE	
	Nitritos	NO2	mg/l	≤ 0,1			OSE	
	Nitrógeno Total	NT	mg/l				OSE	
	Nitrógeno amoniacal	NH4	mg/l				OSE	
	Fósforo Total	PT	μg/l	≤ 25			OSE	
Biológicas	Clorofila a	Clo a	μg/l				DINAMA	
	Feofitina a	Feo a	μg/l				DINAMA	
	Coliformes Totales	ColifTTM	UFC/100ml	≤ 2000			OSE	
	Escherichia coli	EcolIMF	UFC/100ml			** < 575	OSE	
Fitosanitarios	Endosulfan α y β	Endoα	μg/l	sumados	≤ 0,02		MGAP	
	Endosulfan SO4	EndoSO4	μg/l				MGAP	
	Glifosato	Glifosato	μg/l		≤ 0,65		MGAP	
	Ácido amino-metil-fosfónico	AMPA	μg/l				MGAP	
	Atrazina	Atrazina	μg/l		≤ 1,8		MGAP	
	Clorpirifos	Clorpirifos	μg/l		< 0,035		MGAP	
	* República Federal de Alemania							
	** EPA							



### 3.5. Actividades

Las seis campañas planificadas fueron desarrolladas en buenas condiciones climáticas y con el río en niveles normales.

Todos los muestreos fueron desarrollados con normalidad, colectándose todas las muestras planificadas. En este año la OSE no entregó resultados de DBO<sub>5</sub>.

A partir de 2017 se implanta definitivamente la estación SS65, en el extremo de la península Timoteo Ramospe. Asimismo, se elimina la estación SS7, de más difícil acceso.

### 3.6. Tratamiento de los datos

En el caso de algunas variables, buena parte de los resultados están comprendidos en el entorno de los límites de la técnica. Para facilitar el tratamiento de estos datos se toman por convención las analogías que se observan en la Tabla III

Tabla III: Cálculos utilizados para representar los valores numéricos de los resultados yuxtapuestos a los límites de la técnica.

< LD	=	LD
<LC	=	LC/2
LD<X<LC	=	(LC+LD)/2

La concentración de amoníaco libre se obtuvo a través de la fórmula:

$$NH_3 = \frac{NH_4}{1 + 10^{-0.467 + \frac{2887.9}{TEMP + 273.15} - pH}}$$

El nitrógeno orgánico fue determinado a partir de la fórmula:

$$N_{org} = +Nt - NO_3 - NO_2 - NH_4$$

### 3.7. Índices

Los Índices de Calidad de Agua se generaron como una herramienta para comparar ríos en diferentes lugares (nacional o internacionalmente) y se basan en la utilización de ciertos elementos básicos en función de los usos del agua. Definen la aptitud del cuerpo de agua respecto a los usos prioritarios que este pueda tener. Pueden ser utilizados para medir los cambios en la calidad del agua en tramos particulares de los ríos a través del tiempo, comparando la calidad del agua de diferentes tramos del mismo río además de la posibilidad de compararlo con la calidad de agua de diferentes ríos alrededor del mundo. Cabe resaltar que, para este caso particular, la presentación de los índices es a título informativo y no debería ser considerado como la realidad estricta del curso de agua. Ante la ausencia esporádica de datos de fósforo total, los resultados mostrados sólo representan una tendencia, pero deben ser manejados con precaución.

La finalidad del Índice de Estado Trófico (IET) es clasificar los cuerpos de agua en diferentes grados de trofia, o sea, clasifica la calidad del agua según el enriquecimiento de nutrientes y su efecto sobre el crecimiento excesivo de plantas acuáticas. En este caso, los resultados del índice, calculados a partir de los valores de fósforo total, deben ser entendidos como una medida del potencial de eutrofización, ya que este nutriente es el principal causante de este proceso. Para el cálculo de este índice se utiliza la fórmula de Lamparelli (2004):

$$10^* (6 - ((0.42 - 0.36 * (\ln(PT) \ln(2)))))) - 20$$

El IET presenta la escala de calidad del agua según la concentración de las variables que muestra la tabla IV. Entre todas, se seleccionó el fósforo total como la variable más explicativa.

Tabla IV. Valoración del estado trófico de ríos a partir del IET, elaborado según los valores de fósforo total

Nivel trófico	Fósforo total (mg/L)	IET
Ultraoligotrófico	≤ 0,013	≤ 47
Oligotrófico	0,013 < PT ≤ 0,035	47 < IET ≤ 52
Mesotrófico	0,035 < PT ≤ 0,137	52 < IET ≤ 59
Eutrófico	0,137 < PT ≤ 0,296	59 < IET ≤ 63
Supereutrófico	0,296 < PT ≤ 0,640	63 < IET ≤ 67
Hipereutrófico	> 0,640	> 67

El Índice de Calidad de Agua (IQA) fue desarrollado por CETESB (Brasil), siendo una modificación del Water Quality Index (WQI) desarrollado por la NSF (EEUU), aunque los parámetros y las ponderaciones tienen leves variaciones. Las variables utilizadas para el cálculo del IQA son 8: pH, % saturación de oxígeno, DBO5, turbidez, fósforo total, nitrógeno total, sólidos totales y coliformes termotolerantes, que para este estudio son reemplazados por E. coli. La fórmula utilizada por Quintans (2015) para el cálculo de este índice es la siguiente:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

Donde:

IQA: Índice de Calidad de Agua (valor entre 0 y 100)

qi: calidad de cada parámetro, número entre 0 y 100, obtenido de la curva media de variación de calidad, en función de su concentración.

Wi: Peso correspondiente a cada parámetro, número entre 0 y 1 atribuido en función de la importancia de cada parámetro en la conformación global de calidad (Tabla V).








Tabla V: Parámetros de calidad de agua del IQA y peso respectivo

Parámetro	Peso (W)
Oxígeno disuelto	0,17
Coliformes Termotolerantes	0,15
pH	0,12
DBO <sub>5</sub>	0,1
Temperatura	0,1
NT	0,1
PT	0,1
Turbidez	0,08

El IQA presenta la escala de calidad del agua con cinco categorías (Tabla VI).

Tabla VI. Escala cromática asociada a las categorías de calidad del agua del IQA

Rangos de IQA utilizados	Valoración	Representación cromática
90-100	Excelente	
70-90	Buena	
50-70	Media	
25-50	Mala	
0-25	Muy Mala	

Las condiciones climáticas fueron relevadas a partir de la estación del Servicio de Información Meteorológica OGIMET, estación Mercedes, con el fin de complementar con la situación climática en los días de campaña y los precedentes. Se trabajó sobre los promedios de los registros diarios de cada variable presentada durante los 30 días previos a cada salida de muestreo (el día del inicio de muestreo y los 29 días precedentes) (Anexo 12).

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Calidad de agua

En este capítulo presentaremos los resultados correspondientes a calidad del agua superficial obtenidos en el marco del *Plan de monitoreo del río San Salvador* durante el año 2018. Se dispone de datos provenientes de 6 muestreos de agua para el período de estudio.

Los datos obtenidos se comparan con:

- Los estándares de calidad de agua.
- Los datos registrados durante los monitoreos de años precedentes (Cervetto, 2016; 2017).

Esto se realiza con el fin de verificar la calidad del agua y cuantificar cualquier cambio espacial o temporal que pudiese haber surgido.

#### 4.1.1. Comparación con estándares de calidad

Los estándares de calidad de agua que se aplican para la evaluación son los establecidos para Clase 3, en el Decreto 253/79 y modificativos que reglamenta el Código de Aguas del Uruguay.

De las 45 variables analizadas en este curso de agua durante 2018, sólo 19 se encuentran reguladas en la legislación nacional. Tres más serán contrastadas con regulaciones extranjeras: AOX (RFA), Color (EPA; USA) y E. coli (EPA, USA)

Al comparar los datos registrados durante el período comprendido en el reporte, con los estándares establecidos en el Decreto 253/79 y modif., resulta que -en el caso de 3 de estas variables- se cumplen los criterios de calidad para el 100% de los registros (NO<sub>3</sub>, glifosato y atrazina).

Se detecta incumplimiento del decreto en 9 variables contempladas en el decreto: pH (1 valor por encima de límite superior (8,5) en la estación SS65 en abril); DO (3 valores inferiores al estándar ( $\leq 5$  mg/l), los 3 en la estación SS20, en febrero, abril y octubre); TURB (7 valores superiores al estipulado en el decreto 253 (50 NTU), en todas las estaciones en la campaña de julio); PT (las 39 muestras tomadas superan el estándar fijado); NO<sub>2</sub> (1 valor supera el estándar ( $\leq 0,10$  mg/l), en la estación SS65 en febrero); NH<sub>3</sub> (3 valores sobrepasan el estándar fijado ( $\leq 0,02$  mg/l), en las estaciones SS50, SS60 y SS65 en abril); Zn (22 valores por encima del estándar ( $\leq 30$   $\mu$ g/l), representando el 67% del total de las muestras; Pb (5 valores superando el estándar ( $\leq 3$   $\mu$ g/l) en las estaciones SS60 y SS65 en mayo, SS10 y SS30 en julio y la estación SS40 en octubre) y As (25 valores superiores al estándar fijado ( $\leq 5$   $\mu$ g/l), alcanzando un 76% de incumplimiento de la norma. Las tres variables contrastadas con regulaciones extranjeras incumplen los valores límite determinados. En el caso de los AOX se incumple la norma ( $\leq 25$   $\mu$ g/l) en tres ocasiones (SS30 en febrero y mayo y SS40 en mayo). *Escherichia coli*, por su parte, incumple el estándar ( $< 575$  UFC/100ml) en 5 oportunidades (SS65 en febrero, julio, octubre y diciembre, y SS5 en julio). El color supera el límite fijado por la EPA en 19/42 oportunidades.

El endosulfán presenta una situación a ser analizada en particular: este fitosanitario no figura en el decreto 253, mientras que la guía GESTA (2014) propone un valor de estándar (aún no homologado) de 0,02  $\mu$ g/l. Este valor es 10 veces inferior al límite de cuantificación de la técnica empleada (0,2  $\mu$ g/l), por lo cual no es posible saber si el estándar de endosulfán fue superado, en la cuenca del San Salvador, durante 2018. Los Clorpirifos presentan un problema similar: el valor del estándar propuesto por la guía GESTA (2014), de 0,035  $\mu$ g/l, es casi seis veces inferior al límite de detección de la técnica (0,2  $\mu$ g/l). Lo mismo para el NH<sub>4</sub>, con un estándar de 0,02 mg/l y un límite de cuantificación de la técnica de 0,4 mg/l. En el caso de algunos metales (Cd, Se y Cu), los estándares propuestos son, también, inferiores al límite de cuantificación de la técnica empleada.

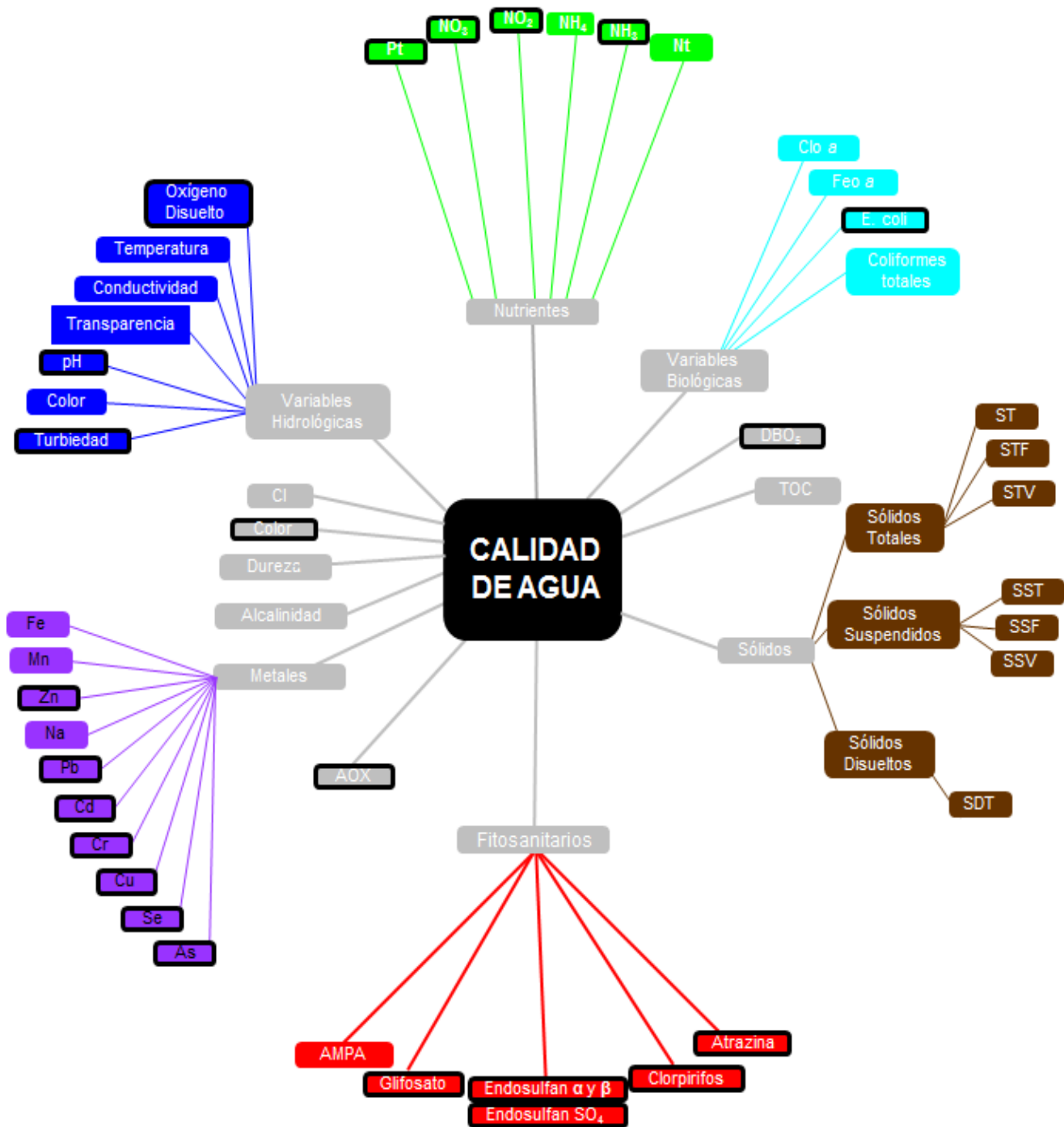


Fig. 4: Representación esquemática de variables analizadas en el río San Salvador. Con recuadro negro se marcan las variables con estándares contemplados en el Decreto 253 o modificativos.

## 4.1.2. Análisis de variables en agua

### 4.1.2.1. Variables hidrológicas

#### 4.1.2.1.1. Temperatura

La temperatura del curso principal del río San Salvador durante 2018 fluctuó entre un mínimo de 11,2 °C (estación SS10 en julio) y un máximo de 30,5 °C (SS65 en febrero), con un promedio y una mediana idénticos, de 20,3 °C.

Se observa una marcada estabilidad interanual de la temperatura (Fig. 5), con un comportamiento casi idéntico en 2018 y 2017. Los promedios anuales calculados fueron 20,4 °C en 2018 y 20,6 °C en 2017.

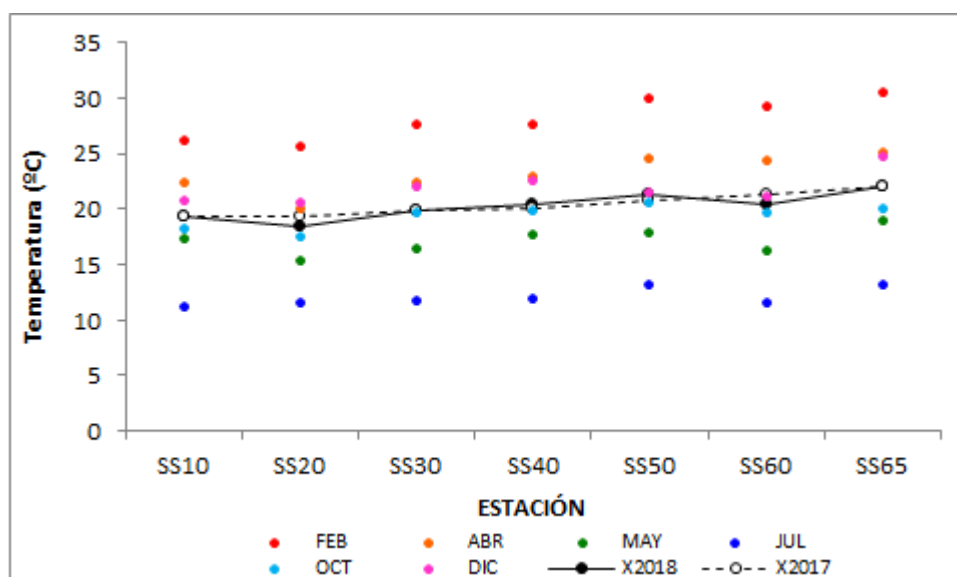


Fig. 5: Fluctuaciones de la temperatura en la cuenca del río San Salvador durante 2018. X2017 y X2018= promedio de temperatura para los años 2017 y 2018 respectivamente.

El promedio y rango de variación de la temperatura es similar en todas las estaciones (Fig. 6), mostrando la preponderancia del factor tiempo (estacional) sobre el factor espacial (distancia). Se resalta la poca variación de temperatura a lo largo de la cuenca en cada período de muestreo. A pesar de las grandes diferencias morfológicas de las diferentes estaciones hay poca diferencia de temperatura entre ellas. Más allá de esta similitud, se aprecia una leve tendencia al aumento de la temperatura desde la cabecera hacia la desembocadura.

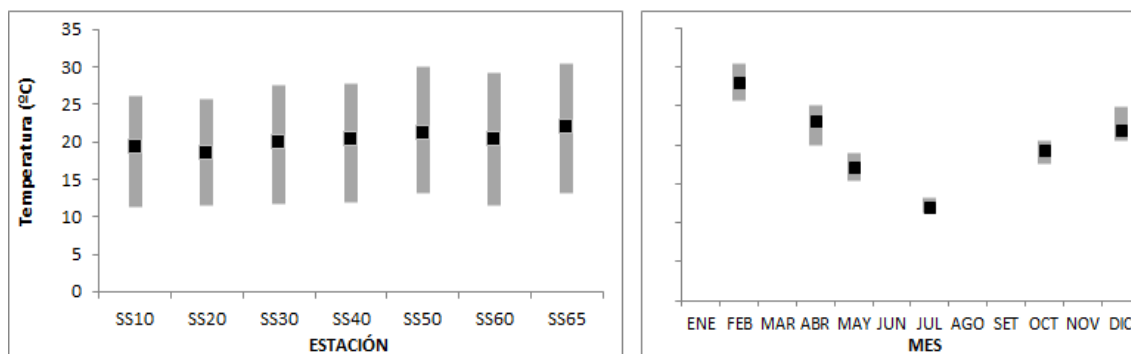


Fig. 6: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de la temperatura (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018

#### 4.1.2.1.2. Conductividad

La variación de la conductividad durante 2018 es amplia, fluctuando entre un mínimo de 56,9  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (SS30 en febrero) y 834,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (SS10 en abril), con un promedio de 422,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y una mediana de 428,1  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

La variación interanual de la conductividad es escasa, sólo mostrando diferencias en la cuenca alta (Fig. 7). Las concentraciones fueron, de todas formas, mayores durante 2017, lo que se confirma en los promedios anuales, de 464,3  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en 2017 y 422,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en 2018.

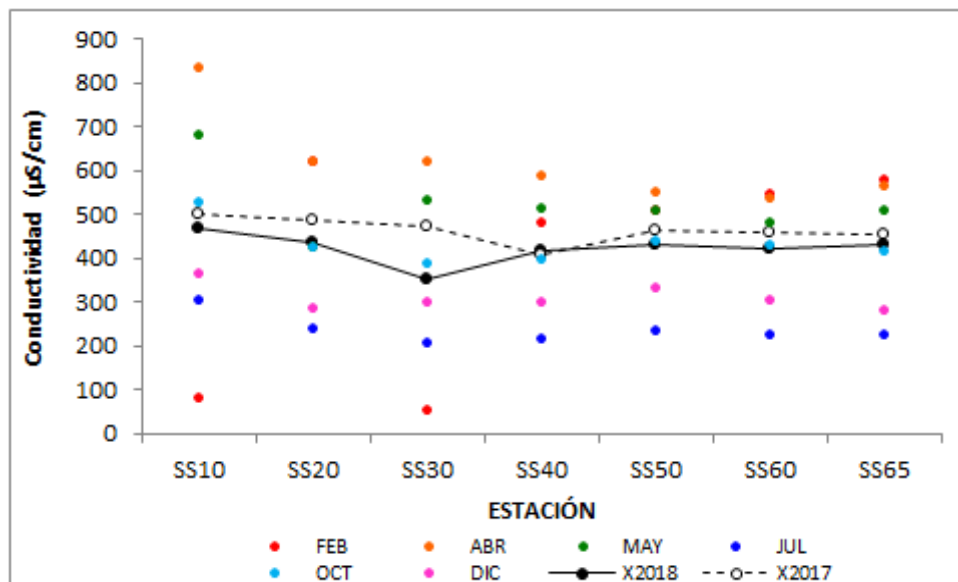


Fig. 7: Fluctuaciones de la conductividad en la cuenca del río San Salvador durante 2018. X2017 y X2018= promedio de conductividad para los años 2017 y 2018 respectivamente.

Los promedios de conductividad son similares a lo largo de todo el curso principal del río, siendo levemente inferior en la estación SS30. Los rangos de variación también son similares, aunque un poco mayores en SS30 y SS10 (Fig. 8).

No se observa patrón de variación temporal definido en las seis campañas de 2018.

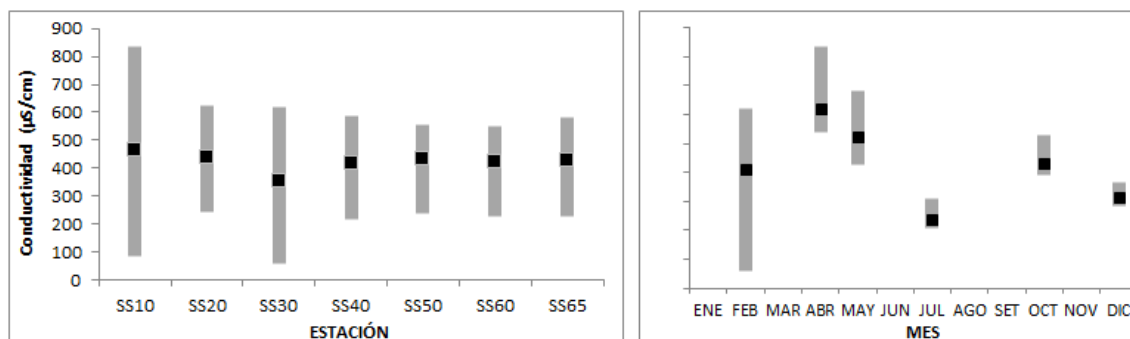


Fig. 8: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de la conductividad (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018

#### 4.1.2.1.3. Oxígeno Disuelto (OD)

El OD fluctuó entre un mínimo de 3,59 mg/l (SS20 en abril) y 13,31 mg/l (SS50 en abril), con un promedio de 7,86 mg/l y una mediana de 7,69 mg/l.

La variación interanual de la concentración de OD es escasa, siendo levemente mayor en la cuenca alta durante 2017 y en las cuencas media y baja durante 2018 (Fig. 9). Los promedios anuales calculados fueron de 7,5 mg/l en 2017 y 7,9 mg/l en 2018.

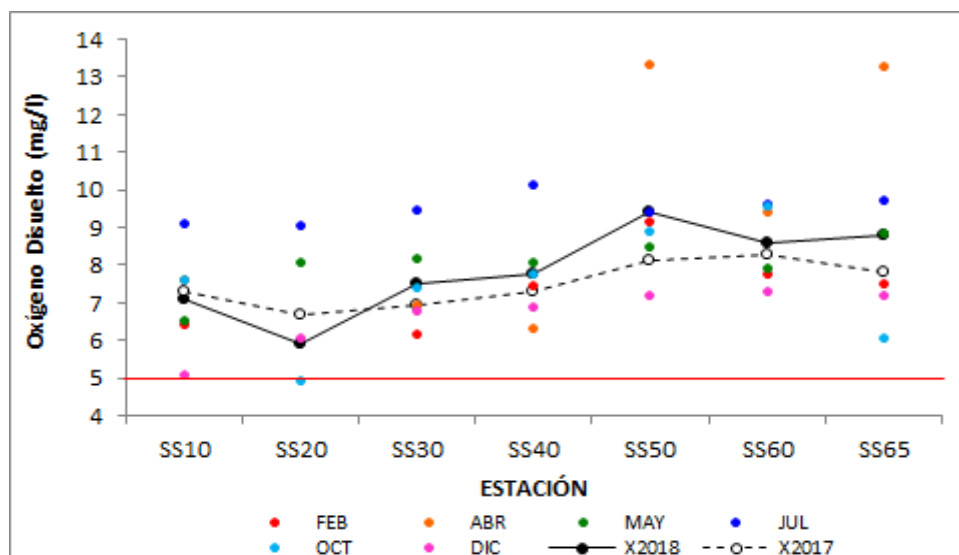


Fig. 9: Fluctuaciones del oxígeno disuelto en la cuenca del río San Salvador. X2017 y X2018= promedio de oxígeno disuelto para los años 2017 y 2018 respectivamente. La línea roja marca el estándar fijado en el decreto.

En el período de monitoreo el OD es más influenciado por el factor tiempo que por el factor espacial. La variación espacial del oxígeno es reducida, mostrando promedios y variaciones de amplitud similares en todas las estaciones. En forma general, se observan promedios más altos en la cuenca baja y rangos de variación más amplios en las cuencas alta y media (Fig. 10), confirmando lo observado en el año precedente. Asimismo, se destacan los mínimos valores de OD en la estación SS20.

La variación temporal del OD mostró un comportamiento similar en los seis muestreos realizados, con su valor promedio más alto en julio, coincidiendo con las bajas temperaturas del agua. Las concentraciones más bajas de OD fueron medidas en febrero y abril, con altas temperaturas en el agua.

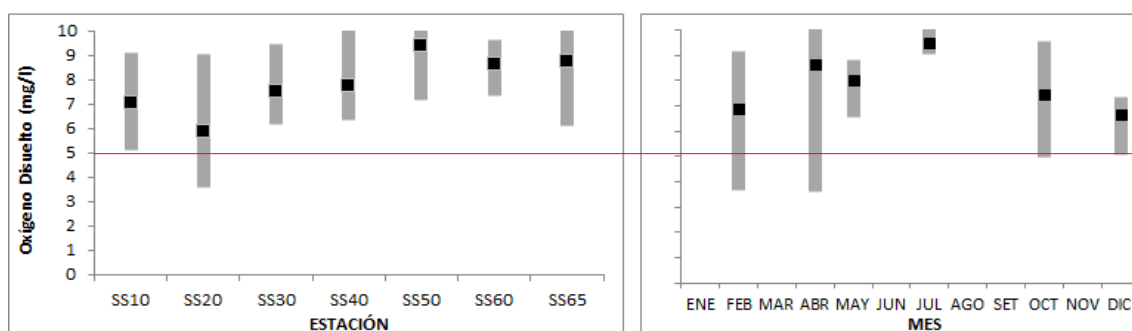


Fig. 10: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del oxígeno disuelto (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018.

La concentración de OD en el agua se mantiene dentro de los términos establecidos por el estándar. Sólo en 3 ocasiones (SS20 en febrero, abril y octubre) se registró valores inferiores a los 5 mg/l establecidos. Este no cumplimiento representa el 7% de los valores de oxígeno registrados (Anexo 1). Con respecto a esta variable la calidad de agua en el río San Salvador es buena.

#### 4.1.2.1.4. pH

Las concentraciones de pH variaron entre una mínima de 6,97 (SS10 en diciembre) y una máxima de 8,61 (SS65 en abril), con un promedio de 7,70 y una mediana de 7,66.

Las curvas de promedios muestran homogeneidad interanual (Fig. 11) con diferencias ínfimas en cada estación. Durante 2018 se aprecian concentraciones levemente superiores en la cuenca alta e inferiores en la cuenca baja. Con esas leves diferencias, los promedios anuales calculados se equiparan y resultan en 7,7 en ambos años.

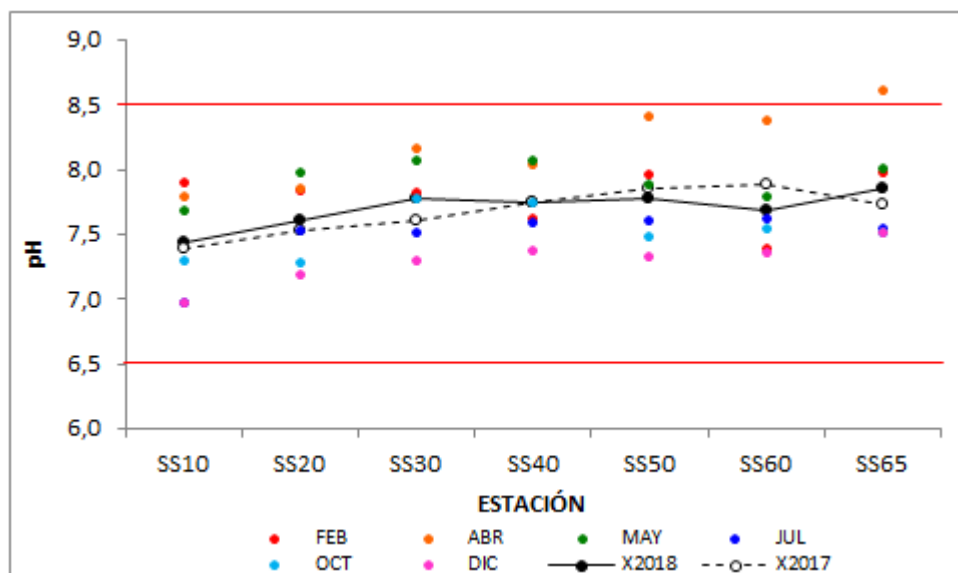


Fig. 11: Variación espacial y temporal del pH en la cuenca del río San Salvador durante 2018. X2017 y X2018= promedio de pH para los años 2017 y 2018 respectivamente. Las líneas rojas marcan el estándar fijado en el decreto 253.

Con promedios similares en todas las estaciones igual se aprecia una tendencia al aumento del pH desde las nacientes hacia la desembocadura (Fig. 12). Los rangos de variación son más amplios en la cuenca baja.

No se observa un patrón de variación temporal, más allá de un descenso en las últimas campañas, también observado en 2017.

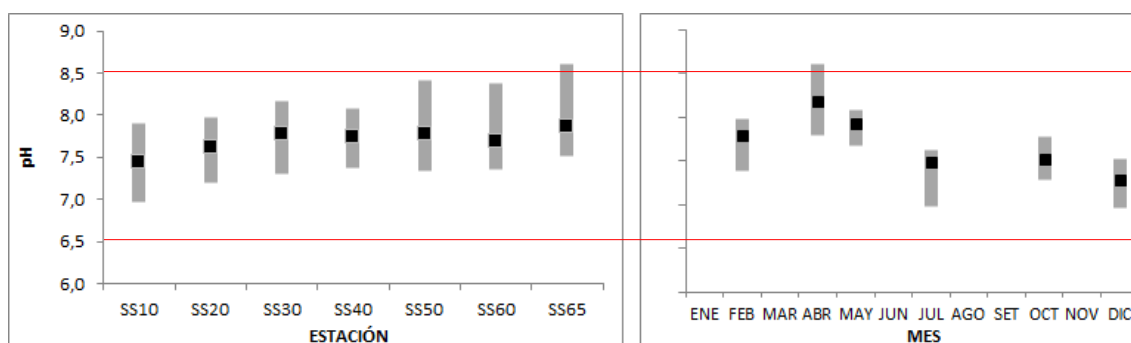


Fig. 12: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del pH (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018.

De las 42 muestras de pH tomadas en el curso principal del río San Salvador durante 2018 1 sola ((SS65 en abril) mostró un valor fuera de los límites establecidos por el estándar del decreto 253 (entre 6,5 y 8,5), por lo cual, se verificó un 2% de incumplimiento.

Con respecto a esta variable la calidad de agua en el río San salvador es muy buena.

#### 4.1.2.1.5. Transparencia

El muestreo de la transparencia es muy complicado en este río, debido a la correntada y la escasa profundidad. Esto implica la pérdida de información en numerosas oportunidades. En el caso particular del año 2018 la transparencia sólo pudo ser medida durante la campaña de abril, reportando un mínimo de 30 cm (SS20 y SS30) y un máximo de 40 cm (SS10, SS40, SS50, SS60 y SS65)

#### 4.1.2.1.6. Turbiedad

La turbiedad fluctuó entre una concentración mínima de 2,9 NTU (SS50 en abril) y una máxima de 79,9 NTU (SS40 en julio), con un promedio de 22,0 NTU y una mediana de 13,7 NTU.

El comportamiento de la turbiedad fue similar en 2018 y 2017 (Fig. 13), acompañándose las variaciones en cada estación, aunque siempre con valores superiores durante 2018. Esta uniformidad en la variación espacial ya se observaba en el período 2016-2017. Los mayores valores registrados en 2018 marcan una diferencia en los promedios anuales, de 22,0 NTU en 2018 y de 12,2 NTU en 2017.

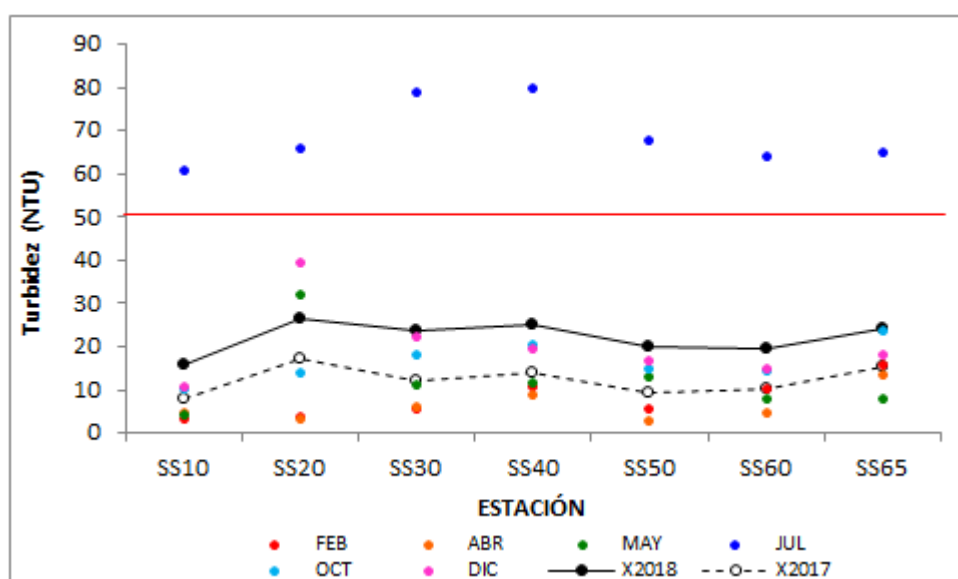


Fig. 13: Variación espacial y temporal de la turbiedad en la cuenca del río San Salvador durante 2018. X2017 y X2018= promedio de turbiedad para los años 2017 y 2018 respectivamente. La línea roja marca el estándar fijado en el decreto 253.

La distribución espacial de las concentraciones de turbiedad es escasa en el curso principal del San Salvador, encontrándose una diferencia máxima entre estaciones de 10 NTU (Fig. 14). En el sector medio del curso se observan los máximos valores y rangos de variación.

La variación temporal muestra un pico de concentración durante la campaña de julio; probablemente reflejando fuertes precipitaciones ocurridas 5 y 10 días previos al muestreo.

En el período 2018 se observó que durante la campaña de julio los registros efectuados en todas las estaciones superaron el valor guía determinado en el decreto 253 (< 50 NTU), alcanzando un 17 % de incumplimiento de esta variable con respecto a la norma (Anexo 1).



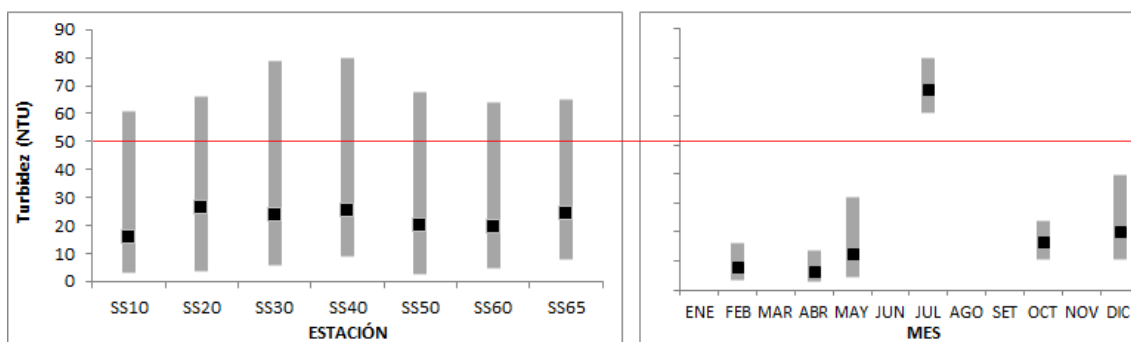


Fig. 14: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de la turbidez (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018.

#### 4.1.2.2. Nutrientes

##### 4.1.2.2.1. $\text{NO}_2$ , $\text{NO}_3$ , $\text{NH}_4$ , $\text{NH}_3$ y NT

Los  $\text{NO}_3$  registraron valores bajos a lo largo del año. En 28/40 muestras tomadas las concentraciones no alcanzaron el límite de detección de la técnica. El mínimo, de 1,10 mg/l se observó en 3 ocasiones (SS10 y SS20 en julio y SS50 en octubre), con un máximo de 3,48 mg/l (SS50 en abril), un promedio de 0,78 mg/l y una mediana de 0,50 mg/l. Presentan una tendencia al aumento desde las nacientes hacia la desembocadura, mostrando un comportamiento similar en 2018 y 2017. Los resultados son muy similares en ambos años, a excepción de la estación SS50, que muestra un pico de concentración en 2018. Las concentraciones son siempre más elevadas durante 2018, generando promedios de 0,78 mg/l para 2018 y 0,61 mg/l para 2017. Todos los valores de  $\text{NO}_3$  son muy inferiores al estándar marcado por el decreto 253 ( $\leq 5$  mg/l), siendo de 100% el cumplimiento de la norma.

Los  $\text{NO}_2$  mostraron valores bajos a lo largo del período, de hecho, 16/42 de las concentraciones de  $\text{NO}_2$  no alcanzaron el límite de detección de la técnica analítica. El mínimo registrado fue de 0,020 mg/l en 3 oportunidades (SS50 en abril, SS20 en octubre y SS40 en diciembre) y el máximo, de 0,210 mg/l se observó en la estación SS65 en febrero, con un promedio de 0,040 mg/l y una mediana de 0,035 mg/l. Muestran una clara tendencia al aumento de concentración desde las nacientes hacia la desembocadura y no se observa diferencia en la variación espacial de 2017 con respecto a la de 2018, aunque siempre con valores mayores durante 2018, arrojando promedios de 0,040 en 2018 y de 0,021 en 2017. En una ocasión se registró un valor por encima del estándar fijado ( $\leq 0,10$  mg/l). Este valor resulta en un incumplimiento –de los  $\text{NO}_2$ - del 17 % en la estación SS65 y del 2% en todo el curso principal del río.

Todos los resultados de nitrógeno amoniacal se encontraron por debajo del límite de detección de la técnica analítica.

El Amonio libre se ubicó entre 0,0004 mg/l (SS10 en julio) y 0,0397 mg/l (SS65 en abril), con un promedio de 0,0067 mg/l y una mediana de 0,0039 mg/l. Presenta un claro gradiente positivo desde las nacientes hacia la desembocadura y mayor amplitud del rango de variación en las estaciones de la cuenca baja y, temporalmente, las concentraciones son más elevadas en aguas más calientes (fundamentalmente en abril, cuando se produce un pico). La variación interanual es muy reducida, calculándose promedios de 0,007 mg/l para 2018 y de 0,006 mg/l para 2017. En tres oportunidades el amonio libre superó el estándar fijado en el decreto 253, alcanzando con esto un 7 % de incumplimiento a la norma.

En la figura 15 se presentan las proporciones de los diferentes componentes del NT en cada campaña y en el promedio anual. Se observa estabilidad de las proporciones relativas, situándose el nitrógeno orgánico (Norg) aproximadamente entre el 50 y el 70%, los  $\text{NO}_3$  entre el 30 y el 50% y los  $\text{NO}_2$  por debajo del 5%, mientras que la fracción  $\text{NH}_3$  es mínima en la proporción total. Tanto el  $\text{NH}_3$  como el Norg son calculados y no medidos en forma directa. En las campañas de julio y octubre no se colectaron resultados de NT, por lo que los gráficos correspondientes se mantienen a título informativo.

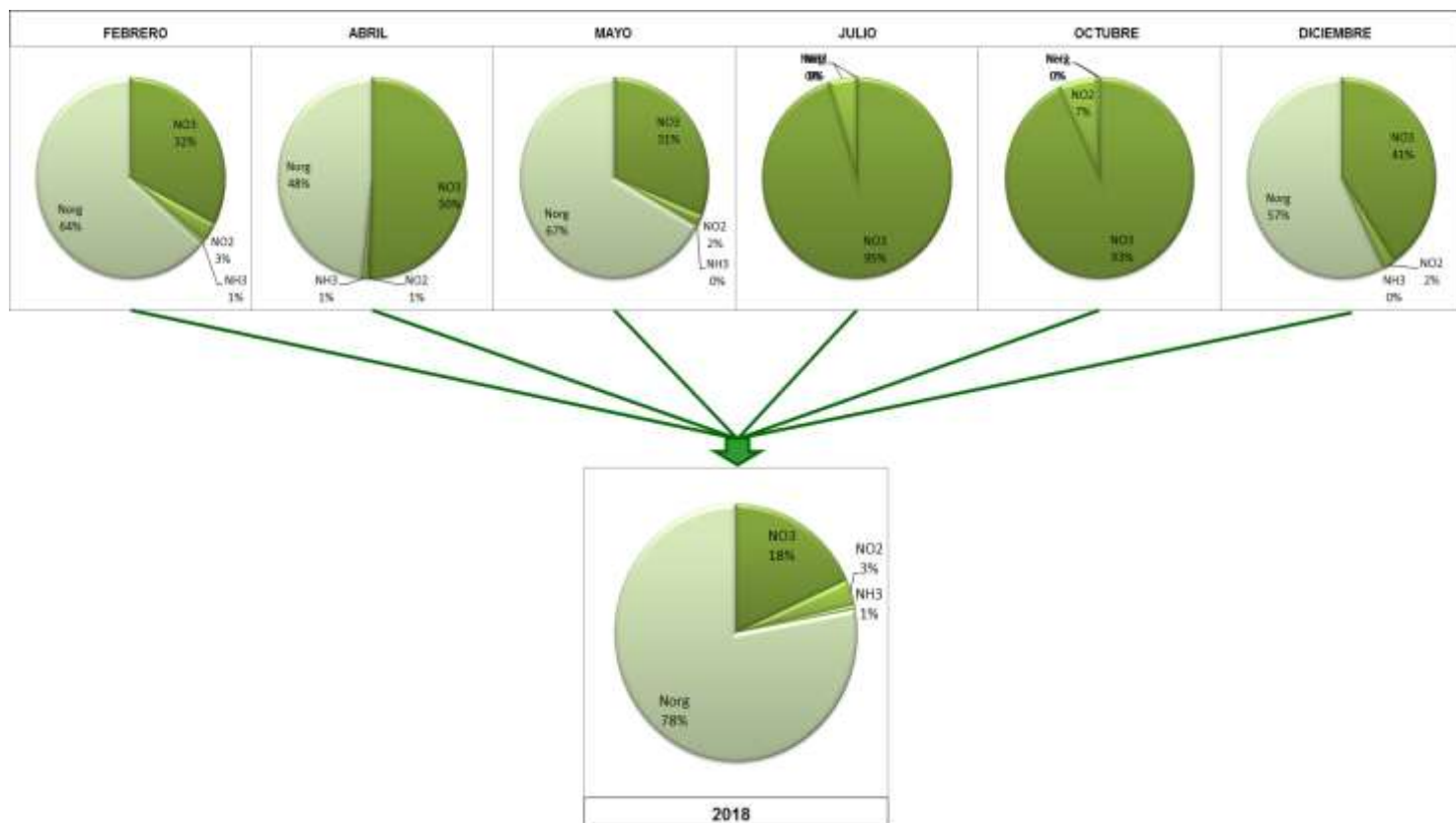


Fig. 15. Proporción de los diferentes componentes del Nitrógeno Total en el río San Salvador 2018. NH<sub>3</sub> y Norg, valores calculados. Julio y octubre sin datos de NT

#### 4.1.2.2.3. Fósforo Total (PT)

Las concentraciones de PT en el río San Salvador durante 2018 fueron siempre altas, fluctuando entre un mínimo de 100 µg/l (SS10 en febrero y abril) y un máximo de 730 µg/l (SS30 en julio), con un promedio de 372 µg/l y una mediana de 370 µg/l.

Las curvas de promedios tienen comportamientos similares en 2018 y 2017, aunque siempre con valores más altos en 2018 (Fig. 16). Esta diferencia de concentraciones entre ambos años se refleja en los promedios anuales calculados, de 374 µg/l en 2018 y 252 µg/l en 2017.

La distribución espacial del PT del río San Salvador durante 2018 muestra, al igual que en años anteriores, una tendencia al aumento de concentración desde las nacientes hacia la desembocadura (Fig. 17) representado por valores más bajos en la cuenca alta y concentraciones similares en las cuencas media y baja, mientras que, al igual que el año precedente, los rangos de variación son más altos en la cuenca media.

La variación temporal del Pt no muestra ningún patrón definido a lo largo del ciclo analizado. Como se observara en años precedentes, las concentraciones promedio del Pt son mayores en los primeros meses del año y en diciembre. Esto podría ser debido a la fertilización de los cultivos en primavera y el posterior lesivado del fósforo superficial por las lluvias.

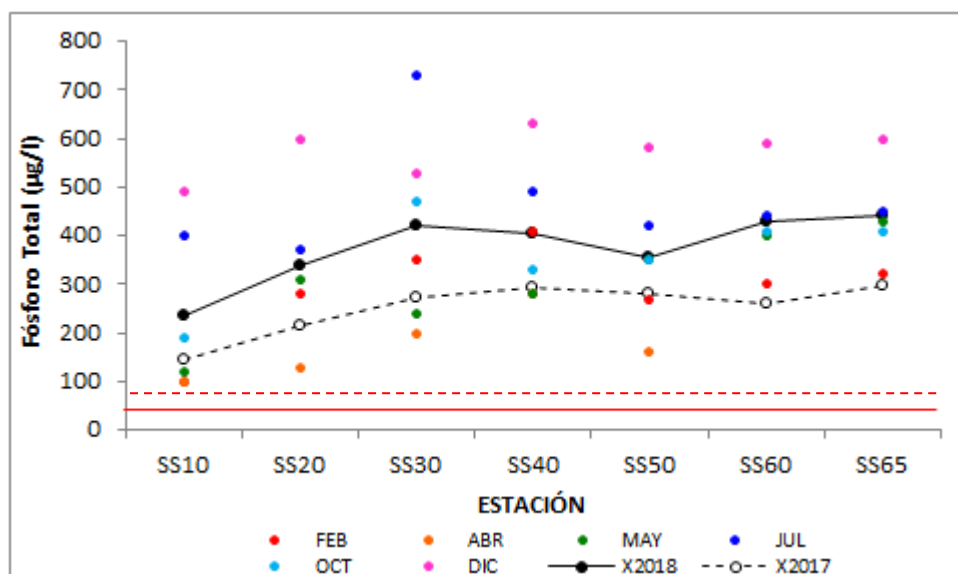


Fig. 16: Variación espacial y temporal del PT en la cuenca del río San Salvador durante 2018. X2018 y X2017= promedio del PT para los años 2018 y 2017 respectivamente. La línea roja marca el estándar fijado en el decreto 253

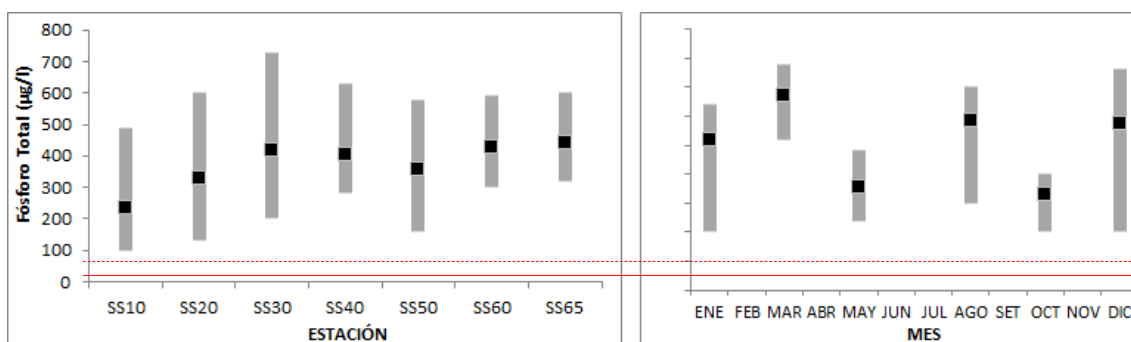


Fig. 17: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del fósforo total (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018.

El Pt no cumple con el valor definido por la Mesa Técnica del Agua (2017), de  $70 \mu\text{g/l}$ , ni con el estándar del decreto 253 en ninguna de las observaciones realizadas (39). El promedio anual de esta variable supera en casi 15 veces dicho valor ( $25 \mu\text{g/l}$ ), llegando a casi 30 veces en la máxima concentración anual. En el anexo 1 se representa gráficamente los resultados de cumplimiento.

#### 4.1.2.3. Sólidos

##### 4.1.2.3.1. Sólidos Totales (ST)

Los sólidos totales se ubicaron en valores entre un mínimo de  $220 \text{ mg/l}$  (SS65 en diciembre) y un máximo de  $560 \text{ mg/l}$  (SS10 en febrero), con un promedio de  $357 \text{ mg/l}$  y una mediana de  $345 \text{ mg/l}$ . Si bien el comportamiento de los ST en el curso principal del río fue similar en 2018 y 2017 (Fig. 18), las concentraciones observadas fueron siempre levemente superiores durante 2017, calculándose promedios de  $357 \text{ mg/l}$  para 2018 y de  $405 \text{ mg/l}$  para 2017.

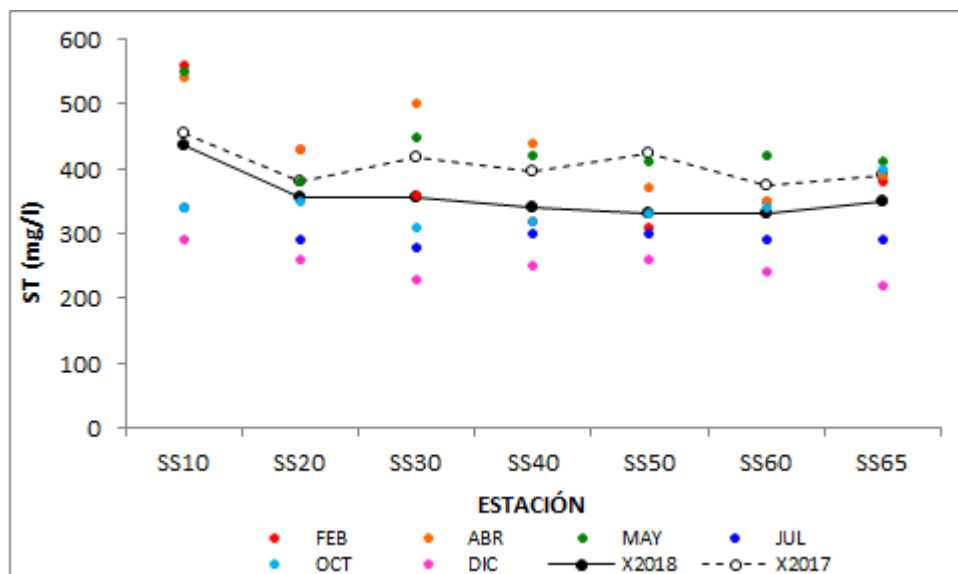


Fig. 18: Variación espacial y temporal de los ST en la cuenca del río San Salvador durante 2018. X2018 y X2017= promedio de ST para los años 2018 y 2017 respectivamente.

Al igual que en años precedentes, se percibe una tendencia a la disminución de la concentración de sólidos totales desde las nacientes hacia la desembocadura (Fig. 19). Las medias en las diferentes estaciones son similares y el rango de variación es levemente más amplio en la cabecera, hasta la cuenca media.

La distribución temporal de los ST no muestra un patrón de variación, sólo mostrando más altas concentraciones y mayores rangos de variación en el primer semestre del año.

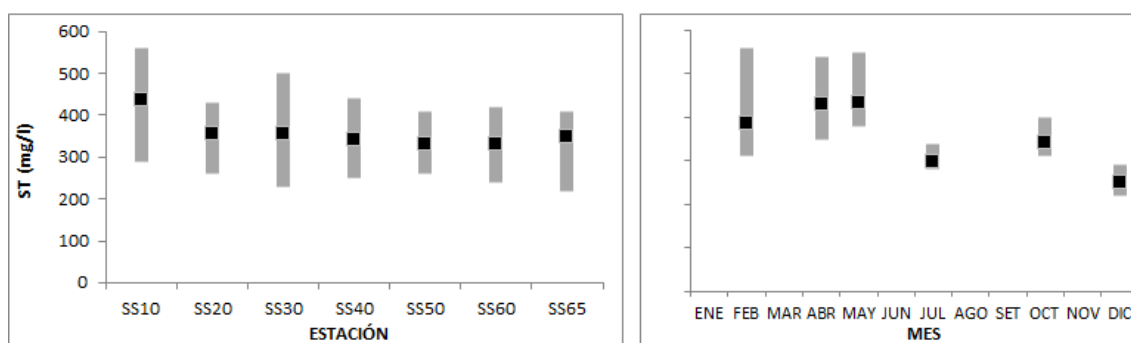


Fig. 19: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de los ST (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018.

#### 4.1.2.3.2. Sólidos Totales Fijos (STF)

Los sólidos totales fijos fluctuaron entre un mínimo de 130 mg/l (SS65 en diciembre) y un máximo de 440 mg/l (SS10 en mayo), con un promedio de 251 y una mediana de 235 mg/l.

Los perfiles anuales muestran un comportamiento similar de los ST en 2018 y 2017, siempre con concentraciones mayores en 2017 (Fig. 20). Los promedios anuales calculados fueron 251 mg/l en 2018 y 291 mg/l en 2017.

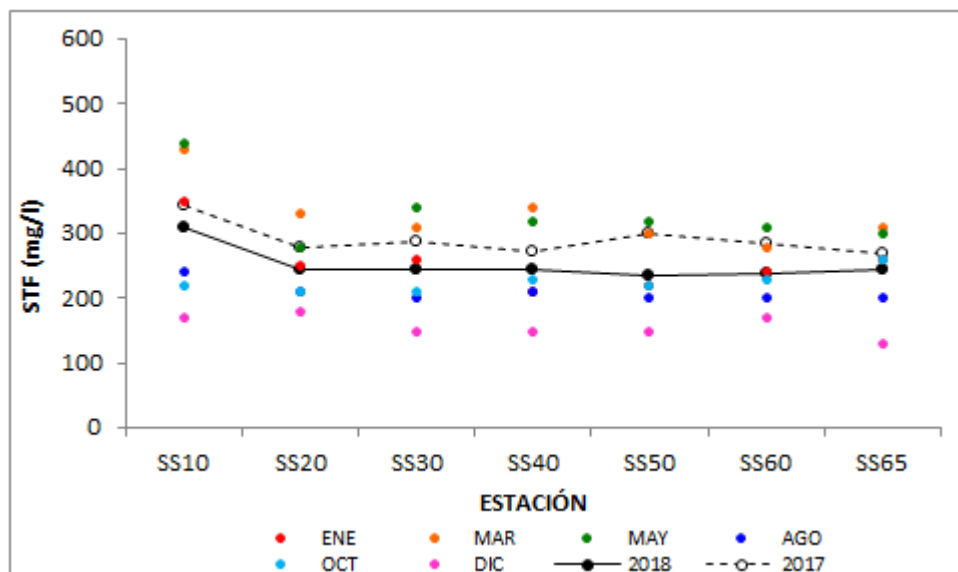


Fig. 20: Variación espacial y temporal de los STF en la cuenca del río San Salvador durante 2018. X2018 y X2017= promedio de STF para los años 2018 y 2017 respectivamente.

La distribución espacial de los STF en el curso del San Salvador es uniforme. Los promedios en todas las estaciones son muy similares, aunque mostrando tendencia a un gradiente decreciente desde las nacientes hacia la desembocadura. (Fig. 21). El rango de variación es más amplio en la estación SS10 y similar en las otras seis estaciones.

La distribución temporal de los ST no muestra un patrón de variación, sólo mostrando más altas concentraciones y mayores rangos de variación en el primer semestre del año.

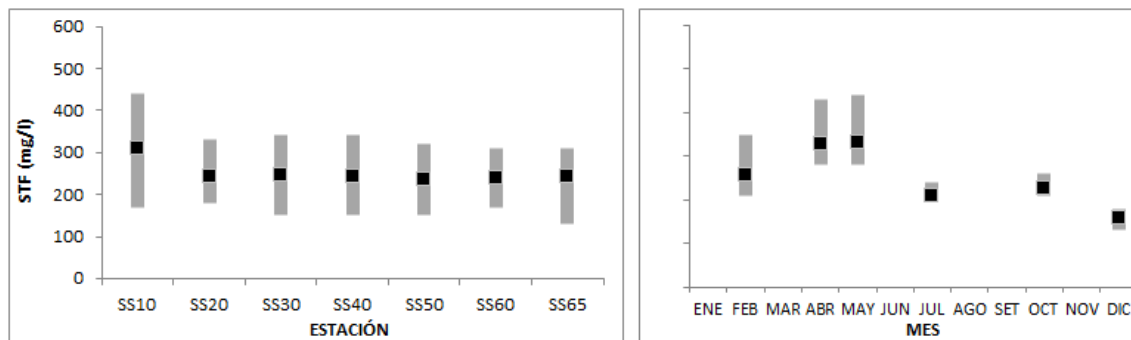


Fig. 21: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de los STF (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018.

#### 4.1.2.3.3. Sólidos Totales Volátiles (STV)

Los sólidos totales volátiles fueron medidos en concentraciones ubicadas entre un mínimo de 70 mg/l (SS50 y SS60 en abril y SS60 en diciembre) y un máximo de 210 mg/l (SS10 en febrero), con un promedio de 106 mg/l y una mediana de 100 mg/l.

El comportamiento de los STV es similar en 2018 y 2017 (Fig. 22). No se observan diferencias notorias en las concentraciones, aunque se perciben en 2018 levemente superiores en la cuenca alta y levemente superiores en las cuencas media y alta. Los promedios anuales calculados confirman estas escasas diferencias, con 106 mg/l en 2018 y 114 mg/l en 2017.

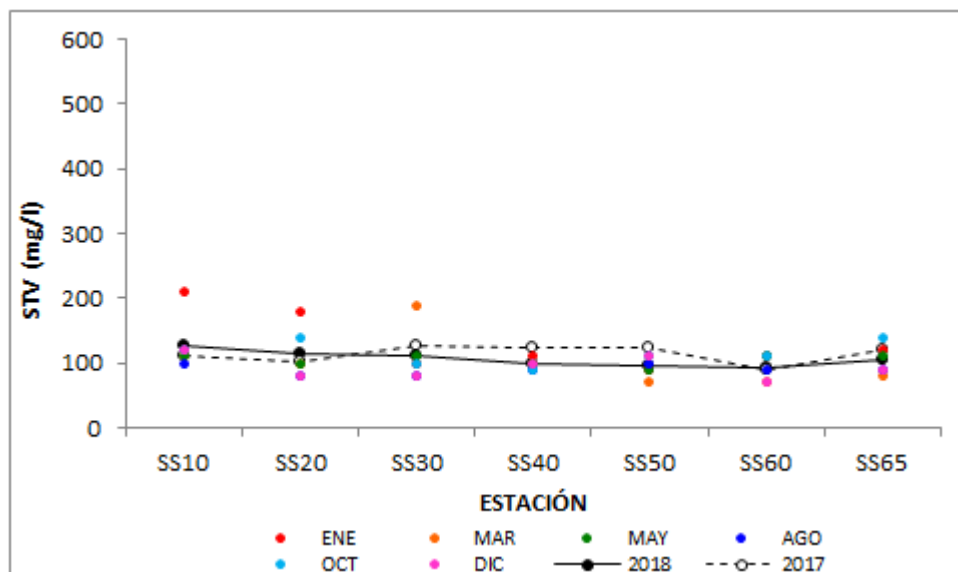


Fig. 22: Variación espacial y temporal de los STV en la cuenca del río San Salvador durante 2018. X2018 y X2017= promedio de STV para los años 2018 y 2017 respectivamente.

La fluctuación espacial de los STV muestra homogeneidad de concentración en todo el curso principal del río San Salvador, aunque con una ligera tendencia a la disminución desde las nacientes hacia la desembocadura. Los promedios son similares en las siete estaciones, observándose rangos de variación más amplios en la primera porción del río (Fig. 23).

Temporalmente, se observan promedios superiores y rangos de variación más amplios en las campañas estivales.

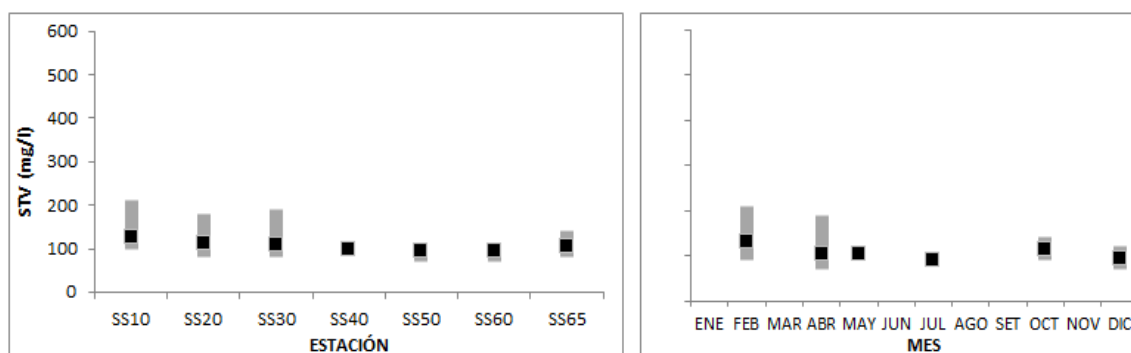


Fig. 23: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de los STV (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018.

#### 4.1.2.3.4. Sólidos Disueltos Totales (SDT)

Los sólidos disueltos totales fueron medidos en concentraciones ubicadas entre un mínimo de 185 mg/l (SS65 en diciembre) y un máximo de 568 mg/l (SS10 en mayo), con un promedio de 335 mg/l y una mediana de 319 mg/l.

Las concentraciones de SDT fueron siempre superiores durante 2017, aunque el perfil de las curvas de promedios muestra un comportamiento similar en ambos años (Fig. 24). Los promedios anuales calculados son 335 mg/l en 2018 y 365 mg/l en 2017.

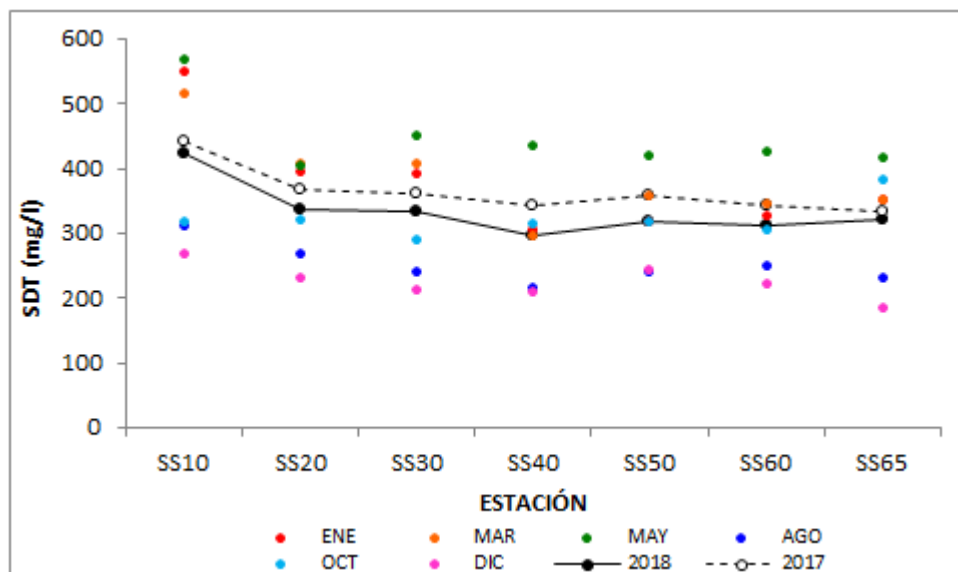


Fig. 24: Variación espacial y temporal de los SDT en la cuenca del río San Salvador durante 2018. X2018 y X2017= promedio de SDT para los años 2018 y 2017 respectivamente.

La variación espacial de los SDT en el río San Salvador durante 2018 muestra una tendencia a la disminución de la concentración desde las nacientes hacia la desembocadura (Fig. 25). A pesar de ese gradiente, los promedios son similares en las siete estaciones. El rango de variación es máximo en SS10.

La distribución temporal de los SDT no muestra un patrón de variación, sólo mostrando más altas concentraciones y mayores rangos de variación en el primer semestre del año.

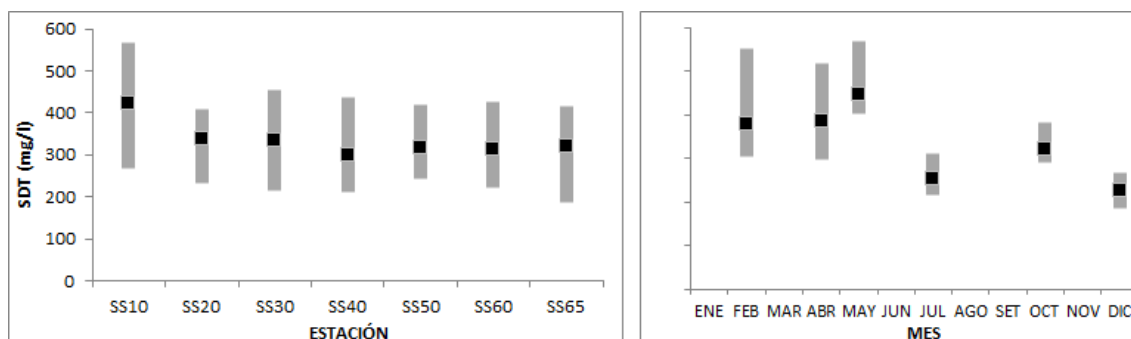


Fig. 25: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de los SDT (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018.

#### 4.1.2.3.5. Sólidos Suspendedos

Los sólidos suspendidos totales (SST) fluctuaron entre un mínimo de 9,8 mg/l (SS40 en octubre) y un máximo de 27,0 mg/l (SS50 en julio), con un promedio de 11,4 mg/l y una mediana de 9,5 mg/l. Durante 2018, las concentraciones de SST son inferiores en la cuenca alta, con respecto a 2017, e inferiores en la cuenca baja (Fig. 26), pero siempre mostrando resultados similares. Esta escasa diferencia se refleja en los promedios anuales, de 11 mg/l para 2018 y 14 mg/l para 2017. A diferencia de los sólidos totales y los disueltos, los SST muestran una tendencia al aumento de concentración desde las nacientes hacia la desembocadura. En la estación SS10 se observan el menor promedio y el rango de variación más acotado. También inversamente a los otros sólidos analizados, los SST presentan promedios de

concentración inferiores en el primer semestre del año, así como rangos de variación más reducidos (a excepción de la campaña de abril).

Los sólidos suspendidos fijos (SSF) se ubicaron entre un mínimo de 9,4 mg/l (SS65 en febrero) y un máximo de 21,0 mg/l (SS50 en julio), con un promedio de 9,3 mg/l y una mediana de 9,2 mg/l. Durante 2018, las concentraciones de SSF son inferiores en la cuenca alta, con respecto a 2017, e inferiores en la cuenca baja (Fig. 26), pero siempre mostrando resultados similares. Esta escasa diferencia se refleja en los promedios anuales, de 10 mg/l para 2018 y 9 mg/l para 2017. Al igual que los SST, los SSF muestran una tendencia al aumento de concentración a lo largo del curso principal del río (nuevamente, opuesto a lo que ocurre con los STF). Al igual que en caso de los SSF, la mínima concentración promedio se registra en la estación SS10, así como el menos rango de variación. Desde el punto de vista temporal no se aprecia una variación definida, siendo los promedios similares en las seis campañas realizadas.

Los sólidos suspendidos volátiles (SSV) tuvieron un solo valor cuantificable, de 10 mg/l, en las 42 muestras analizadas. El resto de las muestras no superaron los límites de la técnica analítica.

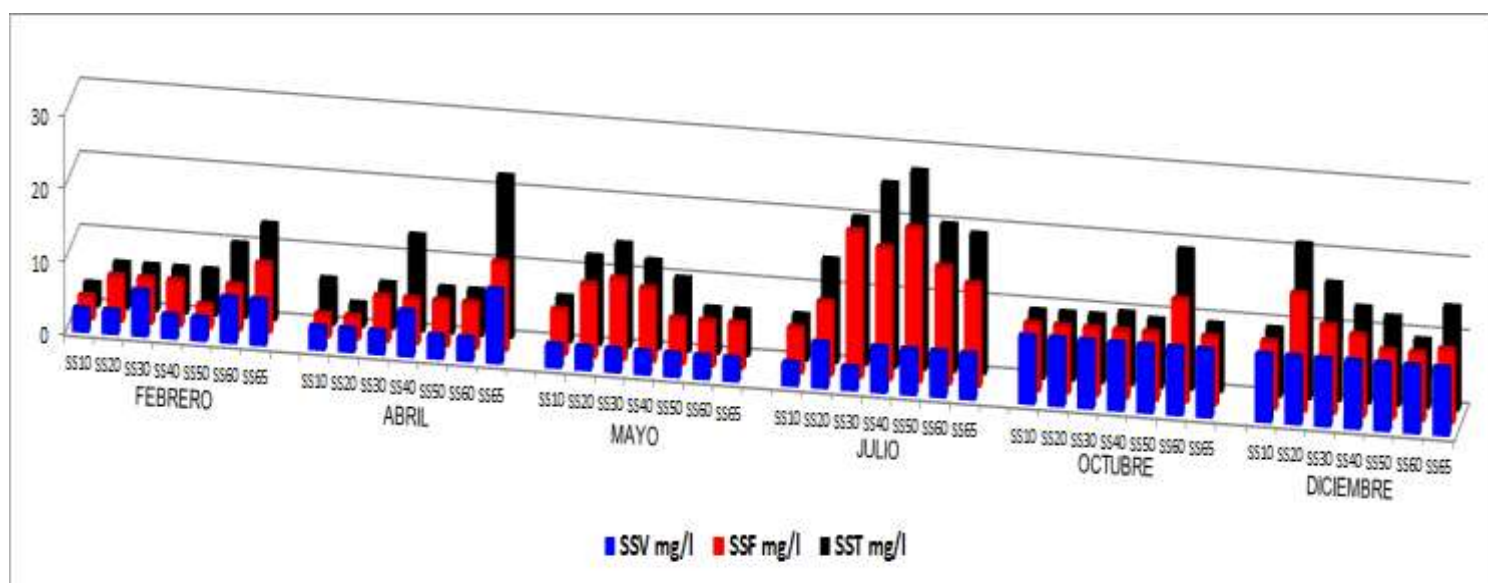


Fig. 26: Variación espacial y temporal de los Sólidos Suspendidos (SST, SSF y SSV) en el río San Salvador durante 2018.

#### 4.1.2.4. Metales

De los diez metales analizados en este monitoreo, siete de ellos son considerados en el decreto 253. Cuatro de ellos tienen límites de la técnica superiores a los valores fijados en el decreto 253 (Tabla VI). Esto crea un problema práctico, ya que al detectar la variable esta ya está superando el estándar fijado (hasta valores 6 veces superiores, en el caso del Cu), lo que impide tomar medidas preventivas.

De estas cuatro variables (Cd, Cu, Se y Zn), tres de ellas (Cd, Cu y Se) presentaron siempre valores por debajo del límite de la técnica (aunque se desconoce si superan el valor estándar). El Cr, por su parte, es detectado en 9 oportunidades (en 33 muestras colectadas). Con una concentración máxima de 3  $\mu\text{g/l}$ , muy cercana de los límites de la técnica, supera al estándar fijado, generando un incumplimiento del 3 % con respecto a la norma.

La restante variable, el Zn, muestra 22 valores cuantificables (en 33 muestras). Estos valores fluctúan entre un mínimo de 40  $\mu\text{g/l}$  (en cinco ocasiones) y un máximo de 390  $\mu\text{g/l}$  (SS20 en mayo), con un promedio de 98  $\mu\text{g/l}$  y una mediana de 50  $\mu\text{g/l}$ .



Tabla VII: Metales muestreados en el río San Salvador. Límite de la técnica y valor del estándar estipulado en el decreto 253. En rojo aquellos que el límite de la técnica es mayor que el estándar.

	As	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Na	Pb	Se	Zn
Límite (µg/l)	3	0,4	2	60		30		2	2	40
Estandar (µg/l)	≤ 5	≤ 0,1	≤ 10	≤ 10				≤ 3	≤ 1	≤ 30

Se observa un aumento de la concentración del Zn desde 2017 hacia 2018, mostrando un aumento temporal constante a partir de 2016. Este aumento se da en casi todo el cuerpo principal del río, excepto en la estación SS65, observándose curvas de promedios muy similares en ambos años en todas las estaciones, menos en la SS65, en la que la concentración es inferior en 2018. Los promedios totales calculados fueron de 93,1 µg/l en 2018 y 41,9 µg/l en 2017 (31 µg/l en 2016).

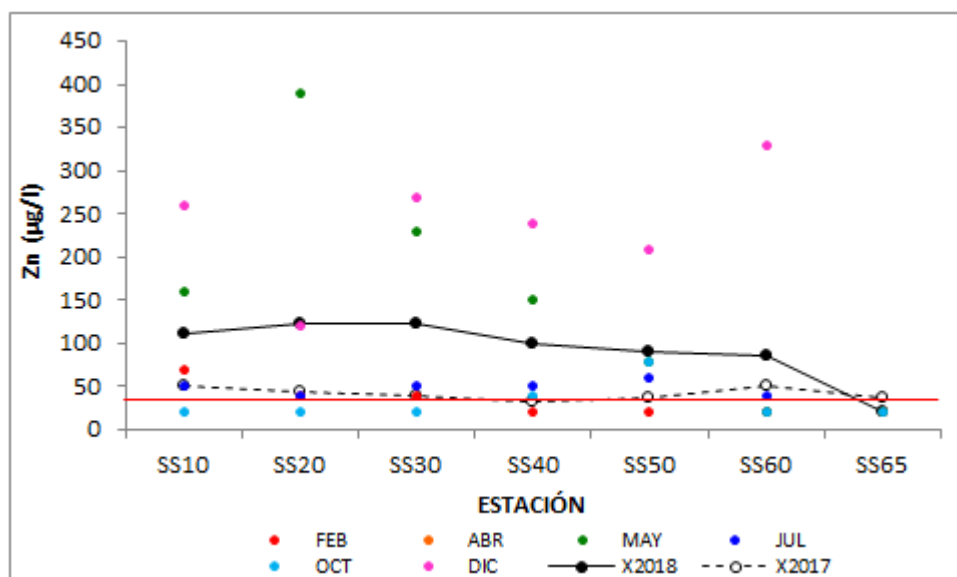


Fig. 27: Variación espacial y temporal del Zn en la cuenca del río San Salvador durante 2018. X2018 y X2017= promedio de Zn para los años 2018 y 2017 respectivamente. La línea roja representa el valor del estándar fijado en el decreto 253.

La distribución espacial de las concentraciones de Zn en el San Salvador durante 2018 es homogénea en toda la cuenca, menos en la estación SS65 en la que se reduce. Los promedios calculados en las estaciones SS10 a SS60 son similares, y en la SS65 se reduce sensiblemente (Fig. 28). Lo mismo ocurre con los rangos de variación que, más allá de una amplitud mayor en SS20 y SS60, son similares, a excepción de SS65. En líneas generales se aprecia una leve tendencia a la disminución desde las nacientes hacia la desembocadura.

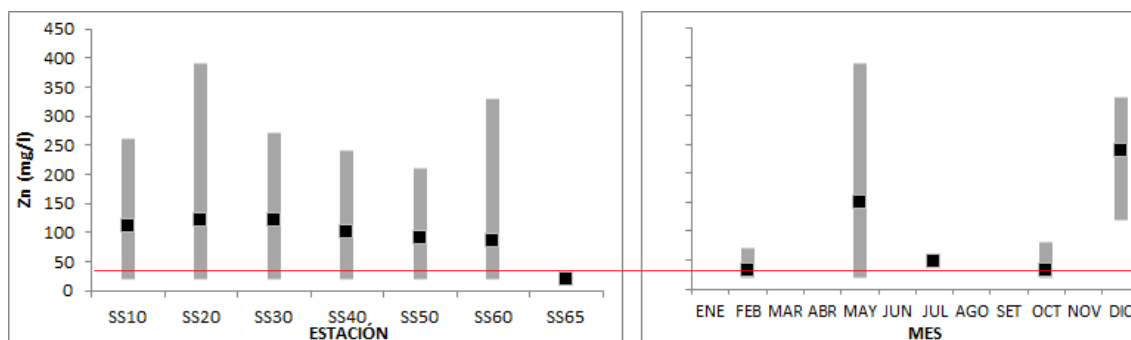


Fig. 28: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del Zn (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018.

La variación temporal muestra fuertes picos de concentración en mayo y diciembre, y concentraciones bajas en el resto de las campañas. Este comportamiento sintetiza lo ocurrido en años precedentes: en 2017 se observaba un fuerte incremento de la concentración en diciembre, mientras que en 2016 el aumento puntual se producía en abril. Estos picos de concentración podrían estar relacionados al abono de oligoelementos en la cuenca.

Durante 2018, se analizaron 33 muestras de Zn en la cuenca del San Salvador. De ellas, 24 superaron el estándar fijado en el decreto 253 ( $\geq 30 \mu\text{g/l}$ ), alcanzando un incumplimiento del 73 % con respecto a la norma (Anexo 1)

De los cinco metales restantes, sólo dos son contemplados en el decreto 253, Pb y As.

El plomo se mantiene por debajo de los límites de la técnica, a excepción de once (11/33) muestras. El mínimo registrado fue de  $2 \mu\text{g/l}$  en seis oportunidades, mientras que el máximo fue de  $5 \mu\text{g/l}$  (SS65 en mayo), con un promedio de  $2 \mu\text{g/l}$  y una mediana de  $1 \mu\text{g/l}$ .

La distribución de las concentraciones de Pb en la cuenca es muy similar a la de 2017, calculándose promedios muy similares, aunque siempre levemente superiores durante 2017 (Fig. 29), siendo de  $1,6 \mu\text{g/l}$  en 2018 y de  $1,8 \mu\text{g/l}$  en 2017. Una diferencia entre ambos años es que el rango de variación durante 2017 fue más acotado que durante 2018, no sobrepasando nunca el valor guía establecido.

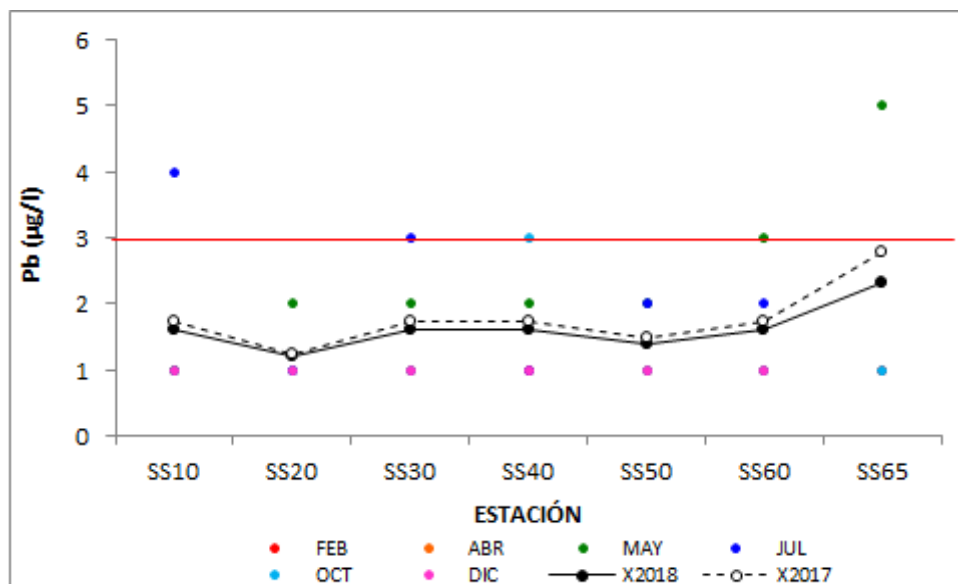


Fig. 29: Variación espacial y temporal del Pb en la cuenca del río San Salvador durante 2018. X2018 y X2017= promedio de Pb para los años 2018 y 2017 respectivamente. La línea roja representa el valor del estándar fijado en el decreto 253.

La variación espacial de Pb es escasa, con concentraciones similares en todo el curso, y sólo un aumento en la estación final, lo que redundaría en una tendencia al aumento del Pb desde las nacientes hacia la desembocadura (Fig. 30). Los rangos de variación fueron mayores en las dos estaciones extremas.

La distribución temporal durante 2018 se caracterizó por mayores concentraciones en aguas más frías.

En cinco ocasiones se superó el valor estándar fijado en el decreto 253 ( $\geq 3 \mu\text{g/l}$ ), generando un % de incumplimiento del 15 % con respecto a la norma (Anexo 1).

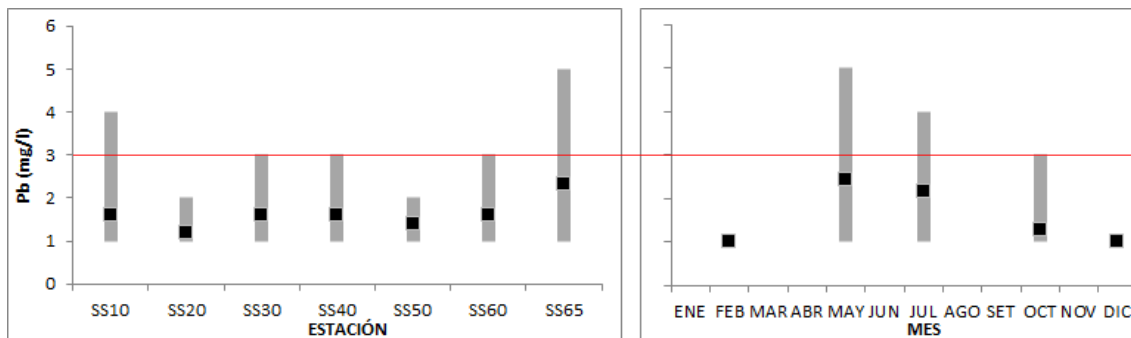


Fig. 30: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del Pb (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018.

El As fue cuantificado en todas las muestras tomadas durante 2018. Estos valores fluctuaron entre un mínimo de 1,5  $\mu\text{g/l}$  (SS60 en mayo) y un máximo de 13,0  $\mu\text{g/l}$  (SS60 en mayo), con un promedio anual de 6,2  $\mu\text{g/l}$  y una mediana de 6,0  $\mu\text{g/l}$ .

La distribución de las concentraciones de As en el San Salvador en 2018 es similar a la de 2017, con la excepción de la estación SS65, en la que es inversa (Fig. 31). En 2017 se observa una leve disminución en esta estación, mientras que en 2018 tenemos un fuerte aumento. Se destacan las altas concentraciones observadas en la estación SS10, muy cercana a las nacientes, fenómeno también observado en 2016. En líneas generales se observa un promedio anual inferior durante 2018, con 6,4  $\mu\text{g/l}$  en este año, y 7,5  $\mu\text{g/l}$  en 2017.

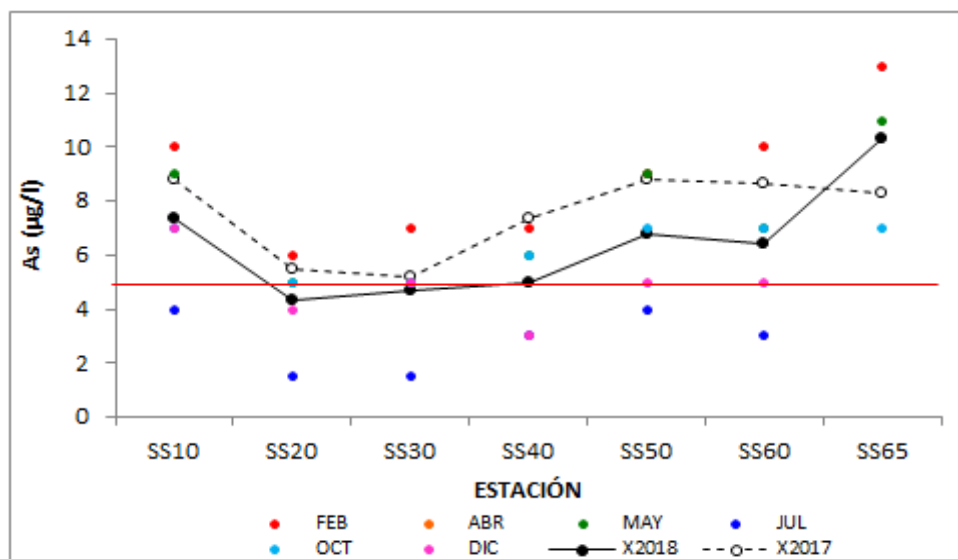


Fig. 31: Variación espacial y temporal del As en la cuenca del río San Salvador durante 2018. X2018 y X2017= promedio de As para los años 2018 y 2017 respectivamente. La línea roja representa el valor del estándar fijado en el decreto 253.

La distribución espacial del As durante 2018 muestra mayores concentraciones en ambas cabeceras del río, reflejando una distribución en "U", con mínimos en SS20 y SS30. A pesar de esta distribución, el AS muestra una clara tendencia al aumento de concentración desde las nacientes hacia la desembocadura.

Temporalmente se observa un descenso de la concentración de As a través de las diferentes campañas realizadas, mostrando diferencias con el 2017, en que la concentración fue uniforme a lo largo de todo el período.

Las concentraciones de As en la cuenca del San Salvador durante 2018 superaron el estándar fijado en la legislación ( $\geq 5 \mu\text{g/l}$ ) en 25/33 oportunidades (Anexo 1), generando un % de incumplimiento del 76% con respecto a la norma.

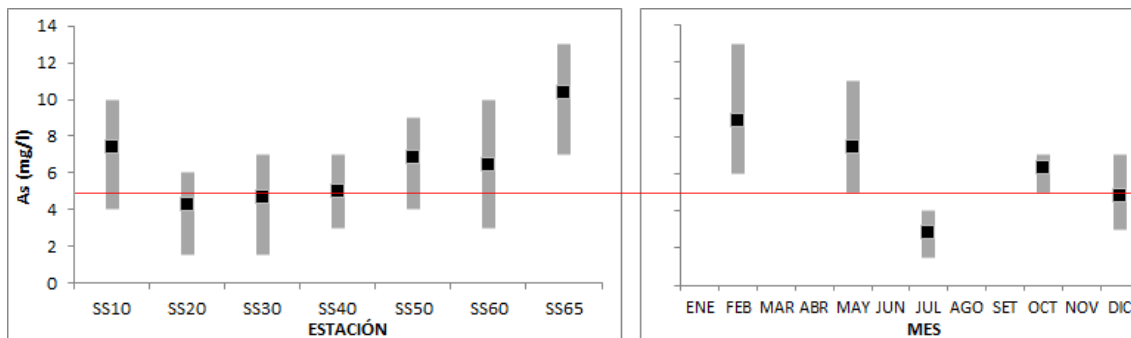


Fig. 32: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del As (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018.

Los tres metales restantes no tienen límites de concentración fijados en el decreto 253.

De ellos, el Mn se ubicó en un rango de valores por debajo del límite de cuantificación de la técnica en 11 oportunidades, con un mínimo detectable de 30  $\mu\text{g/l}$  (en nueve oportunidades) y un máximo de 70  $\mu\text{g/l}$  (SS20 en mayo). El promedio calculado fue de 32  $\mu\text{g/l}$  y la mediana de 30  $\mu\text{g/l}$ .

El comportamiento del Mn es similar en 2018 y 2017, con valores siempre superiores en 2018, a excepción de la estación SS40, que en 2017 mostró un pico no observado en 2018 (ni en 2016). Los promedios anuales calculados evidencian regularidad en la concentración de Mn, con 31  $\mu\text{g/l}$  en 2018 y 28  $\mu\text{g/l}$  en 2017.

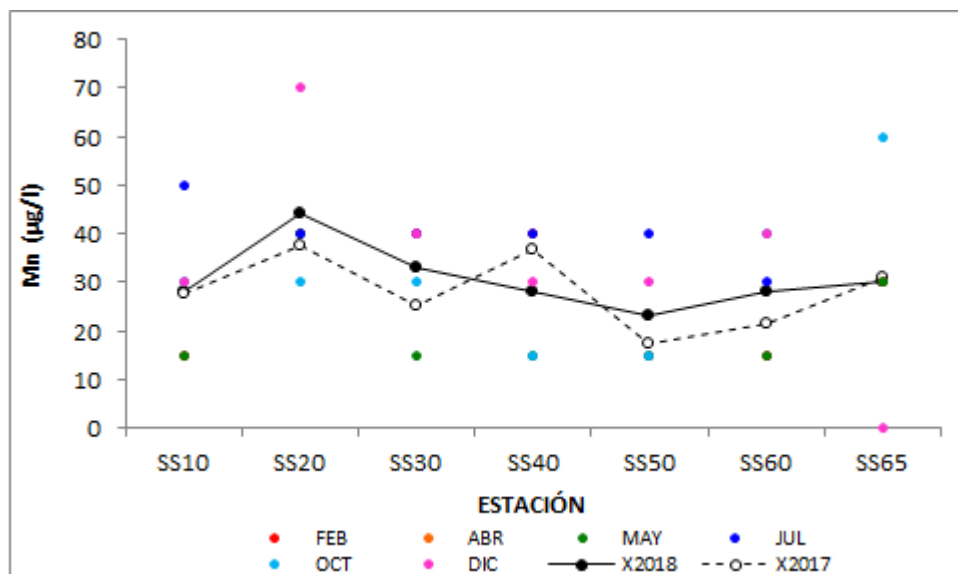


Fig. 33: Variación espacial y temporal del Mn en la cuenca del río San Salvador durante 2018. X2018 y X2017= promedio de Mn para los años 2018 y 2017 respectivamente.

La distribución espacial muestra valores superiores en las estaciones SS20 y SS65, con promedios similares en las demás estaciones. Esta distribución confirma, en parte, lo observado en 2017, con más altas concentraciones en la estación SS20. En esta estación se observa también el rango de variación más amplio.

Temporalmente, la concentración de Mn en el San Salvador durante 2018 se muestra homogénea a lo largo de las diferentes campañas, con mayor rango de variación en aguas más cálidas.

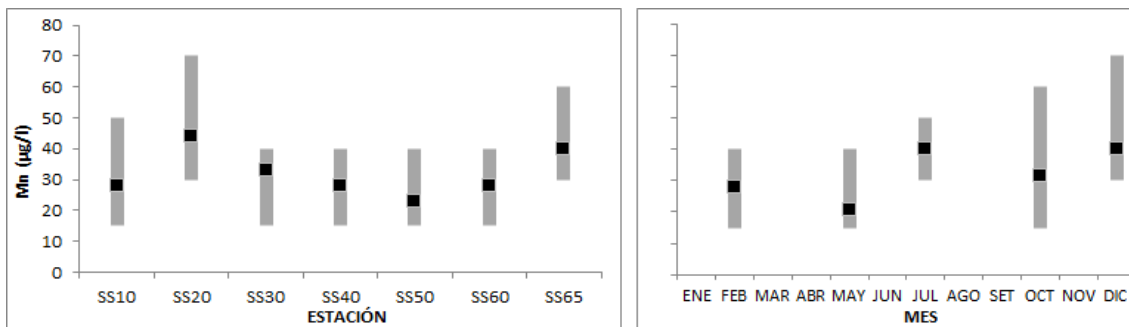


Fig. 34: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del Mn (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018.

El Na fue detectado en valores entre un mínimo de 12 mg/l (SS40 y SS50 en julio) y un máximo de 105 mg/l (SS10 en febrero), con un promedio anual de 36 mg/l y una mediana de 31 mg/l.

La distribución del Na en el curso principal del San Salvador es similar en 2018 y 2017, siempre con valores superiores durante 2017, a excepción de la estación SS65, con concentración levemente superior en 2018 (Fig. 35). Los promedios calculados son de 36 mg/l en 2018 y 44 mg/l en 2017.

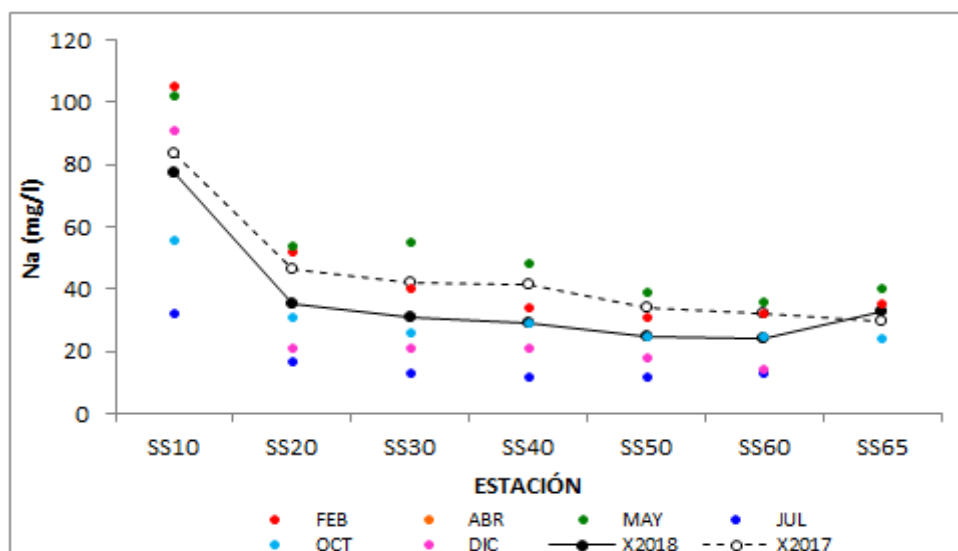


Fig. 35: Variación espacial y temporal del Na en la cuenca del río San Salvador durante 2018. X2018 y X2017= promedio de Na para los años 2018 y 2017 respectivamente.

La distribución espacial del Na muestra un claro gradiente negativo desde las nacientes hacia la desembocadura (Fig. 36), con rangos de variación que acompañan este gradiente.

Temporalmente se percibe un descenso de concentración de Na y de su rango de variación en aguas más frías.

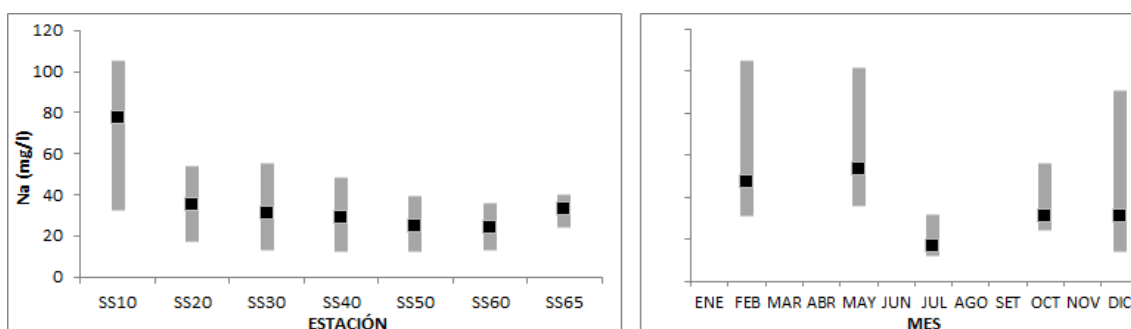


Fig. 36: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del Na (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018.

El tercer metal analizado en este muestreo, que no tiene estándar fijado en el decreto 253, es el Fe. Sus valores extremos se situaron entre un mínimo de 0,11 mg/l (SS20 en febrero) y un máximo de 2,30 mg/l (SS20 en mayo), con un promedio de 0,75 mg/l y una mediana de 0,57 mg/l.

El comportamiento del Fe en el San Salvador es similar en 2018 y 2017 (Fig. 37). Siempre con valores superiores en 2018, pero el perfil de las curvas se acompaña en las cuencas alta y media y sólo se observa una leve diferencia en la cuenca baja, con tendencia al descenso en 2018 y al aumento en 2017. Los promedios anuales calculados muestran una concentración de 0,7 mg/l en 2018 y de 0,3 mg/l en 2017.

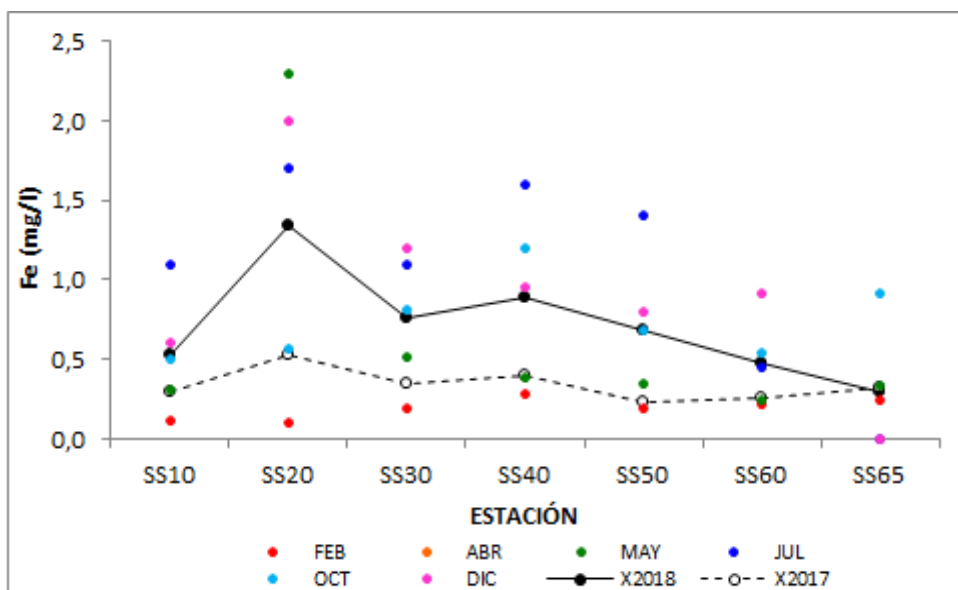


Fig. 37: Variación espacial y temporal del Fe en la cuenca del río San Salvador durante 2018. X2018 y X2017= promedio de Fe para los años 2018 y 2017 respectivamente.

La distribución espacial del Fe en el río San Salvador durante 2018 muestra una concentración máxima en la estación SS20 y un descenso paulatino hacia la desembocadura (Fig. 38). Esta distribución es casi idéntica a la observada durante 2017.

Temporalmente no se aprecia ningún patrón de variación de la concentración de Fe en el ciclo anual.

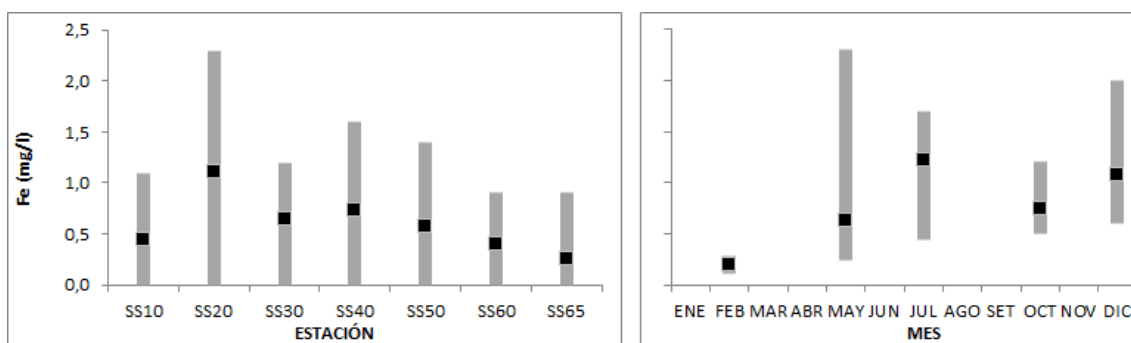


Fig. 38: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del Fe (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018.

#### 4.1.2.5. Variables biológicas

##### 4.1.2.5.1. Clorofila $a$

La clorofila  $a$  se ubicó en valores bajos, entre un mínimo de 2,7  $\mu\text{g/l}$  (SS30 en mayo) y un máximo de 58,0  $\mu\text{g/l}$  (SS65 en abril), con un promedio de 4,7  $\mu\text{g/l}$  y una mediana de 1,4  $\mu\text{g/l}$ . Sólo 19 muestras en 42 análisis arrojaron resultados detectables.

Las variaciones de concentración de clorofila son similares en 2018 y 2017 (Fig. 39), con valores levemente superiores durante 2018, a excepción de la estación SS10, en que son menores. En ambos años se observa un incremento de concentración en la estación SS65, más notorio en 2018.

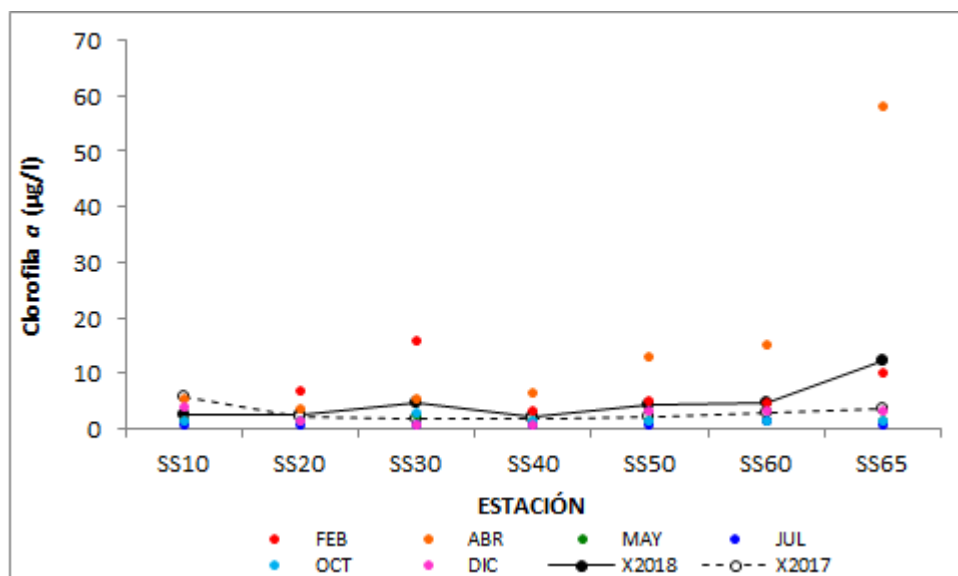


Fig. 39: Variación espacial y temporal de la clorofila  $a$  en la cuenca del río San Salvador durante 2018. X2018 y X2017= promedio de clorofila  $a$  para los años 2018 y 2017 respectivamente

Espacialmente se observa una tendencia al incremento de concentración de clorofila  $a$  desde las nacientes hacia la desembocadura, con un rango de variación mayor en la estación SS65 (Fig. 40).

Se percibe un aumento de la cantidad de clorofila durante los meses estivales, con un pico en abril..

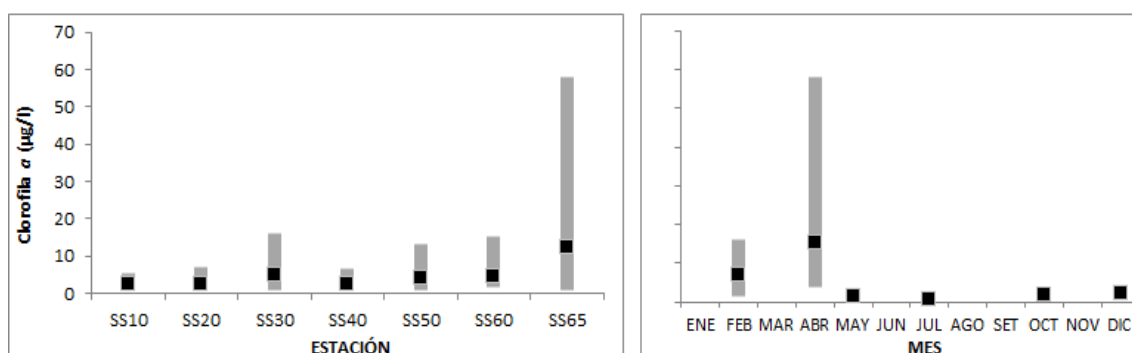


Fig. 40: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de la clorofila  $a$  (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018.

#### 4.1.2.5.2. Feofitina $a$

La feofitina  $a$  fue detectada en una sola oportunidad, en las 42 muestras tomadas en las diferentes campañas. Este valor fue de 8,9  $\mu\text{g/l}$  y se registró en la estación SS65 en la campaña de abril. Considerando los valores calculados por debajo del límite de la técnica, el promedio anual fue de 2,3  $\mu\text{g/l}$  y la mediana de 1,9  $\mu\text{g/l}$ .

El cálculo de la relación Clo $a$ /Feo $a$  (Tabla VII) es una herramienta práctica para determinar el estado fisiológico de la población fitoplanctónica al momento del muestreo. En la misma, valores superiores a 1 representan una población fisiológicamente activa, mientras que los inferiores a 1 representan una población senescente.

En la tabla VIII, entonces, se observa que a partir de las mejoras de las condiciones ambientales (aumento de irradiación en agosto), el estado fisiológico de la comunidad fitoplanctónica es óptimo y comienza el aumento de población que se revela, finalmente, en diciembre, alcanzando una máxima floración en el mes de abril. Los meses con aguas más frías se muestran como períodos de recesión fitoplanctónica. Si bien en el promedio anual todas las estaciones se muestran productivas, la relación muestra que esta producción es inferior en la cuenca alta y superior en la cuenca baja.

Tabla VIII: Relación Clo  $a$ /Feo  $a$  calculada para cada estación en las seis fechas de muestreo.

	MIN	PROM	MAX
SS10	0,37	1,20	2,79
SS20	0,37	1,38	3,68
SS30	0,19	1,76	4,27
SS40	0,19	1,18	3,37
SS50	0,37	2,21	6,84
SS60	0,76	1,77	4,00
SS65	0,37	2,12	6,52
FEB	0,39	2,56	4,27
ABR	1,95	4,04	6,84
MAY	0,76	0,86	1,42
JUL	0,19	0,37	0,76
OCT	0,76	0,87	1,53
DIC	0,37	1,27	2,16

#### 4.1.2.5.3. Coliformes Totales

Los coliformes totales fluctuaron entre una densidad mínima de 1600 UFC/100 ml (SS60 en julio) y un máximo de 24000 UFC/100 ml (SS10 en febrero y SS65 en octubre), con un promedio de 8967 UFC/100 ml y una mediana de 6500 UFC/100 ml.

La distribución de las densidades de coliformes totales es similar en 2018 y 2017, observándose pequeñas diferencias entre ambos años (Fig. 41). De hecho, los promedios calculados revelan una diferencia total inferior a las 1000 UFC/100 ml entre ambos años; siendo de 8979 UFC/100 ml en 2018 y de 8069 UFC/100 ml en 2017.

La distribución espacial en el curso principal del río es homogénea, sólo revelando un pequeño aumento en la cuenca baja (Fig. 42), marcando una leve tendencia al aumento de densidad desde las nacientes hacia la desembocadura.

Temporalmente, la distribución de densidades es homogénea en todas las campañas realizadas.



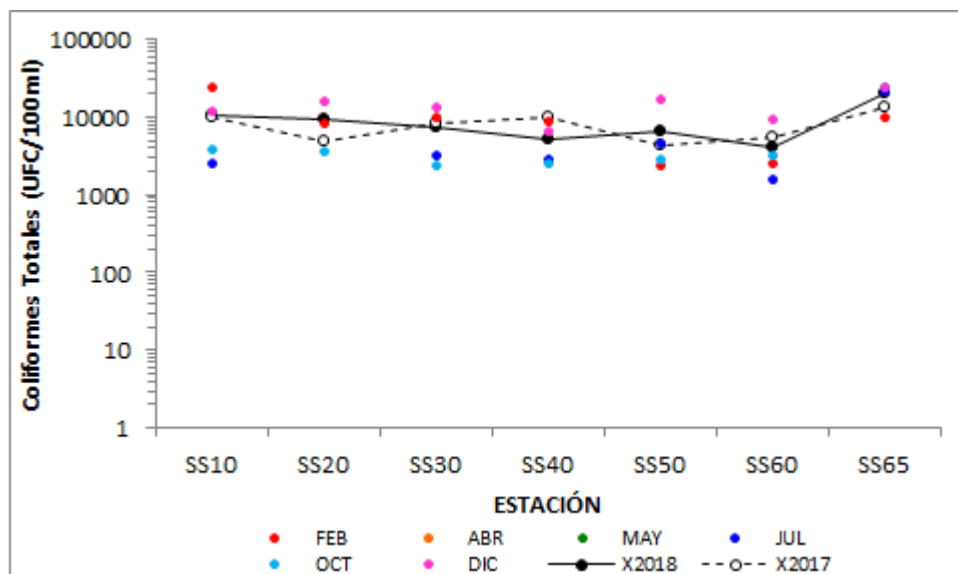


Fig. 41: Variación espacial y temporal de los coliformes totales en la cuenca del río San Salvador durante 2018. X2018 y X2017= promedio de coliformes totales para los años 2018 y 2017 respectivamente.

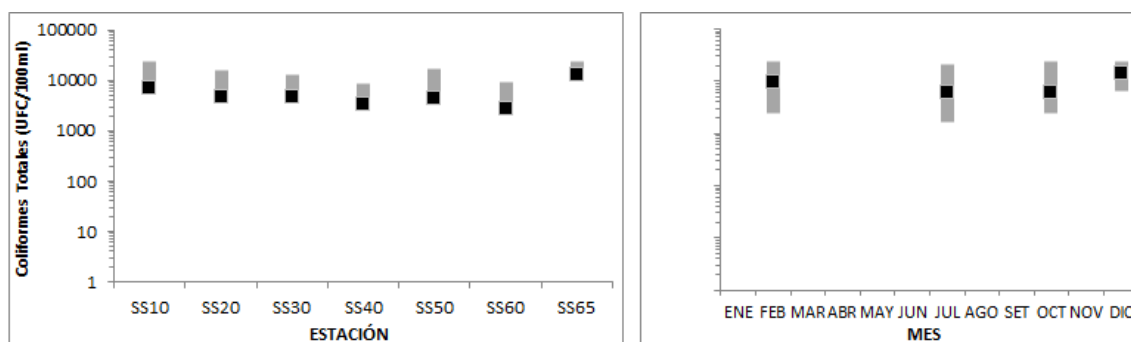


Fig. 42: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de los coliformes totales (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018.

#### 4.1.2.5.4. *Escherichia coli* (*E. coli*)

*E. coli* tuvo un espectro de variación de densidades ubicado entre un mínimo de 20 UFC/100 ml (SS60 en febrero) y un máximo de 24000 UFC/100 ml (SS65 en octubre), con un promedio de 1263 UFC/100 ml y una mediana de 160 UFC/100 ml.

Las curvas de promedios marcan diferencia de abundancias entre 2018 y 2017, aunque con comportamiento similar (Fig. 43). Sólo se observa comportamiento opuesto en la estación SS50 (con leve aumento en 2018 y descenso en 2017) y la SS60 (con leve descenso en 2018 y aumento en 2017). El promedio anual de 2018 duplica al de 2017, fundamentalmente por las altas densidades registradas en la estación SS65, siendo de 1223 UFC/100 ml en 2018 y de 519 UFC/100 ml en 2017.

La distribución espacial de las densidades de *E. coli* en el curso principal revelan una clara tendencia al aumento desde las nacientes hacia la desembocadura (Fig. 44), lo mismo que los rangos de variación de las mismas.

La variación en el ciclo anual no muestra un patrón definido, aunque se observan mayores densidades en aguas más calientes.

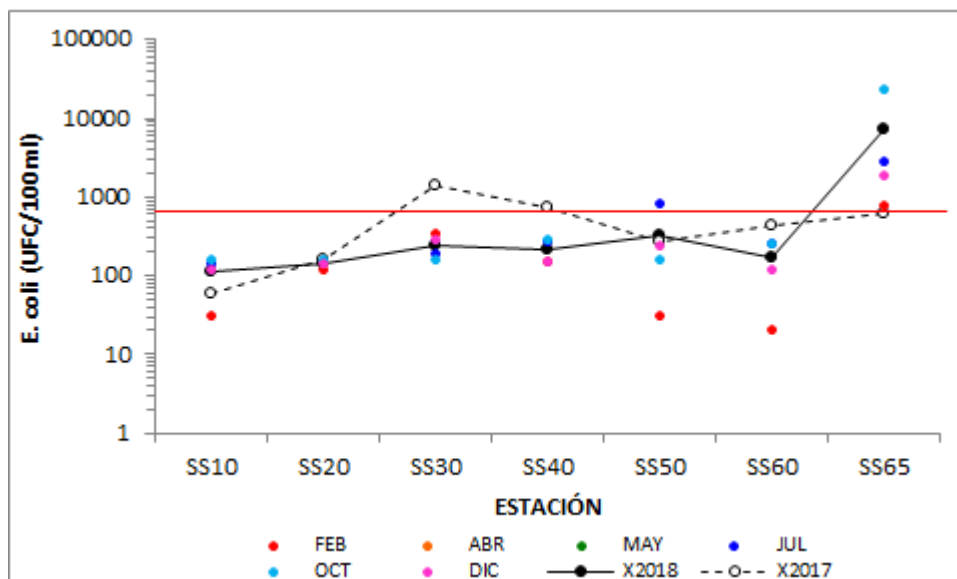


Fig. 43: Variación espacial y temporal de *E. coli* en la cuenca del río San Salvador durante 2018. X2018 y X2017= promedio de *E. coli* para los años 2018 y 2017 respectivamente.

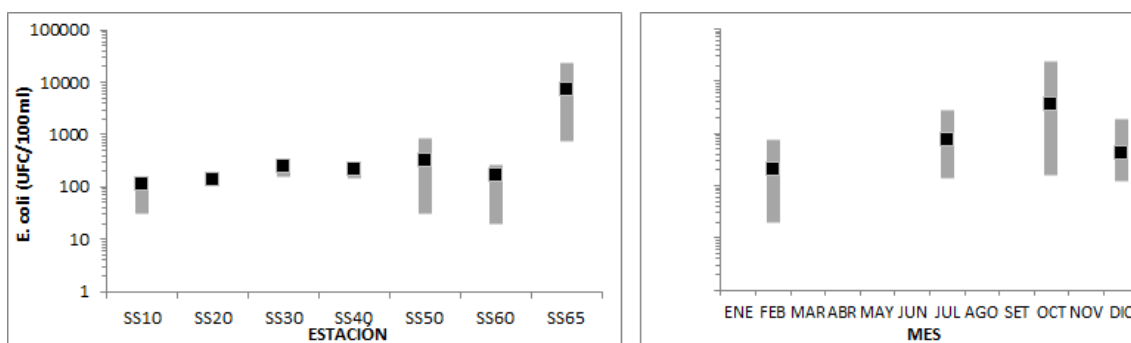


Fig. 44: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de *E. coli* (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018.

*E. coli* no tiene un valor guía fijado en la legislación nacional (que considera todos los coliformes termotolerantes en conjunto), por lo cual estos resultados son contrastados con el valor estándar fijado por la EPA (United States Environmental Protection Agency) para balneabilidad en ríos de norteamérica (575 UFC/100 ml).

Considerando ese valor guía, *E. coli* incumple este límite en 5 oportunidades, generando un porcentaje de incumplimiento del 19 % (Anexo 1).

#### 4.1.2.6. Variables fisicoquímicas

##### 4.1.2.6.1. Color

El color del agua del río San Salvador varió entre un mínimo de 17 Upt-Co (SS60 en abril) y un máximo de 102 Upt-Co (SS30 en octubre), con un promedio de 67 Upt-Co y una mediana de 71 Upt-Co.

EL color fluctúa en forma similar en 2018 y 2017, aunque siempre con valores mayores durante 2018 (Fig. 45). Esa pequeña diferencia de concentraciones se refleja en promedios anuales de 67 Upt-Co en 2018 y 59 Upt-Co en 2017.

Espacialmente se registra homogeneidad a lo largo del curso principal del río, con promedios y rangos de variación muy similares en todas las estaciones (Fig. 46)

La variación temporal en el ciclo anual no revela un comportamiento claro de esta variable.

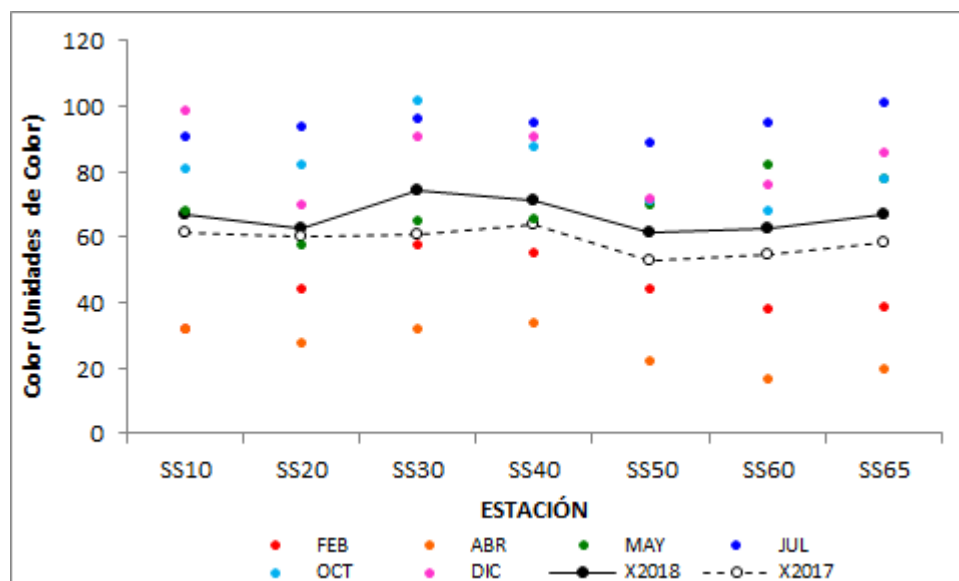


Fig. 45: Variación espacial y temporal del color en la cuenca del río San Salvador durante 2018. X2018 y X2017= promedio de color para los años 2018 y 2017 respectivamente.

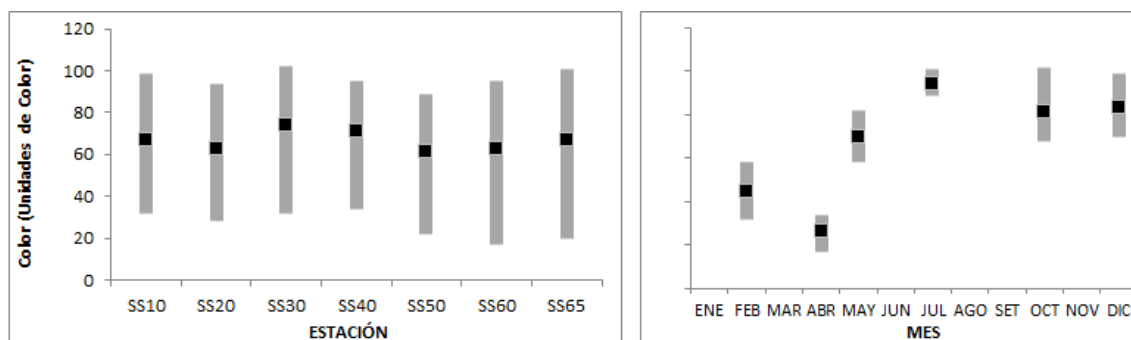


Fig. 46: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del color (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018.

La legislación nacional tiene una referencia muy laxa con respecto al color: “color verdadero, no significativamente diferente al natural”, mientras que la EPA (Environmental Protection Agency) sugiere el valor guía de 75 UPT (EPA, 1986). En el caso del San Salvador durante 2018, el 23% de los resultados superan ese valor (Anexo 1).

#### 4.1.2.6.2. Alcalinidad

Las concentraciones de alcalinidad fluctuaron entre un mínimo de 97 mg/l (SS60 y SS65 en diciembre) y un máximo de 384 mg/l (SS10 en febrero), con un promedio de 210 mg/l y una mediana de 214 mg/l.

Con valores siempre inferiores, la alcalinidad, durante 2018, muestra una distribución casi idéntica a la del 2017 (Fig. 47). Los promedios anuales calculados son de 210 mg/l para 2018 y de 252 mg/l para 2017.

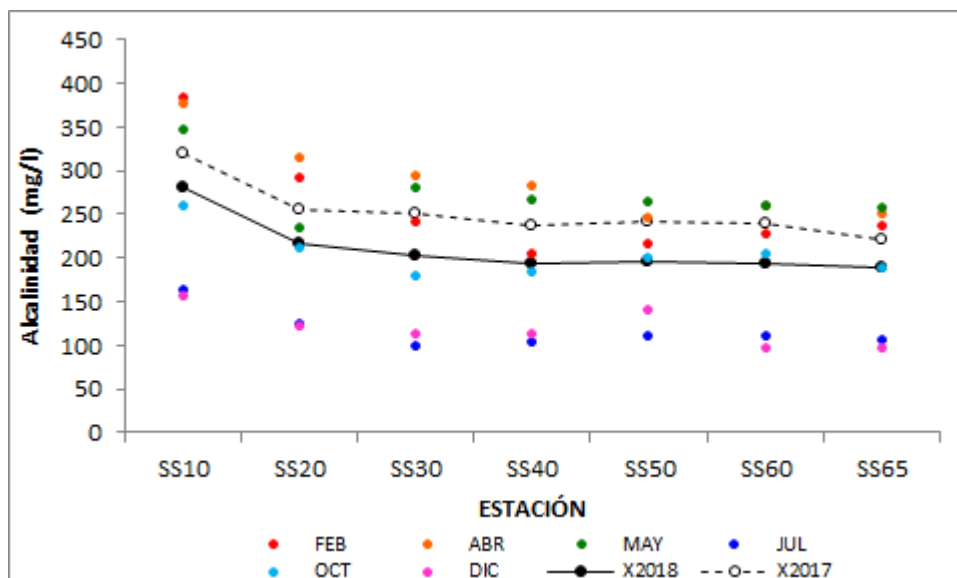


Fig. 47: Variación espacial y temporal de la alcalinidad en la cuenca del río San Salvador durante 2018. X2018 y X2017= promedio de alcalinidad para los años 2018 y 2017 respectivamente.

La distribución espacial de la alcalinidad en el río San Salvador marca una clara tendencia a la disminución de concentración desde las nacientes hacia la desembocadura (Fig. 48); lo mismo que se observa en los rangos de variación.

Temporalmente no se observa un patrón definido de variación a lo largo del ciclo anual, sólo observándose mayores concentraciones durante el primer semestre.

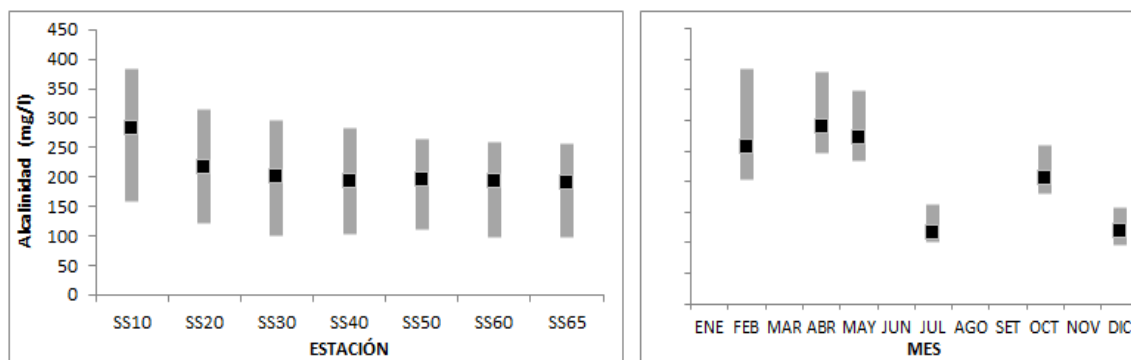


Fig. 48: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de la alcalinidad (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018.

La alcalinidad, por no producir efectos nocivos sobre la salud, no está contemplada en el decreto 253 ni sus modificativos. Sin embargo, la Secretaría de Salubridad y Asistencia de Colombia fija como máximo admisible una alcalinidad total de 400 mg/l  $\text{CaCO}_3$ . Por su parte la EPA fija un valor mínimo de 20 mg/l para la vida acuática confortable, aunque acepta menores concentraciones en aguas naturales con menos alcalinidad. Ninguno de estos dos valores es registrado en las muestras analizadas, más allá de que el valor máximo registrado durante 2018 es muy cercano a ese límite.

#### 4.1.2.6.3. Dureza

La dureza se ubicó en valores entre un mínimo de 87 mg/l (SS65 en diciembre) y un máximo de 221 mg/l (SS30 en mayo), con un promedio de 157 mg/l y una mediana de 164 mg/l.

Se observa una diferencia interanual de concentración de la dureza entre 2018 y 2017, siendo siempre superior durante 2017, aunque las fluctuaciones por punto de muestreo se acompañan. Los promedios calculados son de 157 mg/l para 2018 y de 190 mg/l para 2017

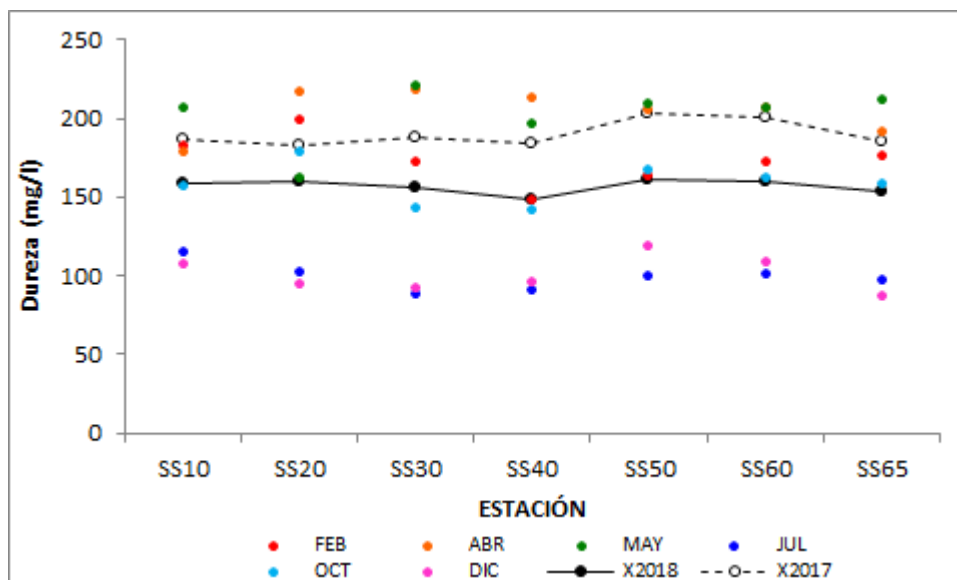


Fig. 49: Variación espacial y temporal de la dureza en la cuenca del río San Salvador durante 2018. X2018 y X2017= promedio de dureza para los años 2018 y 2017 respectivamente.

La distribución espacial de la dureza muestra homogeneidad en todo el curso del río, con promedios y rangos de variación muy similares en todas las estaciones.

Temporalmente no se detecta ningún patrón de variación cíclico, salvo mayores concentraciones durante el primer semestre del año.

Según la definición de Sawyer (1960) las aguas del río San Salvador se ubican en la tercera categoría de su clasificación, correspondiente a "aguas duras" (150 – 300 mg/l  $\text{CaCO}_3$ ).

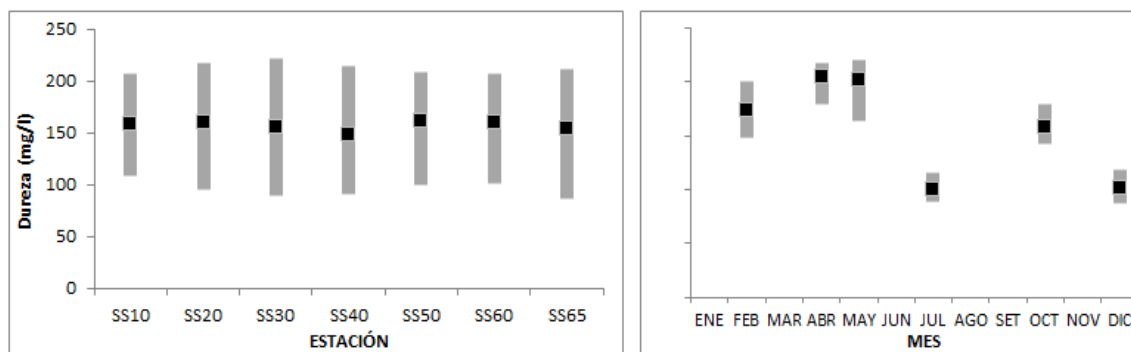


Fig. 50: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de la dureza (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018.

4.1.2.6.4. Carbono Orgánico Total (TOC)

El TOC tuvo concentraciones que se ubicaron entre un valor mínimo de 6 mg/l (SS20 en abril) y un valor máximo de 15 mg/l (SS10 y SS30 en diciembre), con un promedio y una mediana iguales, de 11 mg/l.

Se observa una diferencia de concentración en todo el curso del río entre 2018 y 2017, con valores superiores durante 2018 (Fig. 51). Los promedios calculados son de 10 mg/l para 2018 y 3 mg/l par 2017.

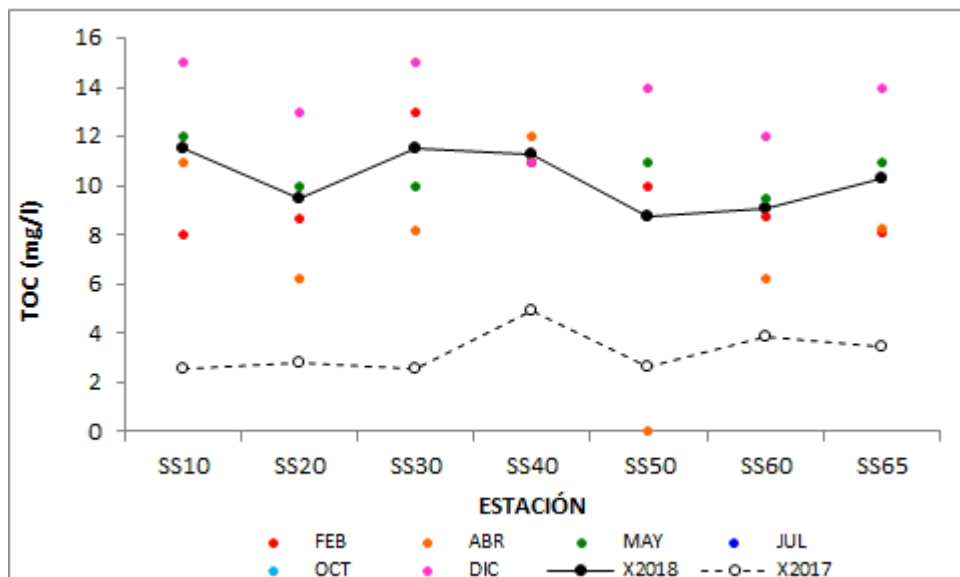


Fig. 51: Variación espacial y temporal del TOC en la cuenca del río San Salvador durante 2018. X2018 y X2017= promedio de TOC para los años 2018 y 2017 respectivamente.

La distribución espacial del TOC muestra una tendencia a la reducción de su concentración a lo largo de la cuenca, aunque mostrando variabilidad de concentraciones en las diferentes estaciones (Fig. 52). Las concentraciones más altas se registran en la cuenca media, repitiendo la distribución observada en 2017.

La variación temporal en el ciclo anual no refleja comportamiento cíclico, sólo mostrando homogeneidad de concentraciones en el primer semestre y un aumento en la campaña de diciembre.

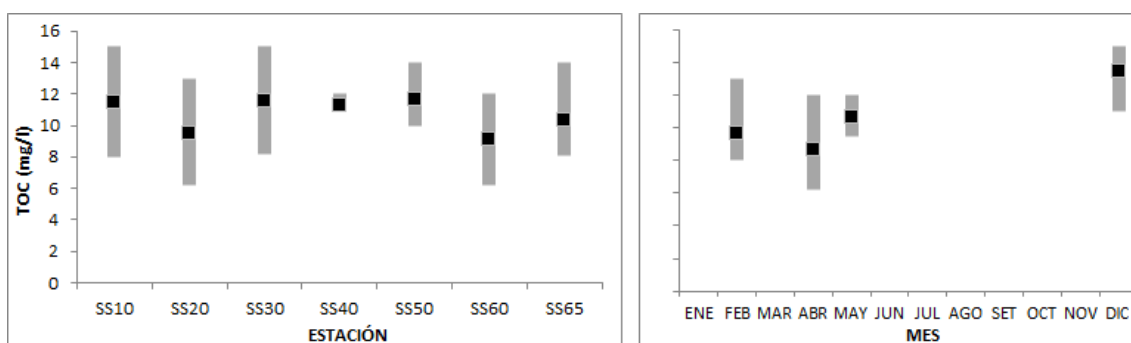


Fig. 52: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del TOC (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018.

4.1.2.6.5. AOX

Los AOX sólo fueron detectados en 9/42 muestras analizadas; de éstas, el mínimo registrado fue de 17 µg/l en dos oportunidades (SS10 en mayo y diciembre) y el máximo de 34 µg/l (SS30 en mayo). El promedio fue de 15 µg/l y la mediana de 17 µg/l.

Con valores siempre mayores durante 2018 con respecto a 2017, los AOX revelarían un leve aumento de su concentración en el curso del San Salvador (Fig. 53), aunque con sólo nueve valores detectados no se puede ser concluyente en este sentido. Si nos referimos a los promedios anuales, estos son de 15  $\mu\text{g/l}$  en 2018 y de 13  $\mu\text{g/l}$  en 2017.

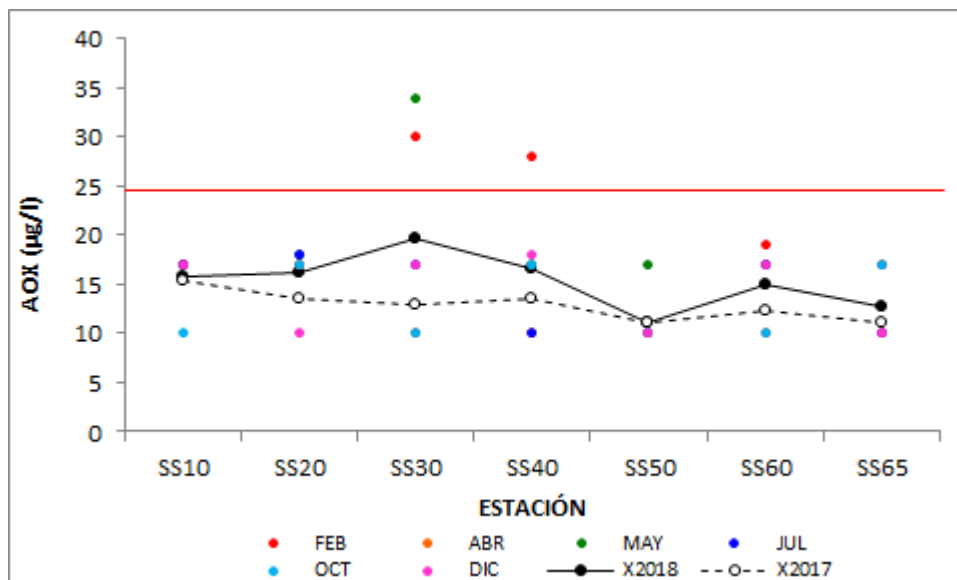


Fig. 53: Variación espacial y temporal de los AOX en la cuenca del río San Salvador durante 2018. X2018 y X2017= promedio de AOX para los años 2018 y 2017 respectivamente.

La distribución espacial de los AOX muestra una tendencia a la disminución de concentración a lo largo del curso del río, aunque las mayores concentraciones se observan en la cuenca media del mismo (Fig. 54), así como también los rangos de variación.

No se observa un patrón de variación temporal a lo largo del ciclo anual, sino homogeneidad de concentraciones a lo largo del ciclo, con dos picos, en las campañas de febrero y mayo, posiblemente generados por aportes puntuales.

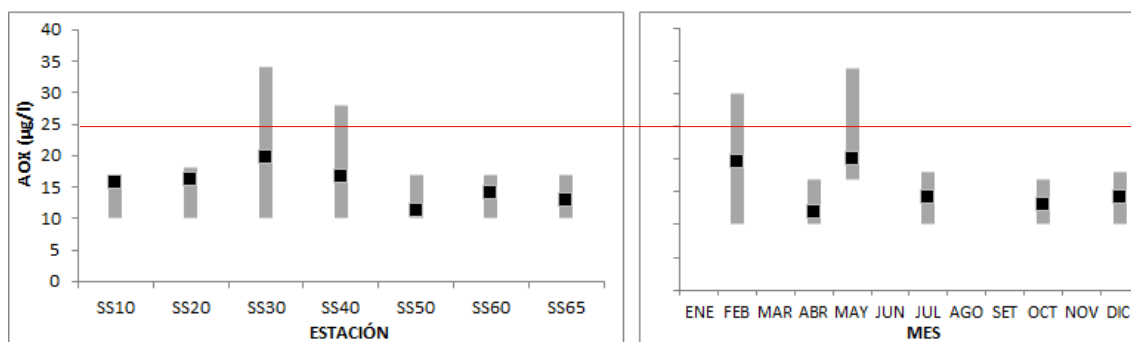


Fig. 54: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de los AOX (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018.

Dado que la legislación nacional no propone un valor de referencia para los AOX, se toma, a modo comparativo, el valor sugerido por la legislación de Alemania Federal, de 25  $\mu\text{g/l}$  (LAWA, 1998); a diferencia del año precedente, en que este valor nunca fue superado, en 2018 fue superado en 3 ocasiones, generando un incumplimiento del 8 % con respecto a ese valor guía.

#### 4.1.2.7. Agroquímicos

De los seis plaguicidas monitoreados en el río San Salvador durante 2017, tres de ellos (Endosulfán ( $\alpha$  y  $\beta$ ), Endosulfán  $SO_4$  y Clorpirifos) no fueron detectados en ninguna ocasión. Para éstos, cabe recordar que el valor estándar es inferior al valor límite de la técnica (Tabla IX).

Tabla IX: Agroquímicos muestreados en el río San Salvador. Límite de la técnica y valor del estándar estipulado en el decreto 253 (o modificativos). En rojo aquellos que el límite de la técnica es mayor que el estándar.

	Endosulfán	Glifosato	Atrazina	Clorpirifos
Límite ( $\mu\text{g/l}$ )	0,2	0,2	0,2	0,2
Estandar ( $\mu\text{g/l}$ )	< 0,02	< 65	< 1,8	< 0,035

El glifosato fue registrado en el 60 % de las muestras tomadas, aunque siempre en valores muy inferiores al estándar propuesto (65  $\mu\text{g/l}$ ). El máximo observado fue de 3,13  $\mu\text{g/l}$  (SS65 en febrero), mientras que el mínimo fue de 0,26  $\mu\text{g/l}$  (SS65 en mayo). El promedio fue de 0,90  $\mu\text{g/l}$  y la mediana de 0,84  $\mu\text{g/l}$ .

La comparación de las curvas de promedios entre 2018 y 2017 muestra que, a pesar de mantenerse siempre en concentraciones muy bajas, el glifosato tendría un leve aumento en las cuencas alta y media, y se mantendría estable en la cuenca baja (Fig. 55). Ese aumento se reflejaría en los promedios anuales, de 0,87  $\mu\text{g/l}$  en 2018 y 0,64  $\mu\text{g/l}$  en 2017.

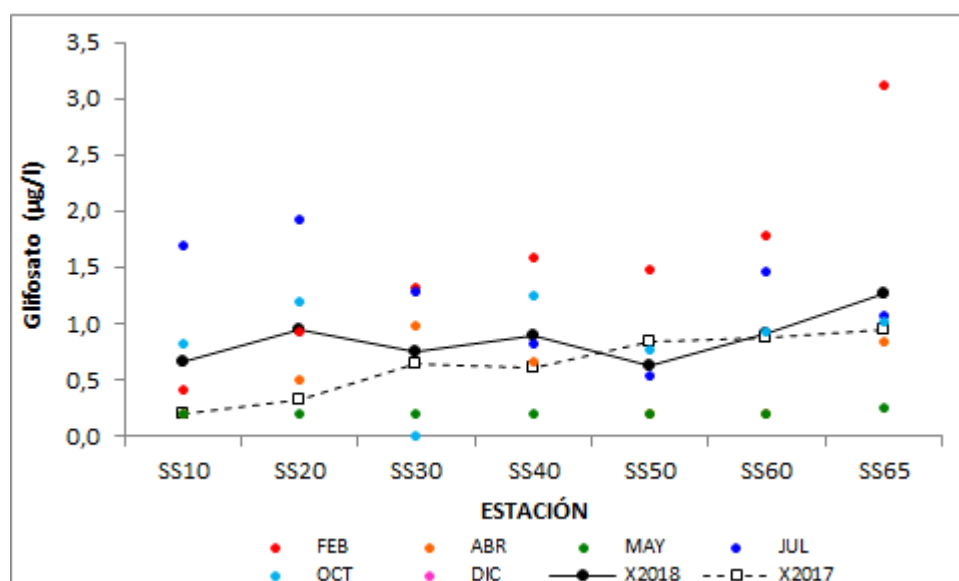


Fig. 55: Variación espacial y temporal del glifosato en la cuenca del río San Salvador durante 2018. X2018 y X2017= promedio de glifosato para los años 2018 y 2017 respectivamente.

La distribución espacial del glifosato muestra una tendencia general al aumento desde las nacientes hacia la desembocadura (Fig. 56). Las mayores concentraciones se registran en la estación SS65, mientras que concentraciones secundarias aparecen en las estaciones SS20 y SS30, con las menores en SS50.

La variación del glifosato en el ciclo anual muestra picos que, posiblemente, corresponderían a las aplicaciones del producto en la cuenca.

Más allá de las muy bajas concentraciones observadas, el glifosato muestra presencia permanente en aguas del San Salvador durante todo el ciclo anual. No se registran valores significativamente riesgosos de glifosato en todo el ciclo anual, cumpliéndose con lo fijado en la legislación en el 100% de las muestras analizadas (Anexo 1).



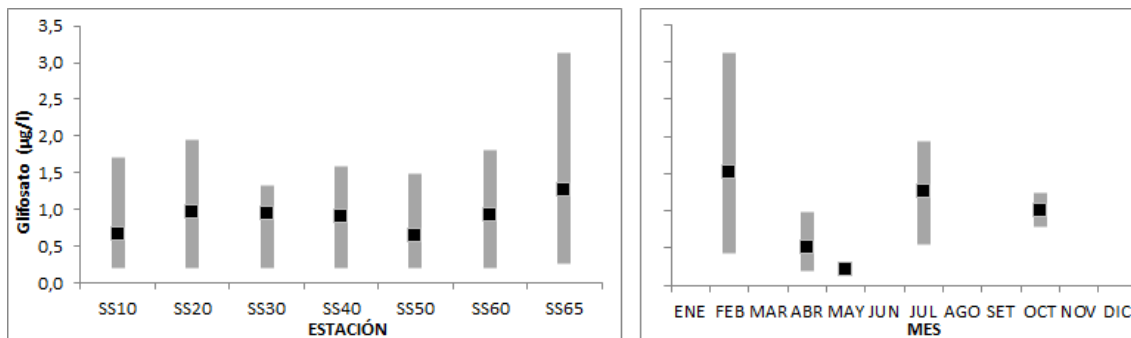


Fig. 56: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del glifosato (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018.

El AMPA (ácido aminometilfosfónico) es el principal metabolito del glifosato. Al igual que este, presenta muy bajas concentraciones en el agua del San Salvador, ubicándose entre un máximo de 3,31 µg/l (SS20 en julio) y un mínimo de 0,40 µg/l (SS50 en mayo), con un promedio de 1,30 µg/l y una mediana de 1,04 µg/l.

Al igual que el glifosato, el AMPA, en 2018, muestra un aumento de concentración en las cuencas alta y media y un mantenimiento en la cuenca baja (aunque con concentraciones menores en 2018) (Fig. 57). Estas variaciones se traducen en una uniformidad interanual del promedio en la cuenca, con 1,30 µg/l en 2018 y 1,11 µg/l en 2017.

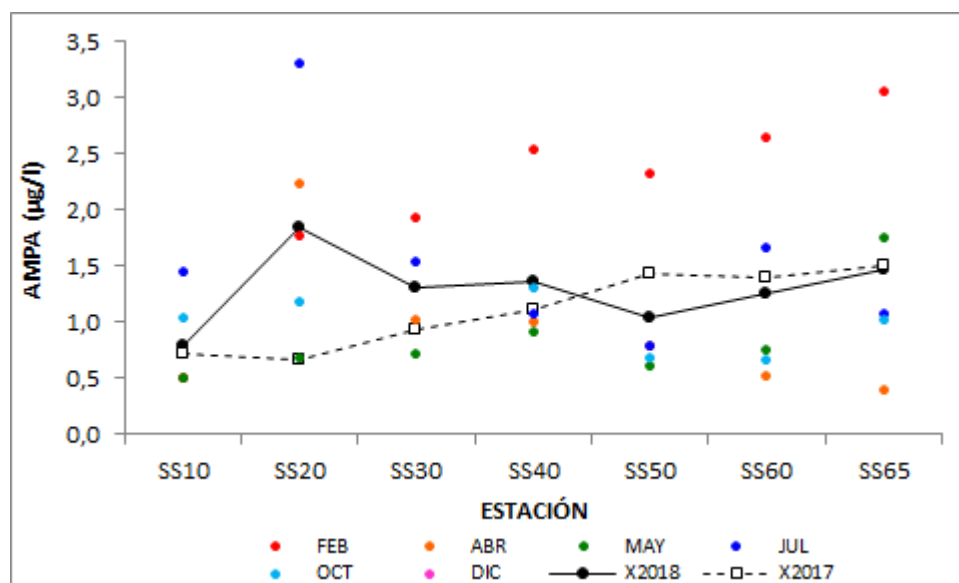


Fig. 57: Variación espacial y temporal del AMPA en la cuenca del río San Salvador durante 2018. X2018 y X2017= promedio de AMPA para los años 2018 y 2017 respectivamente.

Se observa una leve tendencia al aumento desde las nacientes hacia la desembocadura, aunque las mayores concentraciones se registran en la estación SS20. También se registra presencia continua a lo largo de todo el ciclo anual, con concentraciones más altas posiblemente debidas a la aplicación de glifosato en la cuenca (Fig. 58)

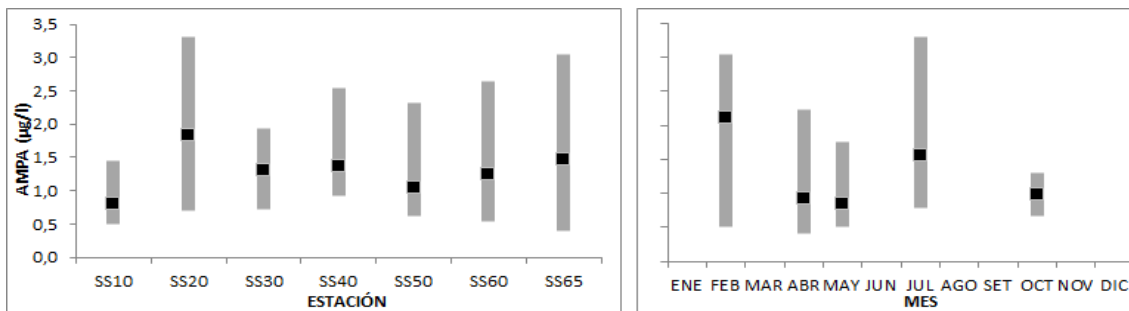


Fig. 58: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del AMPA (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018.

La atrazina fue cuantificada solamente en el 12% de las muestras analizadas (4/34 muestras). Fluctuó entre un máximo de 0,43  $\mu\text{g/l}$  (SS65 en febrero) y un mínimo de 0,26  $\mu\text{g/l}$  en dos oportunidades (SS30 y SS60 en febrero). El promedio anual fue de 0,21  $\mu\text{g/l}$  y la mediana de 0,20  $\mu\text{g/l}$ .

Los perfiles de promedios de los años 2018 y 2017 mostrarían un leve aumento de la concentración de atrazina en las cuencas alta y media y una disminución en la cuenca baja (Fig. 59). Los promedios calculados son de 0,21  $\mu\text{g/l}$  en 2018 y de 0,20  $\mu\text{g/l}$  en 2017.

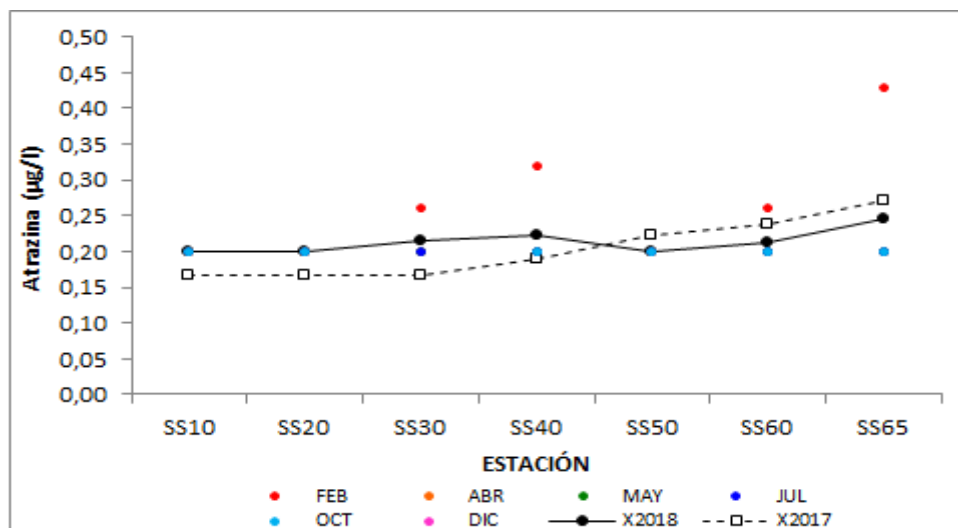


Fig. 59: Variación espacial y temporal de la atrazina en la cuenca del río San Salvador durante 2018. X2018 y X2017= promedio de atrazina para los años 2018 y 2017 respectivamente.

Se observa una leve tendencia al aumento de concentración a lo largo del curso del río, con las concentraciones más elevadas (y el rango de variación más amplio) en la estación SS65 (Fig. 60).

Se detecta la aplicación de atrazina en la cuenca en el muestreo de febrero

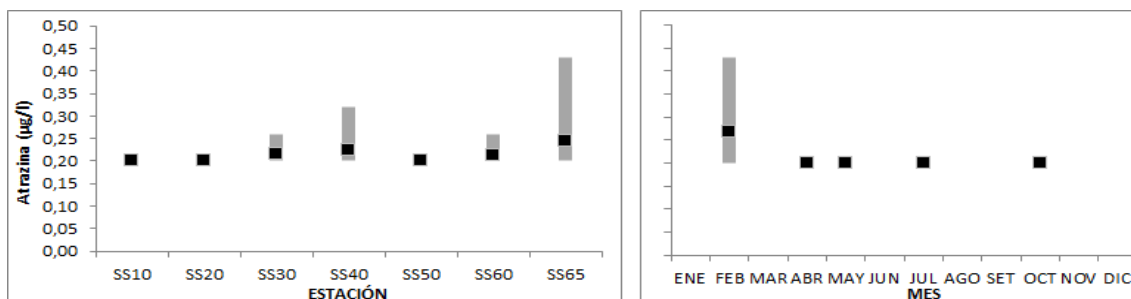


Fig. 60: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de la atrazina (rango y promedio) para los 6 muestreos realizados durante el año 2018.

La atrazina se mantuvo en todo momento en valores inferiores al determinado por la propuesta GESTA agua (1,8 µg/l), cumpliendo con este estándar en el 100 % de las muestras analizadas.

#### 4.1.3. Índices de Calidad de Agua

Se describen los resultados obtenidos del cálculo del Índice de Estado Trófico (IET) y del índice de Calidad de Agua (IQA).

Cabe resaltar que, para este caso particular, la presentación de los índices es a título informativo y no debería ser considerado como la realidad estricta del curso de agua. Problemas de infraestructura llevaron a una pérdida de resultados en variables importantes para el cálculo de los índices, lo que reduce el número de datos disponible. De esta forma, los resultados mostrados sólo representan una tendencia, pero deben ser manejados con precaución.

##### 4.1.3.1. Índice de Calidad de Agua (IQA)

El IQA muestra que durante 2018 la calidad del agua en el río San Salvador es “media” en toda su extensión (Fig. 61, Anexo 3).

SS10	SS20	SS30	SS40	SS50	SS60	SS65
65	65	65	66	66	69	63

Fig. 61: Resultado de la aplicación del IQA en las estaciones de monitoreo del río San Salvador en 2018.

Si se comparan los resultados del IQA con los del año precedente (Fig. 62) se observan cambios menores en la calidad del agua del río. La calidad general se mantiene siempre en condición de MEDIA, pero puntualmente se dan dos estaciones en las que mejora levemente la calidad (SS40 y SS60), tres estaciones en que la calidad es inferior (SS10, SS50 y SS65) y dos estaciones en que el índice de calidad se mantiene igual (SS20 y SS30).

	SS10	SS20	SS30	SS40	SS50	SS60	SS65
2016	57	58	57	56	55	55	48
2017	70	65	65	65	68	68	66
2018	65	65	65	66	66	69	63

Fig. 62: Resultado comparativo de la aplicación del IQA en las estaciones de monitoreo del río San Salvador en 2018 y años precedentes.

#### 4.1.3.3. Índice de Estado Trófico (IET)

La aplicación del IET para las estaciones del río San Salvador durante 2018 muestra un río en situación de Supereutrofia en la mayor parte del curso principal (cuencas alta y media), y de Hipereutrofia en las estaciones de la cuenca baja (Fig. 63, Anexo 4).

SS10	SS20	SS30	SS40	SS50	SS60	SS65
63	65	67	67	66	67	67

Fig. 63: Resultado de la aplicación del IET en las estaciones de monitoreo del río San Salvador en 2018.

La comparación del IET con los resultados de 2017 (Fig. 64) muestra un empeoramiento de la calidad del agua en todo el curso principal del río. En particular, en la estación SS10 se cambió de categoría, pasando de un estado Eutrófico a Supereutrófico, y en las estaciones SS60 y SS65 también se produce un cambio de categoría, pasando de un estado Supereutrófico a Hipereutrófico. En las estaciones SS20, SS30, SS40 y SS50 el índice se mantiene dentro de la categoría de Supereutrófico, pero en valores del índice que denotan desmejoramiento.

	SS10	SS20	SS30	SS40	SS50	SS60	SS65
2015	63	65	66	66	63	65	
2016	63	65	65	66	67	67	67
2017	61	63	65	65	65	65	65
2018	63	65	67	67	66	67	67

Fig. 64: Resultado comparativo de la aplicación del IET en las estaciones de monitoreo del río San Salvador en 2018 y años precedentes.

## 5. SÍNTESIS

En este informe se procesaron los resultados de 45 variables, consideradas las más relevantes para este objetivo, de las cuales 19 tienen valores de referencia estándar en el Decreto 253/79 y modificativos y 3, no reglamentadas en la legislación nacional, se contrastan con valores guía establecidos: en la República Federal de Alemania (AOX (25 µg/l)) y en USA (EPA) (E. coli (575 UFC/100 ml)) y color (75 Upt-Co).

De las 19 variables con valores de calidad de referencia, 3 de ellas tuvieron un cumplimiento del 100% de los registros con respecto al estándar (NO<sub>3</sub>, glifosato y atrazina); 6 tuvieron un cumplimiento > 90% (pH, OD, AOX, NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> y Cr), 5 tuvieron un cumplimiento > 50% (Turbidez, E. coli, color, Pb y Zn), y 1 con un cumplimiento < 50% (As). En el caso particular del Pt no se cumplió con el estándar en el 100% de los registros. En este último caso (Pt), si se considerara el valor guía propuesto de 70 µg/l tampoco se cumpliría con el valor guía en ningún caso. En 6 casos, los estándares propuestos son inferiores al límite de la técnica utilizada (Cd, Se, Cu, Endosulfán (α y β, y SO<sub>4</sub>) y Clorpirifos), por lo cual no resulta posible saber si hay cumplimiento del valor guía.

Las concentraciones de As en la cuenca del San Salvador son muy altas, superando frecuentemente el estándar, por lo cual, se sugiere poner una atención especial en esta variable.

El glifosato es observado en todas las estaciones (fundamentalmente en la cuenca baja), en todos los meses muestreados (mayoritariamente en enero). De todas formas, las concentraciones detectadas son muy inferiores al estándar fijado (65 µg/l). El glifosato, entonces, debe ser considerado a partir de su presencia, pero en los niveles observados no representa un problema en el ecosistema.

La atrazina muestra un leve aumento de concentración en las aguas del río San salvador entre 2017 y 2018, aunque en ninguno de los dos años considerados se observaron concentraciones por encima del valor guía permitido. Durante 2017 la atrazina fue cuantificada a lo largo de todo el curso principal del río y en todas las fechas de muestreo, pero siempre en valores inferiores al estándar. Sigue siendo una variable muy importante de monitorear, a consecuencia de su amplia variación en el sistema. Si bien fue prohibido su uso a partir de 2016, resulta evidente que aún se está utilizando en la cuenca del San Salvador.

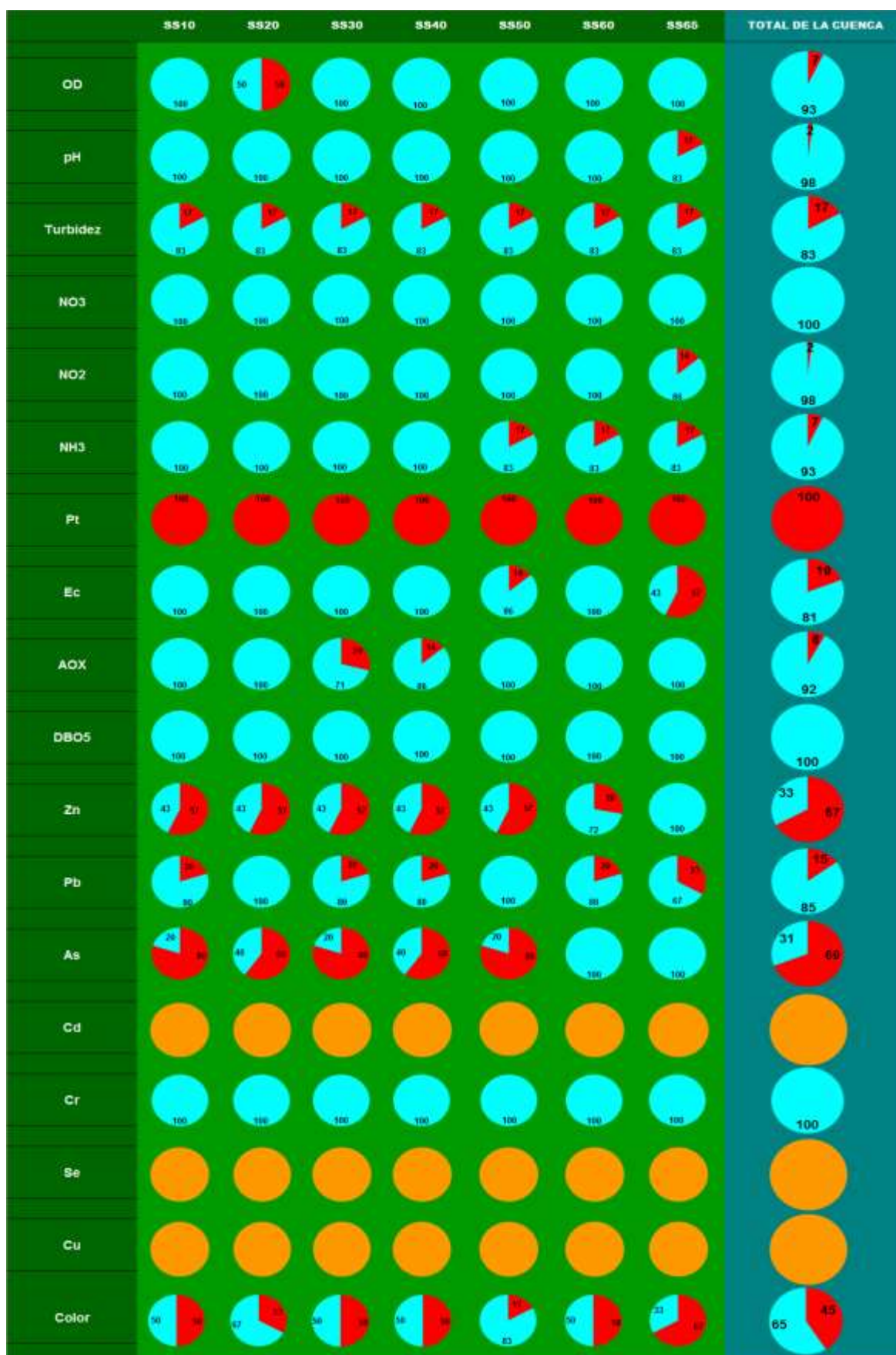
Los restantes fitosanitarios (endosulfán y clorpirifos) no fueron detectados en este ciclo anual.

Los índices de calidad de agua utilizados marcarían, que el IQA indica calidad MEDIA en todo el curso, determinando un desmejoramiento en la calidad de agua respecto a este índice. El Índice de Estado Trófico (IET) muestra un neto deterioro de las condiciones del medio en todo el curso principal del río.

## 6. Bibliografía

- CERVETTO, G., 2017. Plan de monitoreo del río San Salvador. Informe de actividades y presentación de resultados. Año 2016. Informe Interno DINAMA: 89 pp.
- EPA, 2012. <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/ecoli.pdf>
- EPA, 1986. Quality criteria for water 1986: 395 pp.
- GEMS/Agua. 1994. Guía operativa. 3a Edición. PNUD-OMS-UNESCO-OMM.
- GESTA Agua, 2008. Borrador de trabajo GESTA Agua. Propuesta de modificación del Decreto 253/979 y modificativos. Manuscrito: 1-19
- LAMPARELLI, M. C., 2004. Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento. São Paulo: USP/ Departamento de Ecologia. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, 235 pp.
- LAWA, 1998. LAWA-Verfahren zur "Chemischen Gewässerklassifikation" [LAWA procedure for "chemical classification of bodies of water"], 1998
- MGAP, 2008. Manual de medidas exigibles para cultivos: Instructivo para la elaboración y presentación de Planes de Uso y Manejo Responsable de Suelos. Art. 5 Decreto Nº 405/2008: 1-2
- Quintans, F. 2015. Propuesta de aplicación de índices de calidad de agua para la Cuenca del Santa Lucía. Informe de consultoría. Proyecto PNUD URU/14/001. DINAMA-DCA: 1-29
- Sawyer, C.N., 1960. Chemistry for monitory engineers. McGraw-Hill Book Co, New York.

Anexo 1: Cuadro sinóptico de los porcentajes de cumplimiento (celeste) e incumplimiento (rojo) de cada variable con respecto a su valor estándar en las diferentes estaciones muestreadas en el río San Salvador durante 2018. En naranja, variables cuyos estándares son superiores al límite de la técnica.

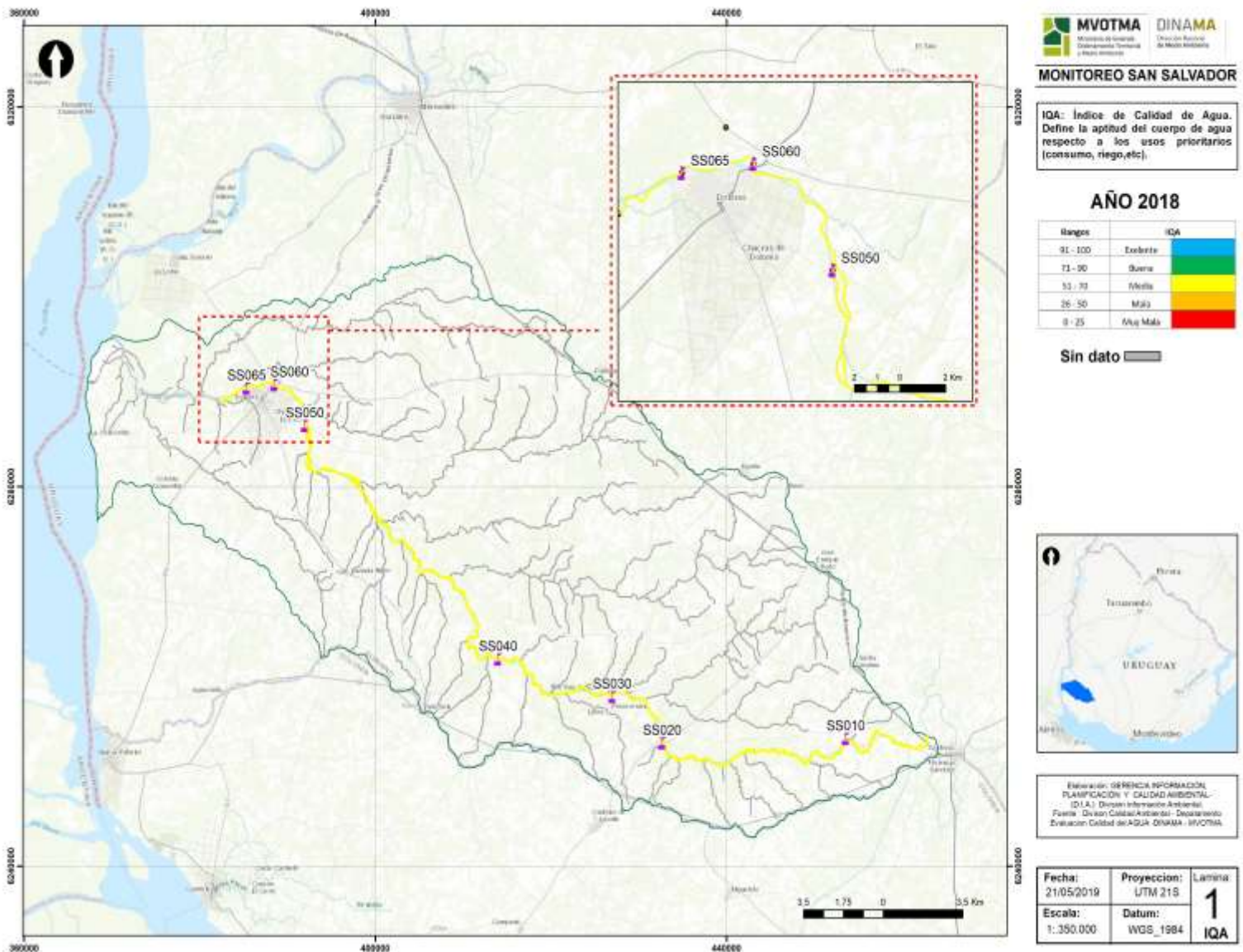








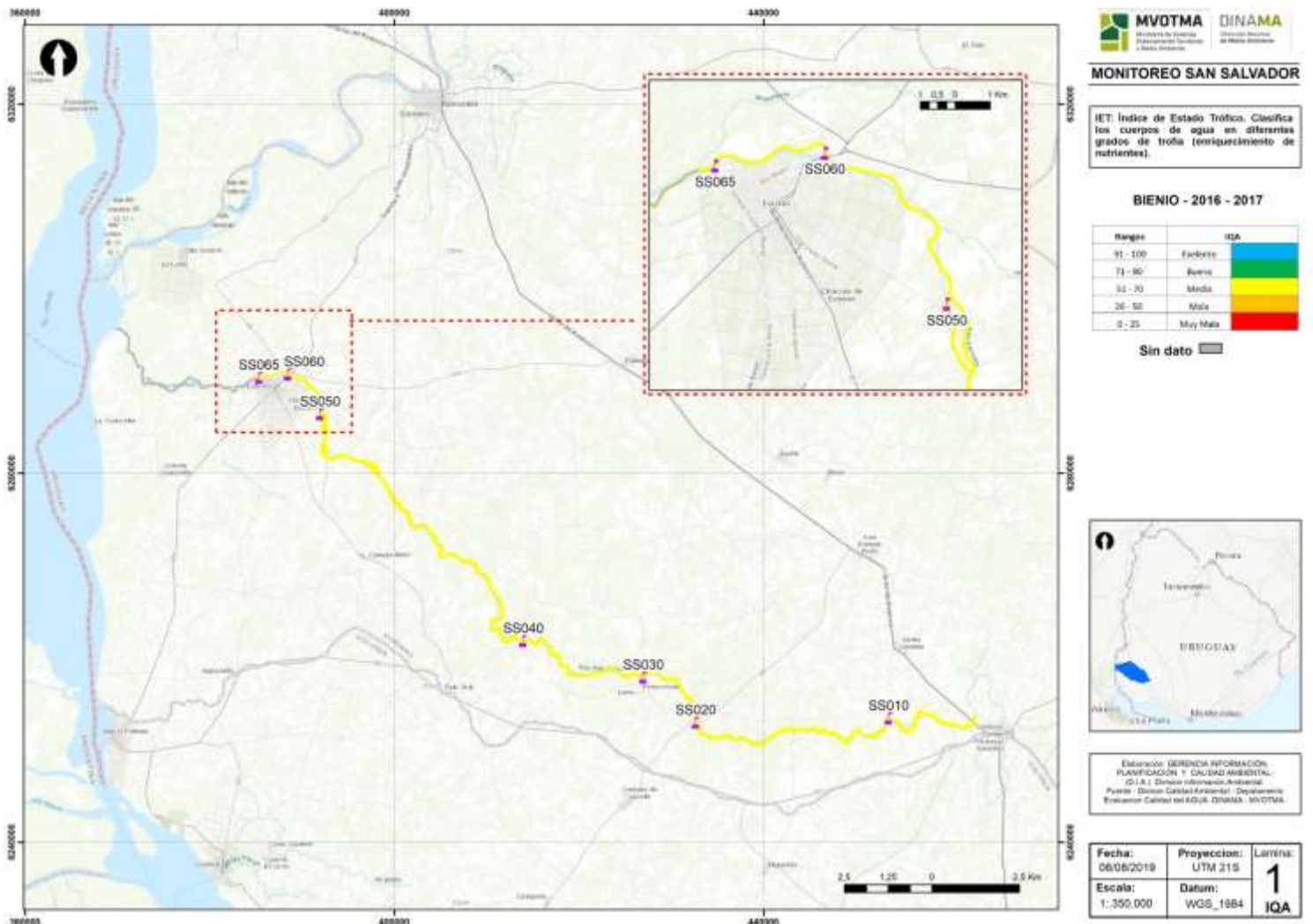
Anexo 3: A) Mapa de calidad de agua (anual) en base a la aplicación del índice de calidad de agua IQA (arriba) y tabla de variación mensual (abajo).



	SS10	SS20	SS30	SS40	SS50	SS60	SS65
ENE	67	55	60	63	65	68	59
MAR	74	64	73	71	69	85	74
MAY	70	70	72	73	72	72	73
AGO	63	73	63	62	61	63	60
OCT	63	68	65	64	68	66	56
DIC	56	57	58	61	60	62	58

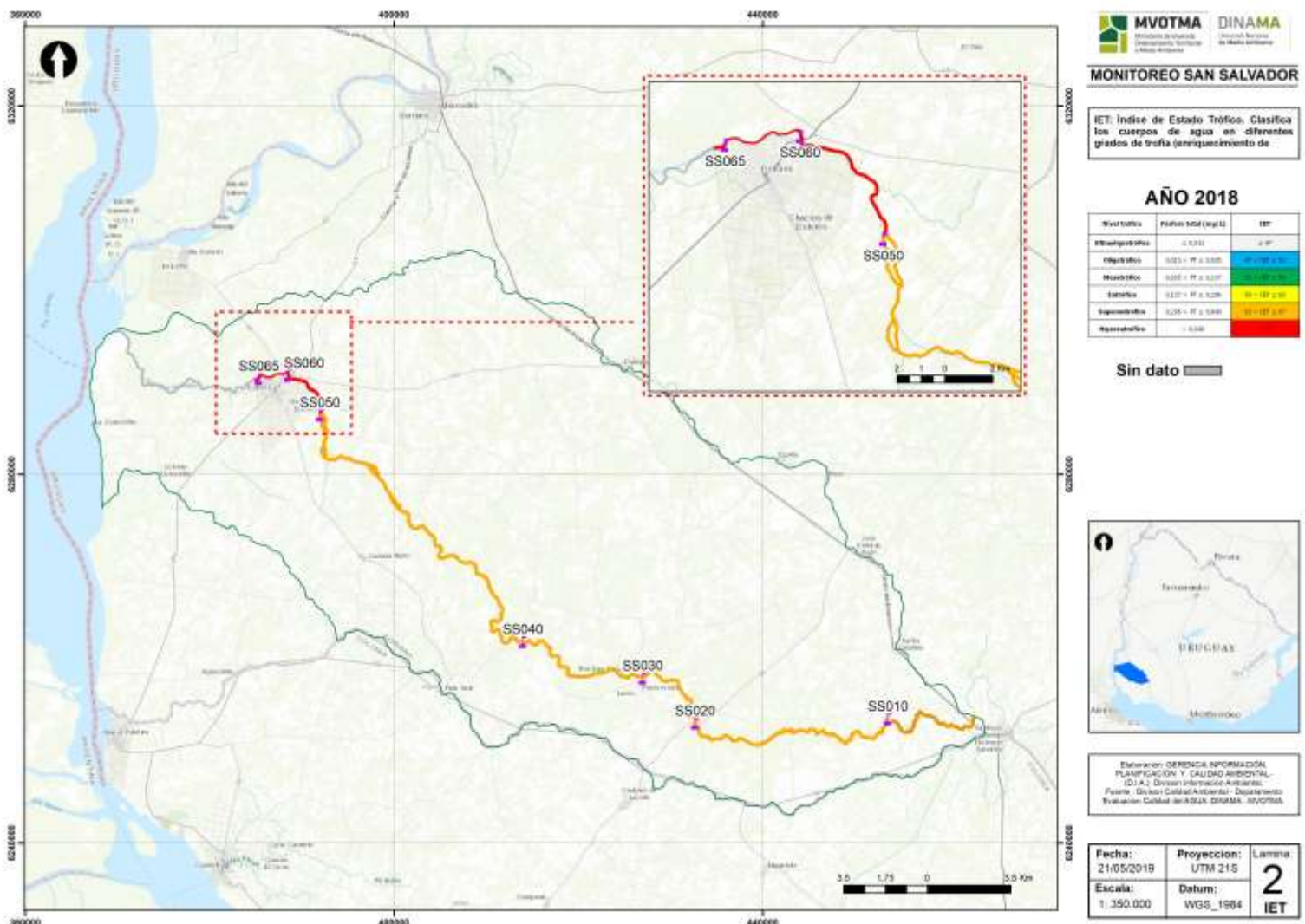
Rangos de IQA utilizados	Valoración	Representación cromática
91-100	Excelente	
71-90	Buena	
51-70	Media	
26 - 50	Mala	
0-25	Muy Mala	

B) Mapa de calidad de agua (bienio) en base a la aplicación del índice de calidad de agua IQA y tabla de variación entre periodos (abajo).



	SS10	SS20	SS30	SS40	SS50	SS60	SS65
2018	64	61	63	62	63	65	61
2016-2017	65	63	62	62	63	62	58

Anexo 4: A) Mapa de calidad de agua (anual) en base a la aplicación del índice de estado trófico (IET)(arriba) y tabla de variación mensual (abajo).



	SS10	SS20	SS30	SS40	SS50	SS60	SS65
FEB	60	65	66	67	65	65	66
ABR	60	61	63	65	62		
MAY	61	66	64	65	66	67	67
JUL	67	67	70	68	67	67	68
OCT	63		68	66	66	67	67
DIC	68	69	68	69	69	69	69

Nivel trófico	Fósforo total (mg/L)	IET
Ultraoligotrófico	$\leq 0,013$	$\leq 47$
Oligotrófico	$0,013 < PT \leq 0,035$	$47 < IET \leq 52$
Mesotrófico	$0,035 < PT \leq 0,137$	$52 < IET \leq 59$
Eutrófico	$0,137 < PT \leq 0,296$	$59 < IET \leq 63$
Supereutrófico	$0,296 < PT \leq 0,640$	$63 < IET \leq 67$
Hipereutrófico	$> 0,640$	$> 67$

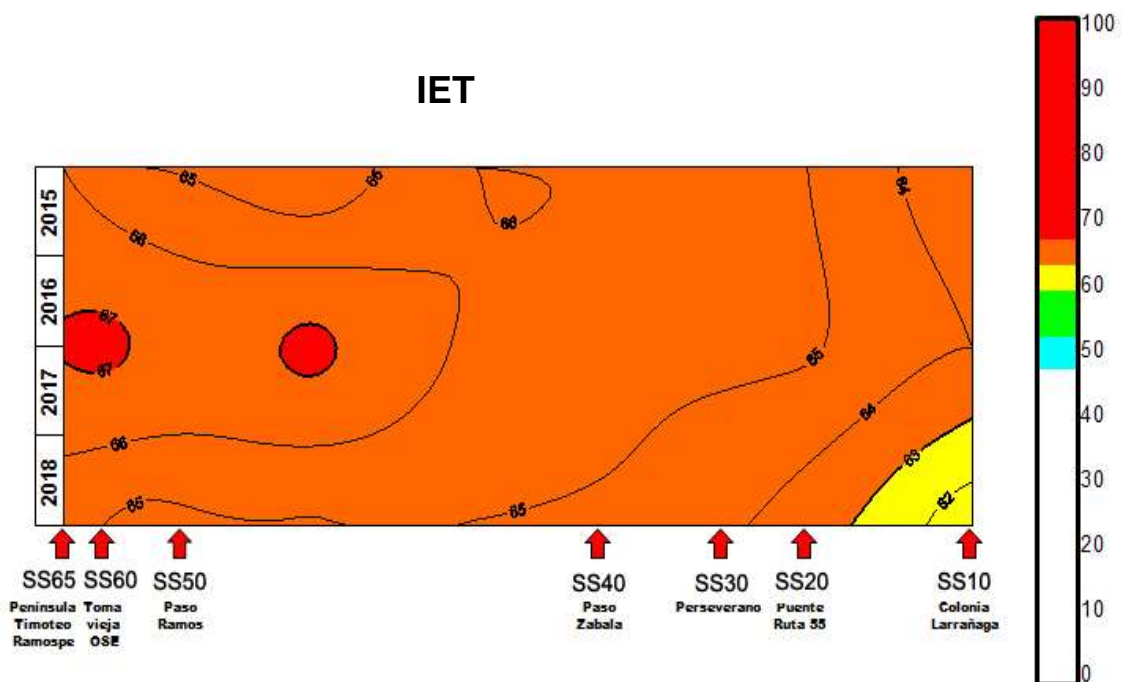
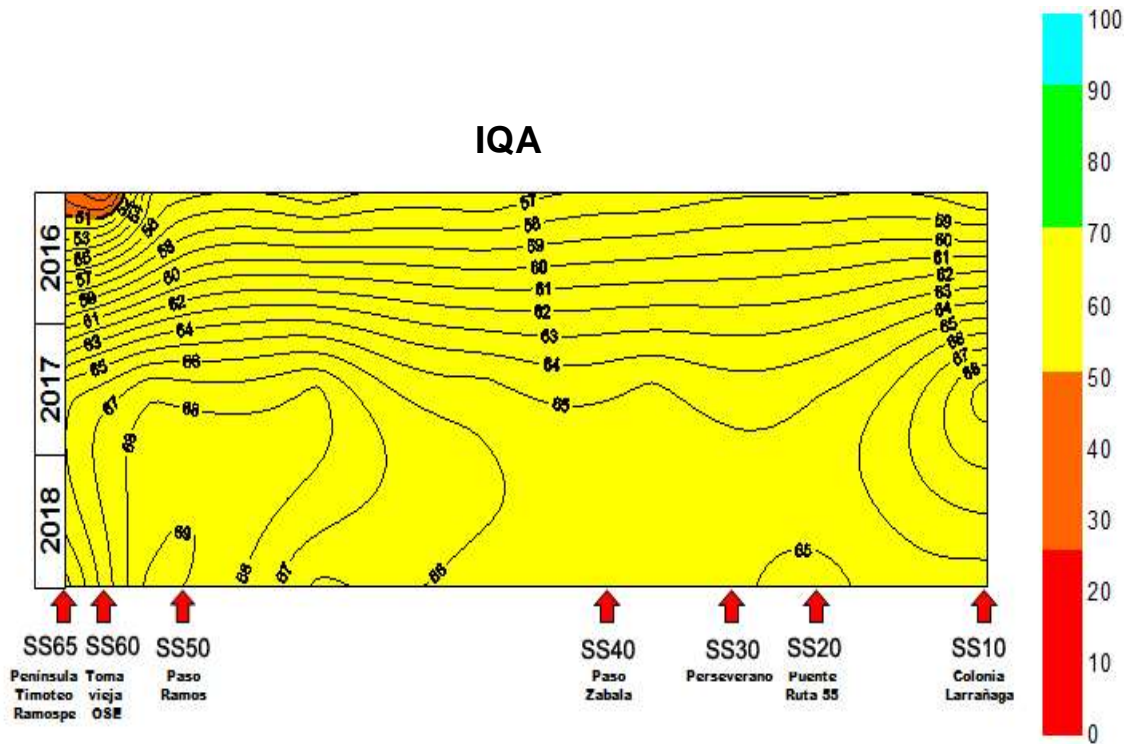


B) Mapa de calidad de agua (trienal) en base a la aplicación del índice de estado trófico (IET) (arriba) y tabla de variación entre periodos(abajo).



	SS10	SS20	SS30	SS40	SS50	SS60	SS65
2018	63	65	67	67	66	67	67
2015-2017	62	65	65	66	65	65	66

Anexo 5: Variación espacio-temporal de los diferentes índices de calidad de agua en la cuenca del río San Salvador.



**Anexo 6: Valores de las variables ambientales observados en los muestreos del río San Salvador durante 2018.**  
**Conductividad, pH, oxígeno disuelto, % de saturación de oxígeno, temperatura, turbidez y transparencia.**

ESTACIÓN	AÑO	MES	DIA	HORA	COND.	pH	OD	% OD	TEM	TURB.	SECCHI
					µs/cm		mg/l	%	°C	NTU	cm
SS10	2018	2	6	11:00	82	7,91	6,45	82,60	26,2	3,17	
SS20	2018	2	6	11:30	621	7,84	3,64	45,00	25,6	3,64	
SS30	2018	2	6	12:20	57	7,83	6,19	79,80	27,6	5,79	
SS40	2018	2	6	13:20	483	7,63	7,45	112,30	27,7	10,60	
SS50	2018	2	6	14:30	512	7,97	9,14	121,60	30,0	5,69	
SS60	2018	2	6	15:00	550	7,39	7,79	102,40	29,2	10,40	
SS65	2018	2	6	15:25	580	7,98	7,51	107,50	30,5	16,00	
SS10	2018	4	3	11:00	834	7,80	7,60	88,60	22,3	4,70	40
SS20	2018	4	3	11:40	622	7,85	3,59	40,00	20,0	3,47	30
SS30	2018	4	3	12:15	620	8,16	6,92	81,30	22,3	6,03	30
SS40	2018	4	3	13:00	589	8,04	6,34	74,30	23,0	8,75	40
SS50	2018	4	3	14:10	553	8,41	13,31	161,90	24,6	2,87	40
SS60	2018	4	3	14:30	539	8,38	9,42	114,00	24,4	4,49	40
SS65	2018	4	3	15:00	565	8,61	13,27	163,60	25,1	13,60	40
SS10	2018	5	29	10:30	682	7,68	6,53	68,10	17,4	4,28	
SS20	2018	5	29	11:15	427	7,98	8,10	82,10	15,3	31,90	
SS30	2018	5	29	11:45	534	8,08	8,19	86,30	16,5	11,02	
SS40	2018	5	29	12:37	514	8,07	8,10	90,10	17,7	11,50	
SS50	2018	5	29	14:05	510	7,89	8,48	89,80	17,8	12,90	
SS60	2018	5	29	14:35	482	7,80	7,93	85,70	16,3	7,90	
SS65	2018	5	29	14:54	511	8,01	8,84	95,90	18,9	7,90	
SS10	2018	7	31	10:30	309	6,98	9,11	82,90	11,2	60,80	
SS20	2018	7	31	11:20	242	7,53	9,04	83,60	11,6	65,80	
SS30	2018	7	31	11:50	209	7,52	9,48	87,50	11,7	78,80	
SS40	2018	7	31	13:10	217	7,60	10,12	93,60	11,9	79,90	
SS50	2018	7	31	14:20	237	7,61	9,44	91,10	13,2	67,60	
SS60	2018	7	31	14:45	228	7,62	9,61	89,90	11,6	64,20	
SS65	2018	7	31	15:10	226	7,54	9,75	92,10	13,1	65,10	
SS10	2018	10	23	10:30	528	7,30	7,63	81,80	18,2	10,30	
SS20	2018	10	23	11:10	425	7,28	4,94	52,40	17,6	13,80	
SS30	2018	10	23	11:50	392	7,78	7,41	80,20	19,6	18,10	
SS40	2018	10	23	12:40	398	7,75	7,75	85,20	19,8	20,40	
SS50	2018	10	23	13:47	439	7,48	8,90	99,70	20,5	14,70	
SS60	2018	10	23	14:10	429	7,55	9,56	107,90	19,6	14,50	
SS65	2018	10	23	14:35	416	7,51	6,09	67,80	20,1	23,80	
SS10	2018	12	4	10:51	365	6,97	5,10	59,60	20,7	10,60	
SS20	2018	12	4	11:30	290	7,19	6,05	70,40	20,6	39,60	
SS30	2018	12	4	11:53	303	7,30	6,79	79,20	22,0	22,10	
SS40	2018	12	4	12:44	304	7,38	6,89	84,10	22,5	19,50	
SS50	2018	12	4	13:42	333	7,33	7,19	83,90	21,5	16,60	
SS60	2018	12	4	13:58	307	7,36	7,32	85,10	21,1	15,10	
SS65	2018	12	4	14:30	282	7,52	7,18	91,50	24,8	18,10	



**Anexo 7: Variables consideradas en los muestreos del río San Salvador durante 2018.**  
**Carbono orgánico total, nitratos, nitritos, nitrógeno amoniacal, amonio libre, nitrógeno total, fósforo total, color, dureza, alcalinidad, cloro, AOX, sólidos totales, sólidos totales fijos, sólidos totales volátiles, sólidos disueltos totales, sólidos suspendidos totales, sólidos suspendidos fijos y sólidos suspendidos volátiles.**

ESTACIÓN	AÑO	MES	DIA	HORA	TOC	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	NH <sub>4</sub>	NH <sub>3</sub>	Nt	Pt	Color	Dureza	Alcalinidad	Cl	AOX	ST	STF	STV	SDT	SST	SSF	SSV	
					mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	Upt-Co	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
SS10	2018	2	6	11:00	8,0	0,5	0,01	0,2	0,0102	1,2	100	32	183	384	12	17	560	350	210	551	3,1	3,1	3,1	
SS20	2018	2	6	11:30	8,7	0,5	0,01	0,2	0,0084	1,1	280	44	200	293	15	17	430	250	180	396	6,2	6,2	3,1	
SS30	2018	2	6	12:20	13,0	0,5	0,01	0,2	0,0094	1,9	350	58	172	241	10	30	360	260	100	393	6,2	6,2	6,2	
SS40	2018	2	6	13:20	11,0	0,5	0,01	0,2	0,0061	1,9	410	55	148	204	10	28,0	320	210	110	306	6,2	6,2	3,1	
SS50	2018	2	6	14:30	10,0	0,5	0,03	0,2	0,0151	2,2	270	44	164	217	5	10	310	220	90	318	6,2	3,1	3,1	
SS60	2018	2	6	15:00	8,8	0,5	0,06	0,2	0,0040	1,8	300	38	173	227	5	19,0	350	240	110	329	10,0	6,2	6,2	
SS65	2018	2	6	15:25	8,1	0,5	0,21	0,2	0,0159	2,0	320	39	176	237	5	17	380	260	120	354	13,0	9,4	6,2	
SS10	2018	4	3	11:00	11,0	0,5	0,01	0,2	0,0060	1,7	100	32	179	378	14	17	540	430	110	518	6,2	3,1	3,1	
SS20	2018	4	3	11:40	6,2	0,5	0,01	0,2	0,0057	1,0	130	28	217	315		17	430	330	100	408	3,1	3,1	3,1	
SS30	2018	4	3	12:15	8,2	0,5	0,01	0,2	0,0133	1,1	200	32	218	295	10	10	500	310	190	408	6,2	6,2	3,1	
SS40	2018	4	3	13:00	12,0	0,5	0,01	0,2	0,0108	1,6	280	34	214	282	10	10	440	340	100	298	13,0	6,2	6,2	
SS50	2018	4	3	14:10		3,5	0,02	0,2	0,0262		160	22	206	246		10	370	300	70	358	6,2	6,2	3,1	
SS60	2018	4	3	14:30	6,2		0,01	0,2	0,0243	0,8		17	207	260		10	350	280	70	348	6,2	6,2	3,1	
SS65	2018	4	3	15:00	8,3		0,01	0,2	0,0397	1,0		20	192	251		10	390	310	80	354	22,0	12,0	10,0	
SS10	2018	5	29	10:30	12,0	0,5	0,01	0,2	0,0032	1,9	120	68	207	347	16	17	550	440	110	568	6,2	6,2	3,1	
SS20	2018	5	29	11:15	10,0	0,5	0,01	0,2	0,0053	1,6	310	58	163	234	10	18	380	280	100	404	12,0	10,0	3,1	
SS30	2018	5	29	11:45	10,0	0,5	0,01	0,2	0,0073	1,6	240	65	221	281	12	34	450	340	110	453	14,0	11,0	3,1	
SS40	2018	5	29	12:37	11,0	0,5	0,01	0,2	0,0078	1,6	280	66	197	268	12	17	420	320	100	437	12,0	10,0	3,1	
SS50	2018	5	29	14:05	11,0	0,5	0,03	0,2	0,0053	2,2	350	70	209	264	5	17	410	320	90	421	9,9	6,2	3,1	
SS60	2018	5	29	14:35	9,5	0,5	0,06	0,2	0,0038	2,1	400	82	207	259	10	17	420	310	110	426	6,2	6,2	3,1	
SS65	2018	5	29	14:54	11,0	0,5	0,07	0,2	0,0075	1,9	430	78	212	257	10		410	300	110	417	6,2	6,2	3,1	
SS10	2018	7	31	10:30		1,1	0,06	0,2	0,0004		400	91	115	163	5	17	340	240	100	312	6,2	6,2	3,1	
SS20	2018	7	31	11:20		1,1	0,04	0,2	0,0014		370	94	103	124	5	18	290	210	80	268	14,0	10,0	6,2	
SS30	2018	7	31	11:50		1,2	0,06	0,2	0,0014		730	96	89	100	5	17	280	200	80	241	20,0	20,0	3,1	
SS40	2018	7	31	13:10		1,3	0,08	0,2	0,0017		490	95	91	103	5	10	300	210	90	217	25,0	18,0	6,2	
SS50	2018	7	31	14:20		1,5	0,07	0,2	0,0019		420	89	100	112	5	10	300	200	100	242	27,0	21,0	6,2	
SS60	2018	7	31	14:45		1,5	0,07	0,2	0,0017		440	95	101	112	5	17	290	200	90	252	20,0	16,0	6,2	
SS65	2018	7	31	15:10		1,6	0,08	0,2	0,0016		450	101	97	106	5	10	290	200	90	232	19,0	14,0	6,2	
SS10	2018	10	23	10:30		0,5	0,05	0,2	0,0014		190	81	157	260	5	10	340	220	120	318	9,2	9,2	9,2	
SS20	2018	10	23	11:10		0,5	0,02	0,2	0,0013			82	179	211	5	17	350	210	140	322	9,2	9,2	9,2	
SS30	2018	10	23	11:50		0,5	0,04	0,2	0,0047		470	102	143	180	5	10	310	210	100	291	9,2	9,2	9,2	
SS40	2018	10	23	12:40		0,5	0,01	0,2	0,0045		330	88	142	185	5	17	320	230	90	316	9,8	9,2	9,2	
SS50	2018	10	23	13:47		1,1	0,04	0,2	0,0026		350	71	167	200	5	10	330	220	110	320	9,2	9,2	9,2	
SS60	2018	10	23	14:10		0,5	0,05	0,2	0,0028		410	68	162	206	5	10	340	230	110	306	19,0	14,0	9,2	
SS65	2018	10	23	14:35		0,5	0,08	0,2	0,0027		410	78	158	189	5	17	400	260	140	384	9,2	9,2	9,2	
SS10	2018	12	4	10:51	15,0	0,5	0,05	0,2	0,0008	2,0	490	99	108	158	5	17	290	170	120	268	9,2	9,2	9,2	
SS20	2018	12	4	11:30	13,0	0,5	0,01	0,2	0,0013	1,8	600	70	95	122	5	10	260	180	80	233	21,0	16,0	9,2	
SS30	2018	12	4	11:53	15,0	0,5	0,04	0,2	0,0019	2,0	530	91	92	113	5	17	230	150	80	214	16,0	12,0	9,2	
SS40	2018	12	4	12:44	11,0	0,5	0,02	0,2	0,0024	2,0	630	91	96	113	5	18,0	250	150	100	212	13,0	11,0	9,2	
SS50	2018	12	4	13:42	14,0	1,1	0,05	0,2	0,0020	2,3	580	72	119	140	5	10	260	150	110	246	12,0	9,2	9,2	
SS60	2018	12	4	13:58	12,0	1,1	0,06	0,2	0,0020	2,5	590	76	109	97	5	17	240	170	70	222	9,2	9,2	9,2	
SS65	2018	12	4	14:30	14,0	1,2	0,07	0,2	0,0039	2,4	600	86	87	97	5	10	220	130	90	185	14,0	10,0	9,2	

Anexo 8: Fitosanitarios analizados en el monitoreo del río San Salvador durante 2018.

ESTACIÓN	AÑO	MES	DIA	HORA	Endosulfán ( $\alpha$ y $\beta$ ) $\mu\text{g/l}$	Endosulfán $\text{SO}_4$ $\mu\text{g/l}$	Glifosato $\mu\text{g/l}$	AMPA $\mu\text{g/l}$	Atrazina $\mu\text{g/l}$	Clorpirifos $\mu\text{g/l}$
SS10	2018	2	6	11:00	0,2	0,2	0,42	0,50	0,20	0,20
SS20	2018	2	6	11:30	0,2	0,2	0,94	1,78	0,20	0,20
SS30	2018	2	6	12:20	0,2	0,2	1,32	1,93	0,26	0,20
SS40	2018	2	6	13:20	0,2	0,2	1,59	2,54	0,32	0,20
SS50	2018	2	6	14:30	0,2	0,2	1,48	2,32	0,20	0,20
SS60	2018	2	6	15:00	0,2	0,2	1,80	2,65	0,26	0,20
SS65	2018	2	6	15:25	0,2	0,2	3,13	3,05	0,43	0,20
SS10	2018	4	3	11:00	0,2	0,2	0,20	0,50	0,20	0,20
SS20	2018	4	3	11:40	0,2	0,2	0,50	2,23	0,20	0,20
SS30	2018	4	3	12:15	0,2	0,2	0,99	1,03	0,20	0,20
SS40	2018	4	3	13:00	0,2	0,2	0,66	1,00	0,20	0,20
SS50	2018	4	3	14:10	0,2	0,2	0,20	0,79	0,20	0,20
SS60	2018	4	3	14:30	0,2	0,2	0,20	0,53	0,20	0,20
SS65	2018	4	3	15:00	0,2	0,2	0,85	0,40	0,20	0,20
SS10	2018	5	29	10:30	0,2	0,2	0,20	0,50	0,20	0,20
SS20	2018	5	29	11:15	0,2	0,2	0,20	0,69	0,20	0,20
SS30	2018	5	29	11:45	0,2	0,2	0,20	0,72	0,20	0,20
SS40	2018	5	29	12:37	0,2	0,2	0,20	0,92	0,20	0,20
SS50	2018	5	29	14:05	0,2	0,2	0,20	0,61	0,20	0,20
SS60	2018	5	29	14:35	0,2	0,2	0,20	0,76	0,20	0,20
SS65	2018	5	29	14:54	0,2	0,2	0,26	1,76	0,20	0,20
SS10	2018	7	31	10:30	0,2	0,2	1,70	1,45	0,20	0,20
SS20	2018	7	31	11:20	0,2	0,2	1,94	3,31	0,20	0,20
SS30	2018	7	31	11:50	0,2	0,2	1,29	1,54	0,20	0,20
SS40	2018	7	31	13:10	0,2	0,2	0,83	1,07	0,20	0,20
SS50	2018	7	31	14:20	0,2	0,2	0,54	0,79	0,20	0,20
SS60	2018	7	31	14:45	0,2	0,2	1,47	1,67	0,20	0,20
SS65	2018	7	31	15:10	0,2	0,2	1,07	1,07	0,20	0,20
SS10	2018	10	23	10:30	0,2	0,2	0,82	1,05	0,20	0,20
SS20	2018	10	23	11:10	0,2	0,2	1,21	1,19	0,20	0,20
SS30	2018	10	23	11:50						
SS40	2018	10	23	12:40	0,2	0,2	1,25	1,31	0,20	0,20
SS50	2018	10	23	13:47	0,2	0,2	0,78	0,69	0,20	0,20
SS60	2018	10	23	14:10	0,2	0,2	0,94	0,66	0,20	0,20
SS65	2018	10	23	14:35	0,2	0,2	1,02	1,03	0,20	0,20
SS10	2018	12	4	10:51						
SS20	2018	12	4	11:30						
SS30	2018	12	4	11:53						
SS40	2018	12	4	12:44						
SS50	2018	12	4	13:42						
SS60	2018	12	4	13:58						
SS65	2018	12	4	14:30						

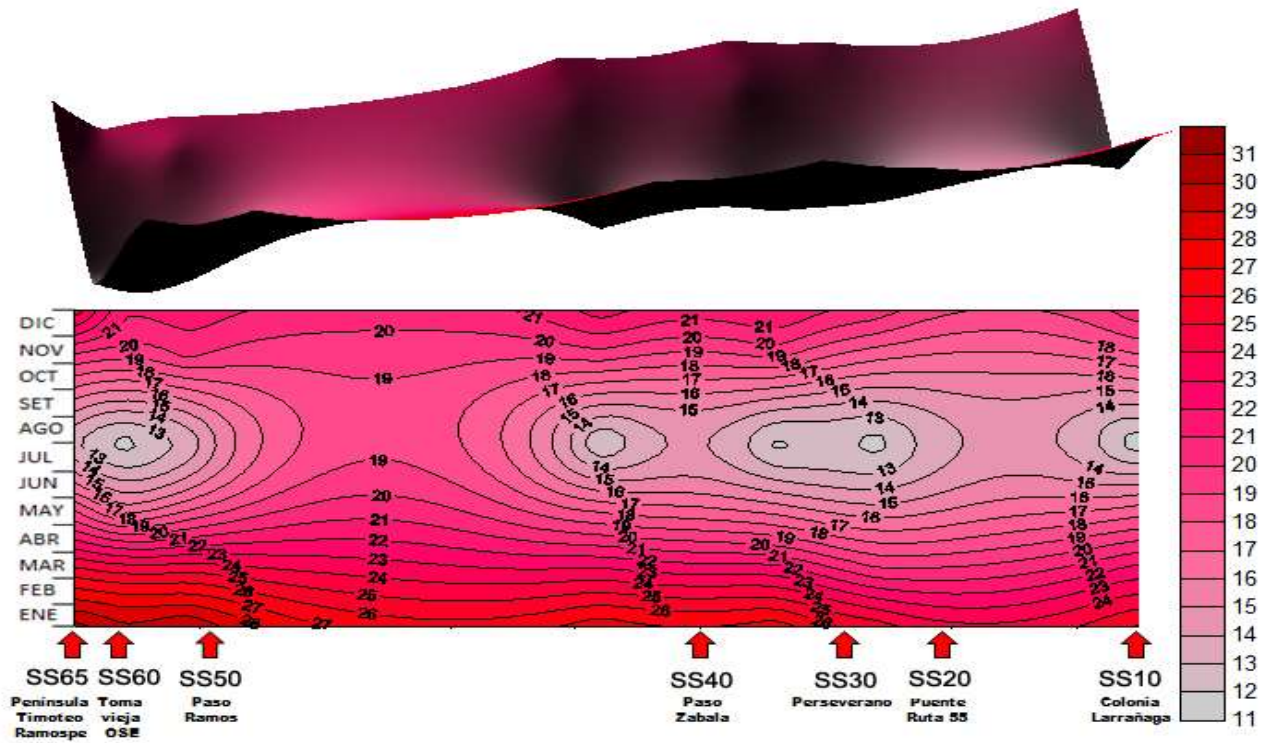




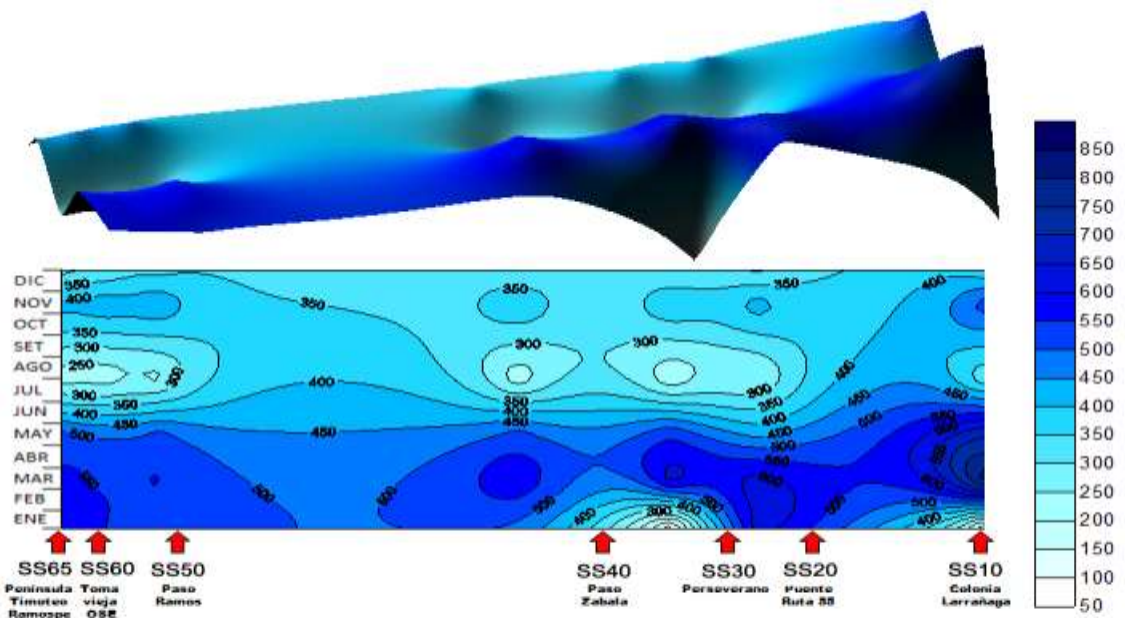
**Anexo 10: Variables biológicas consideradas en los muestreos del río San Salvador durante 2018.**  
**Coliformes totales, *Escherichia coli*, clorofila *a*, feofitina *a*, fitoplancton total, zooplancton total, cianobacterias y**  
**oscillatoria.**

ESTACIÓN	AÑO	MES	DIA	HORA	ColifT	Ecoli	Clo <i>a</i>	Feo <i>a</i>	Fito total	Zoo total	Cianobacterias		Oscillatoria	
					UFC/100 ml	UFC/100 ml	µg/l	µg/l	Org./ml	Org./ml	Org./ml	Cel. Eq/ml	Fil/ml	Cel. Eq/ml
SS10	2018	2	6	11:00	24000	31	1,45	3,75	66,0	2,4	0,4			
SS20	2018	2	6	11:30	8200	120	7,00	1,90	130,2	6,8	0,4			
SS30	2018	2	6	12:20	10000	350	16,00	3,75	740,6	8,1	104,7	4,7		
SS40	2018	2	6	13:20	8700	150	3,10	1,90	564,7	24,2	48,3	41,0		
SS50	2018	2	6	14:30	2400	31	5,20	1,90	314,0	8,1	40,2	96,6	8,1	80,9
SS60	2018	2	6	15:00	2500	20	4,80	1,90	15,0	0,4	0,2			
SS65	2018	2	6	15:25	10000	760	10,00	3,75	442,8	0,4	8,1	80,9	8,1	80,9
SS10	2018	4	3	11:00			5,30	1,90	13,2	1,2	1,2		0,4	
SS20	2018	4	3	11:40			3,70	1,90	10,0	0,4	0,4			
SS30	2018	4	3	12:15			5,30	1,90	256,9	10,7	10,3		0,8	
SS40	2018	4	3	13:00			6,40	1,90	9,6	0,8	0,4			
SS50	2018	4	3	14:10			13,00	1,90	15,2	1,2	0,4			
SS60	2018	4	3	14:30			15,00	3,75	2449,8	8,6	5,8		0,5	
SS65	2018	4	3	15:00			58,00	8,90	4251,9	37,4	63,1			
SS10	2018	5	29	10:30			1,45	1,90	29,4	1,0	1,0			
SS20	2018	5	29	11:15			1,45	1,90	12,4	1,0	1,0	1,1		
SS30	2018	5	29	11:45			2,70	1,90	29,5	1,0	1,0	2,9		
SS40	2018	5	29	12:37			1,45	1,90	9,6	0,4	0,4			
SS50	2018	5	29	14:05			1,45	1,90	4,4	0,4	0,4			
SS60	2018	5	29	14:35			1,45	1,90	9,2	0,4	0,4			
SS65	2018	5	29	14:54			1,45	1,90	6,8	0,4	0,4			
SS10	2018	7	31	10:30	2500	140	0,70	1,90	18,4	9,6	6,0	21,0	0,8	9,3
SS20	2018	7	31	11:20			0,70	1,90	22,8	20,0	2,8	18,6	0,4	8,0
SS30	2018	7	31	11:50	3300	190	0,70	3,75	19,0	60,0	2,4	5,6		
SS40	2018	7	31	13:10	2900	270	0,70	3,75	10,0	311,3	3,6	8,8		
SS50	2018	7	31	14:20	4600	840	0,70	1,90	21,0	1,9	6,7	91,4	5,7	88,5
SS60	2018	7	31	14:45	1600	260	1,45	1,90	3,8	5,7	1,0	21,5	1,0	21,5
SS65	2018	7	31	15:10	21000	2800	0,70	1,90	6,7	1,0	3,8	40,2	1,9	19,1
SS10	2018	10	23	10:30	3900	160	1,45	1,90	51,6	0,8	2,4	8,2		
SS20	2018	10	23	11:10	3700	160	1,45	1,90	7,2	0,4	0,4			
SS30	2018	10	23	11:50	2400	160	2,90	1,90	2,8	0,4	0,4	171,4		
SS40	2018	10	23	12:40	2500	280	1,45	1,90	72,0	0,8	0,4	49,7		
SS50	2018	10	23	13:47	2900	160	1,45	1,90	147,0	16,5	13,1	117,2		
SS60	2018	10	23	14:10	3300	260	1,45	1,90	113,5	9,9	3,6			
SS65	2018	10	23	14:35	24000	24000	1,45	1,90	317,3	20,1	6,4			
SS10	2018	12	4	10:51	12000	120	4,10	1,90	614,2	0,4	0,4	0,8		
SS20	2018	12	4	11:30	16000	140	1,45	1,90	8,8	0,8	0,4			
SS30	2018	12	4	11:53	13000	290	0,70	1,90	3,6	1,6	0,4			
SS40	2018	12	4	12:44	6500	150	0,70	1,90	6,8	1,6	0,4			
SS50	2018	12	4	13:42	17000	240	3,40	1,90	647,2	41,3	253,4	6888,8	224,8	6501,4
SS60	2018	12	4	13:58	9200	120	3,40	1,90	499,8	50,0	80,3	1823,6	53,3	1492,8
SS65	2018	12	4	14:30	24000	1900	3,10	1,90	320,7	20,1	3,2	99,7	2,0	90,7

Anexo 11: Gráficos tridimensionales de variación espacio-temporal de diferentes variables durante el año 2018 en el río San Salvador.

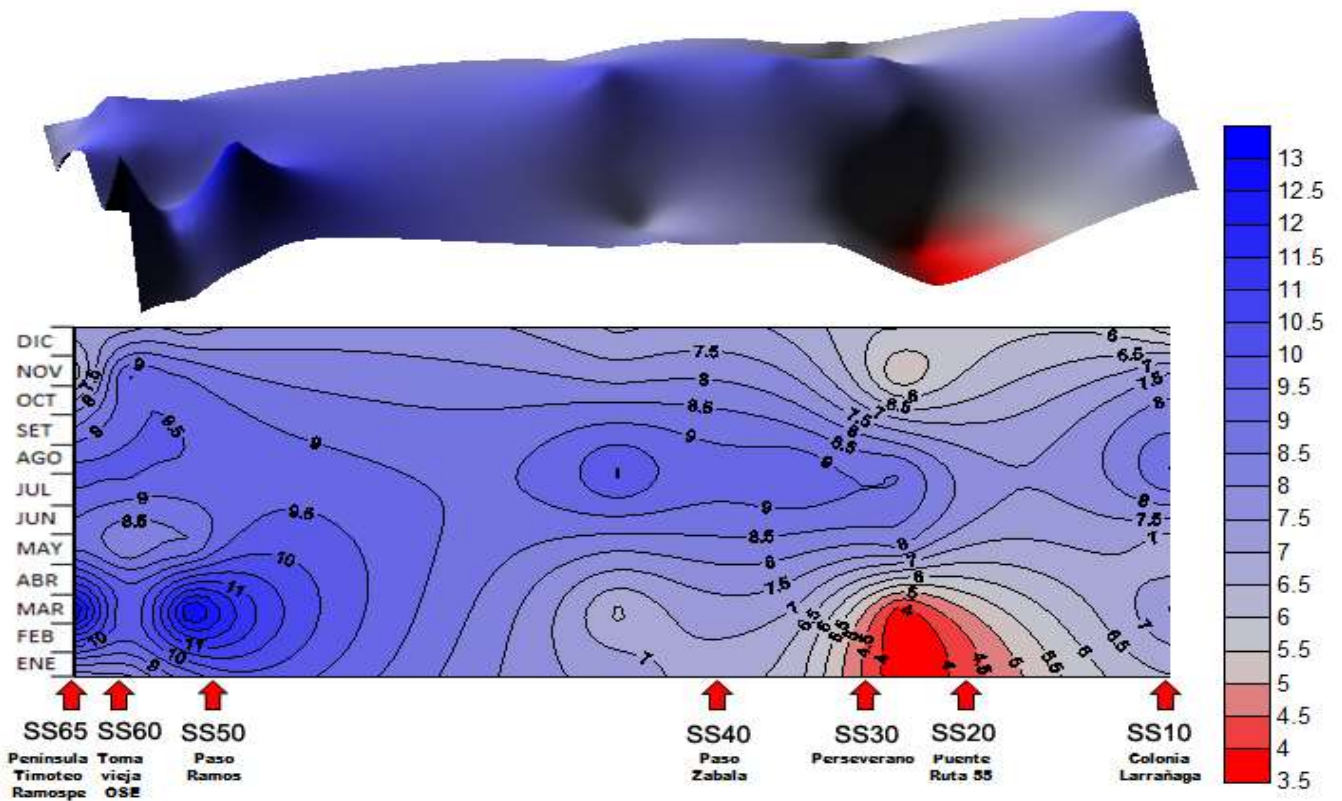


Fluctuación espacio-temporal de la temperatura (°C).

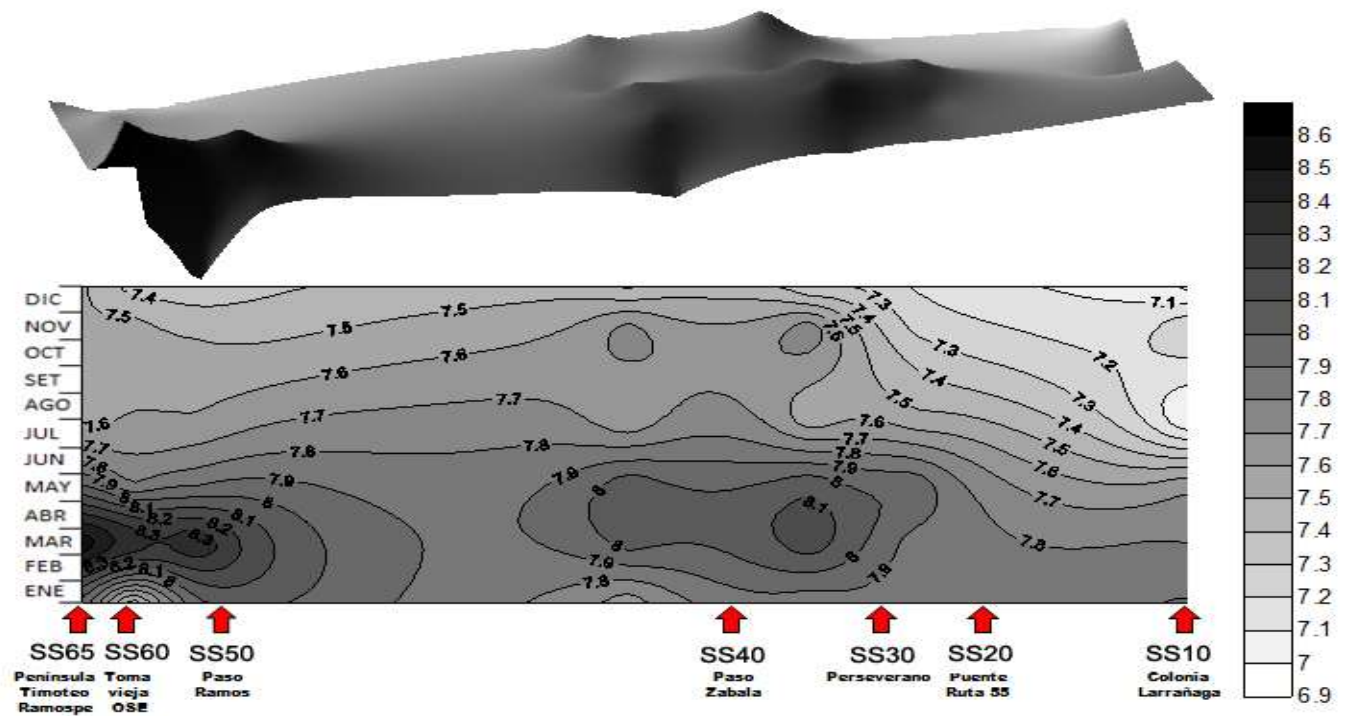


Fluctuación espacio-temporal de la conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

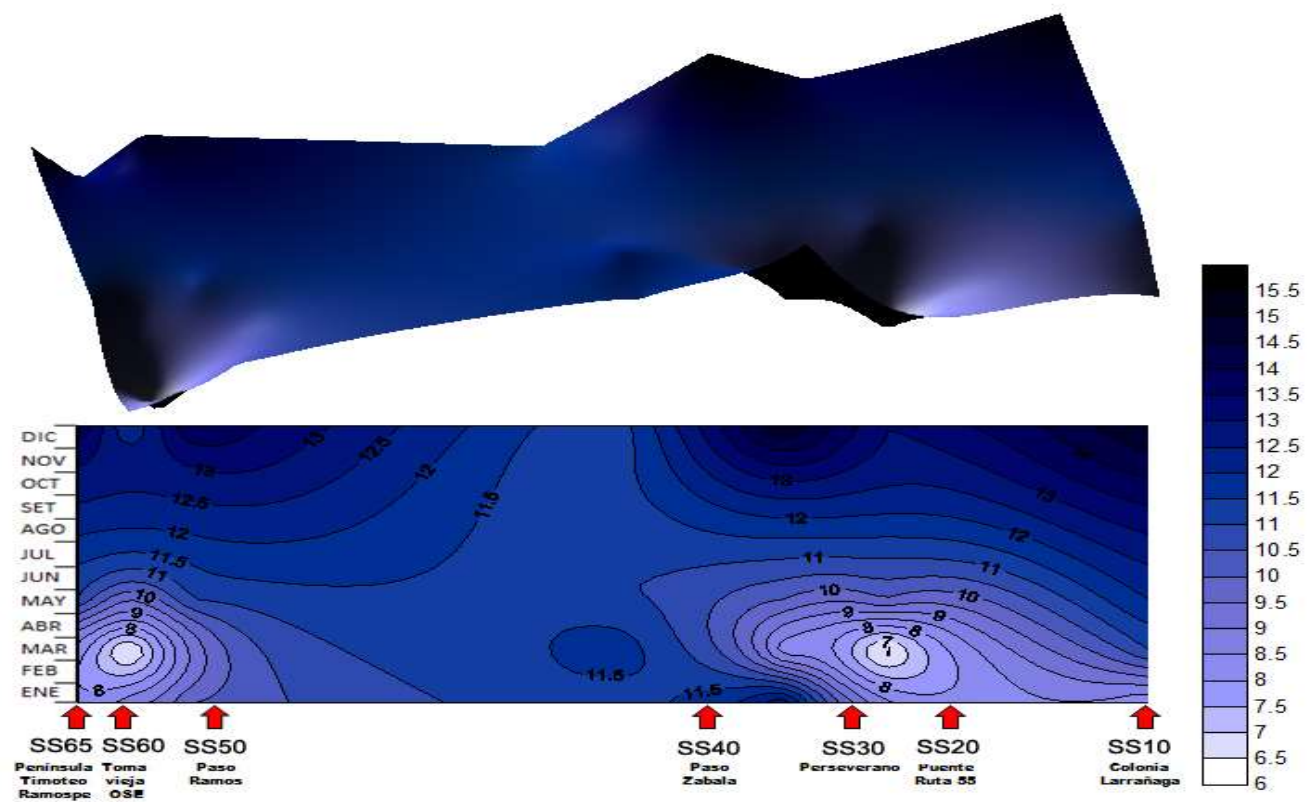
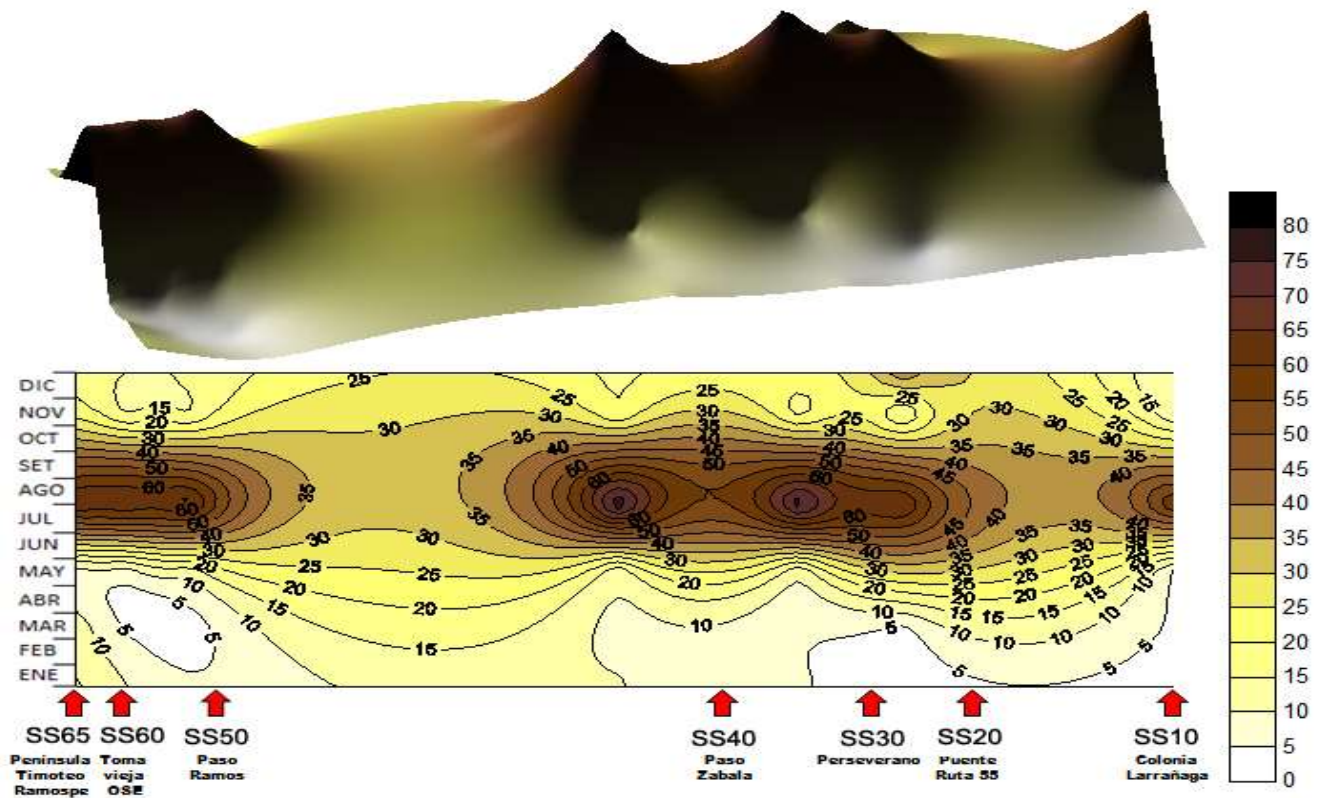




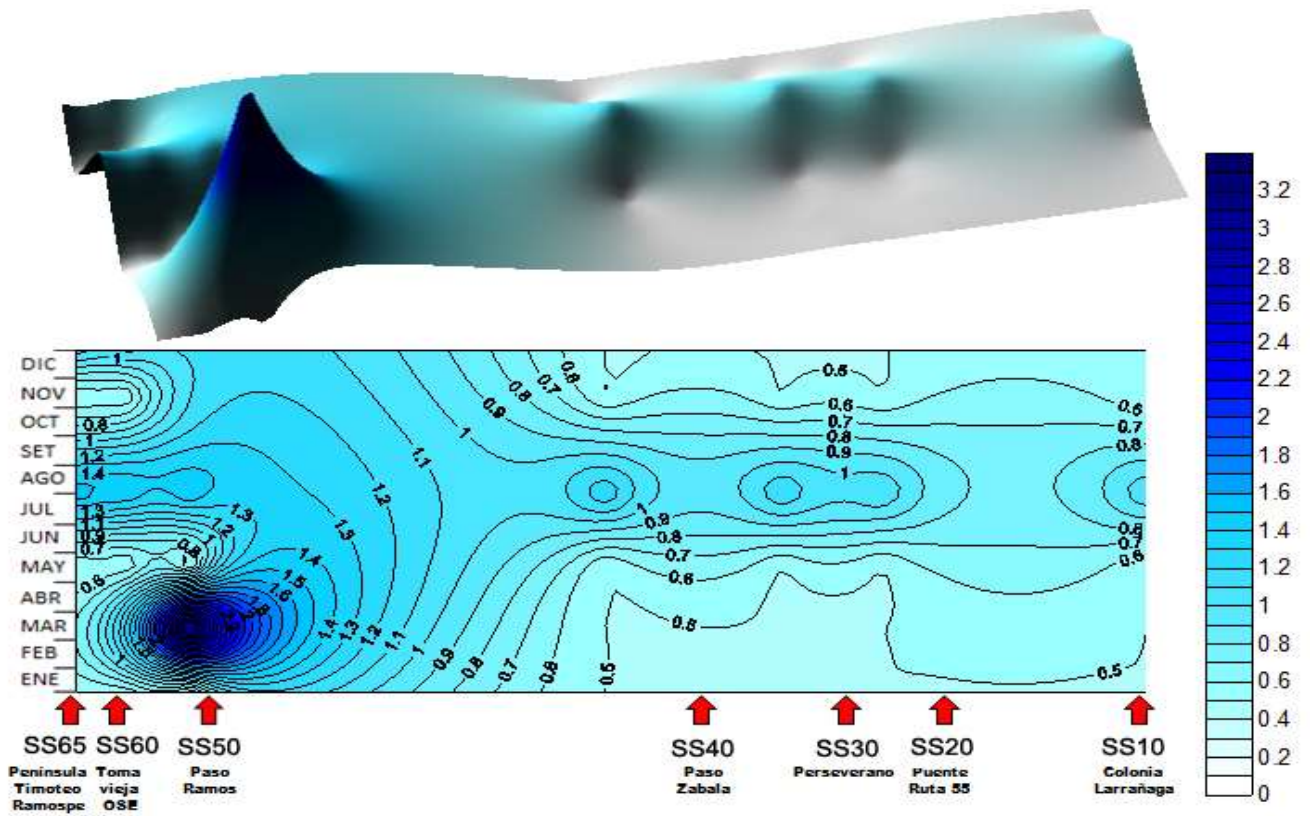
Fluctuación espacio-temporal del oxígeno disuelto (mg/l).



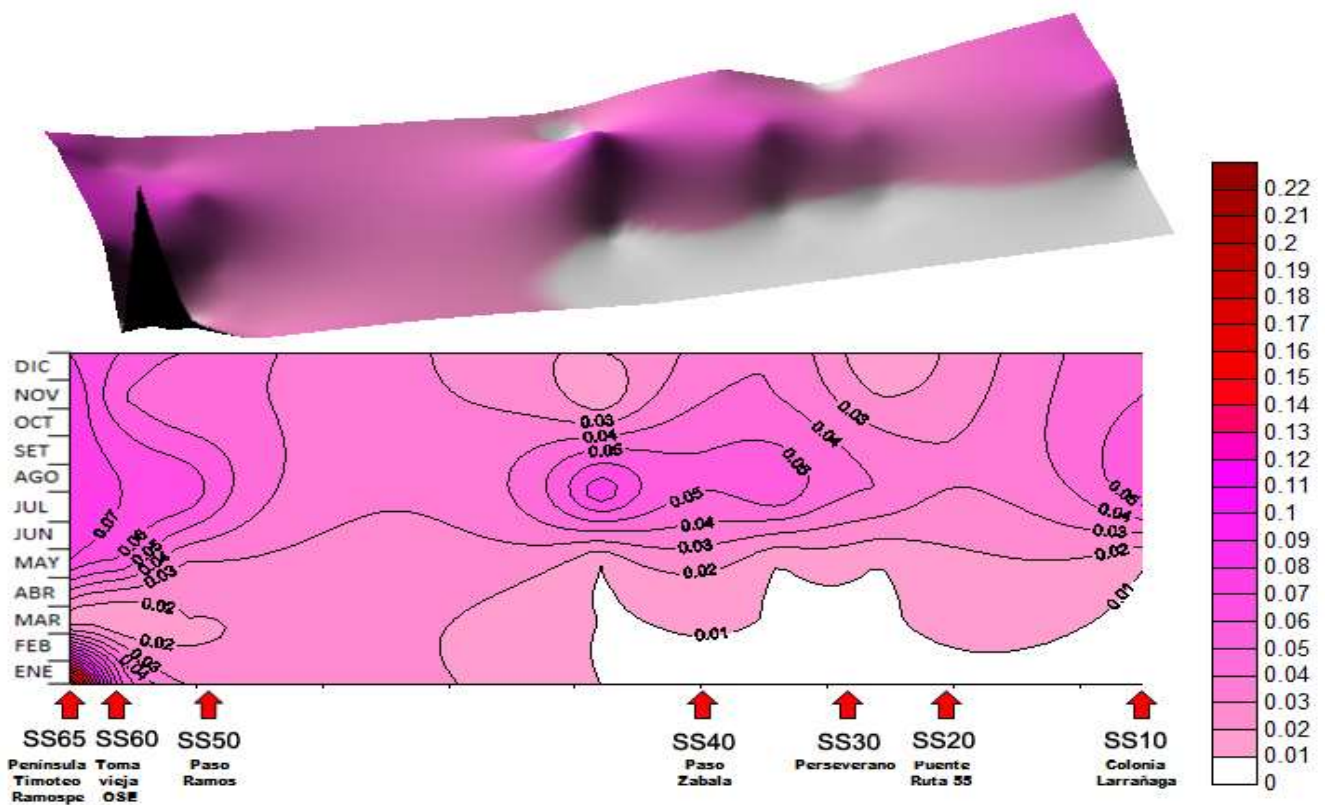
Fluctuación espacio-temporal del pH.



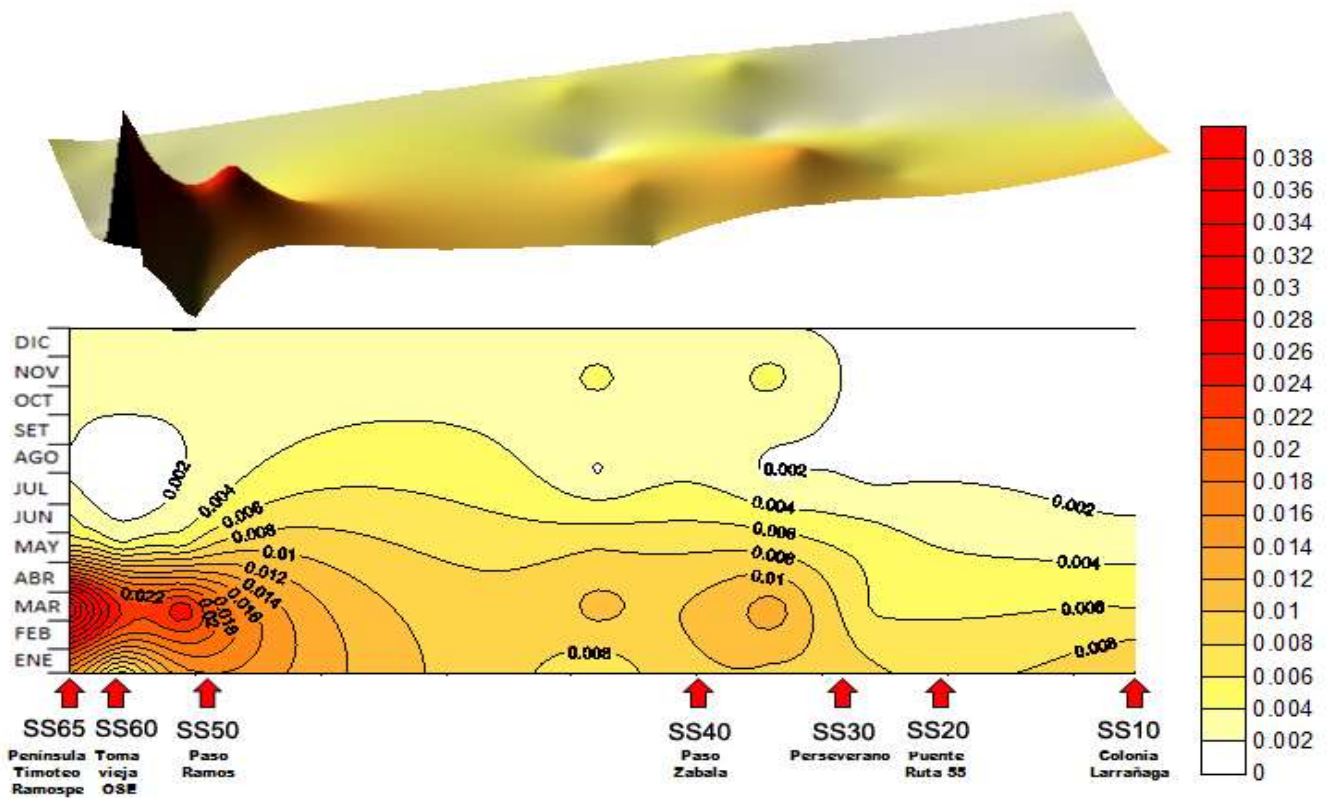




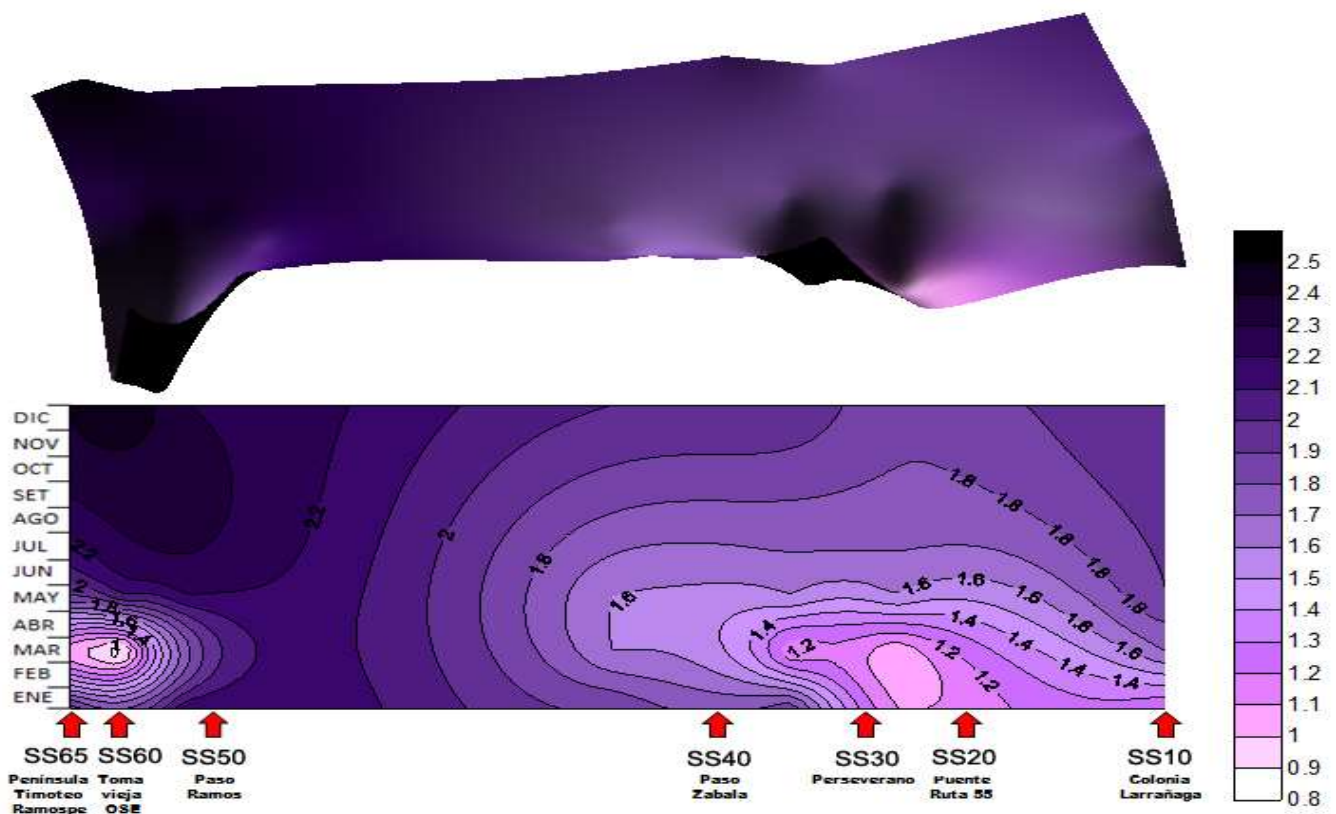
Fluctuación espacio-temporal del  $\text{NO}_3$  (mg/l).



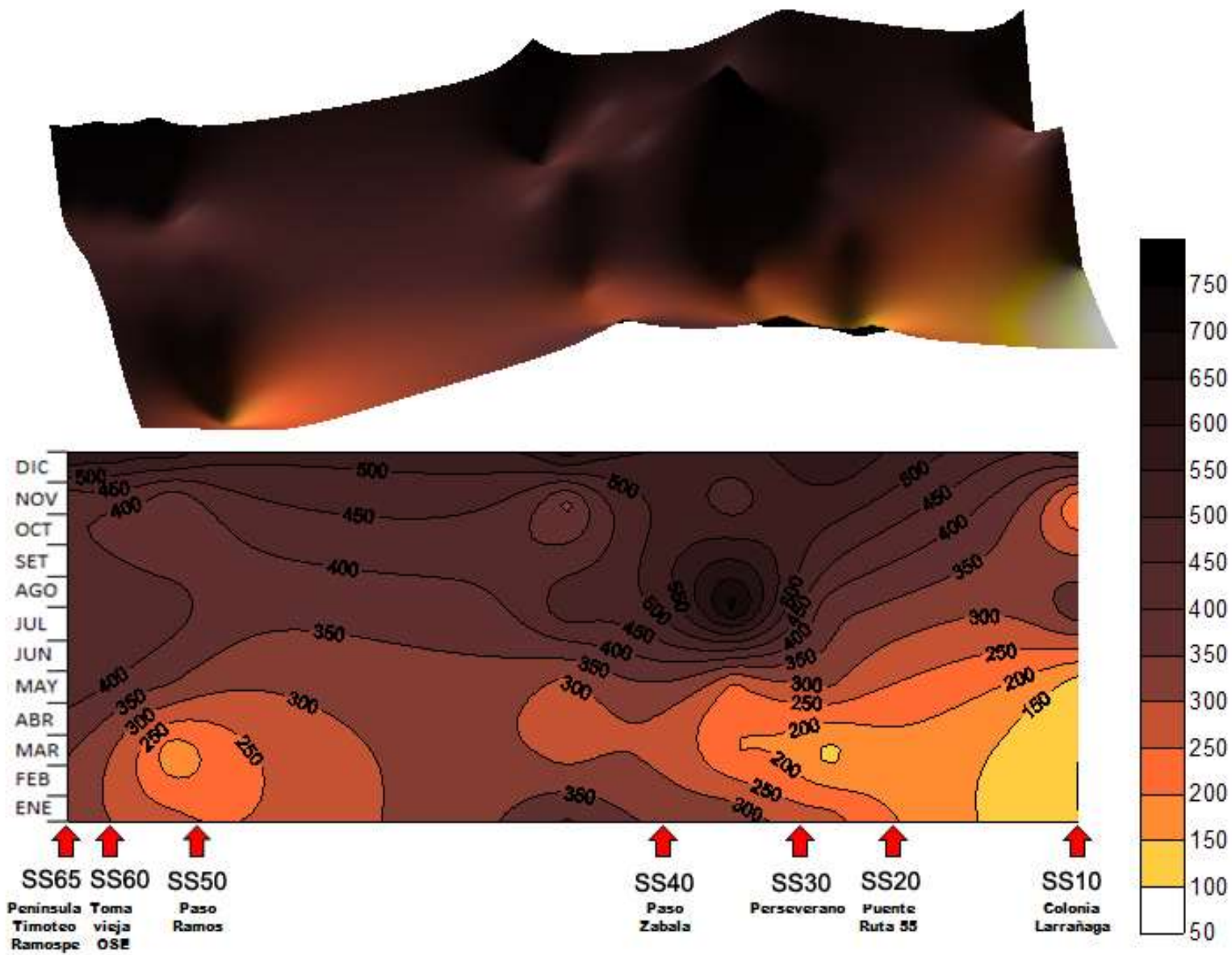
Fluctuación espacio-temporal del  $\text{NO}_2$  (mg/l).



Fluctuación espacio-temporal del amonio libre (mg/l).

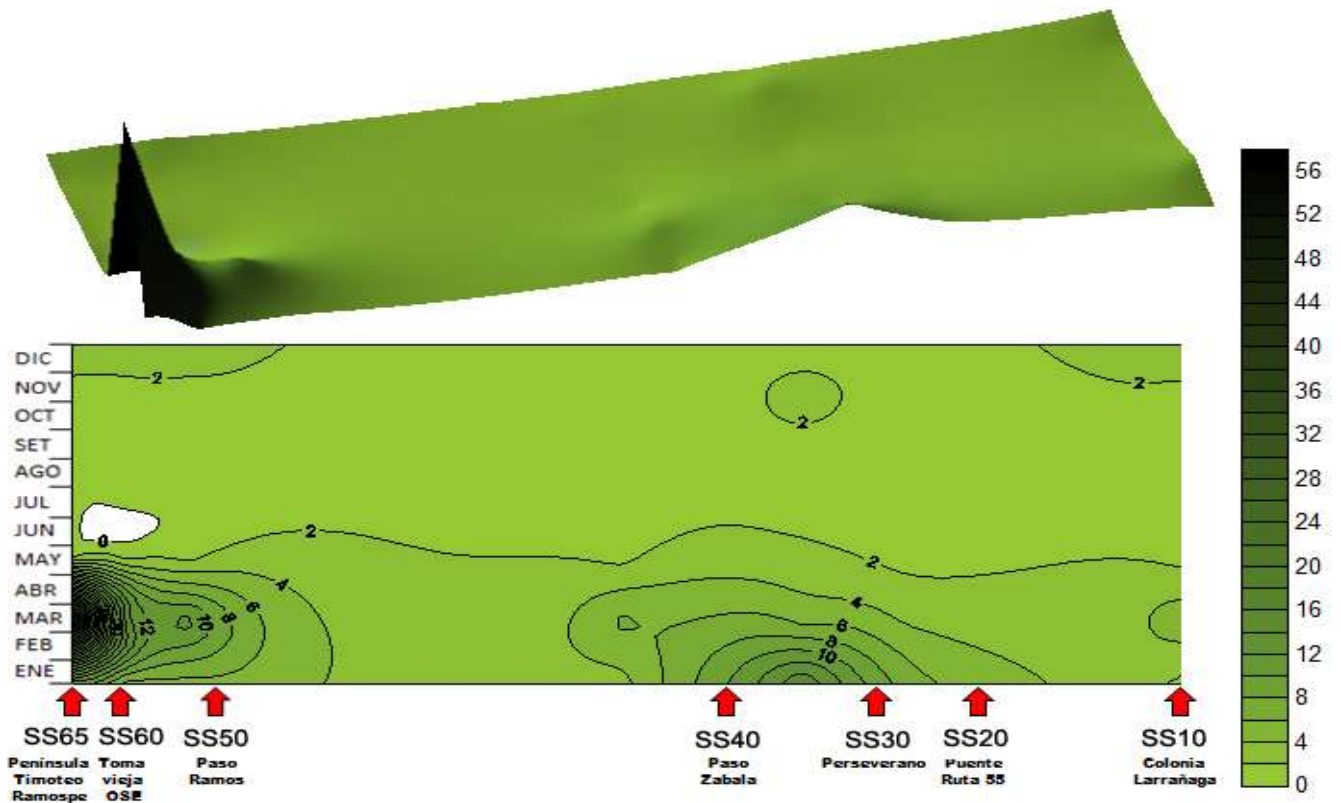


Fluctuación espacio-temporal del Nt (mg/l).

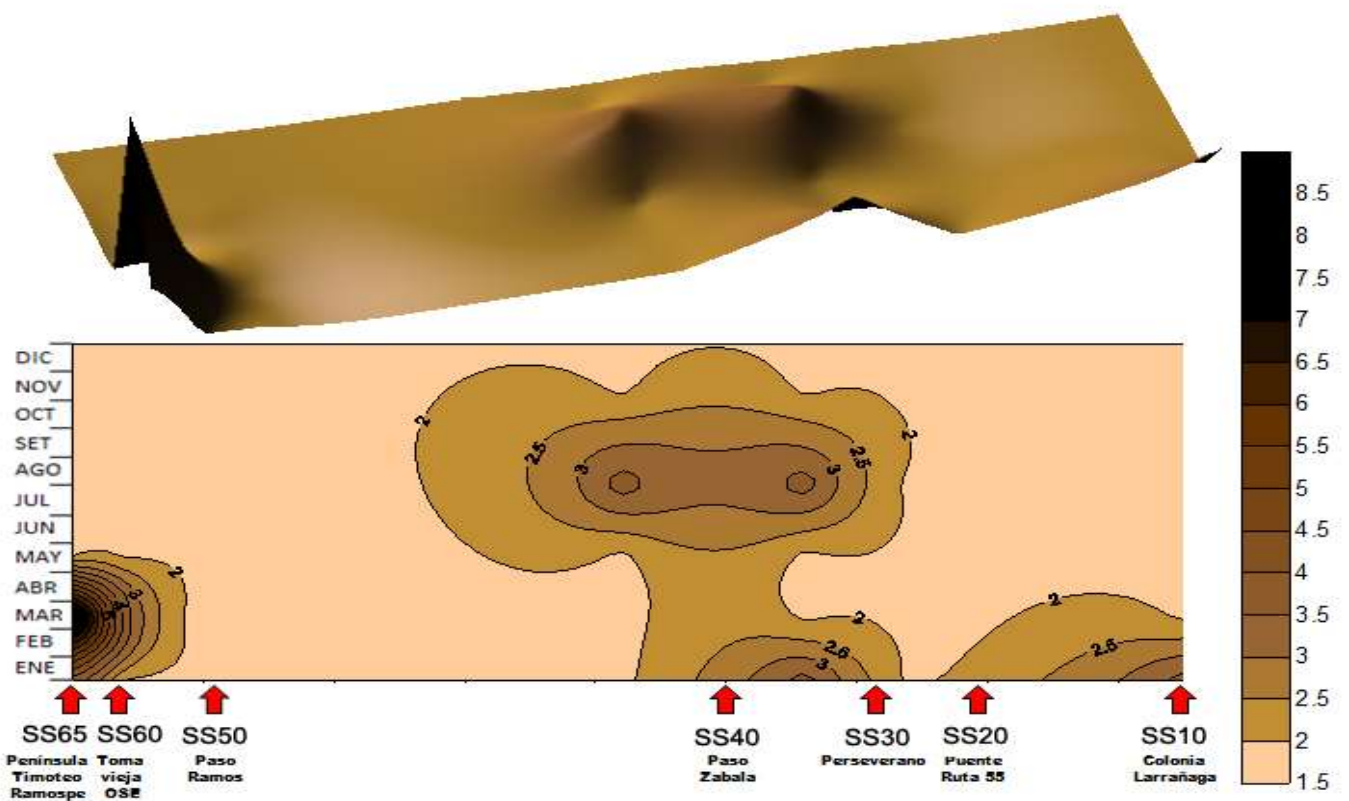


Fluctuación espacio-temporal del Pt ( $\mu\text{g/l}$ ).

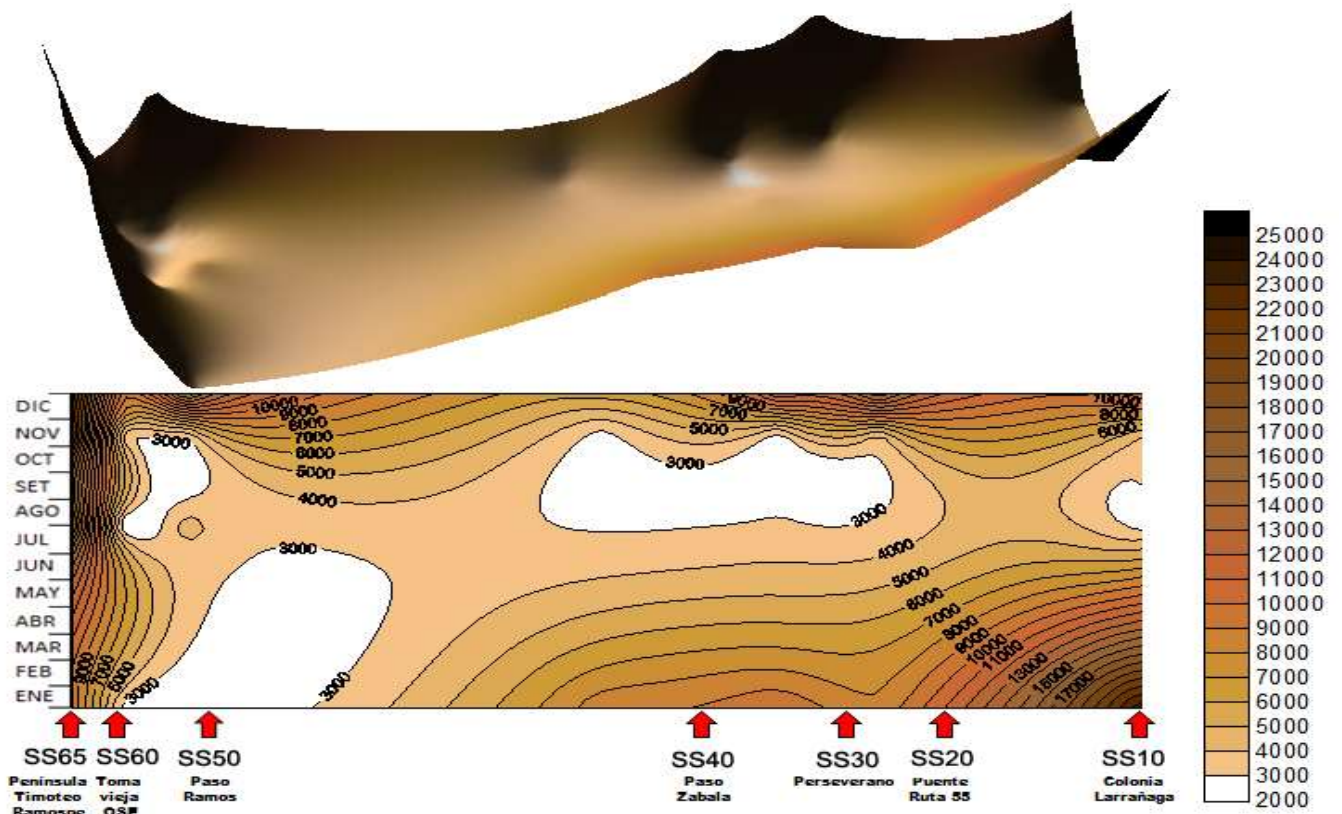




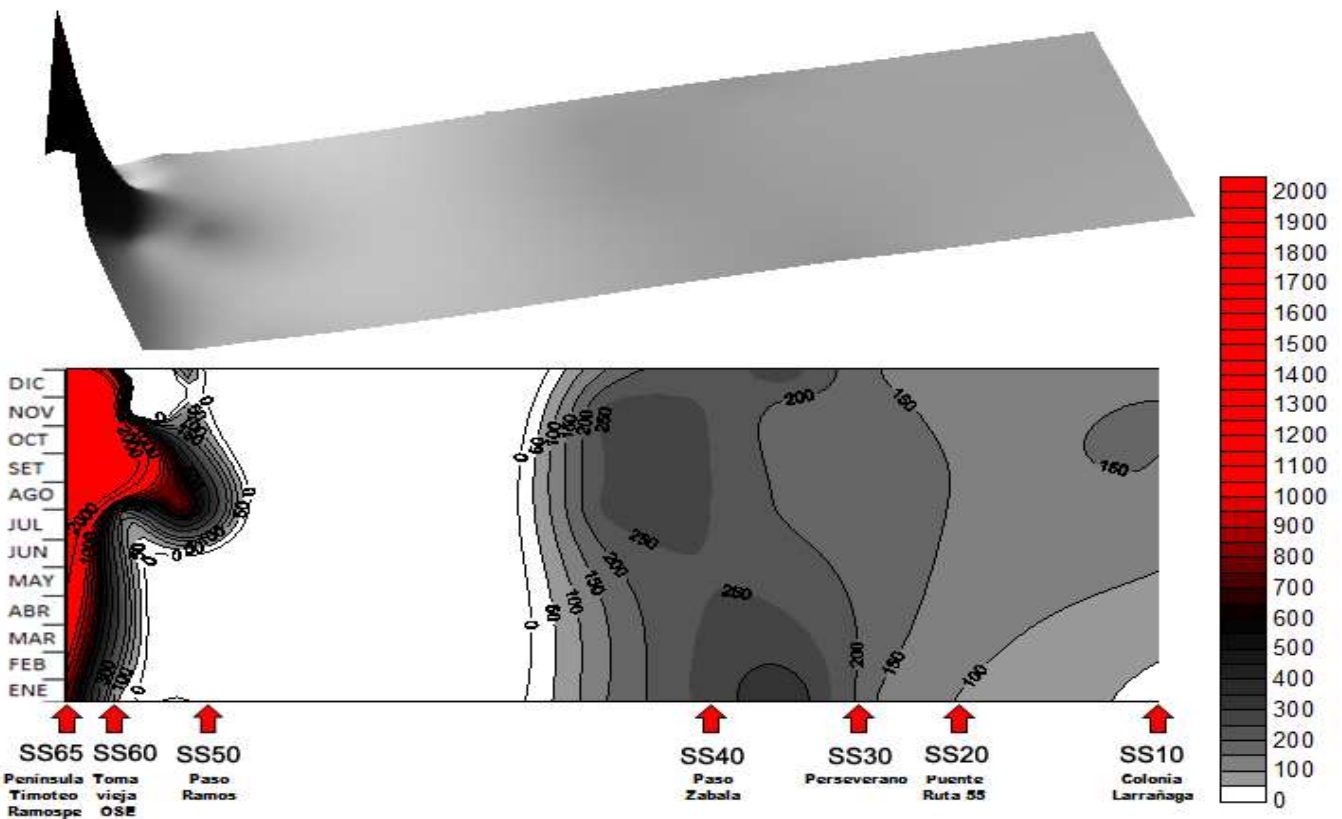
Fluctuación espacio-temporal de la clorofila *a* ( $\mu\text{g/l}$ ).



Fluctuación espacio-temporal de la feofitina *a* ( $\mu\text{g/l}$ ).

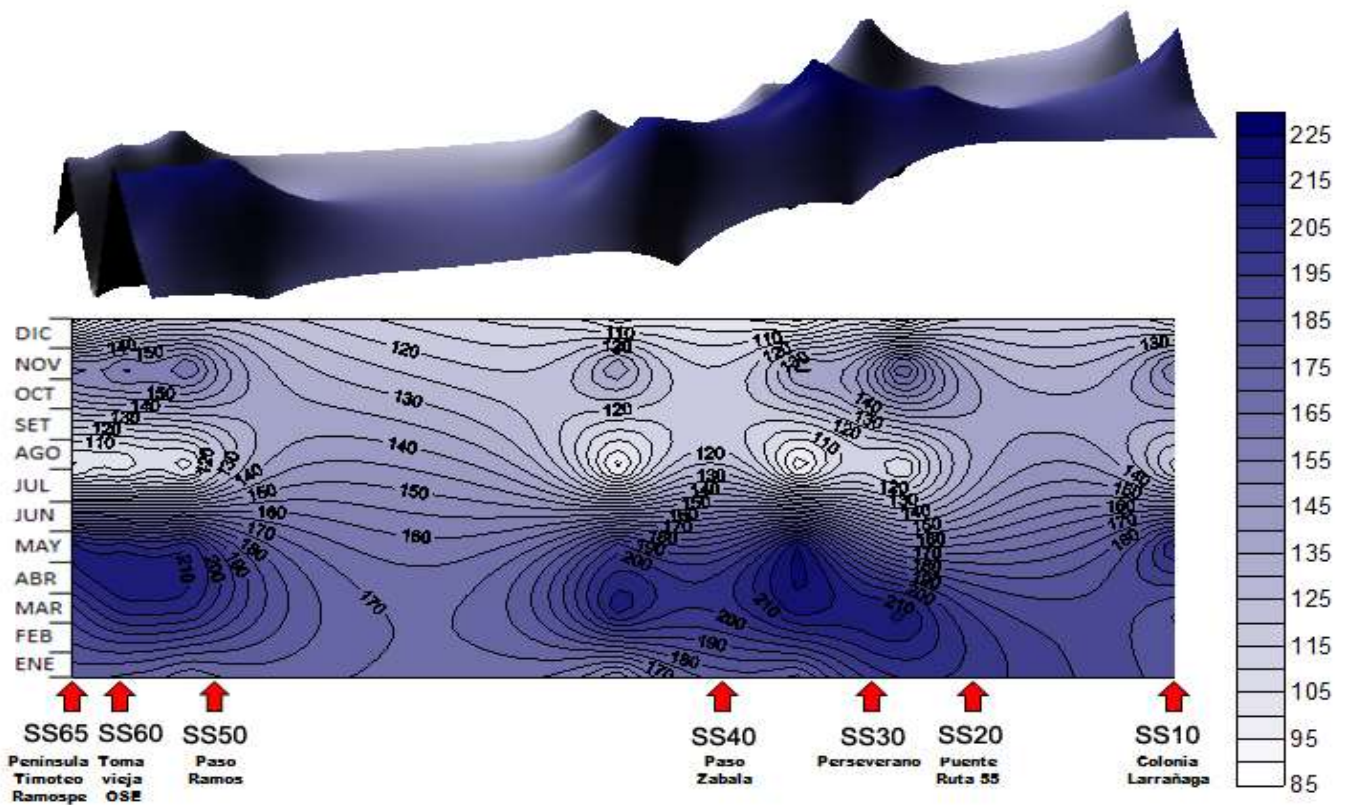


Fluctuación espacio-temporal de los coliformes totales (UFC/100 ml).

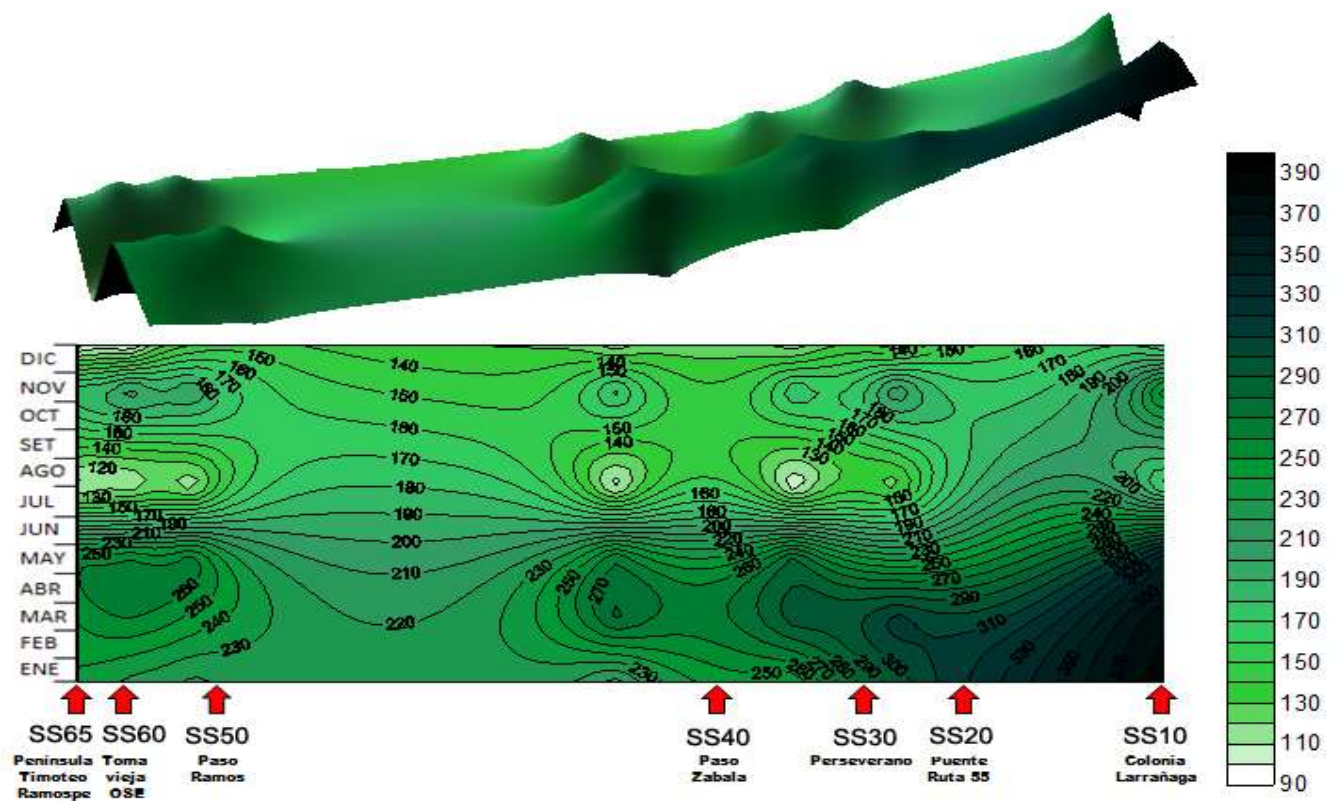


Fluctuación espacio-temporal de *Escherichia coli* (UFC/100 ml).

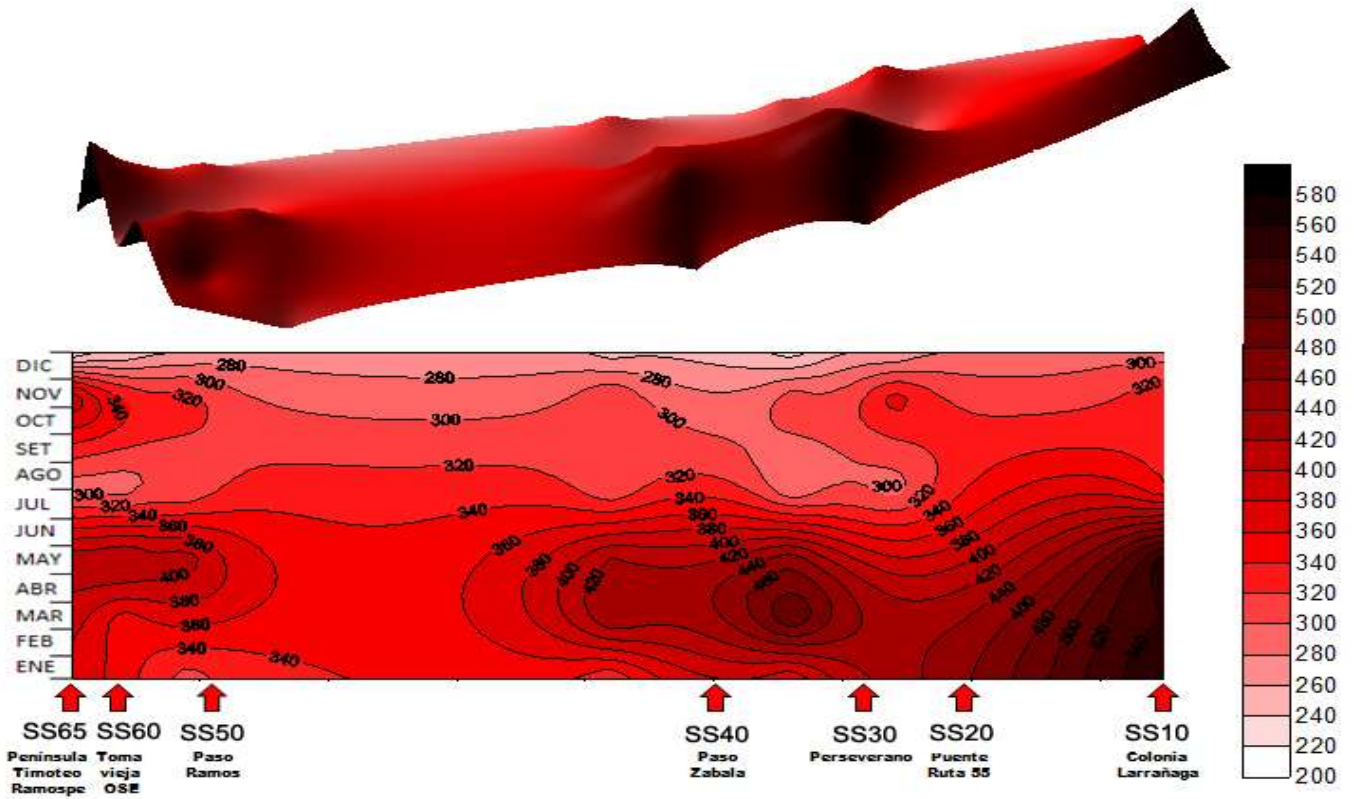




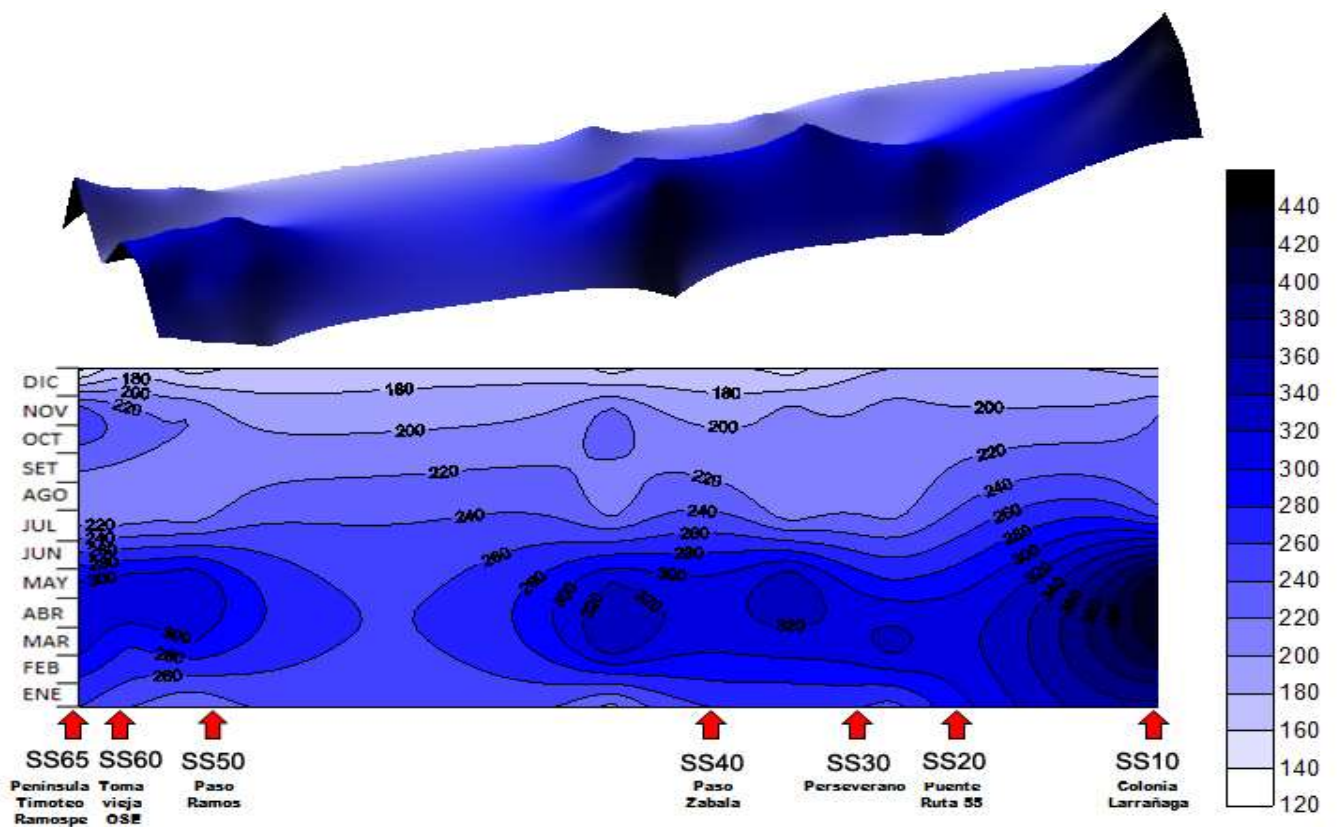
Fluctuación espacio-temporal de la dureza (mg/l).



Fluctuación espacio-temporal de la alcalinidad (mg/l).

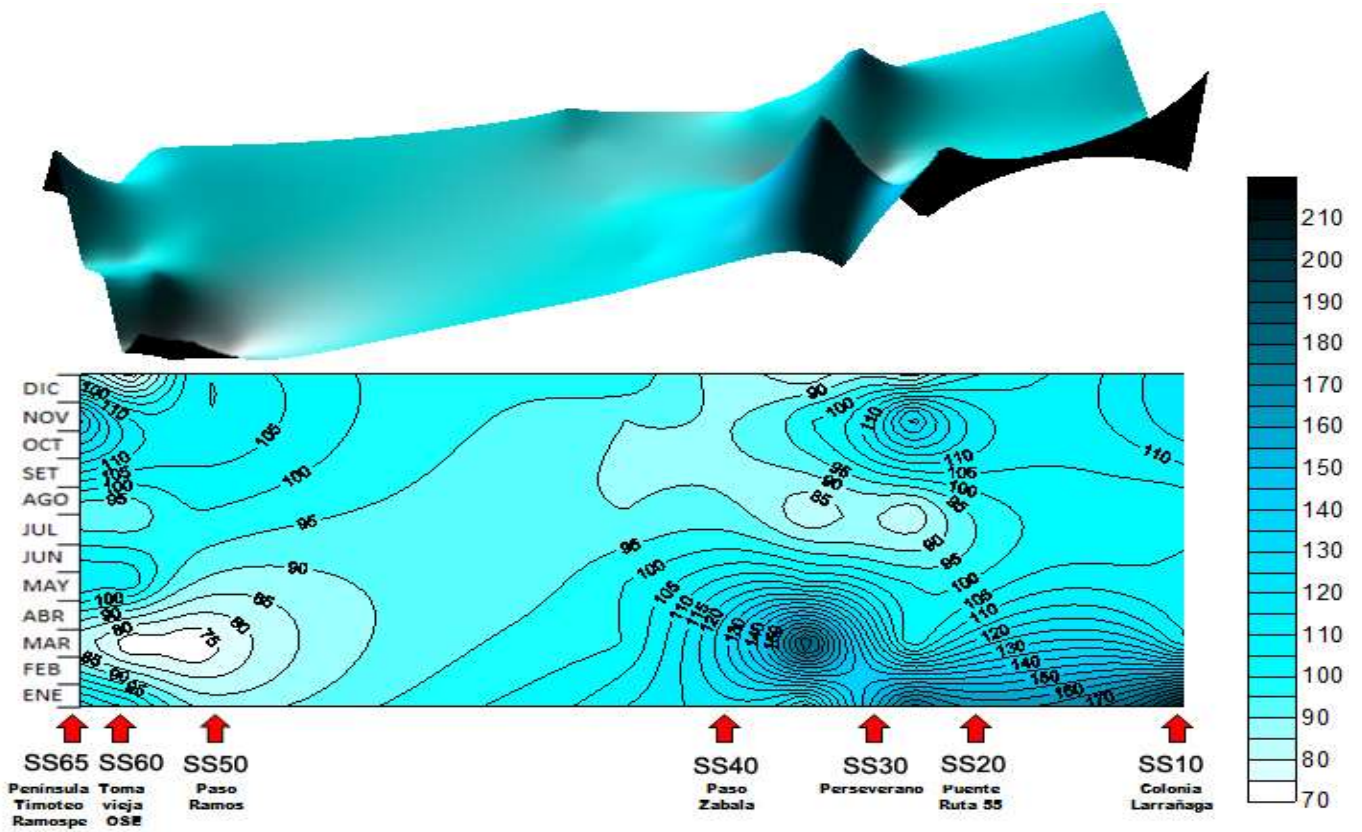


Fluctuación espacio-temporal de los sólidos totales (mg/l).

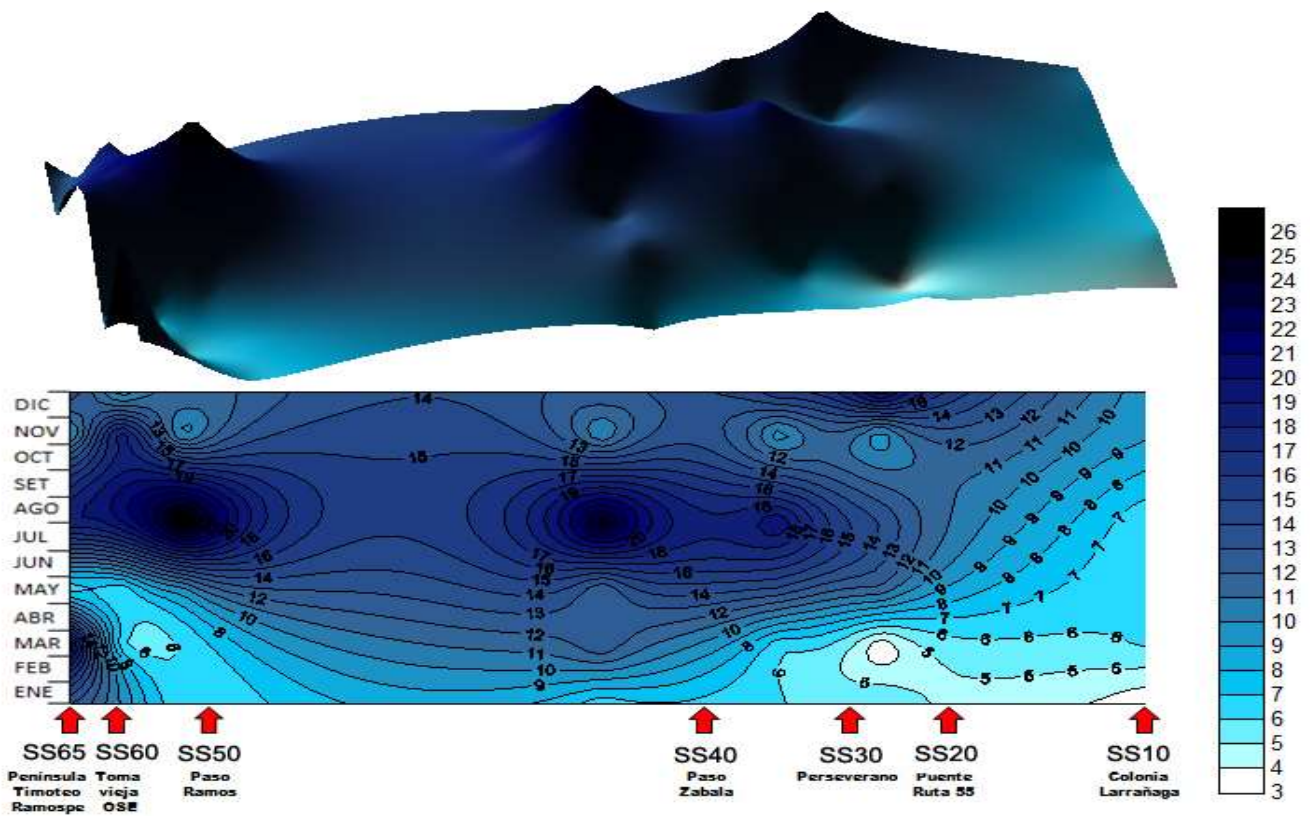


Fluctuación espacio-temporal de los sólidos totales fijos (mg/l).

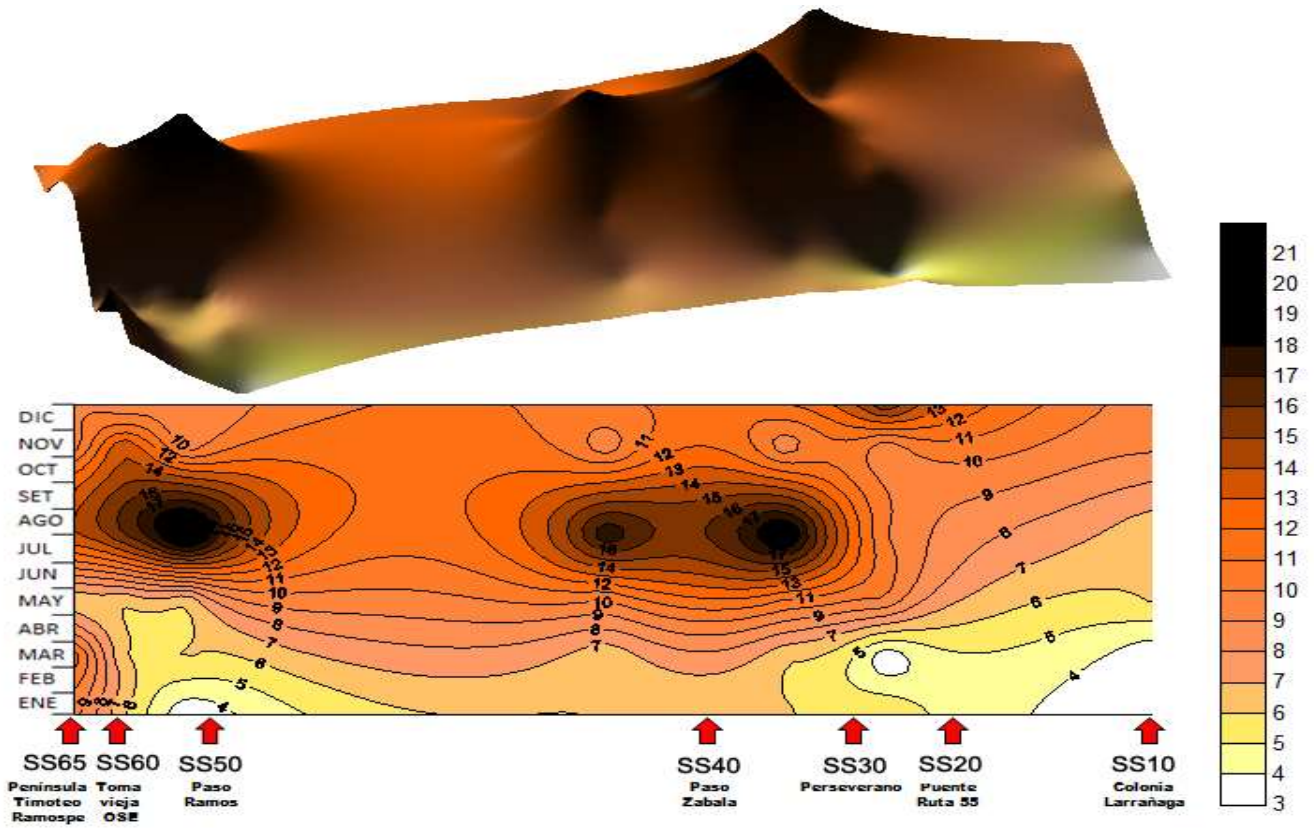




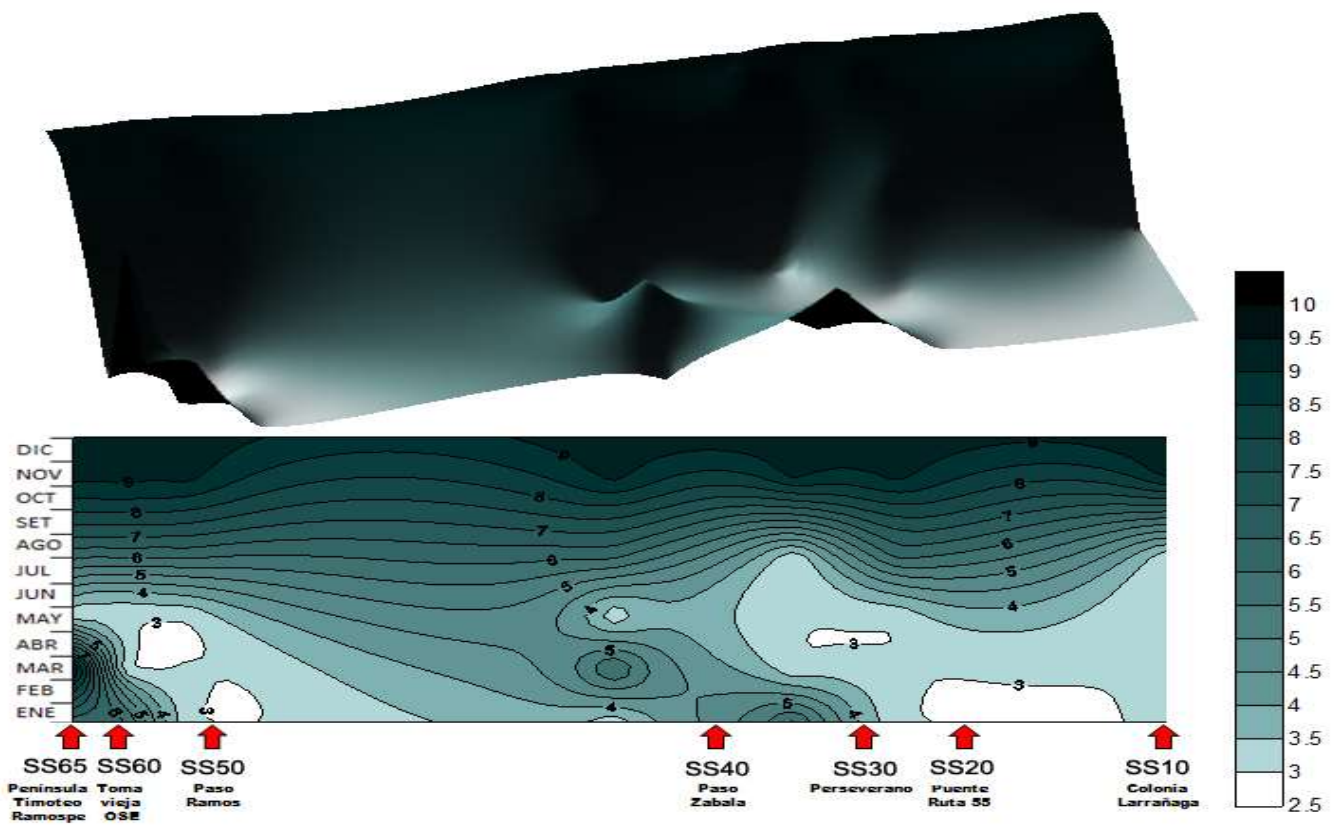
Fluctuación espacio-temporal de los sólidos totales volátiles (mg/l).



Fluctuación espacio-temporal de los sólidos suspendidos totales (mg/l).

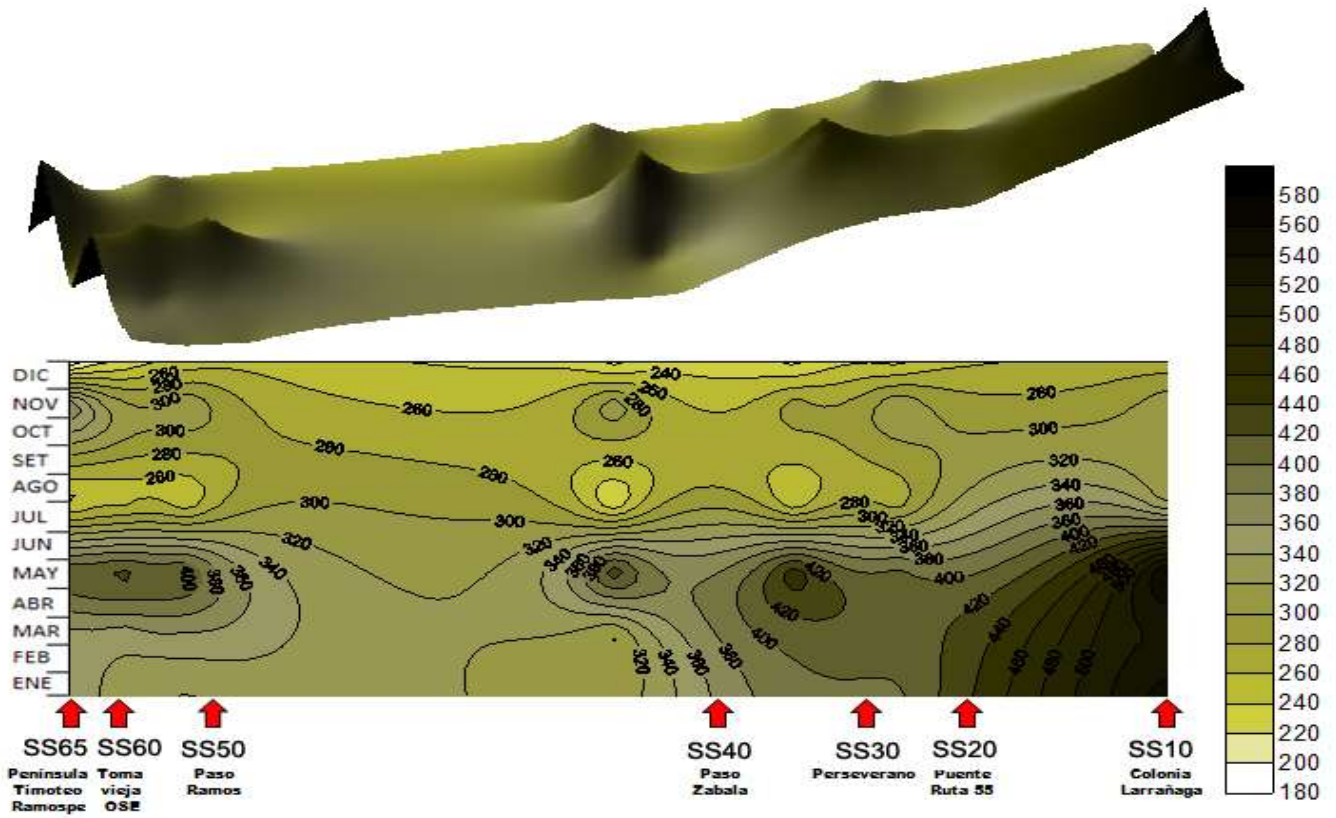


Fluctuación espacio-temporal de los sólidos suspendidos fijos (mg/l).

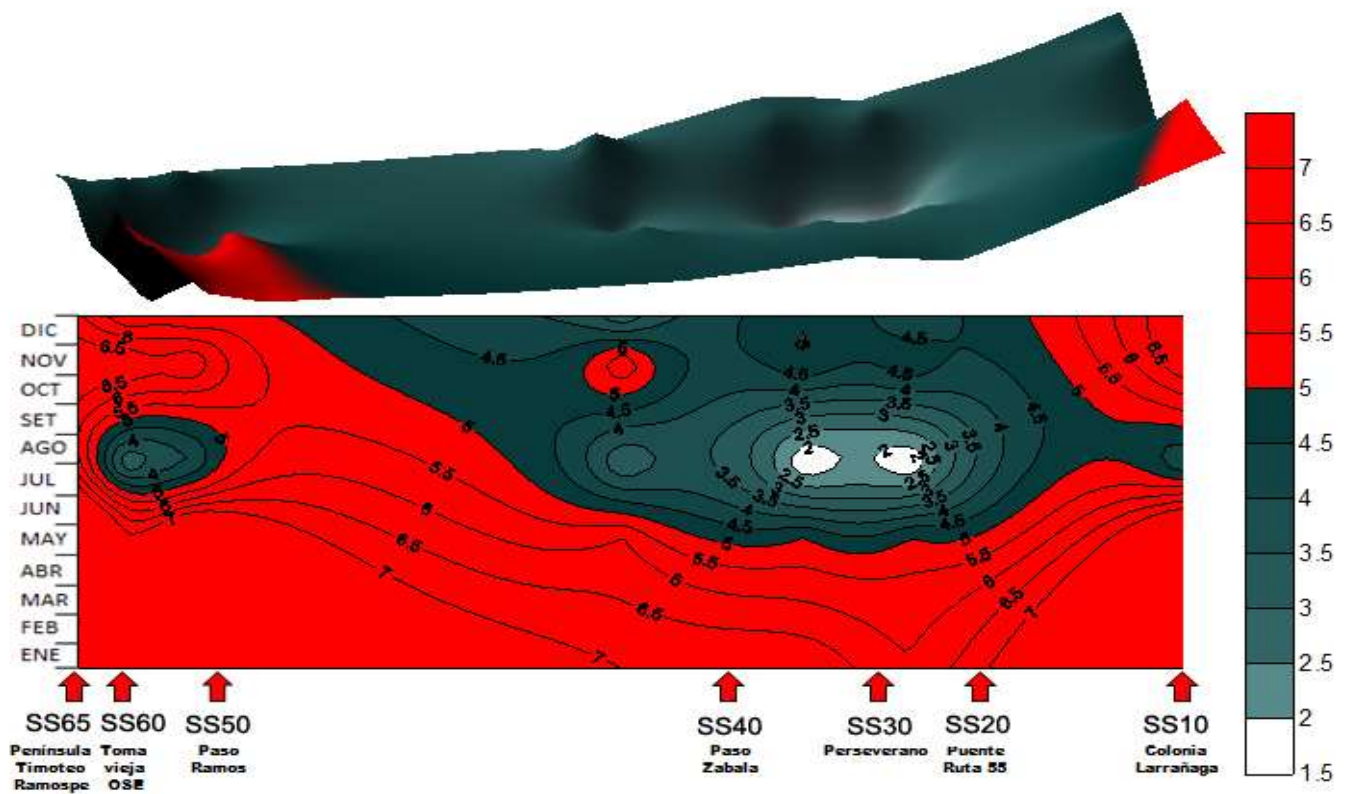


Fluctuación espacio-temporal de los sólidos suspendidos volátiles (mg/l).

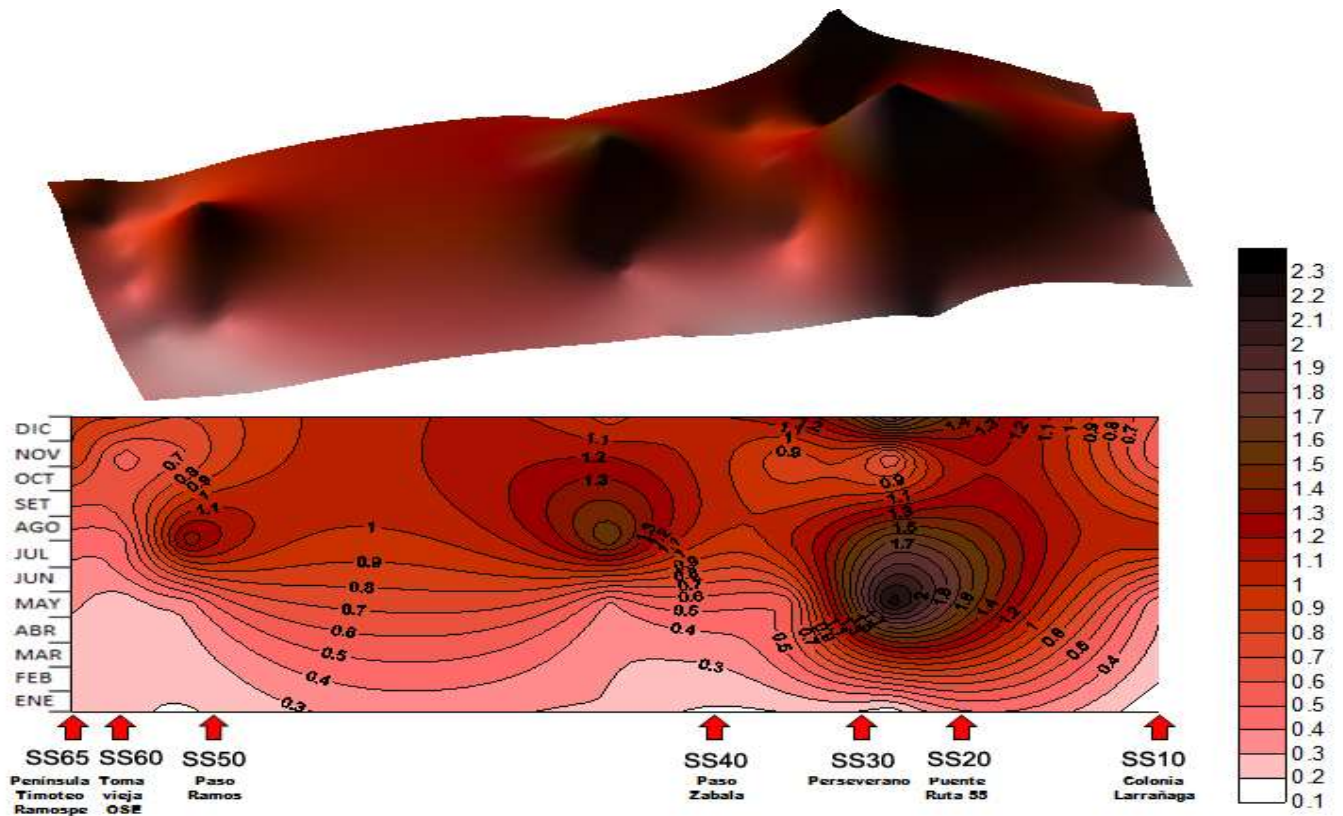




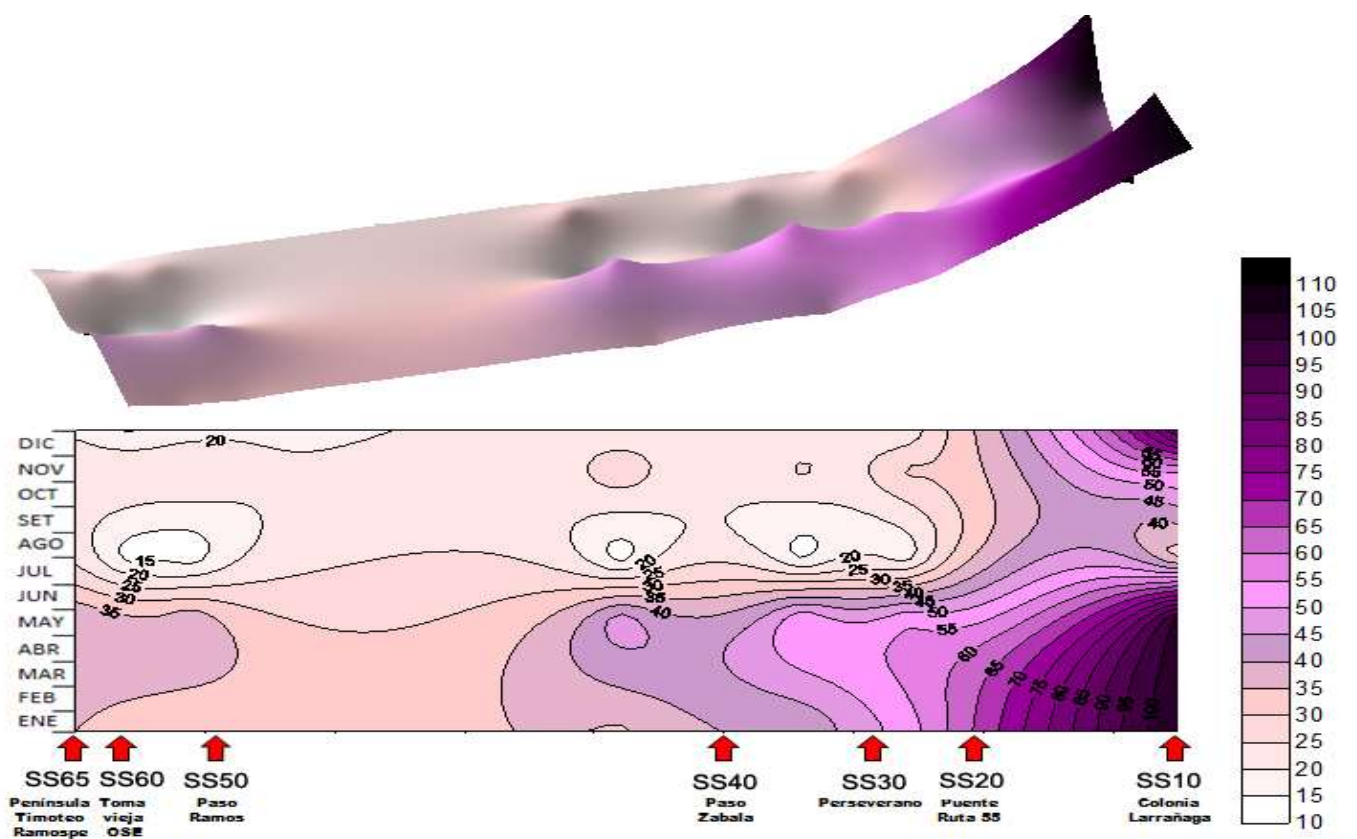
Fluctuación espacio-temporal de los sólidos disueltos totales (mg/l).



Fluctuación espacio-temporal del As ( $\mu\text{g/l}$ ).

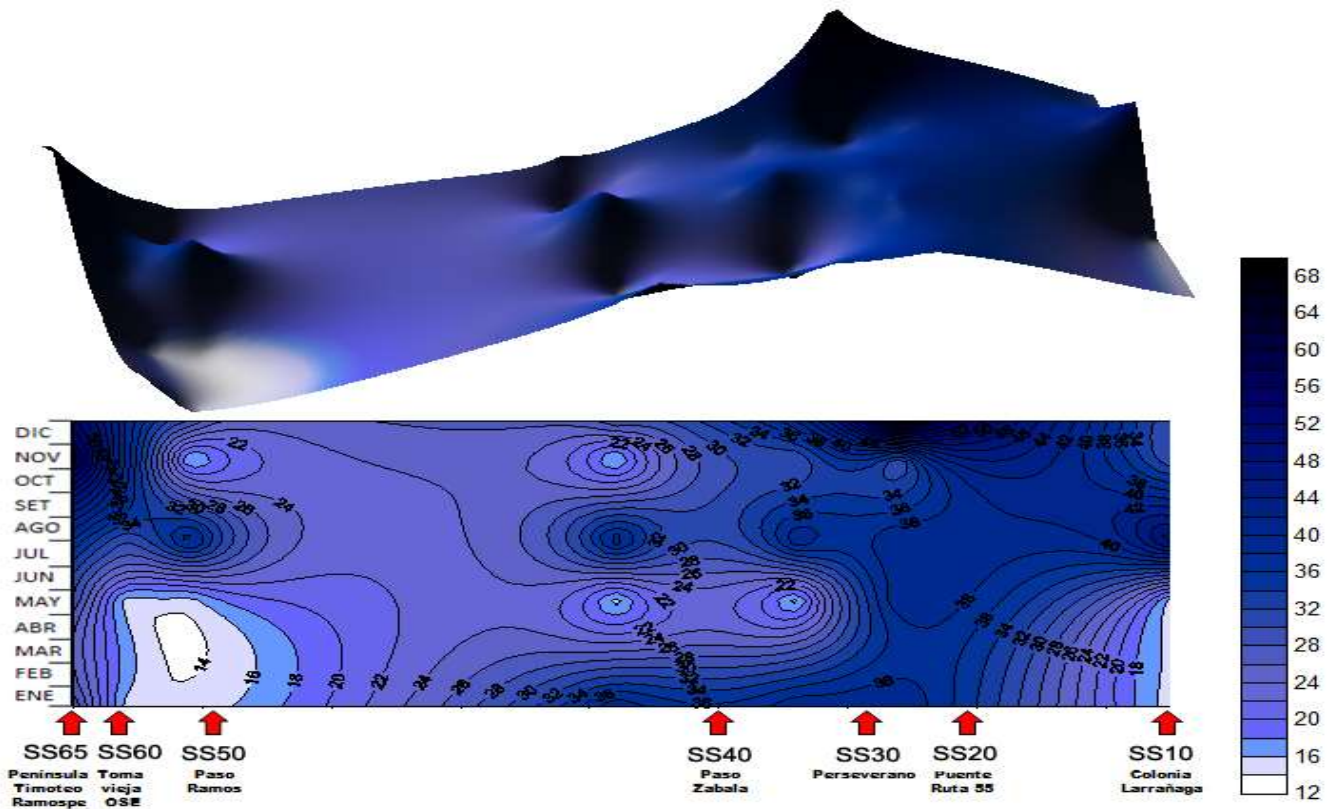


Fluctuación espacio-temporal del Fe (mg/l).

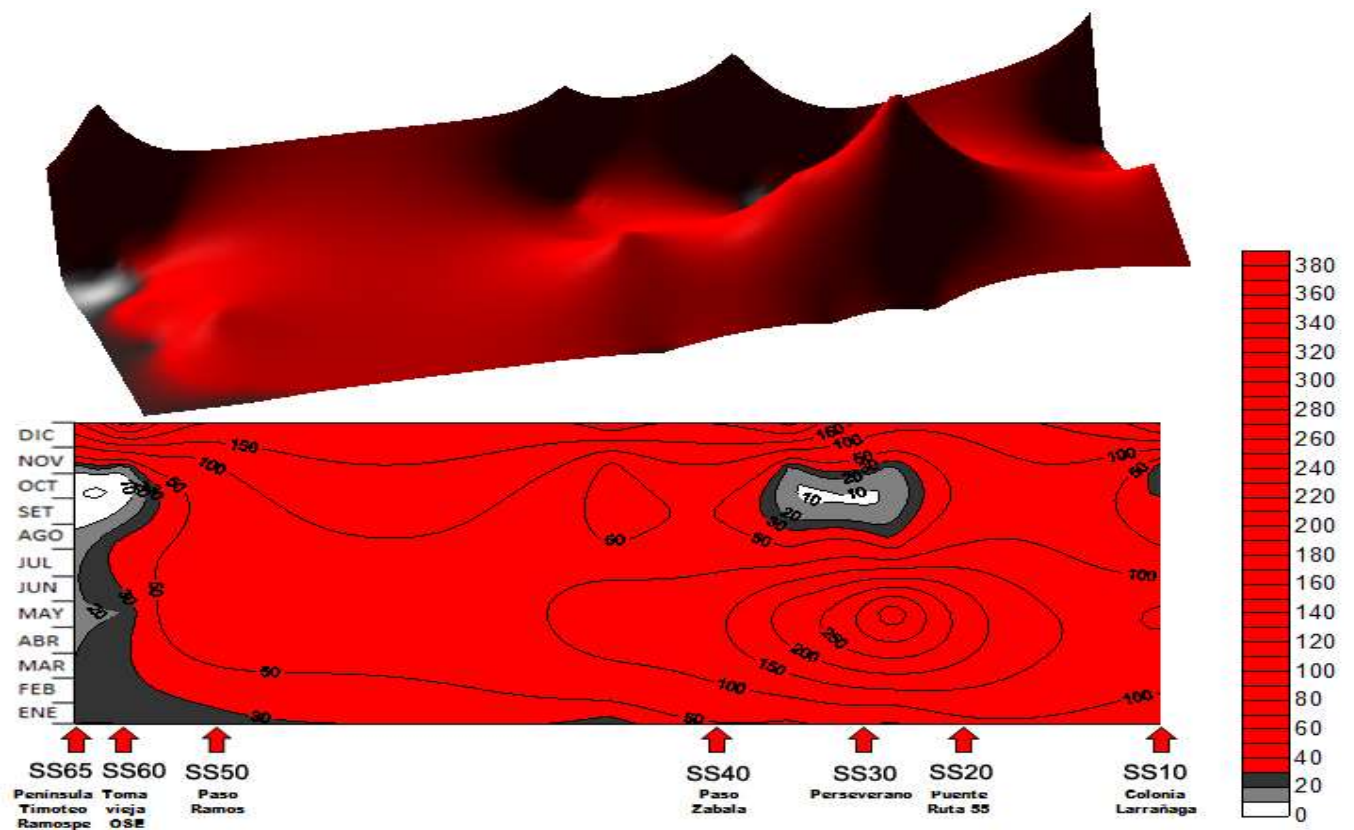


Fluctuación espacio-temporal del Na (mg/l).

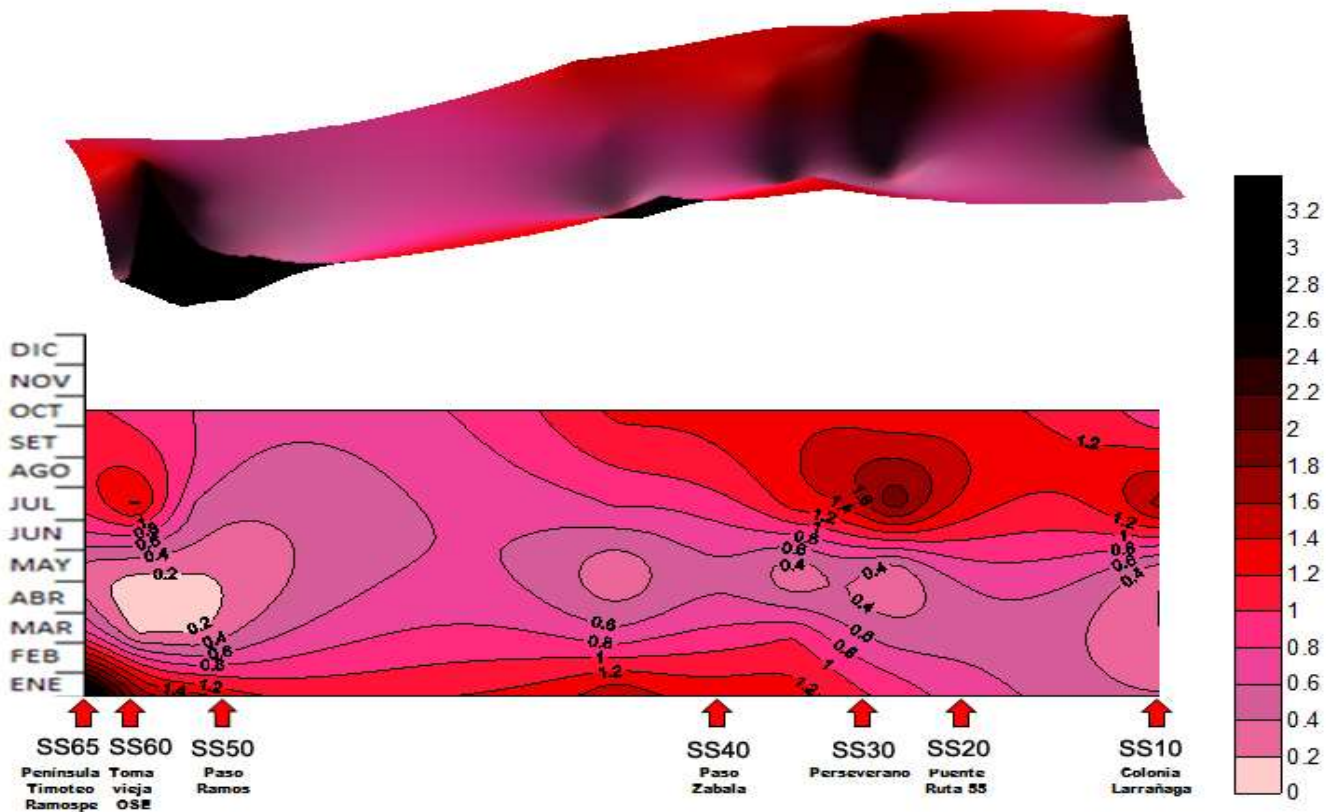




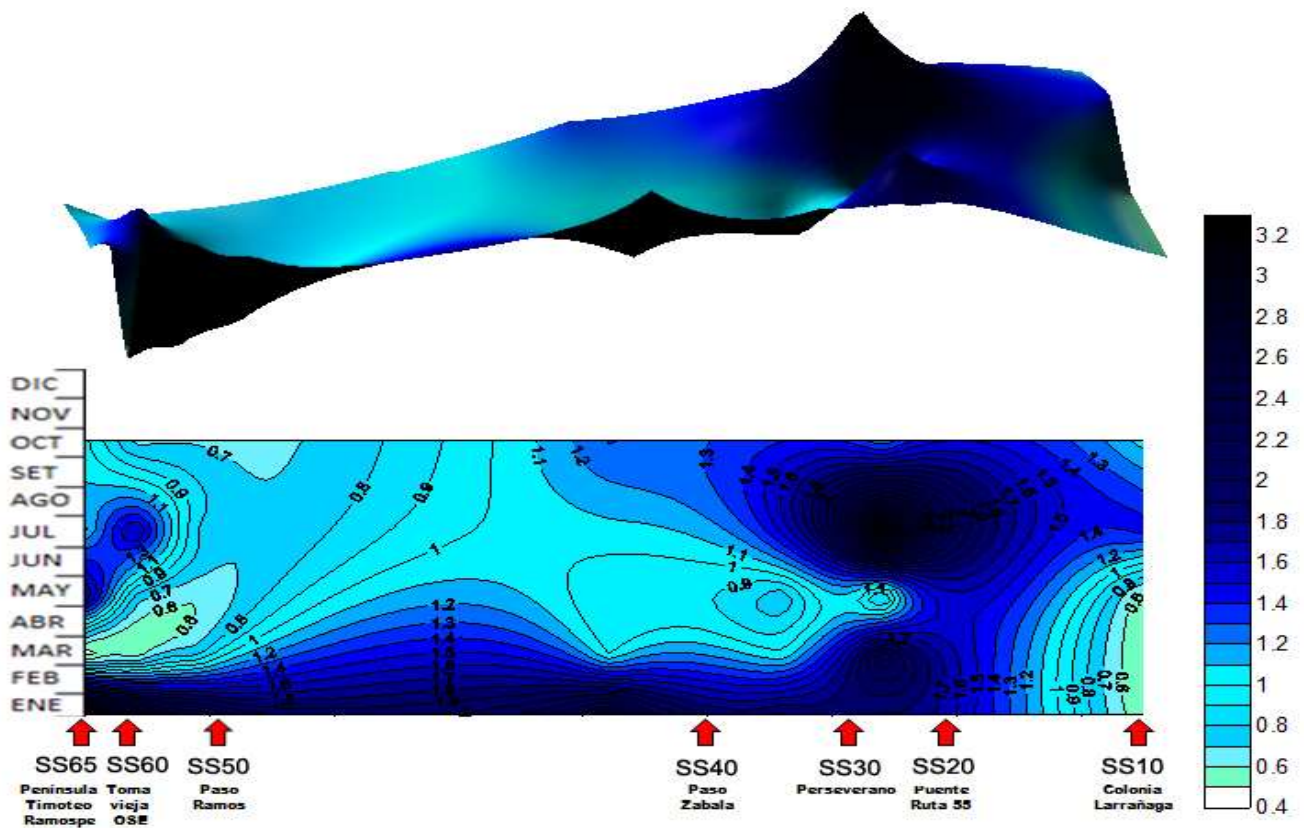
Fluctuación espacio-temporal del Mn ( $\mu\text{g/l}$ ).



Fluctuación espacio-temporal del Zn ( $\mu\text{g/l}$ ).



Fluctuación espacio-temporal del glifosato ( $\mu\text{g/l}$ ).



Fluctuación espacio-temporal de AMPA ( $\mu\text{g/l}$ ).

### Anexo 12: Meteorología regional: Estación meteorológica de Mercedes.

Se presenta una somera descripción de las variables ambientales, con el fin de complementar con la situación climática en los días de campaña y los precedentes. Este aporte, fundamentalmente en lo referido a precipitación y viento, pueden contribuir a una mejor comprensión del comportamiento del río, y por ende, de las variables consideradas. La información presentada es extraída del Servicio de Información Meteorológica OGIMET e incluye el promedio de los registros diarios de cada variable presentada durante los 30 días previos a cada salida de muestreo. Los datos corresponden a la estación meteorológica de la ciudad de Mercedes.

La temperatura del aire fluctuó, en el período analizado, entre un máximo de 30,5 °C (12 de enero) y un mínimo de 5,0 °C (125 de julio), con un promedio de 18,4 °C (Tabla a). La humedad relativa estuvo entre un mínimo de 49,8 % (8 de enero) y un máximo de 99,2 % (20 de julio), con un promedio de 76,9. La presión atmosférica varió entre 1001,5 Hp (19 de marzo) y 1032,9 Hp (25 de julio), con un promedio de 1014,6 Hp. La cobertura varió entre 8 y 0 octas y el promedio de cobertura fue 4,38 octas. La velocidad del viento fluctuó entre 1,4 km/h (28 de julio) y 27,6 km/h (21 de julio) y la precipitación registró valores entre 0 mm y 55 mm/día (20 de julio y 14 de noviembre).

Tabla a: Medias de temperatura, humedad relativa, presión, nubosidad, viento y precipitación correspondientes a cada monitoreo. Las medias fueron calculadas en base al registro diario durante los 30 días previos al muestreo (datos extraídos de OGIMET, estación Meteorológica de Mercedes).

Campaña	Temperatura	Presión	Humedad	Nubosidad	Vel. Viento	Precipitación
	°C	Hp		Octas	km/h	mm
ENERO	25,74	1011,37	67,21	2,5	12,48	2,28
MARZO	21,06	1011,95	71,86	2,1	12,18	1,05
MAYO	15,75	1017,26	87,48	4,3	8,82	5,00
AGOSTO	10,25	1019,66	87,71	5,0	13,46	3,20
OCTUBRE	16,81	1014,92	77,22	3,8	13,35	3,55
DICIEMBRE	21,06	1012,28	69,73	3,9	14,70	4,42
<b>ANUAL</b>	<b>18,45</b>	<b>1014,57</b>	<b>76,87</b>	<b>3,59</b>	<b>12,50</b>	<b>19,51</b>

A modo ilustrativo, en la figura a1 se presenta un diagrama que sintetiza la dirección del viento y su frecuencia acumulada, durante los 30 días previos al inicio de cada monitoreo realizado. Es evidente la preponderancia de los vientos provenientes del cuadrante E y, secundariamente, del cuadrante S.

En la figura a2 se muestran los registros pluviométricos (estación meteorológica de Mercedes) durante los 30 días previos a cada muestreo. En tres de las campañas no se registraron precipitaciones ni el día de comienzo de la campaña ni durante la semana previa. En tres campañas sí, se observan precipitaciones el día de comienzo o durante la semana previa.

La figura a3 muestra el acumulado de lluvia para el mes previo a los muestreos. Se observan pocos eventos de lluvias fuertes, mayormente asociados a vientos del SE.



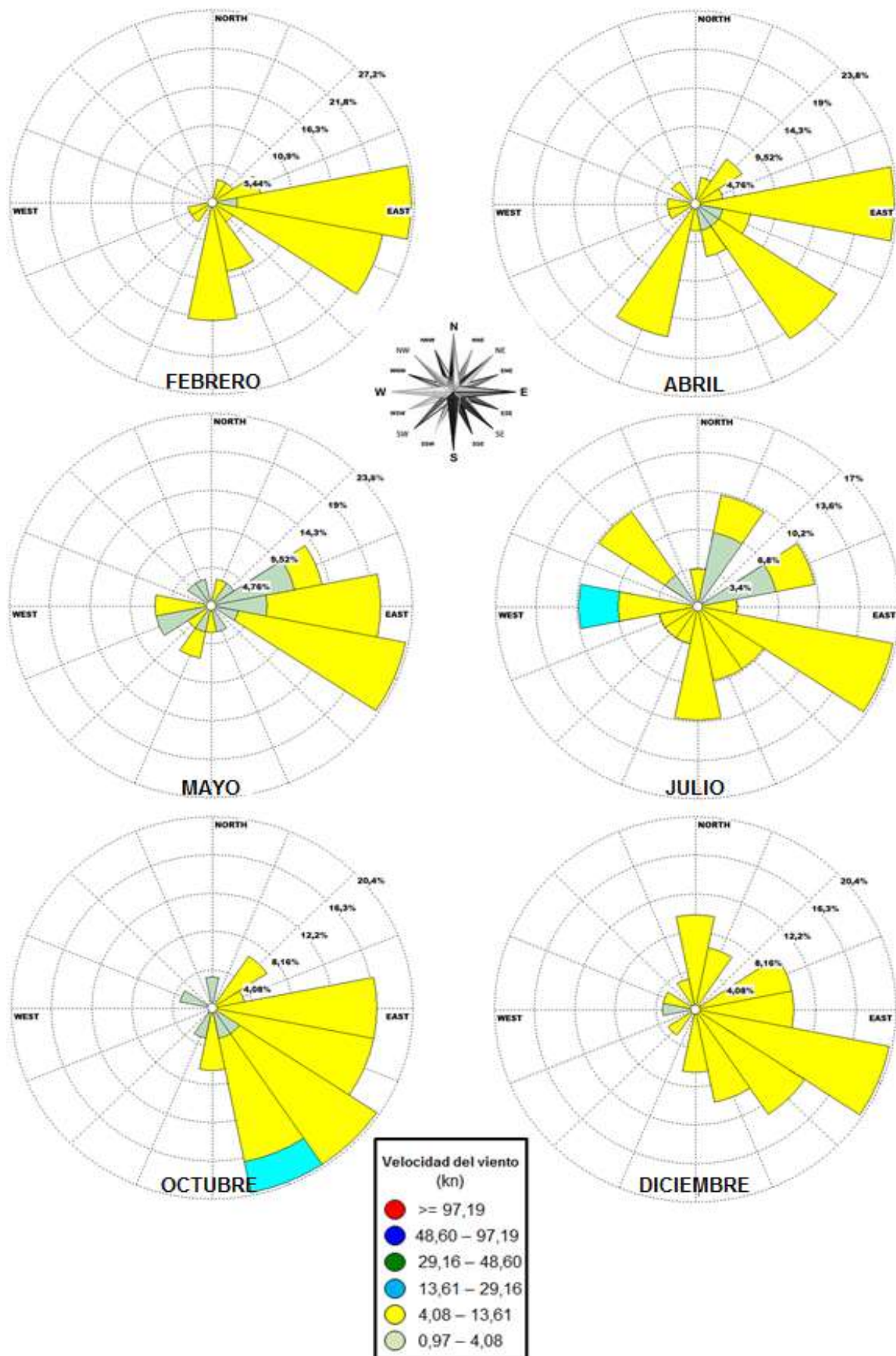


Fig. a1: Frecuencia acumulada y dirección del viento en los 30 días previos a cada muestreo. Datos extraídos de OGIMET, para la estación meteorológica de la ciudad de Mercedes.

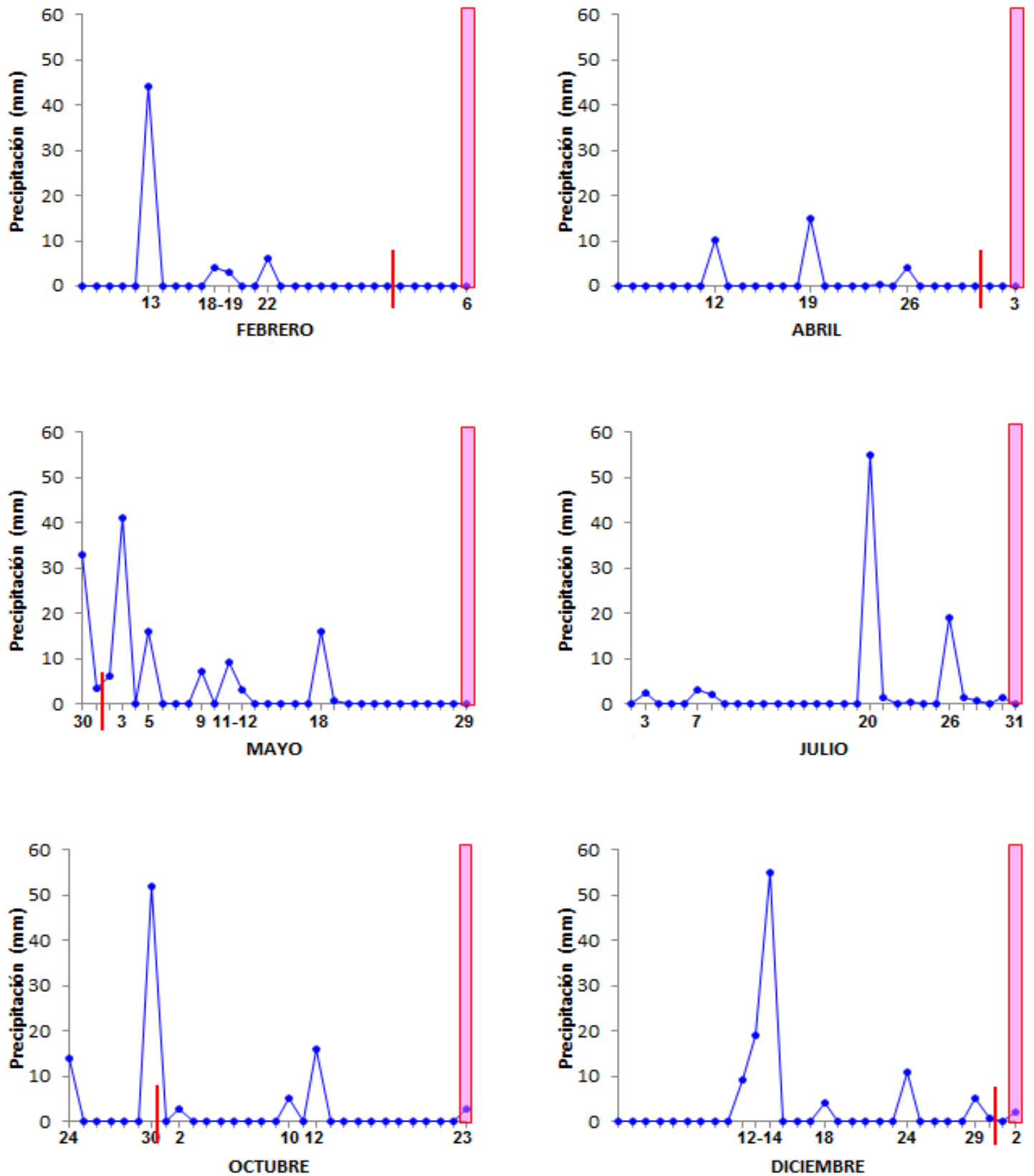


Fig. a2: Registros de precipitación en los 30 días previos a cada muestreo. Rectángulo colorido marca el día de inicio de muestreo (debajo, día de inicio de la campaña). Línea roja indica cambio de mes. Datos de la estación Meteorológica de Mercedes (extraídos de OGIMET).

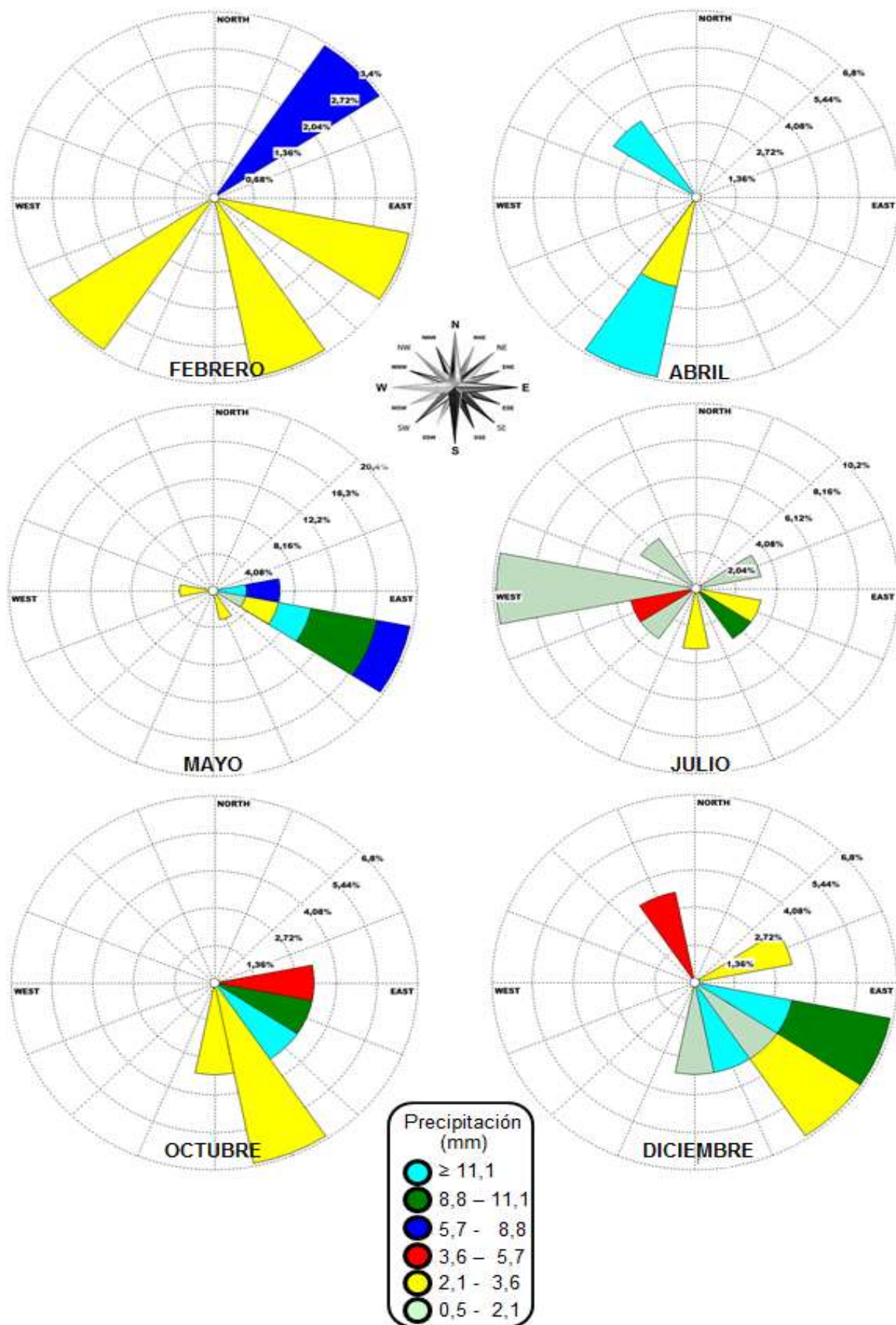


Fig. a3: Frecuencia acumulada y dirección de la lluvia en los 30 días previos a cada muestreo. Datos extraídos de OGIMET, para la estación meteorológica de la ciudad de Mercedes.

Tabla a1: Datos ambientales recogidos de la estación meteorológica de Mercedes (extraídos de OGIMET).

Fecha	Temperatura °C	Humedad relativa %	Viento		Presión (n. mar.) Hp	Precipitación mm	Nubosidad Total Octas
			km/h				
			Dirección	Velocidad			
06/02/2018	27,4	58,3	E	9,7	1010,8	0,0	1,5
05/02/2018	27,0	59,3	E	16,4	1012,2	0,0	2,9
04/02/2018	25,5	61,3	ESE	13,0	1011,8	0,0	0,5
03/02/2018	26,9	57,7	S	10,4	1011,5	0,0	1,3
02/02/2018	27,2	63,8	ESE	11,0	1011,8	0,0	1,0
01/02/2018	28,6	62,0	ESE	8,8	1012,9	---	4,2
31/01/2018	---	68,4	ENE	13,9	---	---	0,0
30/01/2018	27,5	60,4	ESE	12,7	---	---	0,0
29/01/2018	25,8	73,1	S	12,9	1009,1	0,0	1,5
28/01/2018	25,3	69,4	E	12,3	1008,5	lp	5,4
27/01/2018	24,7	61,0	E	20,7	1013,8	0,0	3,7
26/01/2018	21,0	63,3	SE	14,9	1017,1	0,0	1,4
25/01/2018	22,9	73,0	SSE	13,6	1011,5	0,0	3,0
24/01/2018	26,6	73,3	S	8,9	1003,6	0,0	2,8
23/01/2018	27,0	70,7	SSE	10,9	1003,7	0,0	1,9
22/01/2018	26,5	66,0	ESE	9,0	1007,5	6,0	3,0
21/01/2018	25,5	62,1	E	6,4	1012,1	0,0	2,7
20/01/2018	26,2	72,1	WSW	8,2	1013,4	0,0	2,3
19/01/2018	23,9	79,2	SW	10,5	1011,8	3,0	3,0
18/01/2018	23,6	84,6	SSE	15,1	1011,6	4,0	5,6
17/01/2018	24,4	73,8	ESE	8,3	1014,6	0,0	1,8
16/01/2018	22,9	81,0	S	19,0	1010,6	0,0	3,1
15/01/2018	23,0	88,1	S	24,8	1006,7	0,1	7,8
14/01/2018	25,5	82,8	ESE	10,3	1005,9	lp	5,6
13/01/2018	27,0	75,9	NE	14,2	1008,0	44,0	5,4
12/01/2018	30,5	58,4	ENE	8,9	1012,2	0,0	1,9
11/01/2018	29,4	59,1	E	12,6	1014,4	0,0	1,0
10/01/2018	27,0	51,6	E	16,6	1016,3	0,0	0,3
09/01/2018	24,5	56,8	E	7,6	1017,8	0,0	0,0
08/01/2018	23,2	49,8	NNE	12,7	1017,1	0,0	1,3
03/04/2018	21,8	79,5	SE	14,4	1014,0	0,0	5,6
02/04/2018	23,4	75,5	SE	18,4	1012,5	0,0	4,5
01/04/2018	24,5	78,2	SE	8,7	1011,3	0,0	1,7
31/03/2018	24,3	75,0	SE	6,9	1013,8	---	0,9
30/03/2018	22,0	82,8	ESE	6,5	1014,6	0,0	1,4
29/03/2018	21,1	81,5	E	11,5	1015,5	0,0	1,7
28/03/2018	18,1	72,7	E	12,5	1019,1	0,0	2,4
27/03/2018	13,3	76,4	E	8,2	1021,5	0,0	1,5
26/03/2018	16,4	71,4	SSW	23,1	1017,1	4,0	2,4
25/03/2018	23,1	72,3	S	14,2	1008,5	0,0	4,2
24/03/2018	24,1	61,7	NNE	12,9	1006,6	0,3	2,6
23/03/2018	19,6	68,5	E	12,7	1012,0	0,0	2,2
22/03/2018	17,2	71,4	SE	13,9	1018,2	0,0	1,1
21/03/2018	17,8	77,7	SSW	11,2	1013,6	0,0	0,0
20/03/2018	18,1	70,1	WSW	9,4	1011,6	0,0	0,3
19/03/2018	23,6	81,1	NW	18,8	1001,5	15,0	4,4
18/03/2018	22,0	74,6	E	15,2	1006,9	lp	4,6
17/03/2018	16,6	68,8	ESE	7,6	1012,7	0,0	0,1
16/03/2018	20,7	56,6	SSW	18,0	1009,4	0,0	1,4
15/03/2018	23,5	67,9	ENE	12,2	1006,4	0,0	1,7
14/03/2018	21,5	68,0	W	9,5	1009,3	0,0	2,6
13/03/2018	18,1	76,5	SSE	5,9	1011,9	0,0	0,8
12/03/2018	21,4	76,9	SSW	17,4	1010,8	10,2	5,0
11/03/2018	26,3	57,4	NE	10,7	1006,7	0,0	0,2
10/03/2018	24,3	56,2	NE	8,9	1010,0	0,0	1,8
09/03/2018	21,6	63,8	E	8,9	1013,0	0,0	0,5
08/03/2018	17,7	72,5	SE	9,4	1016,1	0,0	0,0
07/03/2018	19,8	73,9	SSE	15,0	1015,9	0,0	0,8
06/03/2018	24,3	73,4	SSW	14,7	1009,1	0,0	2,9
05/03/2018	25,5	73,5	E	8,6	1008,8	0,0	2,9



Fecha	Temperatura °C	Humedad relativa %	Viento		Presión (n. mar.) Hp	Precipitación mm	Nubosidad Total Octas
			km/h				
			Dirección	Velocidad			
29/05/2018	21,3	82,1	NNE	14,2	1012,7	0,0	4,1
28/05/2018	18,6	82,0	NE	3,9	1016,2	0,0	3,8
27/05/2018	13,4	84,1	ENE	7,6	1016,9	0,0	1,1
26/05/2018	9,9	84,3	ENE	4,9	1022,9	0,0	0,9
25/05/2018	10,4	79,0	NNW	4,9	1024,9	0,0	1,2
24/05/2018	9,7	81,2	NW	6,9	1023,3	0,0	0,4
23/05/2018	9,8	83,3	WSW	5,3	1021,4	0,0	0,5
22/05/2018	11,4	90,6	W	9,7	1017,8	0,0	4,6
21/05/2018	11,3	90,3	SSW	3,9	1018,2	0,0	4,1
20/05/2018	11,2	87,5	SW	13,7	1019,3	0,0	4,5
19/05/2018	11,9	87,1	ESE	6,9	1016,9	0,8	5,8
18/05/2018	9,7	90,4	ESE	7,4	1018,6	16,0	7,1
17/05/2018	12,6	73,9	SSW	9,3	1021,4	0,0	5,6
16/05/2018	16,4	76,4	S	9,9	1014,2	0,0	4,2
15/05/2018	16,2	87,3	ENE	2,8	1012,3	0,0	5,3
14/05/2018	14,9	87,9	ENE	5,5	1017,1	0,0	2,8
13/05/2018	15,7	86,1	WSW	5,1	1016,9	0,0	1,6
12/05/2018	18,3	89,1	W	16,7	1009,0	3,0	3,6
11/05/2018	19,7	97,2	ESE	10,5	1009,9	9,0	7,2
10/05/2018	20,5	94,5	E	5,8	1013,6	0,0	6,9
09/05/2018	19,6	91,8	E	10,9	1016,8	7,0	5,2
08/05/2018	20,9	85,5	E	15,5	1020,4	0,0	4,7
07/05/2018	19,5	88,7	E	12,7	1022,4	---	3,9
06/05/2018	18,7	93,3	ESE	10,7	1020,2	lp	5,4
05/05/2018	19,0	94,5	ESE	8,9	1014,8	16,0	5,2
04/05/2018	20,0	89,5	E	4,9	1013,7	lp	6,2
03/05/2018	16,8	94,6	E	12,7	1016,3	41,0	6,6
02/05/2018	15,9	84,0	ESE	17,1	1020,3	6,0	5,4
01/05/2018	19,1	93,2	SSE	6,8	1016,4	3,3	5,4
30/04/2018	20,2	95,1	ESE	9,6	1013,0	33,0	5,6
31/07/2018	9,9	83,7	W	9,7	1017,7	0,0	1,7
30/07/2018	12,1	90,3	W	23,7	1012,3	1,5	6,5
29/07/2018	11,8	95,2	NW	11,1	1013,6	lp	5,8
28/07/2018	12,0	94,5	W	1,4	1018,5	0,7	7,5
27/07/2018	11,5	98,0	NW	6,9	1019,6	1,2	6,2
26/07/2018	9,6	88,8	SE	20,2	1027,1	19,0	7,6
25/07/2018	5,0	82,3	SE	12,9	1032,9	0,0	4,4
24/07/2018	6,6	80,6	SSW	13,5	1028,4	0,0	3,4
23/07/2018	7,2	85,7	ENE	6,6	1018,7	0,4	5,1
22/07/2018	7,8	75,0	NW	16,0	1019,1	0,0	0,2
21/07/2018	8,9	87,5	W	27,6	1013,9	1,2	7,8
20/07/2018	13,5	99,2	WSW	12,5	1008,8	55,0	7,2
19/07/2018	14,9	95,3	ESE	9,2	1012,4	0,1	6,6
18/07/2018	11,6	84,9	ESE	21,6	1019,2	0,0	7,0
17/07/2018	10,1	80,9	SE	20,9	1023,2	0,0	2,9
16/07/2018	13,6	81,3	SSE	14,4	1013,5	0,0	5,9
15/07/2018	13,6	87,3	NNE	6,8	1010,2	0,0	4,6
14/07/2018	10,8	89,6	NNE	6,5	1016,8	0,0	3,5
13/07/2018	10,4	87,3	NNE	10,1	1021,0	0,0	3,8
12/07/2018	8,4	87,3	ENE	10,3	1026,4	0,0	2,9
11/07/2018	6,7	92,9	ENE	6,9	1031,4	0,0	2,5
10/07/2018	7,9	90,3	S	11,9	1032,8	0,0	2,9
09/07/2018	11,3	84,3	S	20,8	1024,4	lp	5,1
08/07/2018	12,0	96,0	SW	12,9	1015,1	2,0	5,7
07/07/2018	10,3	84,1	ESE	21,3	1019,4	3,0	7,2
06/07/2018	9,4	77,8	ESE	12,5	1019,6	0,0	5,7
05/07/2018	7,3	77,8	ESE	15,8	1021,7	0,0	6,7
04/07/2018	6,1	83,3	SSE	11,5	1026,7	0,0	3,4
03/07/2018	13,3	93,1	S	18,1	1014,8	2,4	5,1
02/07/2018	13,8	97,1	E	10,2	1010,5	lp	5,9



Fecha	Temperatura °C	Humedad relativa %	Viento		Presión (n. mar.) Hp	Precipitación mm	Nubosidad Total Octas
			Dirección	Velocidad			
			km/h				
23/10/2018	16,9	86,1	SSE	7,2	1015,0	2,7	4,4
22/10/2018	17,6	68,2	E	14,9	1016,6	lp	5,0
21/10/2018	16,2	73,4	ESE	18,0	1021,8	0,0	4,4
20/10/2018	18,6	76,3	SE	22,2	1021,7	0,0	1,6
19/10/2018	21,3	82,2	SSE	18,3	1013,0	0,0	3,4
18/10/2018	21,6	76,0	SE	10,9	1007,1	0,0	2,5
17/10/2018	20,0	71,4	NE	7,8	1007,8	0,0	0,1
16/10/2018	17,4	72,0	N	6,8	1012,7	0,0	0,0
15/10/2018	14,9	81,7	WNNW	4,6	1018,1	0,0	0,8
14/10/2018	14,1	79,3	SSE	8,2	1019,5	0,0	1,3
13/10/2018	10,8	92,2	SE	16,2	1017,4	---	6,0
12/10/2018	10,6	80,5	ESE	19,5	1024,3	15,8	6,2
11/10/2018	15,0	63,9	SSE	12,8	1020,5	0,0	2,4
10/10/2018	20,5	76,5	S	16,9	1009,9	5,0	3,9
09/10/2018	22,6	75,4	NE	12,6	1007,5	0,0	1,7
08/10/2018	18,2	65,7	E	10,3	1012,6	0,0	2,4
07/10/2018	14,5	70,9	ENE	12,3	1018,8	0,0	3,5
06/10/2018	12,9	73,1	SSE	9,0	1023,8	0,0	3,1
05/10/2018	14,6	70,3	SSW	6,5	1022,0	0,0	1,4
04/10/2018	12,6	73,8	S	7,7	1018,9	0,0	0,3
03/10/2018	9,8	71,5	SE	1,9	1018,4	0,0	2,0
02/10/2018	14,2	80,3	SSE	27,0	1013,1	2,8	5,0
01/10/2018	19,2	92,1	ESE	13,4	1005,2	---	6,6
30/09/2018	19,2	95,0	E	16,6	1002,9	52,0	6,4
29/09/2018	19,9	82,5	E	13,9	1012,2	0,0	7,4
28/09/2018	16,5	83,7	ESE	20,7	1015,5	lp	7,1
27/09/2018	18,6	82,1	ESE	15,1	1013,0	0,0	6,1
26/09/2018	17,7	69,4	E	18,5	1015,3	0,0	7,0
25/09/2018	18,0	63,8	SE	13,4	1016,4	0,0	4,4
24/09/2018	20,4	87,3	SE	17,3	1006,6	14,0	6,2
02/12/2018	18,0	66,8	S	21,3	1015,4	2,1	5,0
01/12/2018	21,1	78,5	SSE	9,2	1009,8	0,0	4,9
30/11/2018	19,5	82,8	SE	12,5	1012,1	0,7	7,2
29/11/2018	19,1	85,4	SE	22,0	1013,1	5,0	6,4
28/11/2018	20,0	64,3	ESE	16,8	1015,8	lp	6,6
27/11/2018	20,5	59,6	E	9,9	1017,9	---	6,8
26/11/2018	18,4	61,8	ESE	7,7	1016,0	0,0	2,1
25/11/2018	19,8	72,0	S	17,2	1013,0	lp	3,9
24/11/2018	18,6	87,6	SSE	24,2	1012,4	11,0	6,6
23/11/2018	25,1	72,1	SSE	15,7	1008,0	0,0	4,0
22/11/2018	25,2	56,4	N	14,6	1010,8	0,0	0,4
21/11/2018	22,0	57,5	NNE	8,8	1014,4	0,0	0,2
20/11/2018	18,7	60,9	N	11,1	1016,3	0,0	0,0
19/11/2018	18,7	64,3	SW	12,7	1014,9	0,0	1,4
18/11/2018	19,7	79,7	ENE	17,4	1007,9	4,0	5,2
17/11/2018	20,0	66,2	ESE	21,0	1016,4	0,0	2,6
16/11/2018	22,0	68,1	W	5,4	1009,1	0,0	0,1
15/11/2018	21,1	69,3	WNNW	20,4	1005,8	lp	1,8
14/11/2018	22,9	89,3	NNW	18,8	1002,2	55,0	6,3
13/11/2018	22,6	89,4	ESE	11,0	1006,9	19,0	5,9
12/11/2018	23,1	83,2	ESE	14,6	1007,7	9,2	7,8
11/11/2018	27,8	62,5	NNE	13,1	1005,0	0,0	4,3
10/11/2018	26,8	62,9	N	13,2	1010,0	0,0	2,8
09/11/2018	21,7	64,2	ENE	14,4	1017,0	0,0	0,7
08/11/2018	19,3	55,7	ESE	15,7	1024,1	0,0	1,5
07/11/2018	20,2	71,0	SE	12,3	1017,7	0,0	7,2
06/11/2018	21,5	66,6	ENE	13,3	1013,6	lp	4,5
05/11/2018	20,6	64,3	E	12,3	1013,7	0,0	1,0
04/11/2018	21,0	62,0	SE	16,4	1010,8	0,0	2,8
03/11/2018	16,9	67,6	E	18,1	1010,5	lp	5,9