



Ministerio  
de Ambiente

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

## **Informe de actividades y presentación de resultados**

### **Año 2022**



**DIRECCIÓN NACIONAL DE CALIDAD Y EVALUACIÓN AMBIENTAL**

**División Calidad Ambiental**

**Departamento Seguimiento de Componentes del Ambiente**

Marzo, 2024



Ministerio  
de Ambiente

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

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

Gerenta: Marisol Mallo

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

Director: Luis Reolón

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

Jefa de Dpto.: Magdalena Hill

### **Redacción del Informe**

Belén Ocampo

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

Carolina Ferrer

### **Técnicos/as participantes**

Mario Acosta

Natalie Corrales

Carolina Ferrer

Lucía Gómez

Facundo Lepillanca

Javier Martínez

Belén Ocampo

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

Jefa Laboratorio: Natalia Barboza

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

Belén Ocampo

## INDICE GENERAL

---

1	INTRODUCCIÓN .....	1
1.1	Información general de la cuenca .....	1
1.2	Objetivos .....	1
2	ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	2
2.1	Plan de trabajo .....	2
2.2	Frecuencia de muestreo.....	3
2.3	Sitios de muestreo.....	3
2.4	Variables monitoreadas .....	5
2.5	Actividades .....	7
2.6	Tratamiento de los datos .....	7
2.7	Índices de Calidad de Agua .....	7
3	RESULTADOS .....	9
3.1	Calidad de agua .....	9
3.2	Variables in situ .....	9
3.2.1	Temperatura.....	9
3.2.2	Conductividad.....	10
3.2.3	Oxígeno Disuelto (OD).....	11
3.2.4	pH .....	12
3.2.5	Turbidez.....	13
3.3	Resultados analíticos .....	14
3.3.1	Nitrogenados.....	14
3.3.2	Fosforados.....	17
3.3.3	Sólidos .....	18
3.3.4	Metales.....	24
3.3.5	Variables biológicas.....	29
3.3.6	Otras variables fisicoquímicas .....	32
3.4	Comparación con estándares de calidad .....	37
3.5	Índices de Calidad de Agua .....	37
3.5.1	Índice de Calidad de Agua (IQA).....	37

3.5.2	Índice de Estado Trófico (IET).....	37
4	SÍNTESIS.....	40
5	BIBLIOGRAFÍA.....	41

## ÍNDICE DE FIGURAS

---

Figura 1. Cuenca del río San Salvador: cursos principales y localidades cercanas.....	2
Figura 2. Río San Salvador y ubicación de las estaciones de muestreo. ....	4
Figura 3. Variación espacial y temporal de la Temperatura a lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022, comparación con el año anterior y el quinquenio precedente. El sombreado indica los tributarios. ....	10
Figura 4. Variación espacial y temporal de la Conductividad a lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022, comparación con el año anterior y el quinquenio precedente. El sombreado indica los tributarios. ....	11
Figura 5. Variación espacial y temporal del Oxígeno Disuelto a lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022, comparación con el año anterior y el quinquenio precedente. La línea roja marca el estándar fijado en el Decreto 253/79 y modificativos. El sombreado indica los tributarios. ....	12
Figura 6. Variación espacial y temporal del pH a lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022 comparación con el año anterior y el quinquenio precedente. Las líneas rojas delimitan el estándar fijado en el Decreto 253/79 y modificativos. El sombreado indica los tributarios.....	13
Figura 7. Variación espacial y temporal de la Turbidez a lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022, comparación con el año anterior y el quinquenio precedente. La línea roja marca el estándar fijado en el Decreto 253/79 y modificativos. El sombreado indica los tributarios. ....	14
Figura 8. Variación espacial y temporal de los Nitratos a lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022, comparación con el año anterior y el quinquenio precedente. La línea roja marca el estándar fijado por Gesta agua (<5 mg/L) , y la línea verde marca el estándar fijado por el decreto 253/79 (<10 mg/L). El sombreado indica los tributarios. ....	15
Figura 9. Variación espacial y temporal de los Nitritos a lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022, comparación con el año anterior y el quinquenio precedente La línea roja el valor guía sugerido por el grupo GESTA Agua. El sombreado indica los tributarios. ....	16
Figura 10. Variación espacial y temporal del Nitrógeno Total a lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022, comparación con el año anterior y el quinquenio precedente. La línea roja marca el valor máximo sugerido por la MTA. El sombreado indica los tributarios.....	17
Figura 11. Variación espacial y temporal del Fósforo total a lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022, comparación con el año anterior y el quinquenio	

precedente. La línea verde marca el estándar del Decreto 253/79 y modificativos, y la línea roja el valor sugerido la MTA. El sombreado indica los tributarios.....	18
Figura 12. Variación espacial y temporal de los Sólidos Totales a lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022, comparación con el año anterior y el quinquenio precedente. El sombreado indica los tributarios. ....	19
Figura 13. Variación espacial y temporal de los Sólidos Totales Fijos a lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022, comparación con el año anterior y el quinquenio precedente . El sombreado indica los tributarios.....	20
Figura 14. Variación espacial y temporal de los Sólidos totales volátiles a lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022, y comparación con el quinquenio precedente. El sombreado indica los tributarios. ....	21
Figura 15. Variación espacial y temporal de los Sólidos disueltos totales a lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022, y comparación con el quinquenio precedente. El sombreado indica los tributarios. ....	22
Figura 16. Variación espacial y temporal de los Sólidos suspendidos totales a lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022, comparación con el año anterior y el quinquenio precedente. El sombreado indica los tributarios. ....	23
Figura 17. Variación espacial y temporal de los Sólidos suspendidos fijos a lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022, comparación con el año anterior y el quinquenio precedente. El sombreado indica los tributarios.....	24
Figura 18 . Variación espacial y temporal del Hierro a lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022, comparación con el año anterior y el quinquenio precedente. El sombreado indica los tributarios. ....	25
Figura 19. Variación espacial y temporal del Manganeseo a lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022, comparación con el año anterior y el quinquenio precedente. El sombreado indica los tributarios. ....	26
Figura 20. Variación espacial y temporal del Sodio lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022, comparación con el año anterior y el quinquenio precedente. El sombreado indica los tributarios. ....	27
Figura 21. Variación espacial y temporal del Arsénico a lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022, comparación con el año anterior y el quinquenio precedente. La línea roja marca el estándar fijado en el Decreto 253/79 y modificativos. El sombreado indica los tributarios. ....	28
Figura 22. Variación espacial y temporal de la Clorofila <i>a</i> a lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022, comparación con el año anterior y el quinquenio precedente. El sombreado indica los tributarios. ....	30
Figura 23. Variación espacial y temporal de los Coliformes Termotolerantes a lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022, comparación con el año anterior y el quinquenio precedente. El sombreado indica los tributarios. ....	31
Figura 24. Variación espacial y temporal de <i>E. Coli</i> a lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022, comparación con el año anterior y el quinquenio precedente. El sombreado indica los tributarios. ....	32
Figura 25. Variación espacial y temporal de la Alcalinidad a lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022, y comparación con el quinquenio precedente. El sombreado indica los tributarios. ....	33

Figura 26. Variación espacial y temporal de la Dureza a lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022, y comparación con el quinquenio precedente. El sombreado indica los tributarios. ....	34
Figura 27. Variación espacial y temporal del Cloro a lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022, y comparación con el quinquenio precedente. El sombreado indica los tributarios. ....	35
Figura 28. Variación espacial y temporal del AOX a lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022, y comparación con el quinquenio precedente. La línea verde punteada representa el estándar tomado de la RFA. El sombreado indica los tributarios. ....	36
Figura 29. Mapa de calidad de agua en base a la aplicación del Índice de Estado Trófico (IET). 39	

## ÍNDICE DE TABLAS

---

Tabla 1. Identificación, ubicación y características de las estaciones de muestreo. En violeta, las estaciones agregadas para el proyecto. ....	4
Tabla 2. Variables consideradas en el monitoreo del río San Salvador. Nombre de la variable, abreviatura, unidad, estándar del Decreto 253/79, valor guía GESTA Agua, otros valores guía, institución que aporta el resultado. Los valores guía recuadrados en rojo (sugeridos por el grupo GESTA Agua) son los utilizados en este reporte, por ser considerados más adecuados que el valor original del Decreto 253/79 y modificativos. ....	6
Tabla 3. Cálculos utilizados para representar los valores numéricos de los resultados yuxtapuestos a los límites de la técnica. ....	7
Tabla 4. Valoración del estado trófico de ríos a partir del IET, elaborado según las concentraciones de fósforo total. ....	8
Tabla 5. Parámetros de calidad de agua del IQA y peso respectivo. ....	8
Tabla 6. Escala cromática asociada a las categorías de calidad del agua del IQA. ....	9
Tabla 7. Estadísticas básicas de la temperatura. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. ....	9
Tabla 8. Estadísticas básicas de la conductividad. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. ....	10
Tabla 9. Estadísticas básicas del oxígeno disuelto. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. Valor del estándar o valor guía (STD), cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor. STD: Decreto 253/79 y modificativos. ....	11
Tabla 10. Estadísticas básicas del pH. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. Valor del estándar o valor guía (STD), cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor. STD: Decreto 253/79 y modificativos. ....	12
Tabla 11. Estadísticas básicas de la turbidez. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. Valor del estándar o valor guía (STD), cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor. STD: Decreto 253/79 y modificativos. ....	13

Tabla 12. Estadísticas básicas del $\text{NO}_3^-$ . Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. Valor del estándar o valor guía (STD), cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor. STD: GESTA Agua. ....	14
Tabla 13. Estadísticas básicas del $\text{NO}_2^-$ . Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. Valor del estándar o valor guía (STD), cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor. STD:Gesta Agua. ....	15
Tabla 14. Estadísticas básicas del Nitrógeno Total. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. Valor del estándar o valor guía (STD), cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor. STD: MTA. ....	16
Tabla 15. Estadísticas básicas del PT. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. Valor del estándar o valor guía (STD), cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor. STD: MTA y Decreto 253/79 y modificativos. ....	17
Tabla 16. Estadísticas básicas de los Sólidos Totales. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. ....	18
Tabla 17. Estadísticas básicas de los Sólidos Totales Fijos. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. ....	19
Tabla 18. Estadísticas básicas de los Sólidos Totales Volátiles. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. ....	20
Tabla 19. Estadísticas básicas de los Sólidos Disueltos Totales. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. ....	21
Tabla 20. Estadísticas básicas de los Sólidos Suspendidos Totales. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. ....	22
Tabla 21. Estadísticas básicas de los Sólidos Suspendidos Fijos. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. ....	23
Tabla 22 Estadísticas básicas del Hierro. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. ....	24
Tabla 23 Estadísticas básicas del Manganeseo. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. ....	25
Tabla 24. Estadísticas básicas del Sodio. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. ....	26
Tabla 25 Estadísticas básicas del Arsénico. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. Valor del estándar o valor guía (STD), cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor. STD: Decreto 253/79 y modificativos. ....	27
Tabla 26 Estadísticas básicas de la Clorofila a. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. Valor del estándar o valor guía (STD), cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor. STD: MTA. ....	29
Tabla 27 Estadísticas básicas de los Coliformes Totales. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. ....	30
Tabla 28 Estadísticas básicas de Escherichia coli. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. ....	31
Tabla 29 Estadísticas básicas de la Alcalinidad. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. ....	32

Tabla 30 Estadísticas básicas de la Dureza. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. ....	33
Tabla 31 Estadísticas básicas del Carbono Orgánico Total. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. ....	34
Tabla 32 Estadísticas básicas del Cloro. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. ....	35
Tabla 33 Estadísticas básicas de AOX. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. Valor del estándar o valor guía (STD), cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor. STD: RFA.....	36
Tabla 34. Resultado de la aplicación del IET en las estaciones de monitoreo del río San Salvador y tributarios en 2022. ....	38
Tabla 35. Resultado comparativo de la aplicación del IET en las estaciones de monitoreo de la cuenca del río San Salvador en 2022 y el quinquenio precedente. ....	38



## 1 INTRODUCCIÓN

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

El Departamento Seguimiento de Componentes del Ambiente (DSCA) tiene el cometido de formular, ejecutar y evaluar los planes nacionales de monitoreo de calidad de los diferentes cuerpos de agua del país.

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 (actualmente DINACEA), OSE y MGAP- cubriendo todo el cauce principal del mismo y, a partir de 2019, sus principales tributarios.

### 1.1 Información general de la cuenca

Con una superficie de cuenca de aproximadamente 3000 km<sup>2</sup>, el río San Salvador recibe, en sus poco más de 100 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).

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 (representando el 10% del área agrícola total, con el 70% de sus suelos destinados a la agricultura), por lo que presenta presiones ambientales, que hacen que el control de esta cuenca sea relevante y prioritario a nivel nacional.

Se identifican 1.950 explotaciones agropecuarias y una población de 31.841 personas que habitan en su entorno urbano y rural (INE, 2011). Las actividades productivas predominantes en la cuenca son ganadería, agricultura y forestación (MGAP-OPYPA, 2015).

En la agricultura prevalecen los cultivos regados, siendo los principales: soja, trigo, cebada, maíz y sorgo (FPTA - Mondelli M. et. al., 2015). Respecto a las actividades ganaderas, las áreas de pastura de esta cuenca representan menos de 1 % del área total de pastura a nivel nacional; y la producción de leche representa alrededor de 0,3 % de la producción nacional (BRL Ingenierie S.A. y SIGMAPLUS SRL, 2016).

### 1.2 Objetivos

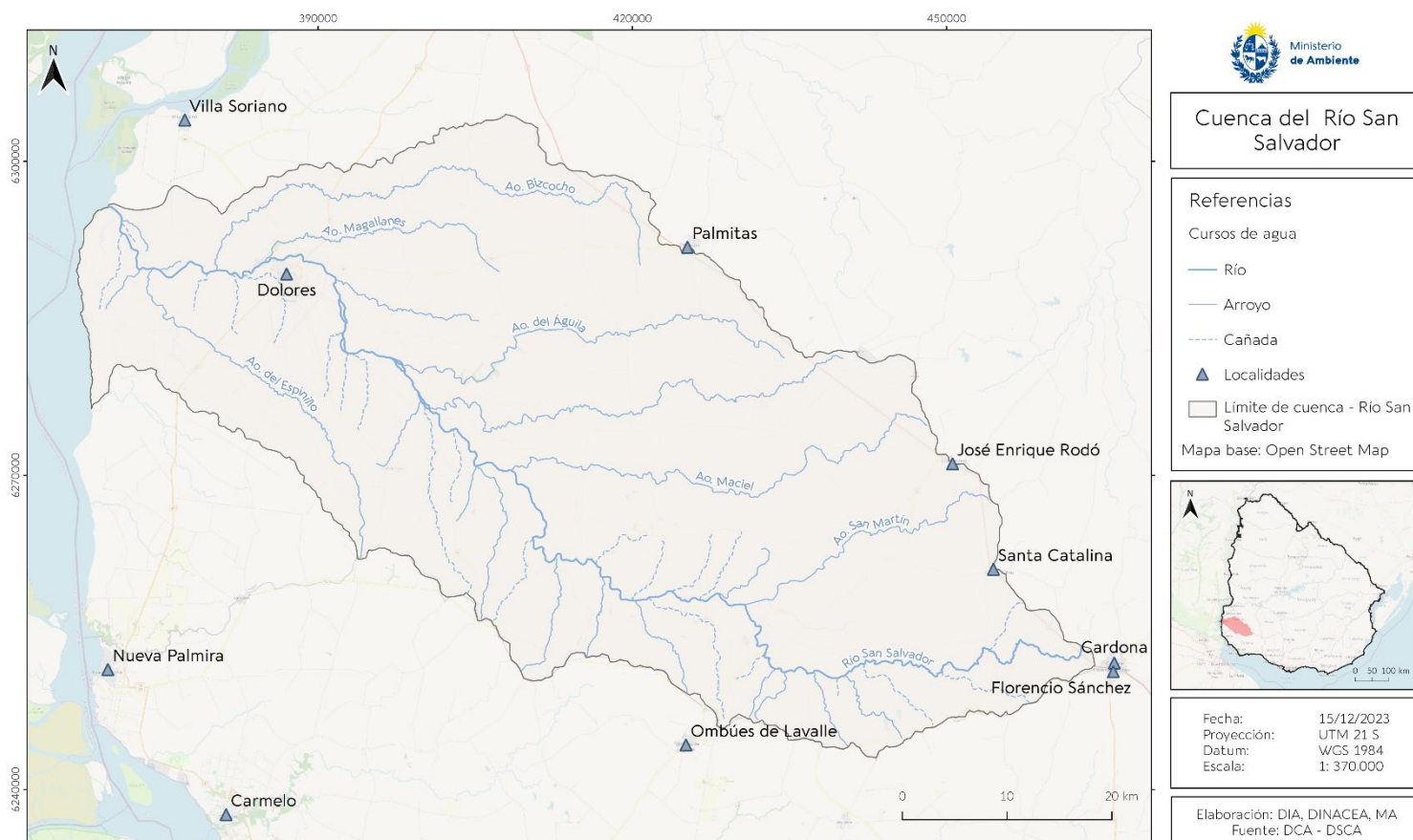
Los objetivos principales del acuerdo interinstitucional para control de esta cuenca se orientan a:

- 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 su 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.

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 2022 y realizar una comparación primaria con los resultados de los años precedentes (Cervetto, 2021; 2020; 2019).



**Figura 1.** Cuenca del río San Salvador: cursos principales y localidades cercanas.

## 2 ASPECTOS METODOLÓGICOS

### 2.1 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.).

La ejecución de los muestreos se desarrolla en forma conjunta entre OSE y DINACEA, aportando cada institución la infraestructura necesaria (personal, equipamientos) para asegurar la eficiencia de las

campañas. Los resultados de los análisis son aportados por los laboratorios de OSE y el Ministerio de Ambiente.

## 2.2 Frecuencia de muestreo

Históricamente el monitoreo se basaba en el muestreo en siete estaciones distribuidas a lo largo del cauce principal del río cada dos meses. A partir de la segunda campaña de 2019 se determinó un cambio en la logística de la campaña; se agregaron cuatro estaciones, ubicadas en los principales tributarios al San Salvador y la frecuencia de muestreo se fijó en una campaña cada tres meses, con el fin de obtener resultados representativos de las 4 estaciones.

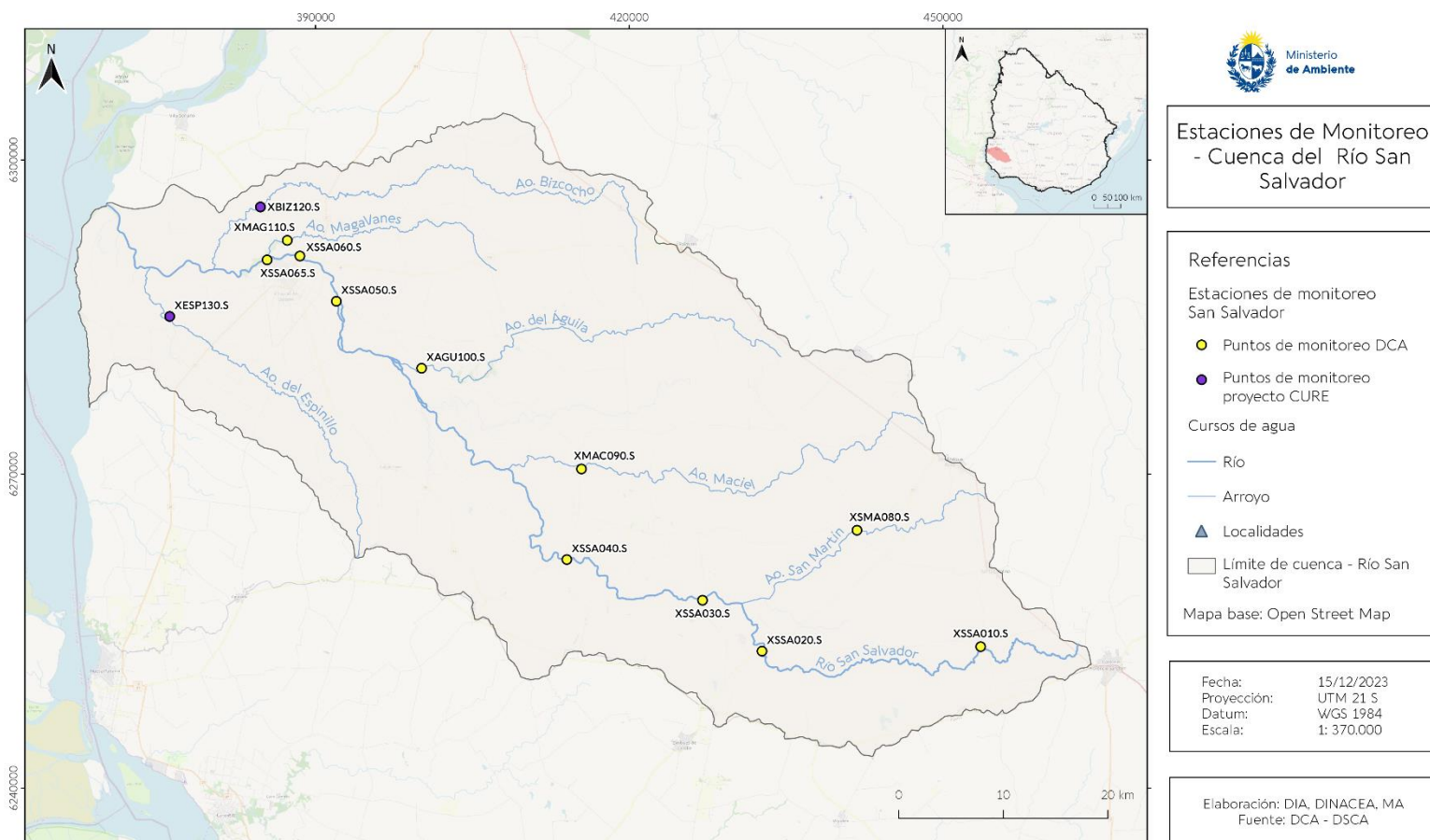
## 2.3 Sitios de muestreo

La ubicación de las estaciones puede observarse en la figura 2, mientras que en la tabla 1 se presentan los detalles de cada una. La distancia máxima entre estaciones es de aproximadamente 85 km (siendo la longitud total del río de poco más de 100 km), por lo cual se considera que existe una buena cobertura de muestreo. La estación **XSSA010.S** está ubicada a menos de 10 km de las nacientes, siendo “inaccesible” la porción anterior. La estación de cierre de cuenca (**XSSA065.S**) 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.

A consecuencia de sus características físicas, el río San Salvador resulta sumamente complicado para el muestreo de sedimentos, consecuencia del permanente “lavado” de los mismos y de los fondos duros que caracterizan a la mayor parte de las estaciones.

El monitoreo de la cuenca del río San Salvador se lleva a cabo en 7 estaciones sobre el cauce principal del río y en 4 estaciones de los tributarios principales (Tabla 1). La calidad del agua se determina mediante la toma y el análisis de un conjunto de muestras de variables físicas, químicas y biológicas que comprenden a las establecidas en el Decreto 253/79 y modificativos para la Clase 3, la Guía GESTA Agua (2015) y la Mesa Técnica del Agua, MTA (2017).

En el año 2022, el análisis de plaguicidas se llevó a cabo por el proyecto: UTF/URU/035/URU: “Fortalecimiento de las capacidades para la gestión ambientalmente adecuada de plaguicidas incluyendo COPs”, el cual se realizó en conjunto con el CURE de Maldonado y de Rocha, el GACT (Montevideo y Paysandú), Facultad de Ciencias (Montevideo), UDELAR, y DINACEA (Ministerio de Ambiente, Montevideo). A raíz de esto, para las campañas de mayo, agosto y noviembre, se adicionaron 2 puntos de monitoreo (Tabla 1) y se realizaron en colaboración con técnicos del CURE de Maldonado. Los resultados de este monitoreo se encuentran en el siguiente informe: <https://www.ambiente.gub.uy/oan/documentos/Informe-final-San-Salvador-FINAL.pdf>



**Figura 2.** Río San Salvador y ubicación de las estaciones regulares de muestreo y las dos agregadas por el proyecto UTF/URU/035/URU.

**Tabla 1.** Identificación, ubicación y características de las estaciones de muestreo. En violeta, las estaciones agregadas para el proyecto UTF/URU/035/URU.

Estación (código anterior)	Estación (código nuevo)	Latitud	Longitud	Descripción
SSA010	XSSA010.S	-33.857.532	-57.501.609	Río San Salvador - Colonia Larrañaga.
SSA020	XSSA020.S	-33.860.271	-57.727.698	Río San Salvador - Puente sobre ruta N° 55, Km 39.
SSA030	XSSA030.S	-33.816.042	-57.788.771	Río San Salvador - Perseverano. Evalúa los aportes de los arroyos San Martín y del Medio.
SSA040	XSSA040.S	-33.780.012	-57.928.566	Río San Salvador - Paso Zabala
SSA050	XSSA050.S	-33.555.556	-58.163.611	Río San Salvador - Paso Ramos.
SSA060	XSSA060.S	-33.516.199	-58.200.569	Río San Salvador - Antigua toma de agua de OSE.

<b>SSA0650</b>	<b>XSSA065.S</b>	-33.519.189	-58.234.396	Río San Salvador - Península Timoteo Ramospé.
<b>SMA080</b>	<b>XSMA080.S</b>	-33.756.652	-57.628.741	Arroyo San Martín. 5Km aguas arriba de SS030.
<b>MAC090</b>	<b>XMAC090.S</b>	-33.702.102	-57.912.621	Arroyo Maciel. Por carretera 10Km al norte de SS040.
<b>AGU100</b>	<b>XAGU100.S</b>	-33.614.000	-58.076.489	Arroyo del Águila. Puente a 3Km aguas arriba de su desembocadura en el Río San Salvador.
<b>MAG110</b>	<b>XMAG110.S</b>	-33.502.611	-58.213.424	Arroyo Magallanes. Puente sobre ruta 96 a 2Km de la ruta 21.
-	<b>XBIZ120.S</b>	-33.566.878	-58.335.464	<b>Arroyo Bizcocho. Puente sobre ruta 96 a 4.1 km NW del arroyo Magallanes</b>
-	<b>XESP130.S</b>	-3.347.355	-58.240.611	<b>Arroyo Espinillo. Puente a aprox. 5 km de la ruta 21.</b>

## 2.4 Variables monitoreadas

Cada una de las instituciones participantes aporta resultados de diferentes variables (Tabla 2) y en la figura 4 se presenta el conjunto de las mismas. En total, en las cuatro campañas realizadas en 2022, se analizaron 37 parámetros.

Algunas variables, que no son consideradas en el Decreto 253/79, son contrastadas con los valores guía propuestos por el grupo GESTA Agua (2014) o la Mesa Técnica del Agua (2017). Por otro lado, para los AOX, que no está contemplada en la normativa nacional, es contrastada con el estándar fijado por la República Federal Alemana (LAWA, 1988), > 25 µg/L.

**Tabla 2.** Variables consideradas en el monitoreo del río San Salvador. Nombre de la variable, abreviatura, unidad, estándar del Decreto 253/79, valor guía GESTA Agua, otros valores guía, institución que aporta el resultado. Los valores guía recuadrados en rojo (sugeridos por el grupo GESTA Agua) son los utilizados en este reporte, por ser considerados más adecuados que el valor original del Decreto 253/79 y modificativos.

	Parámetro	Abreviatura	Unidad	Dec. 253/79	GESTA 2014	MTA	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				DINAMA
	Sólidos Disueltos	SD	mg/l					DINAMA
	Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l					DINAMA
	Sólidos Suspendidos Fijos	SSF	mg/l					DINAMA
	Sólidos Suspendidos 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 adsorbibles	AOX	μg/l				* < 25	DINAMA
	Demanda Biológica de Oxígeno	DBO <sub>5</sub>	mg/l	≤ 10				OSE
	Dureza	DurezaT	mg/l					OSE
	Alcalinidad	AlcT	mg/l					OSE
	Iones mayoritarios	Na	mg/l					OSE
	Arsénico	As	μg/l	≤ 5				OSE
	Metales pesados	Fe	mg/l					OSE
		Mn	mg/l					OSE
		Zn	μg/l	≤ 30				OSE
		Pb	μg/l	≤ 30	≤ 3			OSE
		Cd	μg/l	≤ 1	≤ 0,1			OSE
		Cr total	μg/l	≤ 50	≤ 10			OSE
		Se	μg/l	≤ 1				OSE
		Cu	μg/l	≤ 10				OSE
Nutrientes	Nitratos	NO <sub>3</sub>	mg/l	≤ 10	≤ 5			OSE
	Nitritos	NO <sub>2</sub>	mg/l	≤ 0,1				OSE
	Nitrógeno Total	NT	mg/l			≤ 1		OSE
	Nitrógeno amoniacal	NH <sub>4</sub>	mg/l			≤ 0,5		OSE
	Fósforo Total	PT	μg/l	≤ 25	≤ 70			OSE
Biológica	Clorofila a	Clo a	μg/l				≤ 30	DINAMA
	Feofitina a	Feo a	μg/l					DINAMA
	Coliformes Totales	ColifTTM	UFC/100ml					OSE
	Escherichia coli	EcoliMF	UFC/100ml				** < 575	OSE

\* República Federal de Alemania

\*\* EPA



## 2.5 Actividades

Las cuatro campañas desarrolladas fueron realizadas en condiciones climáticas en general favorables y con el río en niveles variables. Debido a la crisis hídrica que atravesó el país desde finales del 2022, en muchas ocasiones el cauce de los cursos se encontraba con un nivel muy bajo. A pesar de esto, pudieron colectarse todas las muestras planificadas, y los muestreos fueron desarrollados con normalidad.

## 2.6 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 3.** 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:

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

## 2.7 Índices de Calidad de Agua

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.

La finalidad del Índice de Estado Trófico (IET) es clasificar los cuerpos de agua en diferentes grados de trofia, o sea, clasifica la calidad el agua según el enriquecimiento de nutrientes y su efecto sobre el crecimiento excesivo de productores primarios como macrófitas y fitoplancton. 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):

$$IET = 10 \left( 6 - \left( (0.42 - 0.36(\ln(PT))) \div \ln(2) \right) \right) - 20$$

El IET presenta la escala de calidad del agua en función de la concentración de varias –posibles-variables (PT, transparencia o concentración de clorofila *a*). Entre todas, se seleccionó el fósforo total

como la variable más explicativa. En la tabla IV se presentan las diferentes categorías de estado trófico del agua en función de la concentración de PT.

**Tabla 4.** Valoración del estado trófico de ríos a partir del IET, elaborado según las concentraciones de fósforo total.

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	$> 0,640$	$> 67$

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, DBO<sub>5</sub>, turbidez, fósforo total, nitrógeno total, sólidos totales y coliformes termotolerantes. 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).

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

**Tabla 5.** 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
Δ Temperatura	0,1
NT	0,1
PT	0,1
Turbidez	0,08
Sólidos totales	0,08



**Tabla 6.** 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	

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 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 2022. Se dispone de datos provenientes de 4 muestreos de agua para el período de estudio.

Los datos obtenidos se comparan con:

- Los datos registrados durante los monitoreos de años precedentes (Cervetto, 2017; 2018; 2019, 2020 y 2021).

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

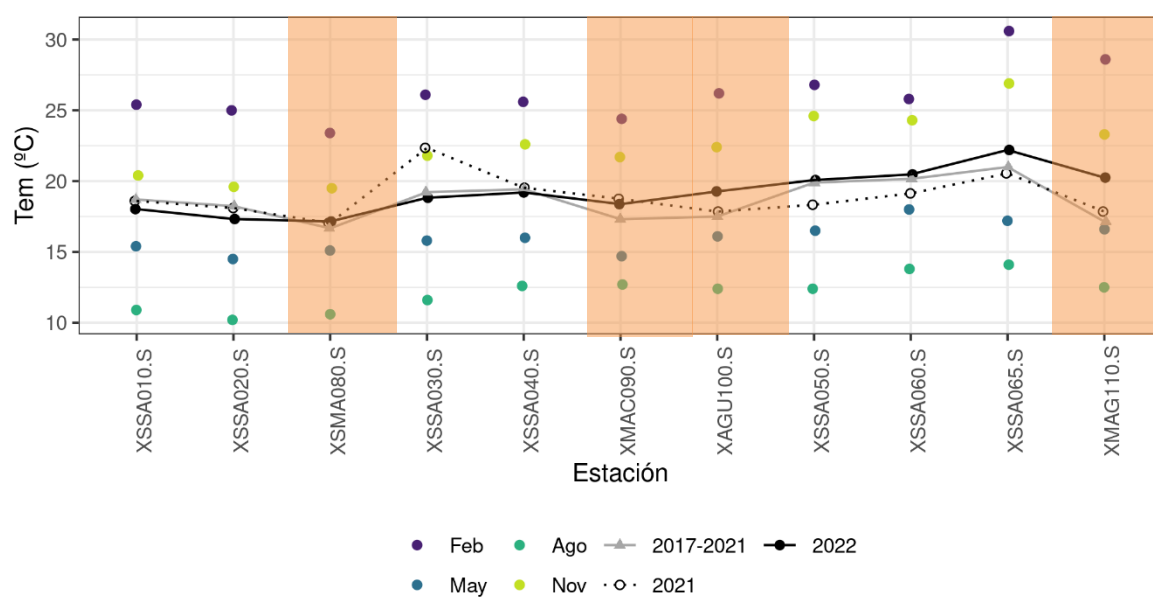
- Los estándares de calidad de agua.

#### 3.2 Variables in situ

##### 3.2.1 Temperatura

**Tabla 7.** Estadísticas básicas de la temperatura. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual.

Temperatura (°C)					
	San Salvador	San Martín	Maciel	del Águila	Magallanes
	28/28	4/4	4/4	4/4	4/4
MÍN.	10,2	10,6	12,7	12,4	12,5
MÁX.	30,6	23,4	24,4	26,2	28,6
PROM.	19,4	17,2	18,4	19,3	20,3
MEDIANA	18,8	17,3	18,2	19,3	20,0
MIN> Estación - Mes	XSSA020.S - AGO	XSMA080.S - AGO	XMAC090.S - AGO	XAGU100.S - AGO	XMAG110.S - AGO
MAX> Estación - Mes	XSSA065.S - FEB	XSMA080.S - FEB	XMAC090.S - FEB	XAGU100.S - FEB	XMAG110.S - FEB

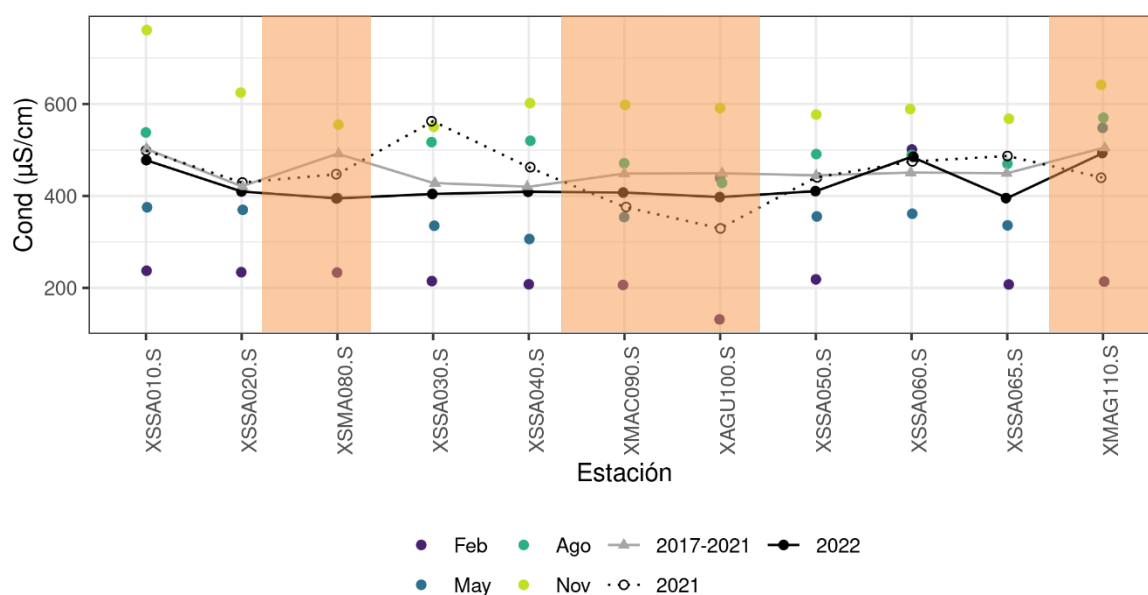


**Figura 3.** Variación espacial y temporal de la Temperatura a lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022, comparación con el año anterior y el quinquenio precedente. El sombreado indica los tributarios.

### 3.2.2 Conductividad

**Tabla 8.** Estadísticas básicas de la conductividad. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual.

Conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )					
	San Salvador	San Martín	Maciel	del Águila	Magallanes
	27/28	3/4	4/4	4/4	4/4
MÍN.	207,4	233,3	206,3	131,4	213,5
MÁX.	760,7	555,1	598,0	591,1	641,7
PROM.	428,0	394,6	407,3	397,4	493,3
MEDIANA	470,0	395,5	412,5	433,6	559,0
MIN> Estación - Mes	XSSA065.S - FEB	XSMA080.S - FEB	XMAC090.S - FEB	XAGU100.S - FEB	XMAG110.S - FEB
MAX> Estación - Mes	XSSA010.S - NOV	XSMA080.S - NOV	XMAC090.S - NOV	XAGU100.S - NOV	XMAG110.S - NOV

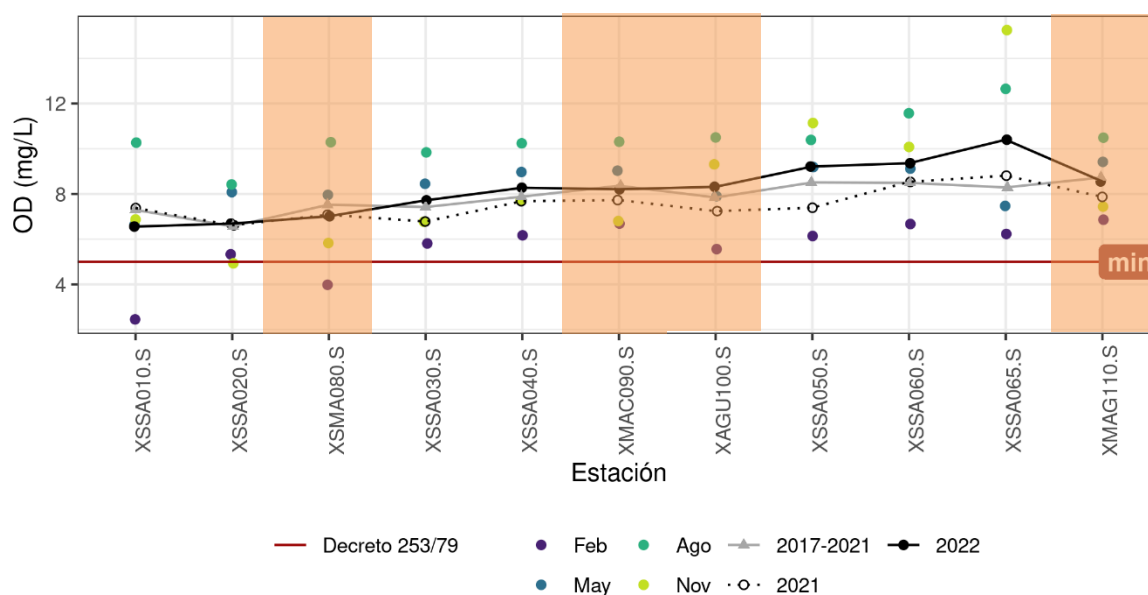


**Figura 4.** Variación espacial y temporal de la Conductividad a lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022, comparación con el año anterior y el quinquenio precedente. El sombreado indica los tributarios.

### 3.2.3 Oxígeno Disuelto (OD)

**Tabla 9.** Estadísticas básicas del oxígeno disuelto. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. Valor del estándar o valor guía (STD), cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor. STD: Decreto 253/79 y modificativos.

OD (mg/L)					
	San Salvador	San Martín	Maciel	del Águila	Magallanes
	28/28	4/4	4/4	4/4	4/4
MÍN.	2,4	4,0	6,7	5,6	6,9
MÁX.	15,2	10,3	10,3	10,5	10,5
PROM.	8,3	8,6	8,2	8,3	8,6
MEDIANA	8,2	6,9	7,9	8,6	8,4
MIN> Estación – Mes	XSSA010.S – FEB	XSMA080.S – FEB	XMAC090.S – FEB	XAGU100.S – FEB	XMAG110.S – FEB
MAX> Estación – Mes	XSSA065.S – NOV	XSMA080.S – AGO	XMAC090.S – AGO	XAGU100.S – AGO	XMAG110.S – AGO
STD	5	5	5	5	5
No cumplen STD (n)	2	1			
No cumple – Cumple (%)	7 – 93	25 – 75	0 – 100	0 – 100	0 – 100

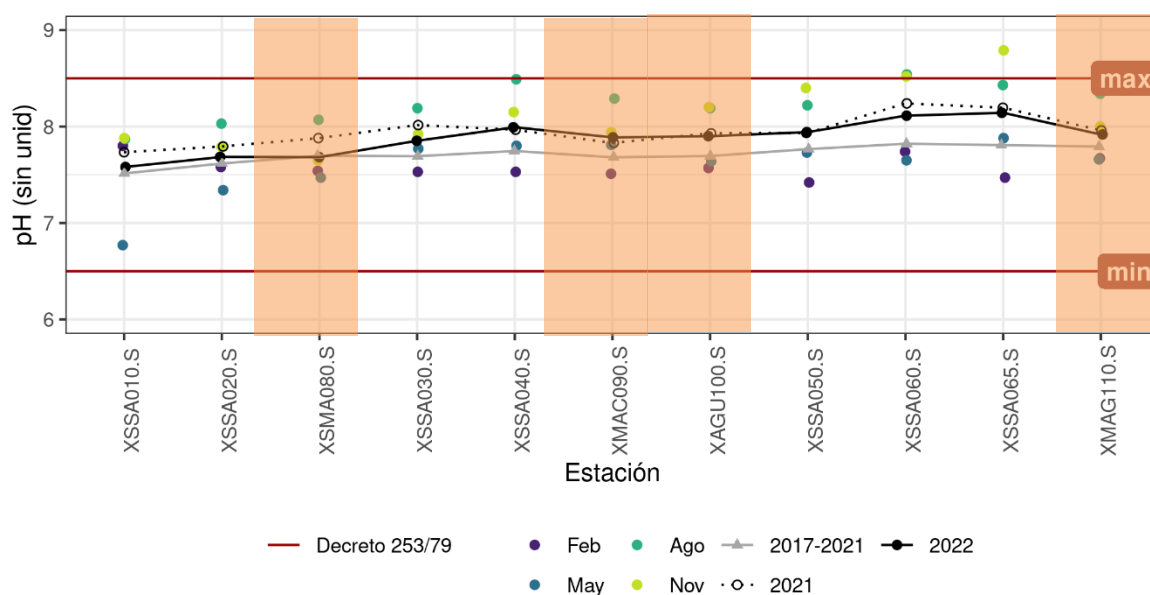


**Figura 5.** Variación espacial y temporal del Oxígeno Disuelto a lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022, comparación con el año anterior y el quinquenio precedente. La línea roja marca el estándar fijado en el Decreto 253/79 y modificativos. El sombreado indica los tributarios.

### 3.2.4 pH

**Tabla 10.** Estadísticas básicas del pH. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. Valor del estándar o valor guía (STD), cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor. STD: Decreto 253/79 y modificativos.

pH					
	San Salvador	San Martín	Maciel	del Águila	Magallanes
	28/28	4/4	4/4	4/4	4/4
MÍN.	6,8	7,5	7,5	7,6	7,7
MÁX.	8,8	8,1	8,3	8,2	8,3
PROM.	7,9	7,7	7,9	7,9	7,9
MEDIANA	7,8	7,6	7,9	7,9	7,8
MIN> Estación - Mes	XSSA010.S - MAY	XSMA080.S - MAY	XMAC090.S - FEB	XAGU100.S - FEB	XMAG110.S - MAY
MAX> Estación - Mes	XSSA065.S - NOV	XSMA080.S - AGO	XMAC090.S - AGO	XAGU100.S - NOV	XMAG110.S - AGO
STD	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5
No cumplen STD (n)	3				
No cumple - Cumple (%)	10,7 - 89,3	0 - 100	0 - 100	0 - 100	0 - 100

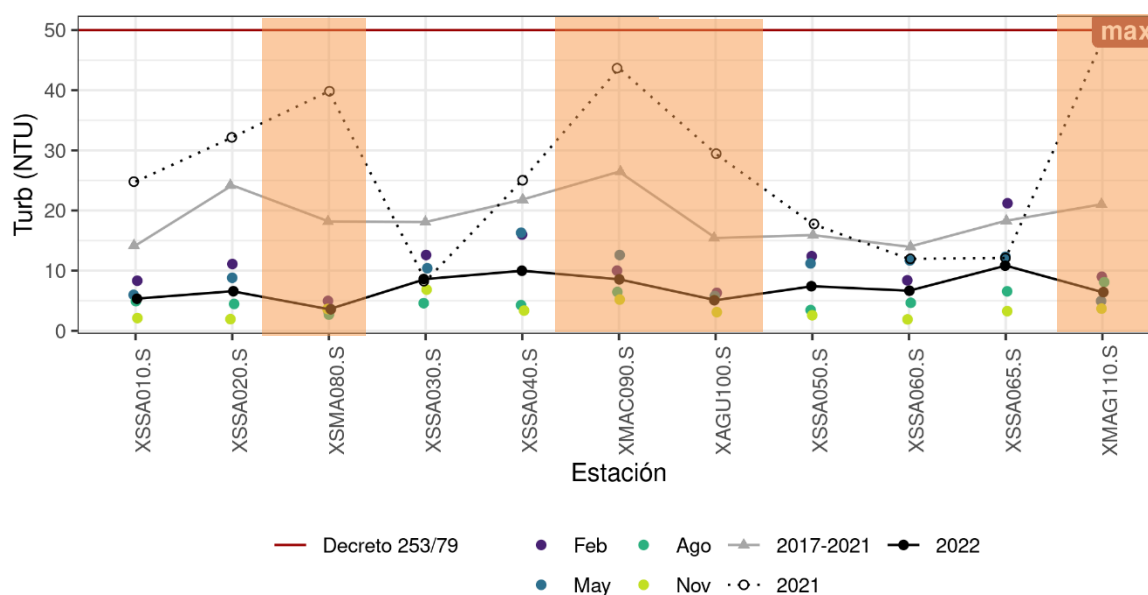


**Figura 6.** Variación espacial y temporal del pH a lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022 comparación con el año anterior y el quinquenio precedente. Las líneas rojas delimitan el estándar fijado en el Decreto 253/79 y modificativos. El sombreado indica los tributarios.

### 3.2.5 Turbidez

**Tabla 11.** Estadísticas básicas de la turbidez. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. Valor del estándar o valor guía (STD), cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor. STD: Decreto 253/79 y modificativos.

Turbidez (NTU)					
	San Salvador	San Martín	Maciel	del Águila	Magallanes
	28/28	4/4	4/4	4/4	4/4
MÍN.	1,9	2,7	5,2	3,1	3,7
MÁX.	21,2	5,0	12,6	6,3	9,0
PROM.	7,9	3,6	8,6	5,1	6,4
MEDIANA	6,7	3,3	8,2	5,5	6,5
MIN> Estación - Mes	XSSA060.S - NOV	XSMA080.S - AGO	XMAC090.S - NOV	XAGU100.S - NOV	XMAG110.S - NOV
MAX> Estación - Mes	XSSA065.S - FEB	XSMA080.S - FEB	XMAC090.S - MAY	XAGU100.S - FEB	XMAG110.S - FEB
STD	50	50	50	50	50
No cumplen STD (n)					
No cumple - Cumple (%)	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100



**Figura 7.** Variación espacial y temporal de la Turbidez a lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022, comparación con el año anterior y el quinquenio precedente. La línea roja marca el estándar fijado en el Decreto 253/79 y modificativos. El sombreado indica los tributarios.

### 3.3 Resultados analíticos

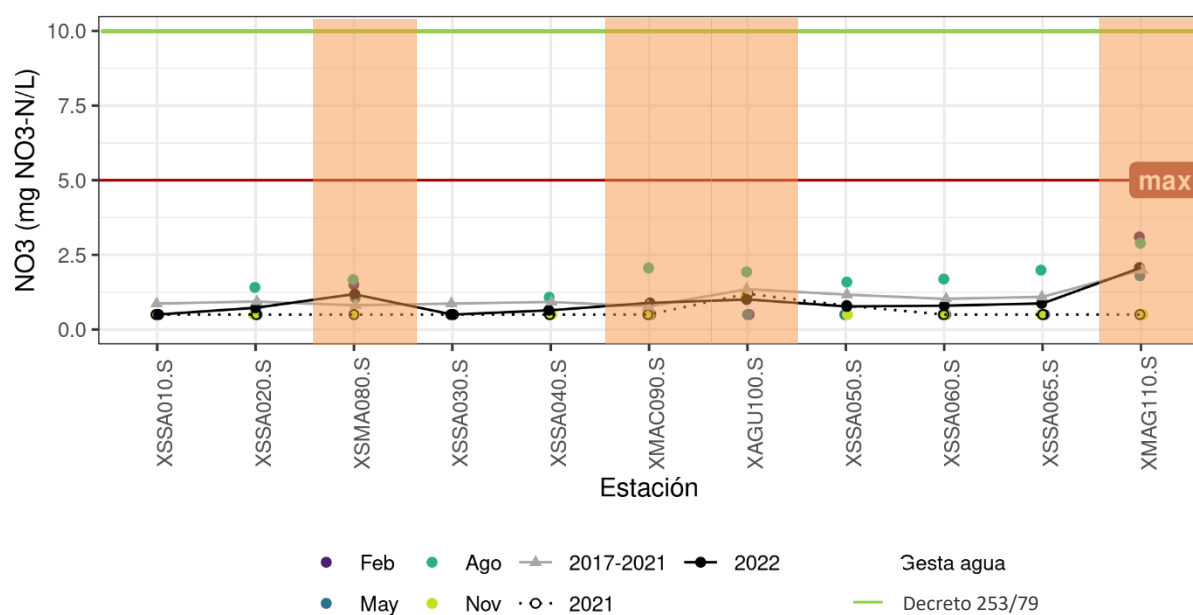
#### 3.3.1 Nitrogenados

##### 3.3.1.1 Nitratos ( $\text{NO}_3^-$ )

**Tabla 12.** Estadísticas básicas del  $\text{NO}_3^-$ . Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de los nitratos en el ciclo anual. Valor del estándar o valor guía (STD), cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor. STD: GESTA Agua.

$\text{NO}_3^-$ mg/L				
	San Salvador	San Martín	del Águila	Magallanes
n Cuantificados	5/28	3/4	2/4	3/4
MÍN.	1,08	1,1	1,1	1,8
MÁX.	1,99	1,7	1,9	3,1
PROM.	1,6	1,4	1,5	2,6
MEDIANA	1,6	1,5	1,5	2,9
MIN> Estación - Mes	XSSA040.S-AGO	XSMA080.S-MAY	XAGU100.S-NOV	XMAG110.S-MAY
MAX> Estación - Mes	XSSA065.S-AGO	XSMA080.S-AGO	XAGU100.S-AGO	XMAG110.S-FEB
STD Gesta/ Decreto 253/79	5/10	5/10	5/10	5/10
No cumplen STD (n)				
No cumple - Cumple (%)	0-100	0-100	0-100	0-100

Para el arroyo Maciel sólo se cuantificó un valor (2,1 mg/L), de los 4 registrados.



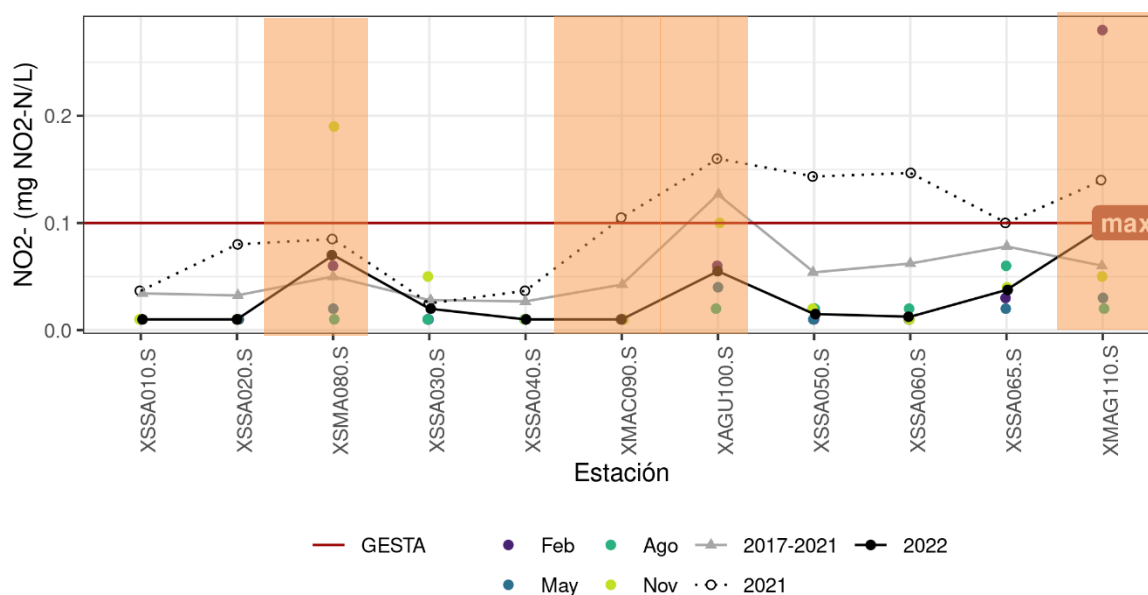
**Figura 8.** Variación espacial y temporal de los Nitratos a lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022, comparación con el año anterior y el quinquenio precedente. La línea roja marca el estándar fijado por Gesta agua (<5 mg/L), y la línea verde marca el estándar fijado por el decreto 253/79 (<10 mg/L). El sombreado indica los tributarios.

### 3.3.1.2 Nitritos (NO<sub>2</sub>-)

**Tabla 13.** Estadísticas básicas del NO<sub>2</sub>. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. Valor del estándar o valor guía (STD), cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor. STD: Gesta Agua.

NO <sub>2</sub> mg/L				
	San Salvador	San Martín	del Águila	Magallanes
n Cuantificados	8/28	3/4	4/4	4/4
MÍN.	0,02	0,02	0,02	0,02
MÁX.	0,06	0,19	0,10	0,28
PROM.	0,03	0,09	0,06	0,10
MEDIANA	0,03	0,06	0,05	0,04
MIN> Estación - Mes	XSSA065.S, XSSA050.S, XSSA060.S-MAY, NOV	XSMA080.S-MAY	XAGU100.S-AGO	XMAG110.S-AGO
MAX> Estación - Mes	XSSA065.S-AGO	XSMA080.S-NOV	XAGU100.S-NOV	XMAG110.S-FEB
STD	0,1	0,1	0,1	0,1
No cumplen STD (n)		1		1
No cumple - Cumple (%)	0-100	25-75	0-100	25-75

Para el arroyo Maciel no se cuantificó ningún valor de los registrados.



**Figura 9.** Variación espacial y temporal de los Nitritos a lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022, comparación con el año anterior y el quinquenio precedente. La línea roja marca el valor guía sugerido por el grupo GESTA Agua. El sombreado indica los tributarios.

### 3.3.1.3 Nitrógeno amoniacal ( $\text{NH}_4^+$ )

Todos los valores reportados para el  $\text{NH}_4^+$  en el año 2022 se encuentran por debajo del límite de cuantificación de la técnica (0,40 mg/L).

### 3.3.1.4 Amonio libre ( $\text{NH}_3$ )

Dado que todos los valores de  $\text{NH}_4$  se encontraron por debajo del límite de detección, no se pudo realizar el cálculo para el amonio libre.

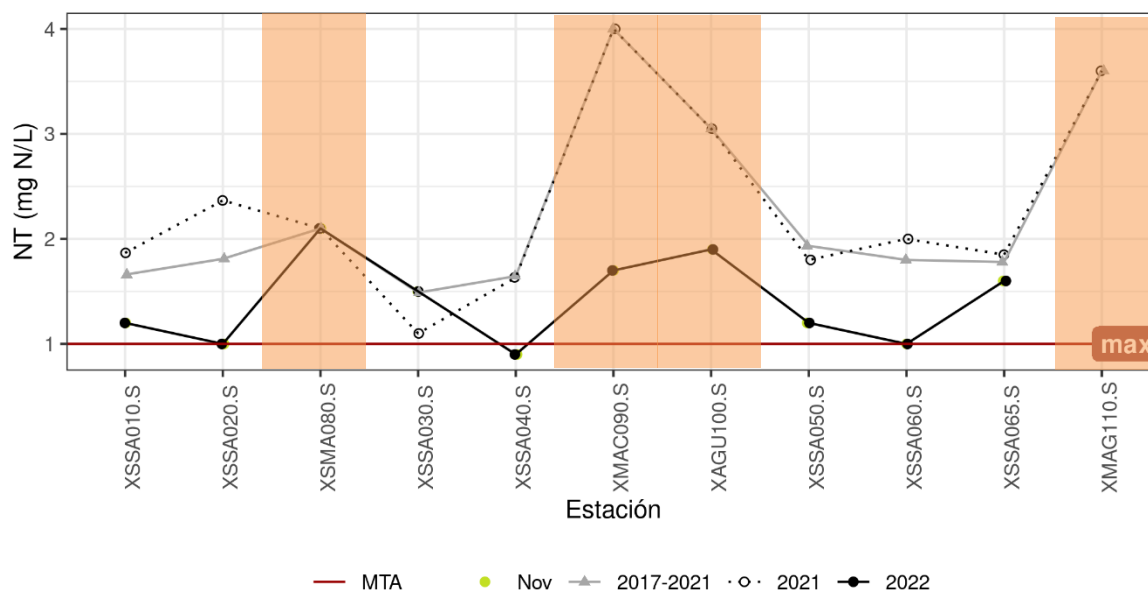
### 3.3.1.5 Nitrógeno total (NT)

**Tabla 14.** Estadísticas básicas del Nitrógeno Total. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. Valor del estándar o valor guía (STD), cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor. STD: MTA.

NT mg/L	
San Salvador	
n Cuantificados	7/7
MÍN.	0,9
MÁX.	1,6
PROM.	1,2
MEDIANA	1,0
MIN> Estación - Mes	XSSA040.S- NOV
MAX> Estación - Mes	XSSA065.S- NOV
STD	1
No cumplen STD (n)	6
No cumple - Cumple (%)	85-15



Para el arroyo San Martín, solamente se obtuvo un dato, de 2,1 mg/L, para el Maciel un dato de 1,7 mg/L, para el arroyo del Águila un dato de 1,9 mg/L y no se obtuvieron datos para el Magallanes.



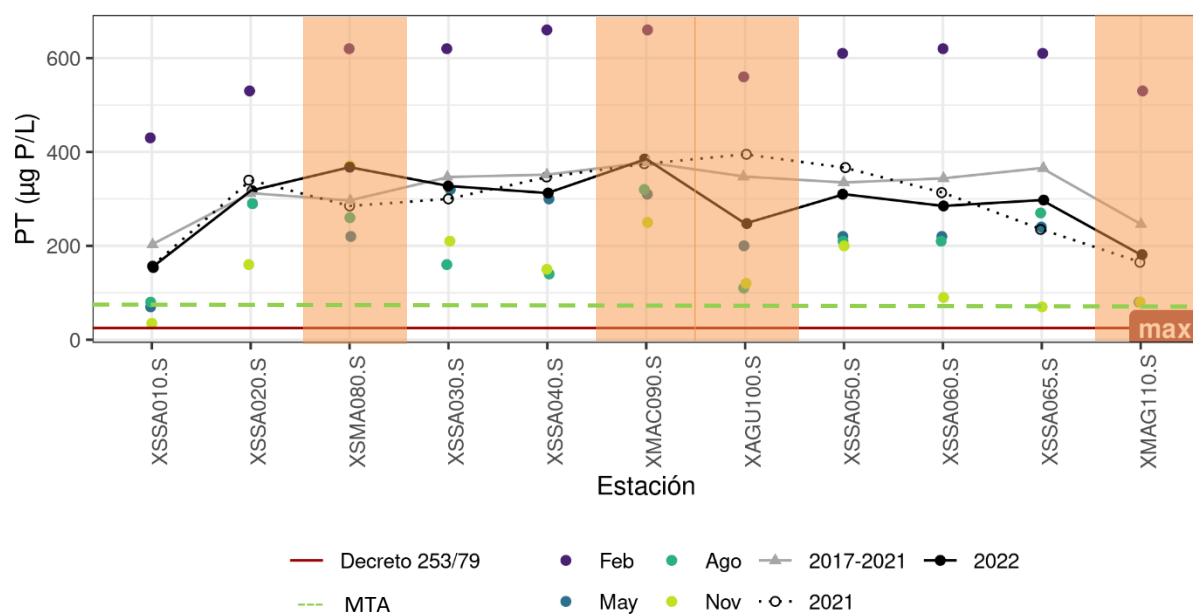
**Figura 10.** Variación espacial y temporal del Nitrógeno Total a lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022, comparación con el año anterior y el quinquenio precedente. La línea roja marca el valor máximo sugerido por la MTA. El sombreado indica los tributarios.

### 3.3.2 Fosforados

#### 3.3.2.1 Fósforo total (PT)

**Tabla 15.** Estadísticas básicas del PT. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. Valor del estándar o valor guía (STD), cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor. STD: MTA y Decreto 253/79 y modificativos.

PT µg/L					
	San Salvador	San Martín	Maciel	del Águila	Magallanes
<b>n Cuantificados</b>	<b>28/28</b>	<b>4/4</b>	<b>4/4</b>	<b>4/4</b>	<b>3/4</b>
<b>MÍN.</b>	35,0	220,0	250,0	110,0	80,0
<b>MÁX.</b>	660,0	620,0	660,0	560,0	530,0
<b>PROM.</b>	286,3	289,6	385,0	247,5	230,0
<b>MEDIANA</b>	220,0	315,0	315,0	160,0	80,0
<b>MIN&gt; Estación - Mes</b>	XSSA010.S - NOV	XSMA080.S - MAY	XMAC090.S - NOV	XAGU100.S - AGO	XMAG110.S - MAY, NOV
<b>MAX&gt; Estación - Mes</b>	XSSA040.S - FEB	XSMA080.S - FEB	XMAC090.S - FEB	XAGU100.S - FEB	XMAG110.S - FEB
<b>STD (MTA/DEC. 253/79)</b>	<b>70 / 25</b>	<b>70 / 25</b>	<b>70 / 25</b>	<b>70 / 25</b>	<b>70 / 25</b>
<b>No cumplen STD (n)</b>	<b>3/4</b>	<b>3/4</b>	<b>3/4</b>	<b>3/4</b>	<b>3/4</b>
<b>No cumple - Cumple (%)</b>	<b>3,6 - 96,4 / 100 - 0</b>	<b>100 - 0</b>	<b>100 - 0</b>	<b>100 - 0</b>	<b>3,6 - 96,4 / 100 - 0</b>



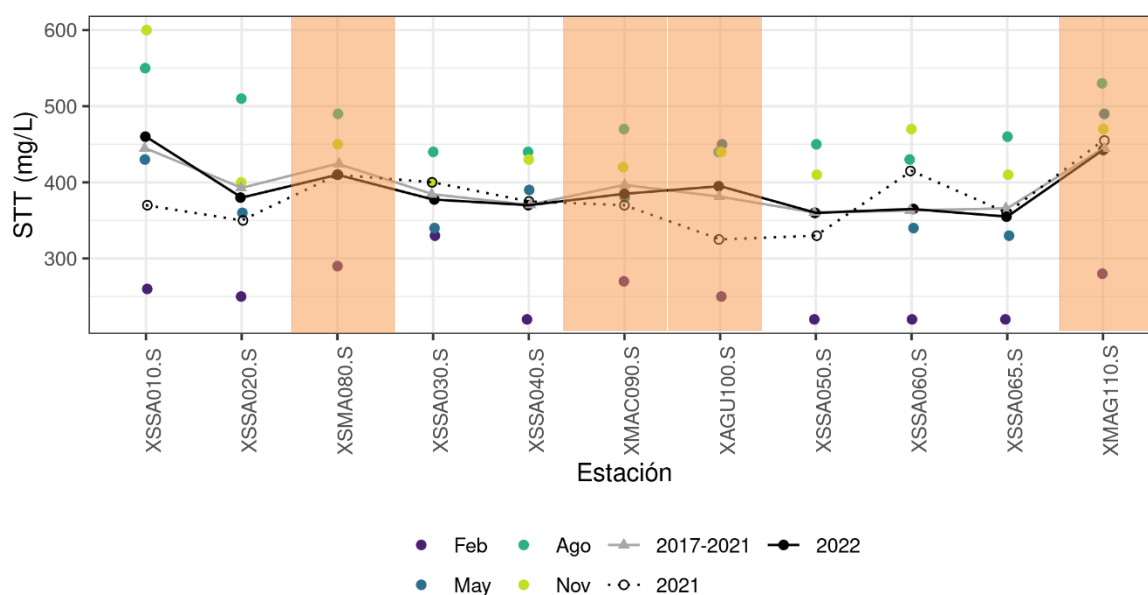
**Figura 11.** Variación espacial y temporal del Fósforo Total a lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022, comparación con el año anterior y el quinquenio precedente. La línea roja marca el estándar del Decreto 253/79 y modificativos, y la línea verde el valor sugerido la MTA. El sombreado indica los tributarios.

### 3.3.3 Sólidos

#### 3.3.3.1 Sólidos Totales (ST)

**Tabla 16.** Estadísticas básicas de los Sólidos Totales. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual.

Sólidos Totales mg/L					
	San Salvador	San Martín	Maciel	del Águila	Magallanes
<b>n Cuantificados</b>	<b>28/28</b>	<b>4/4</b>	<b>4/4</b>	<b>4/4</b>	<b>4/4</b>
<b>MÍN.</b>	220,0	290,0	270,0	250,0	280,0
<b>MÁX.</b>	600,0	490,0	470,0	450,0	530,0
<b>PROM.</b>	381,1	410,0	385,0	395,0	442,5
<b>MEDIANA</b>	400,0	430,0	400,0	440,0	480,0
<b>MIN&gt; Estación - Mes</b>	XSSA040.S, XSSA050.S, XSSA060.S, XSSA065.S -FEB	XSMA080.S - FEB	XMAC090.S - FEB	XAGU100.S - FEB	XMAG110.S - FEB
<b>MAX&gt; Estación - Mes</b>	XSSA010.S - NOV	XSMA080.S - AGO	XMAC090.S - AGO	XAGU100.S - MAY	XMAG110.S - AGO

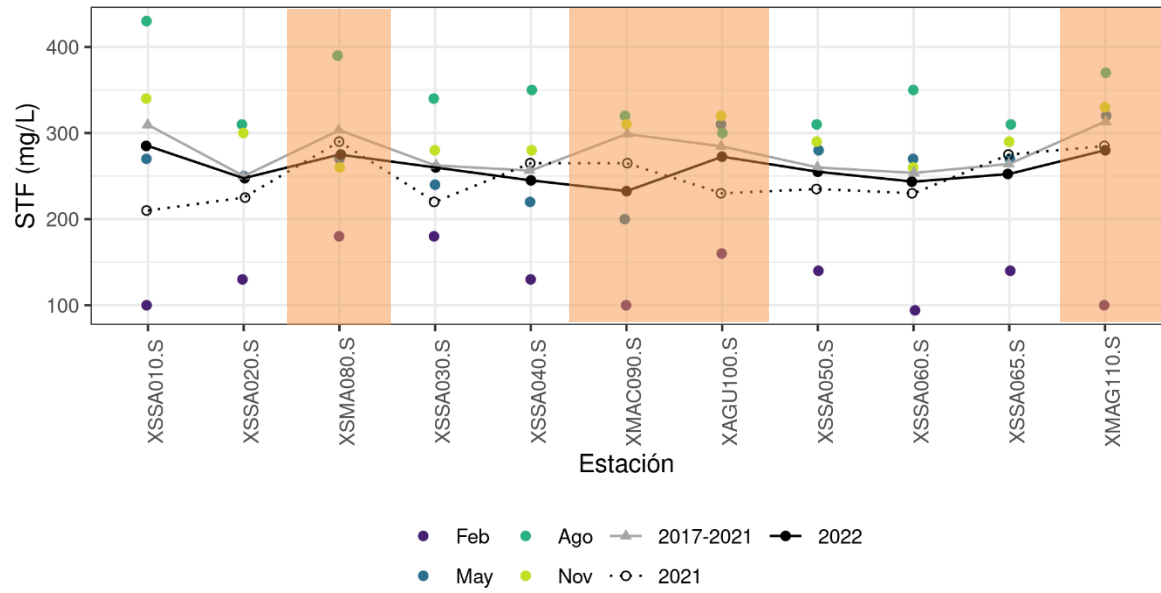


**Figura 12.** Variación espacial y temporal de los Sólidos Totales a lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022, comparación con el año anterior y el quinquenio precedente. El sombreado indica los tributarios.

### 3.3.3.2 Sólidos Totales Fijos (STF)

**Tabla 17.** Estadísticas básicas de los Sólidos Totales Fijos. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual.

Sólidos Totales Fijos					
mg/L					
	San Salvador	San Martín	Maciel	del Águila	Magallanes
n Cuantificados	28/28	4/4	4/4	4/4	4/4
MÍN.	94,0	180,0	100,0	160,0	100,0
MÁX.	430,0	390,0	320,0	320,0	370,0
PROM.	255,5	275,0	232,5	272,5	280,0
MEDIANA	275,0	265,0	255,0	305,0	325,0
MIN> Estación - Mes	XSSA060.S - FEB	XSMA080.S - FEB	XMAC090.S - FEB	XAGU100.S - FEB	XMAG110.S - FEB
MAX> Estación - Mes	XSSA010.S - AGO	XSMA080.S - AGO	XMAC090.S - AGO	XAGU100.S - NOV	XMAG110.S - AGO

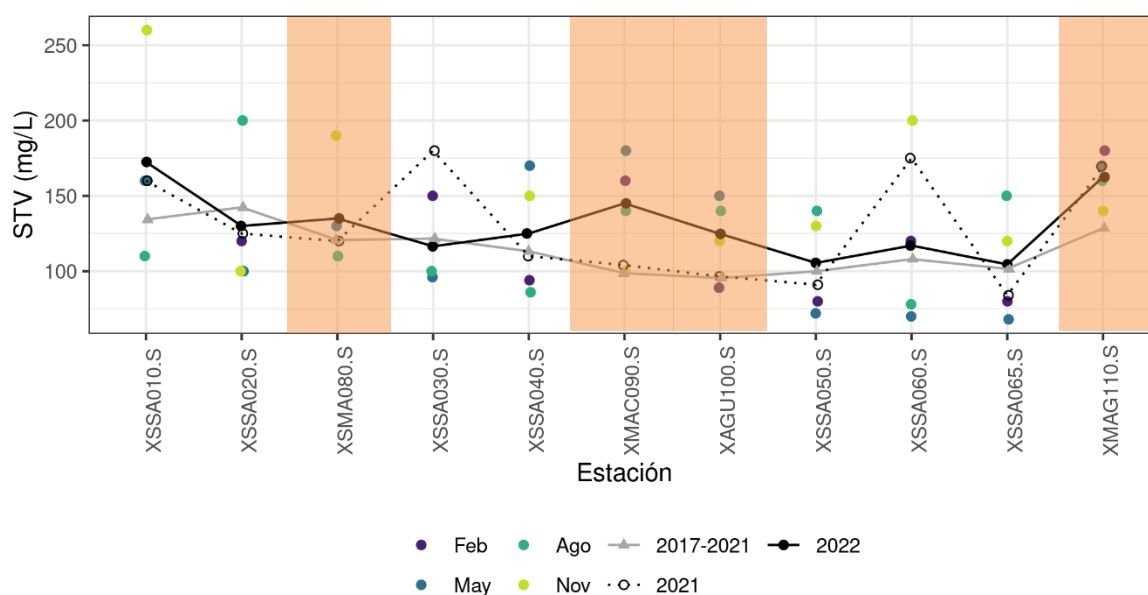


**Figura 13.** Variación espacial y temporal de los Sólidos Totales Fijos a lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022, comparación con el año anterior y el quinquenio precedente . El sombreado indica los tributarios.

3.3.3.3 Sólidos Totales Volátiles (STV)

**Tabla 18.** Estadísticas básicas de los Sólidos Totales Volátiles. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual.

Sólidos Totales Volátiles					
mg/L					
	San Salvador	San Martín	Maciel	del Águila	Magallanes
n Cuantificados	28/28	4/4	4/4	4/4	4/4
MÍN.	68,0	110,0	100,0	89,0	140,0
MÁX.	260,0	190,0	180,0	150,0	180,0
PROM.	124,4	135,0	140,0	124,7	162,5
MEDIANA	120,0	120,0	150,0	130,0	165,0
MIN> Estación - Mes	XSSA065.S - MAY	XSMA080.S - FEB, AGO	XMAC090.S - NOV	XAGU100.S - FEB	XMAG110.S - NOV
MAX> Estación - Mes	XSSA010.S - NOV	XSMA080.S - NOV	XMAC090.S - MAY	XAGU100.S - MAY	XMAG110.S - FEB

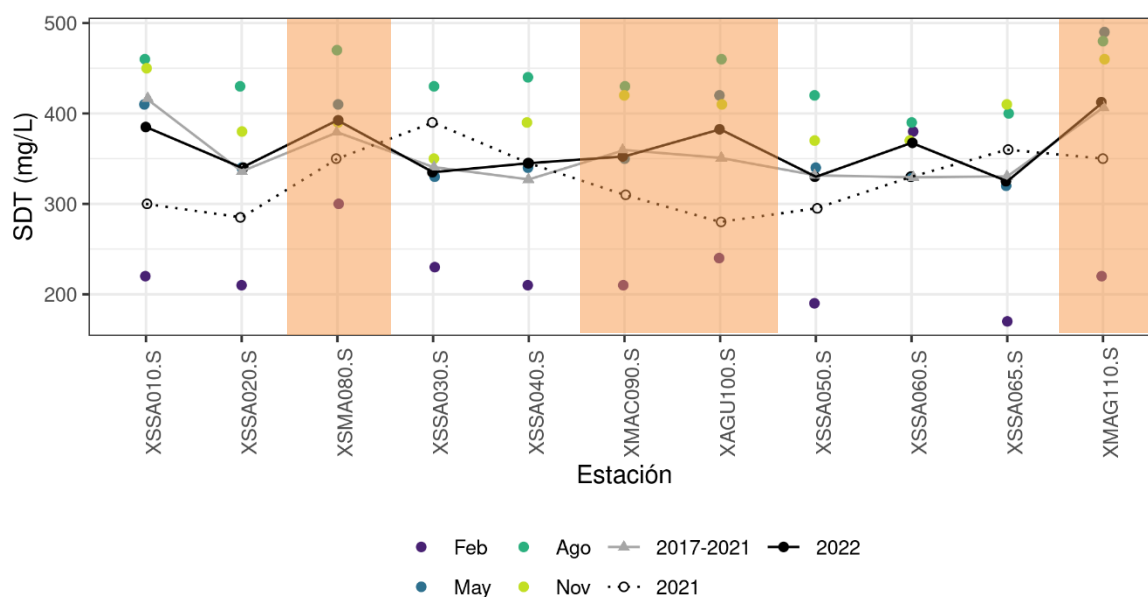


**Figura 14.** Variación espacial y temporal de los Sólidos totales volátiles a lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022, y comparación con el quinquenio precedente. El sombreado indica los tributarios.

### 3.3.3.4 Sólidos Disueltos Totales (SDT)

**Tabla 19.** Estadísticas básicas de los Sólidos Disueltos Totales. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual.

Sólidos Disueltos Totales					
mg/L					
	San Salvador	San Martín	Maciel	del Águila	Magallanes
n Cuantificados	28/28	4/4	4/4	4/4	4/4
MÍN.	170,0	300,0	210,0	240,0	220,0
MÁX.	460,0	470,0	430,0	460,0	490,0
PROM.	346,8	392,5	352,5	382,5	412,5
MEDIANA	370,0	400,0	385,0	415,0	470,0
MIN> Estación - Mes	XSSA065.S - FEB	XSMA080.S - FEB	XMAC090.S - FEB	XAGU100.S - FEB	XMAG110.S - FEB
MAX> Estación - Mes	XSSA010.S - AGO	XSMA080.S - AGO	XMAC090.S - AGO	XAGU100.S - AGO	XMAG110.S - MAY



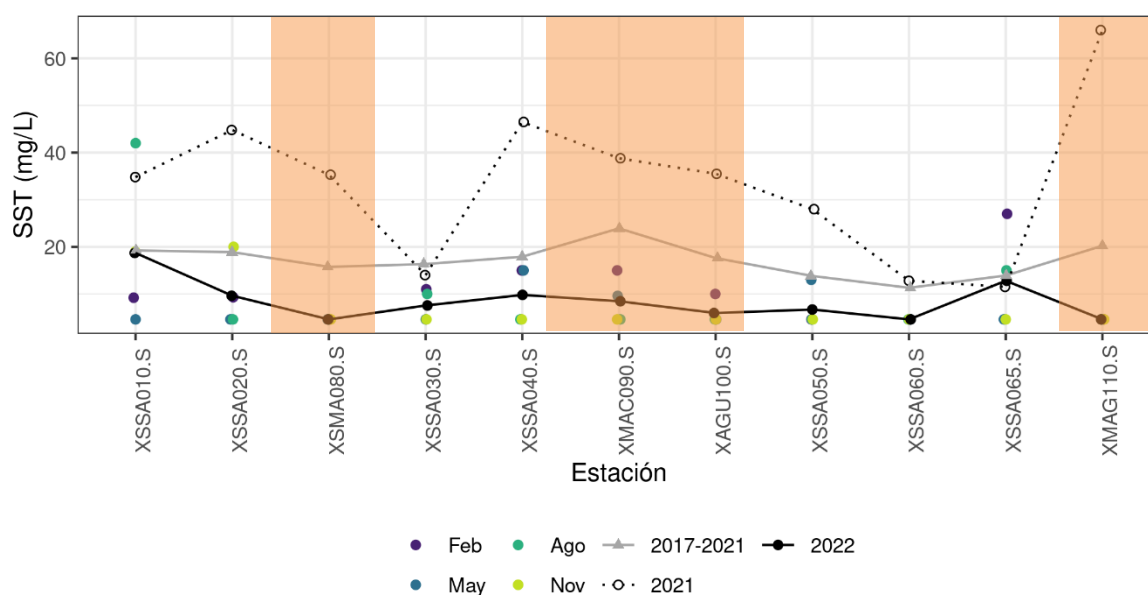
**Figura 15.** Variación espacial y temporal de los Sólidos disueltos totales a lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022, y comparación con el quinquenio precedente. El sombreado indica los tributarios.

### 3.3.3.5 Sólidos Suspendidos Totales (SST)

**Tabla 20.** Estadísticas básicas de los Sólidos Suspendidos Totales. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual.

Sólidos Suspendidos Totales		
mg/L		
n Cuantificados	San Salvador	Maciel
	12/28	2/4
MÍN.	9,2	9,6
MÁX.	42,0	15,0
PROM.	17,1	12,3
MEDIANA	15,0	12,3
MIN> Estación - Mes	XSSA010.S-FEB	XMAC090.S-MAY
MAX> Estación - Mes	XSSA010.S-AGO	XMAC090.S-FEB

Para el arroyo San Martín y Magallanes, se obtuvieron datos por debajo del límite de cuantificación de la técnica, por lo que no se pudieron realizar los cálculos estadísticos. Para el arroyo del Águila, se obtuvo un solo dato por encima del límite de cuantificación, con un valor de 10 mg/L.



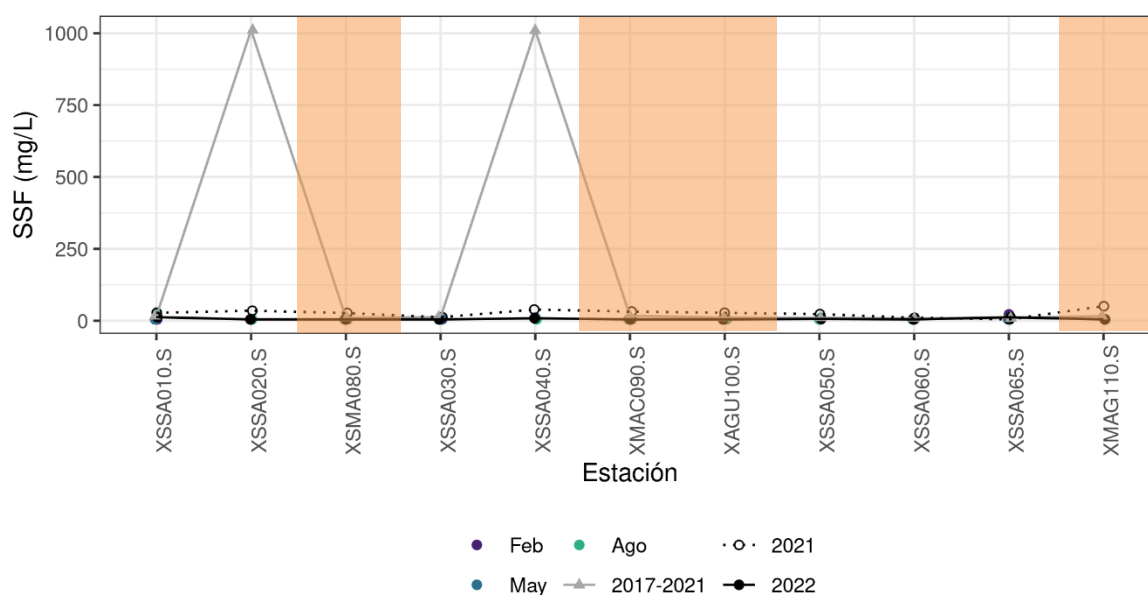
**Figura 16.** Variación espacial y temporal de los Sólidos suspendidos totales a lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022, comparación con el año anterior y el quinquenio precedente. El sombreado indica los tributarios.

### 3.3.3.6 Sólidos Suspendidos Fijos (SSF)

**Tabla 21.** Estadísticas básicas de los Sólidos Suspendidos Fijos. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual.

Sólidos Suspendidos Fijos mg/L	
San Salvador	
n Cuantificados	6/21
MÍN.	10
MÁX.	28
PROM.	15
MEDIANA	11
MIN> Estación - Mes	XSSA040.S, XSSA050.S, XSSA065.S-MAY, AGO
MAX> Estación - Mes	XSSA010.S- AGO

No se obtuvieron datos por encima del límite de cuantificación para los cursos tributarios, por lo que no pudieron realizarse los cálculos estadísticos.



**Figura 17.** Variación espacial y temporal de los Sólidos suspendidos fijos a lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022, comparación con el año anterior y el quinquenio precedente. El sombreado indica los tributarios.

### 3.3.3.7 Sólidos Suspendidos Volátiles (SSV)

Para este parámetro, en los tributarios no se registró ningún valor por encima del límite de cuantificación, y para el San Salvador solo se pudo cuantificar un valor de 14 mg/L.

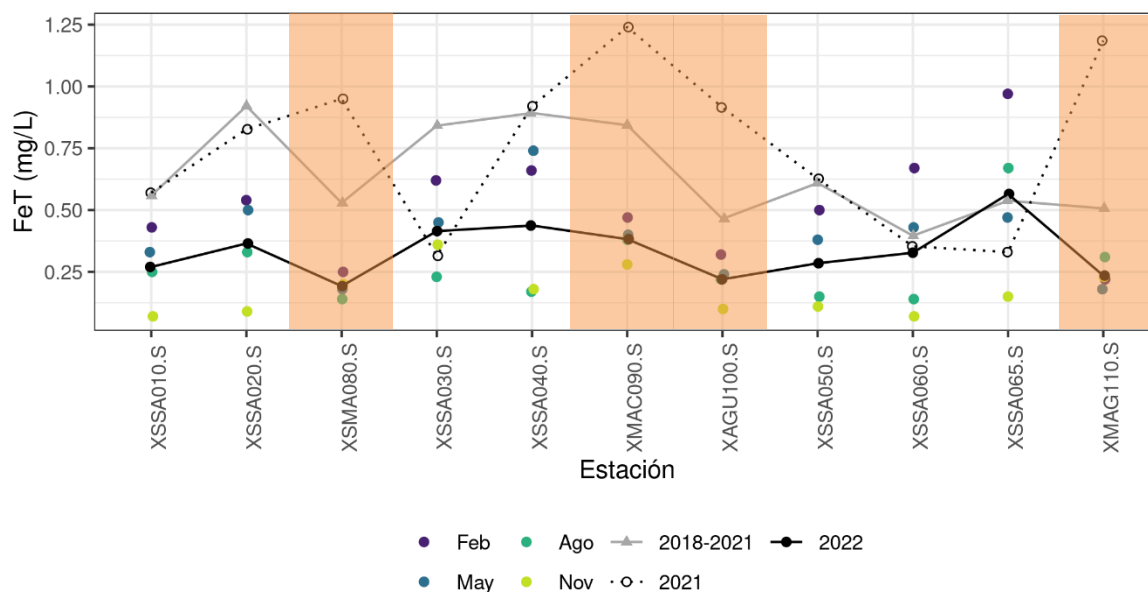
## 3.3.4 Metales

### 3.3.4.1 Hierro (Fe)

**Tabla 22.** Estadísticas básicas del Hierro. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual.

Fe mg/L					
	San Salvador	San Martín	Maciel	del Águila	Magallanes
n Cuantificados	28/28	4/4	4/4	4/4	4/4
MÍN.	0,1	0,1	0,3	0,1	0,2
MÁX.	1,0	0,3	0,5	0,3	0,3
PROM.	0,4	0,2	0,4	0,2	0,2
MEDIANA	0,4	0,2	0,4	0,2	0,2
MIN> Estación - Mes	XSSA010.S, XSSA060.S - NOV	XSMA080.S - AGO	XMAC090.S - NOV	XAGU100.S - NOV	XMAG110.S - MAY
MAX> Estación - Mes	XSSA065.S - FEB	XSMA080.S - FEB	XMAC090.S - FEB	XAGU100.S - FEB	XMAG110.S - AGO





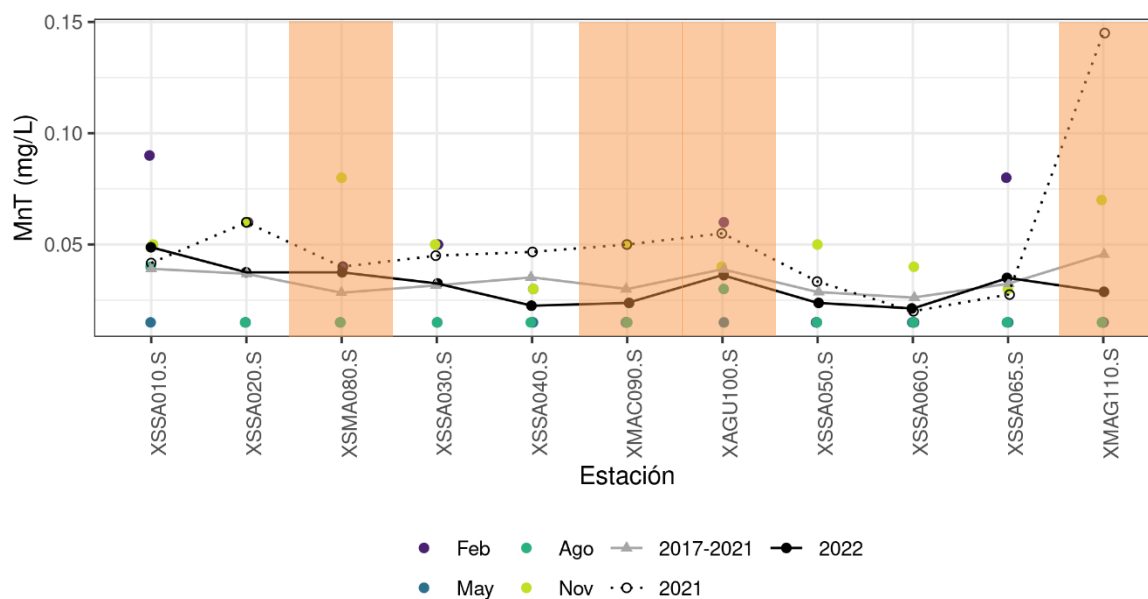
**Figura 18** . Variación espacial y temporal del Hierro a lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022, comparación con el año anterior y el quinquenio precedente. El sombreado indica los tributarios.

### 3.3.4.2 Manganeso (Mn)

**Tabla 23** . Estadísticas básicas del Manganeso. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual.

Mn mg/L			
	San Salvador	San Martín	del Águila
n Cuantificados	13/28	2/4	3/4
MÍN.	0,03	0,04	0,03
MÁX.	0,09	0,08	0,06
PROM.	0,05	0,06	0,04
MEDIANA	0,05	0,06	0,04
MIN> Estación - Mes	XSSA040.S, XSSA065.S-FEB, NOV	XSMA080.S-FEB	XAGU100.S-AGO
MAX> Estación - Mes	XSSA010.S-FEB	XSMA080.S-NOV	XAGU100.S-FEB

Para el arroyo Maciel solo se registró un valor por encima del límite de cuantificación, de 0,05 mg/L, y para el arroyo Magallanes, se cuantificó un valor de 0,07 mg/L.



**Figura 19.** Variación espacial y temporal del Manganeseo a lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022, comparación con el año anterior y el quinquenio precedente. El sombreado indica los tributarios.

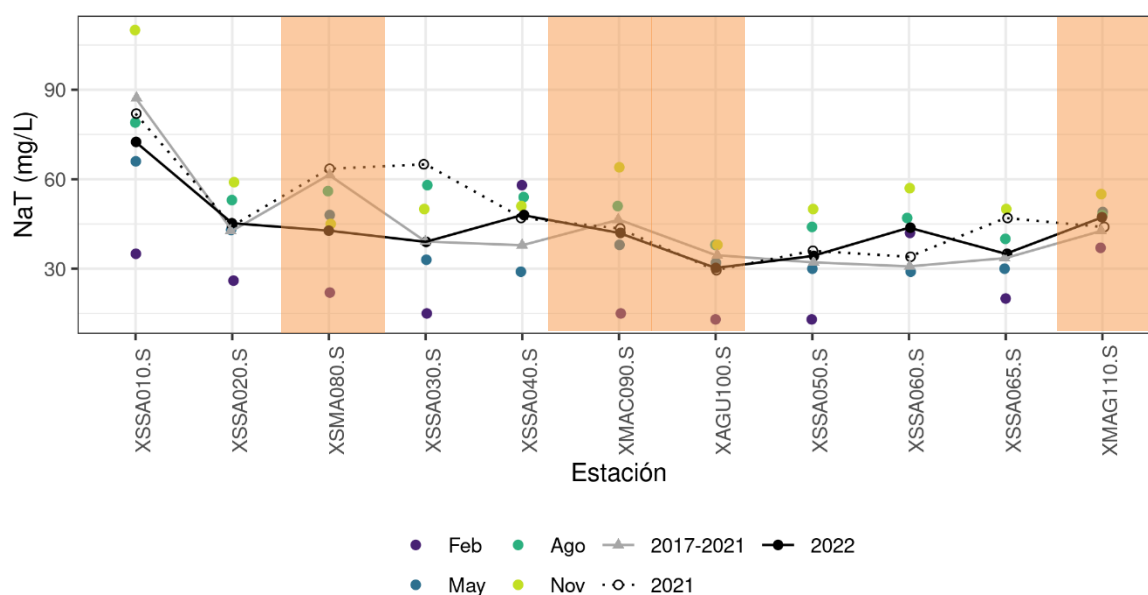
### 3.3.4.3 Zinc (Zn)

Todos los valores reportados para el Zn en el año 2022 se encuentran por debajo del límite de cuantificación de la técnica (0,2 µg/L).

### 3.3.4.4 Sodio (Na)

**Tabla 24.** Estadísticas básicas del Sodio. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual.

Na mg/L					
	San Salvador	San Martín	Maciel	del Águila	Magallanes
n Cuantificados	28/28	4/4	4/4	4/4	4/4
Mín.	13,0	22,0	15,0	13,0	37,0
MÁX.	110,0	56,0	64,0	38,0	55,0
PROM.	45,3	42,8	42,0	30,2	47,3
MEDIANA	45,5	46,5	44,5	35,0	48,5
MIN> Estación - Mes	XSSA050.S - FEB	XSMA080.S - FEB	XMAC090.S - FEB	XAGU100.S - FEB	XMAG110.S - FEB
MAX> Estación - Mes	XSSA010.S - NOV	XSMA080.S - NOV	XMAC090.S - NOV	XAGU100.S - NOV	XMAG110.S - NOV



**Figura 20.** Variación espacial y temporal del Sodio lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022, comparación con el año anterior y el quinquenio precedente. El sombreado indica los tributarios.

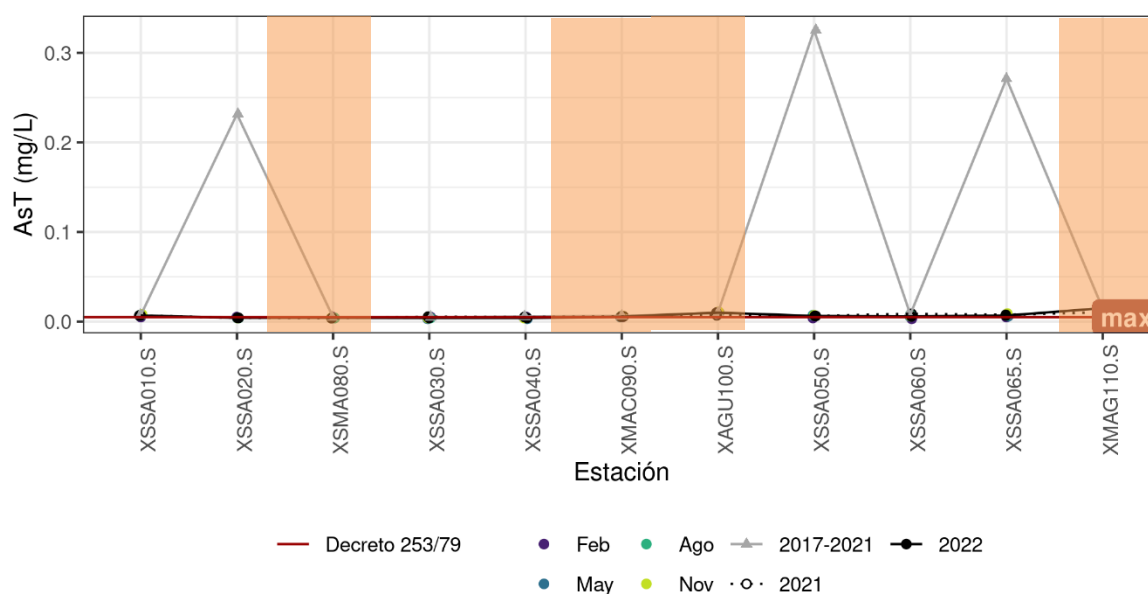
### 3.3.4.5 Plomo (Pb)

Para este parámetro se encontraron dos valores por encima del límite de cuantificación. En el San Salvador se obtuvo un valor de 0,004 mg/L, el cual sobrepasa el límite del decreto (0,003 mg/L), y en el arroyo Magallanes, el único valor cuantificado fue de 0,002 mg/L.

### 3.3.4.6 Arsénico (As)

**Tabla 25.** Estadísticas básicas del Arsénico. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. Valor del estándar o valor guía (STD), cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor. STD: Decreto 253/79 y modificativos.

As mg/L					
	San Salvador	San Martín	Maciel	del Águila	Magallanes
n Cuantificados	28/28	4/4	4/4	4/4	4/4
MÍN.	0,003	0,004	0,005	0,010	0,014
MÁX.	0,010	0,005	0,010	0,011	0
PROM.	0,005	0,004	0,005	0,010	0,015
MEDIANA	0,005	0,004	0,005	0,010	0,014
MIN> Estación - Mes	XSSA060.S, XSSA030.S, XSSA040.S - FEB, MAY	XSMA080.S - MAY, AGO, NOV	XMAC090.S - FEB, MAY	XAGU100.S -FEB	XMAG110.S - AGO, NOV
MAX> Estación - Mes	XSSA065.S - NOV	XSMA080.S - FEB	XMAC090.S - AGO, NOV	XAGU100.S -NOV	XMAG110.S - MAY
STD	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
No cumplen STD (n)	11		1	4	4
No cumple - Cumple (%)	39,2 - 60,8	0 - 100	25 - 75	100 - 0	100 - 0



**Figura 21.** Variación espacial y temporal del Arsénico a lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022, comparación con el año anterior y el quinquenio precedente. La línea roja marca el estándar fijado en el Decreto 253/79 y modificativos. El sombreado indica los tributarios.

### 3.3.4.7 Cadmio (Cd)

Todos los valores reportados para el Cd se encuentran por debajo del límite de cuantificación de la técnica (0,4 µg/L). En el caso de esta variable, el límite de cuantificación de la técnica es superior al valor guía propuesto por Gesta (0,1 µg/L).

### 3.3.4.8 Cromo total (Cr)

Para este parámetro, solo se pudo cuantificar un valor, para el arroyo Maciel, de 0,002. Este se encontró por debajo del límite del decreto 253/79 (<0,05 mg/L) y del límite fijado por Gesta agua (10 µg/L).

### 3.3.4.9 Selenio (Se)

Todos los valores reportados para el Selenio se encuentran por debajo del límite de cuantificación de la técnica (2 µg/L).

### 3.3.4.10 Cobre (Cu)

Todos los valores reportados para el Cu se encuentran por debajo del límite de cuantificación de la técnica (60 µg/L). En el caso de esta variable, el límite de cuantificación de la técnica es superior al valor guía propuesto.

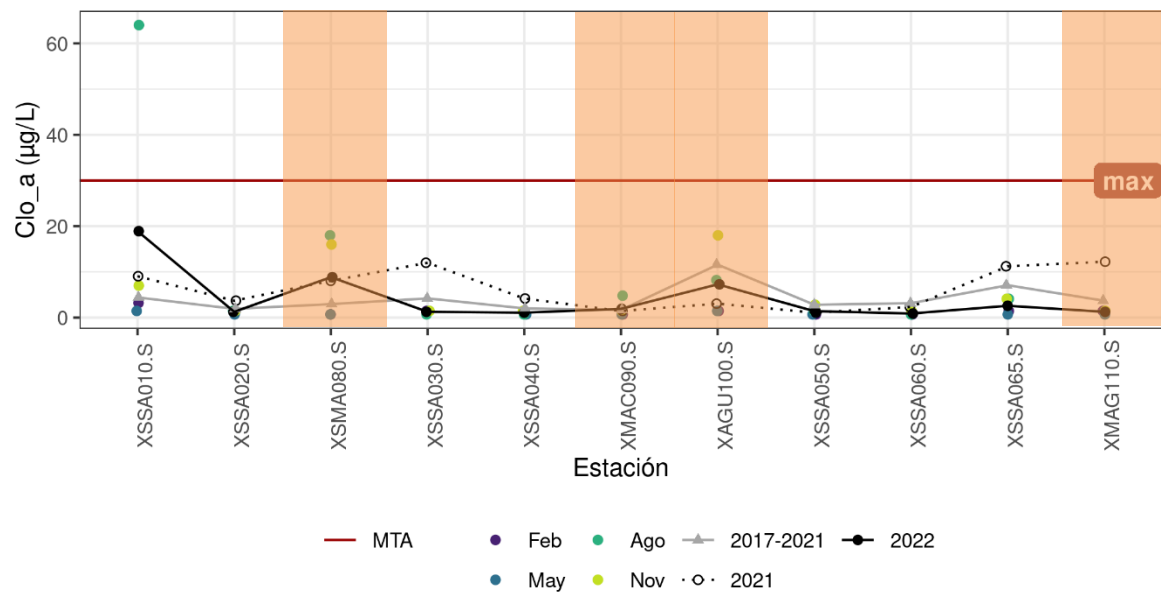
## 3.3.5 Variables biológicas

### 3.3.5.1 Clorofila a

**Tabla 26 27.** Estadísticas básicas de la Clorofila *a*. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. Valor del estándar o valor guía (STD), cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor. STD: MTA.

Clorofila a µg/L			
	San Salvador	San Martín	del Águila
n Cuantificados	28/28	2/4	2/4
MÍN.	2,8	16,0	8,2
MÁX.	64,0	18,0	18,0
PROM.	14,2	17,0	13,1
MEDIANA	4,1	17,0	13,1
MIN> Estación - Mes	XSSA050.S-NOV	XSMA080.S-NOV	XAGU100.S-AGO
MAX> Estación - Mes	XSSA010.S-AGO	XSMA080.S-AGO	XAGU100.S-NOV
STD	30	30	30
No cumplen STD (n)	1		
No cumple - Cumple (%)	3,6-96,4	0-100	0-100

Para el arroyo Maciel, solo se cuantificó un valor de 4,8 µg/L, y para el arroyo Magallanes, no se encontraron valores por encima del límite de cuantificación.



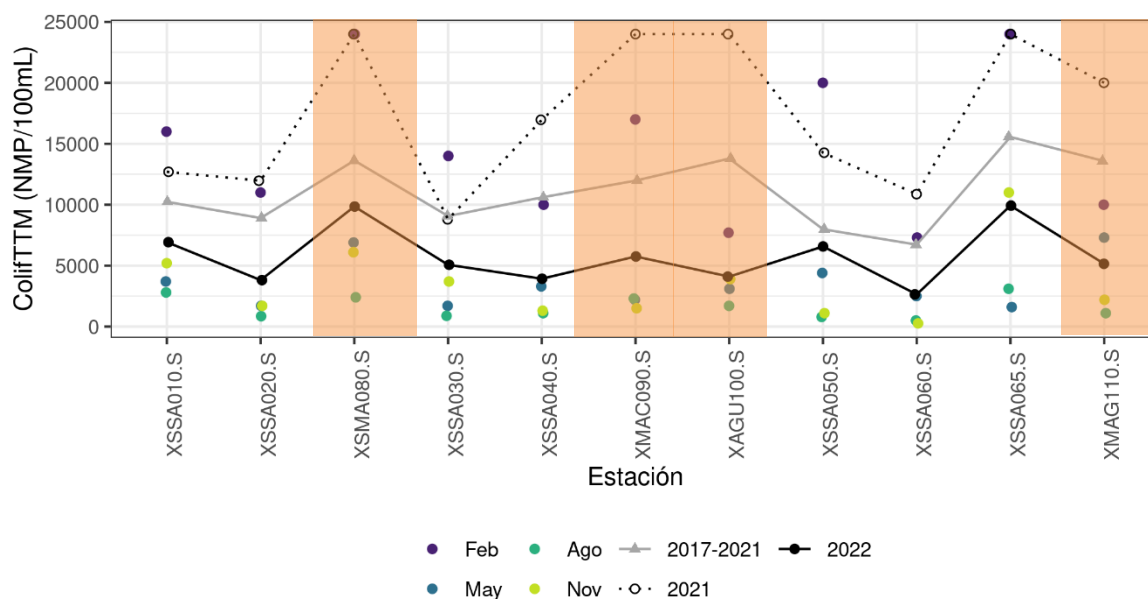
3.3.5.2 Feofitina

Para este parámetro, se lograron cuantificar solamente dos valores, uno de 7,8 µg/L, y otro de 28 µg/L, en el Rio San Salvador.

3.3.5.3 Coliformes Totales

Tabla 28. Estadísticas básicas de los Coliformes Totales. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual (análisis realizados en laboratorio de OSE).

ColifTTM					
NMP/100mL					
	San Salvador	San Martín	Maciel	del Águila	Magallanes
n Cuantificados	28/28	4/4	4/4	4/4	4/4
MÍN.	260	2400	1500	1700	1100
MÁX.	24000	24000	17000	7700	10000
PROM.	5553	9850	5750	4100	5150
MEDIANA	2950	6500	2250	3500	4750
MIN> Estación - Mes	XSSA060.S - NOV	XSMA080.S - AGO	XMAC090.S - NOV	XAGU100.S - AGO	XMAG110.S - AGO
MAX> Estación - Mes	XSSA065.S - FEB	XSMA080.S - FEB	XMAC090.S - FEB	XAGU100.S - FEB	XMAG110.S - FEB

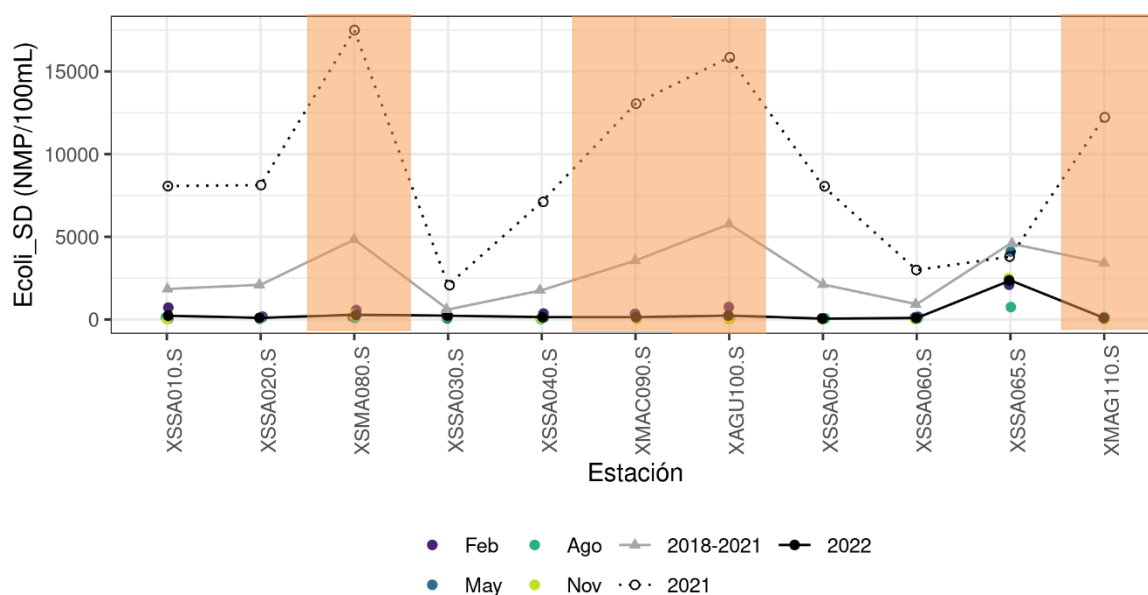


**Figura 23.** Variación espacial y temporal de los Coliformes Termotolerantes a lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022, comparación con el año anterior y el quinquenio precedente. El sombreado indica los tributarios.

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

**Tabla 29 30.** Estadísticas básicas de *Escherichia coli*. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual.

E.coli					
NMP/100mL					
	San Salvador	San Martín	Maciel	del Águila	Magallanes
n Cuantificados	28/28	4/4	4/4	3/4	4/4
MÍN.	10	96	41	74	10
MÁX.	4100	570	340	750	150
PROM.	457	282	138	111	89
MEDIANA	110	230	85	120	98
MIN> Estación - Mes	XSSA050.S - NOV	XSMA080.S - AGO	XMAC090.S - NOV	XAGU100.S - AGO	XMAG110.S - NOV
MAX> Estación - Mes	XSSA065.S - MAY	XSMA080.S - FEB	XMAC090.S - FEB	XAGU100.S - FEB	XMAG110.S - AGO



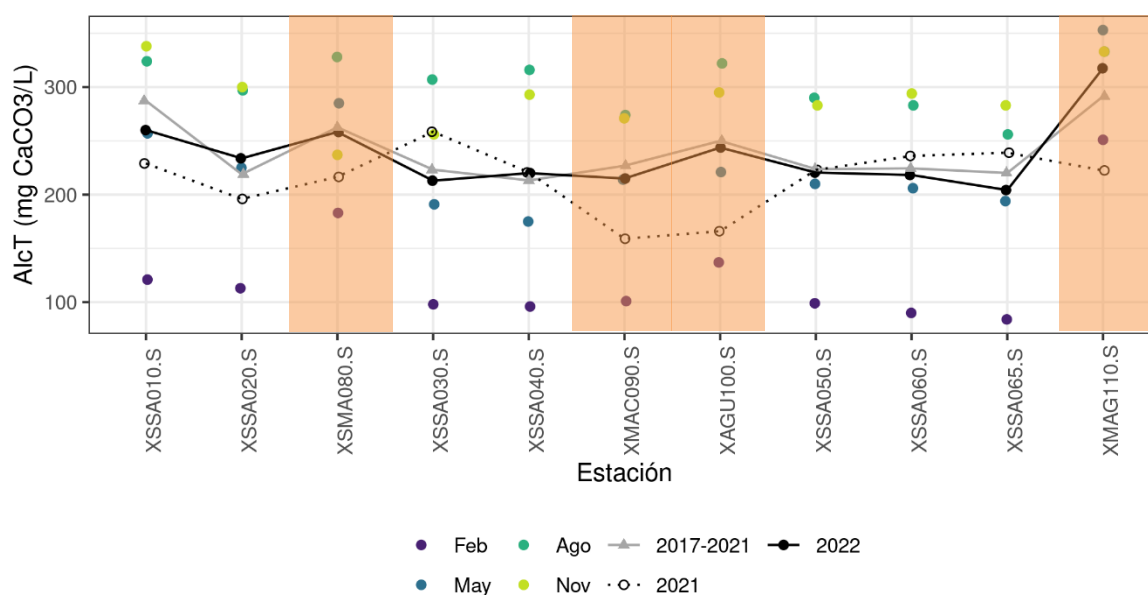
### 3.3.6 Otras variables fisicoquímicas

#### 3.3.6.1 Alcalinidad

**Tabla 31.** Estadísticas básicas de la Alcalinidad. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual.

AlcT mg CaCO <sub>3</sub> /L					
	San Salvador	San Martín	Maciel	del Águila	Magallanes
n Cuantificados	28/28	4/4	4/4	4/4	4/4
MÍN.	84	183	101	137	251
MÁX.	338	328	274	322	353
PROM.	224	258	215	244	318
MEDIANA	256	261	243	258	333
MIN> Estación - Mes	XSSA065.S - FEB	XSMA080.S - FEB	XMAC090.S - FEB	XAGU100.S - FEB	XMAG110.S - AGO
MAX> Estación - Mes	XSSA010.S - NOV	XSMA080.S - AGO	XMAC090.S - AGO	XAGU100.S - AGO	XMAG110.S - MAY



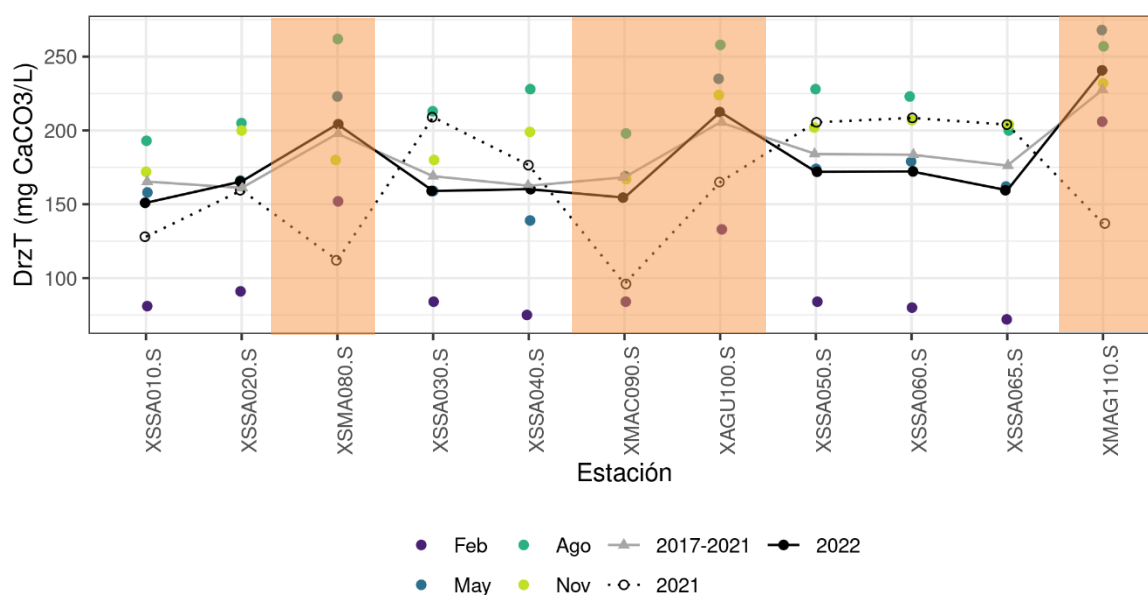


**Figura 25.** Variación espacial y temporal de la Alcalinidad a lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022, y comparación con el quinquenio precedente. El sombreado indica los tributarios.

### 3.3.6.2 Dureza

**Tabla 32.** Estadísticas básicas de la Dureza. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual.

Dureza mg/L					
	San Salvador	San Martín	Maciel	del Águila	Magallanes
n Cuantificados	28/28	4/4	4/4	4/4	4/4
MÍN.	72	152	84	133	206
MÁX.	228	262	198	258	268
PROM.	163	213	155	213	241
MEDIANA	177	223	168	230	245
MIN> Estación - Mes	XSSA065.S - FEB	XSMA080.S - FEB	XMAC090.S - FEB	XAGU100.S - FEB	XMAG110.S - FEB
MAX> Estación - Mes	XSSA050.S - AGO	XSMA080.S - AGO	XMAC090.S - AGO	XAGU100.S - AGO	XMAG110.S - MAY



**Figura 26.** Variación espacial y temporal de la Dureza a lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022, y comparación con el quinquenio precedente. El sombreado indica los tributarios.

### 3.3.6.3 Carbono Orgánico Total (TOC)

**Tabla 33.** Estadísticas básicas del Carbono Orgánico Total. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual.

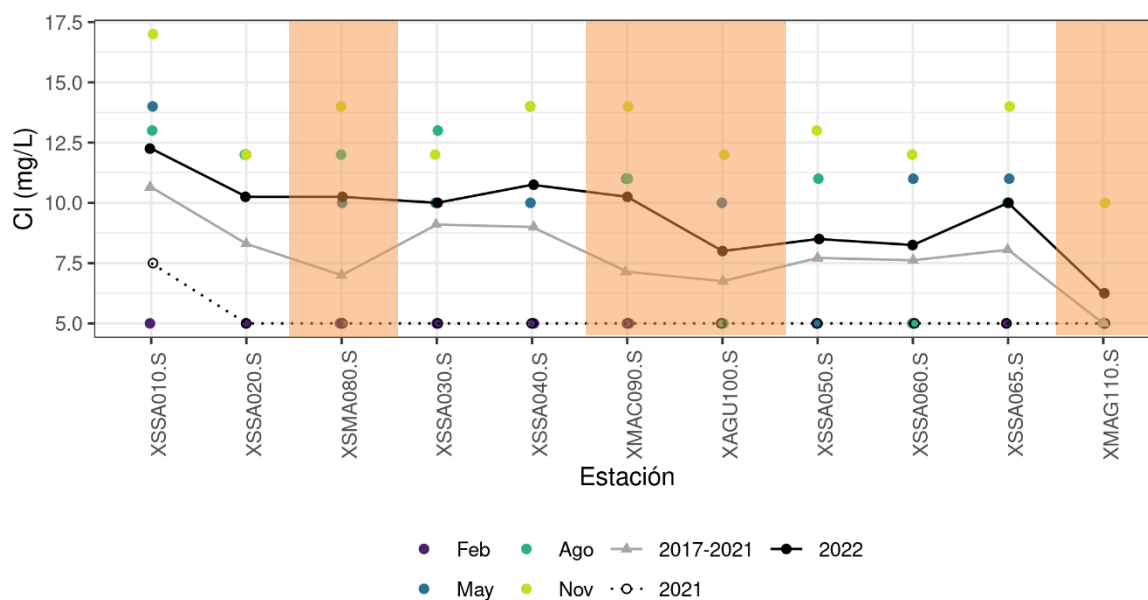
TOC mg/L	
San Salvador	
n Cuantificados	7/7
MÍN.	6,9
MÁX.	11,0
PROM.	8,2
MEDIANA	8,1
MIN> Estación - Mes	XSSA065.S- NOV
MAX> Estación - Mes	XSSA010.S- NOV

Para el arroyo Magallanes, no se registraron datos, y para el resto de los tributarios se registraron uno para cada uno; 12 mg/L para el San Martín, 12 mg/L para el Maciel, y 7,1 mg/L para el del Águila, en el mes de noviembre.

### 3.3.6.4 Cloro (Cl<sup>-</sup>)

**Tabla 34.** Estadísticas básicas del Cloro. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual.

Cl <sup>-</sup> mg/L					
	San Salvador	San Martín	Maciel	del Águila	Magallanes
n Cuantificados	19/28	3/4	3/4	2/4	1/4
MÍN.	10,0	10,0	11,0	10,0	10,0
MÁX.	17,0	14,0	14,0	12,0	
PROM.	12,4	12,0	12,0		
MEDIANA	12,0	12,0	11,0		
MIN> Estación - Mes	XSSA030.S, XSSA040.S, XSSA065.S - MAY, AGO	XSMA080.S - MAY	XMAC090.S - MAY, AGO	XAGU100.S - MAY	
MAX> Estación - Mes	XSSA010.S - NOV	XSMA080.S - NOV	XMAC090.S - NOV	XAGU100.S - NOV	XMAG110.S - NOV

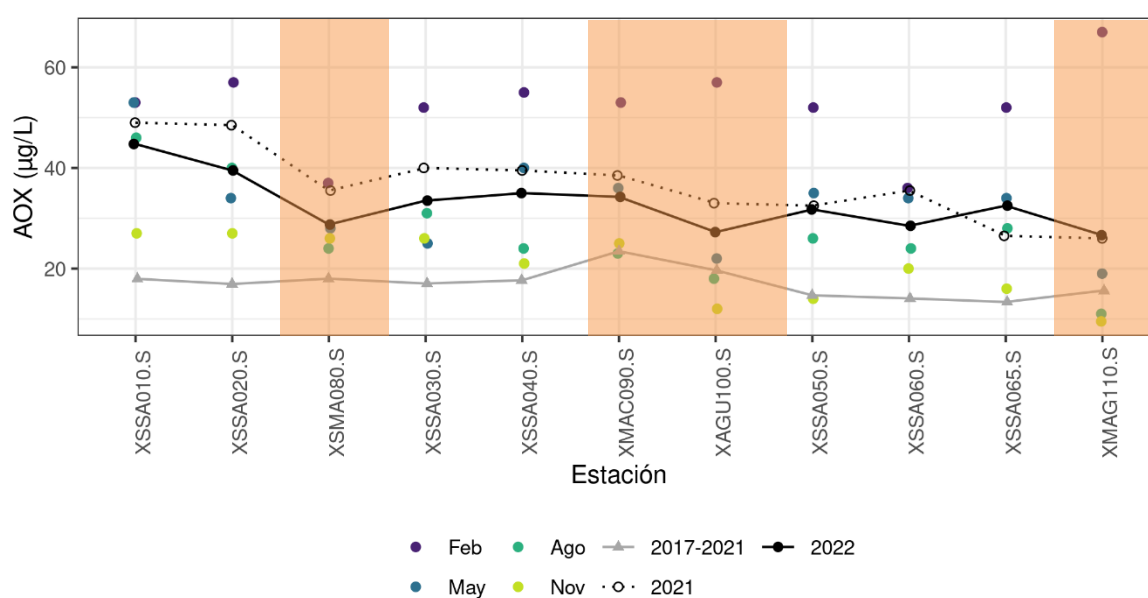


**Figura 27.** Variación espacial y temporal del Cloro a lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022, y comparación con el quinquenio precedente. El sombreado indica los tributarios.

### 3.3.6.5 AOX

**Tabla 35.** Estadísticas básicas de AOX. Ubicación y fecha de valores máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. Valor del estándar o valor guía (STD), cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor. STD: RFA.

AOX µg/L					
	San Salvador	San Martín	Maciel	del Águila	Magallanes
n Cuantificados	25/28	4/4	4/4	4/4	4/4
MÍN.	14	24	23	12	10
MÁX.	57	37	53	57	67
PROM.	35	29	34	27	27
MEDIANA	34	27	31	25	15
MIN> Estación - Mes	XSSA050.S - NOV	XSMA080.S - AGO	XMAC090.S - AGO	XAGU100.S - NOV	XMAG110.S - NOV
MAX> Estación - Mes	XSSA020.S - FEB	XSMA080.S - FEB	XMAC090.S - FEB	XAGU100.S - FEB	XMAG110.S - FEB
STD	25	25	25	25	25
No cumplen STD (n)	6	1	1	3	3
No cumple - Cumple (%)	21 - 79	25 - 75	25 - 75	75 - 25	75 - 25



**Figura 28.** Variación espacial y temporal del AOX a lo largo del río San Salvador en las campañas de monitoreo del año 2022, y comparación con el quinquenio precedente. La línea verde punteada representa el estándar tomado de la RFA. El sombreado indica los tributarios.

### 3.4 Comparación con estándares de calidad

De las 37 variables analizadas en este curso de agua durante 2022, sólo 16 se encuentran reguladas en la legislación nacional. Una será contrastada con la regulación extranjera: AOX (República Federal de Alemania).

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 7 de estas variables se cumplen los criterios de calidad para el 100% de los registros.

Para el caso del Cu y el Cd, dado que el límite de detección analítico es mayor que el valor del Decreto, no se puede concluir respecto a su cumplimiento.

Se detecta incumplimiento del estándar en 9 variables contempladas en el Decreto 253/79 y modificativos:

- **OD:** 3 valores inferiores al estándar ( $\leq 5$  mg/L) en XSSA010.S y XSMA080.S (febrero), y en XSSA020.S (noviembre), de un total de 44 (**93% de cumplimiento**).
- **pH:** 3 valores superiores al estándar (8,5) en XSSA060.S (noviembre y agosto), y en XSSA065.S (noviembre), de un total de 44 (**93% de cumplimiento**).
- **NO<sub>2</sub><sup>-</sup>:** 2 valores superiores al estándar ( $\leq 0,1$  mg/L) en XSMA080.S (noviembre) y XMAG110.S (febrero), de un total de 44 (**95% de cumplimiento**).
- **NT:** 9 muestras de un total de 10 superan el estándar sugerido por la MTA (1 mg/L) (**10% de cumplimiento**).
- **PT:** 20 valores superan el estándar fijado por el Decreto 253/79 ( $\leq 25$  µg/L). Si consideramos el valor sugerido por el grupo GESTA Agua ( $\leq 70$  µg/L), este es superado en 15 muestras, de un total de 44 (**54% y 65% de cumplimiento respectivamente**).
- **Pb:** 1 valor supera el estándar establecido por GESTA (0,003 mg/L), en XSSA060.S (febrero), de un total de 44 (**97% de cumplimiento**).
- **As:** 20 valores superan el estándar fijado ( $\leq 5$  µg/L), de un total de 44 (**54% de cumplimiento**).
- **Clo α:** 1 valor supera el estándar (30 µg/L) en XSSA010.S (agosto), de un total de 44 (**97% de cumplimiento**).
- **AOX:** 14 valores incumplieron la norma ( $\leq 25$  µg/L), de un total de 44 (**68% de cumplimiento**).

### 3.5 Índices de Calidad de Agua

#### 3.5.1 Índice de Calidad de Agua (IQA)

Debido a la falta de datos de algunos parámetros, no se pudo calcular el IQA.

#### 3.5.2 Índice de Estado Trófico (IET)

La aplicación del IET para las estaciones del río San Salvador durante 2022 muestra un río en situación de eutrofía en la mayor parte del curso principal, con excepción de las estaciones de XSSA020.S y XSSA030.S (supereutróficas). Los arroyos San Martín y Maciel presentan valores de supereutrofía, mientras que el arroyo del Águila y el Magallanes son eutróficos (Tabla 38, figura 36).

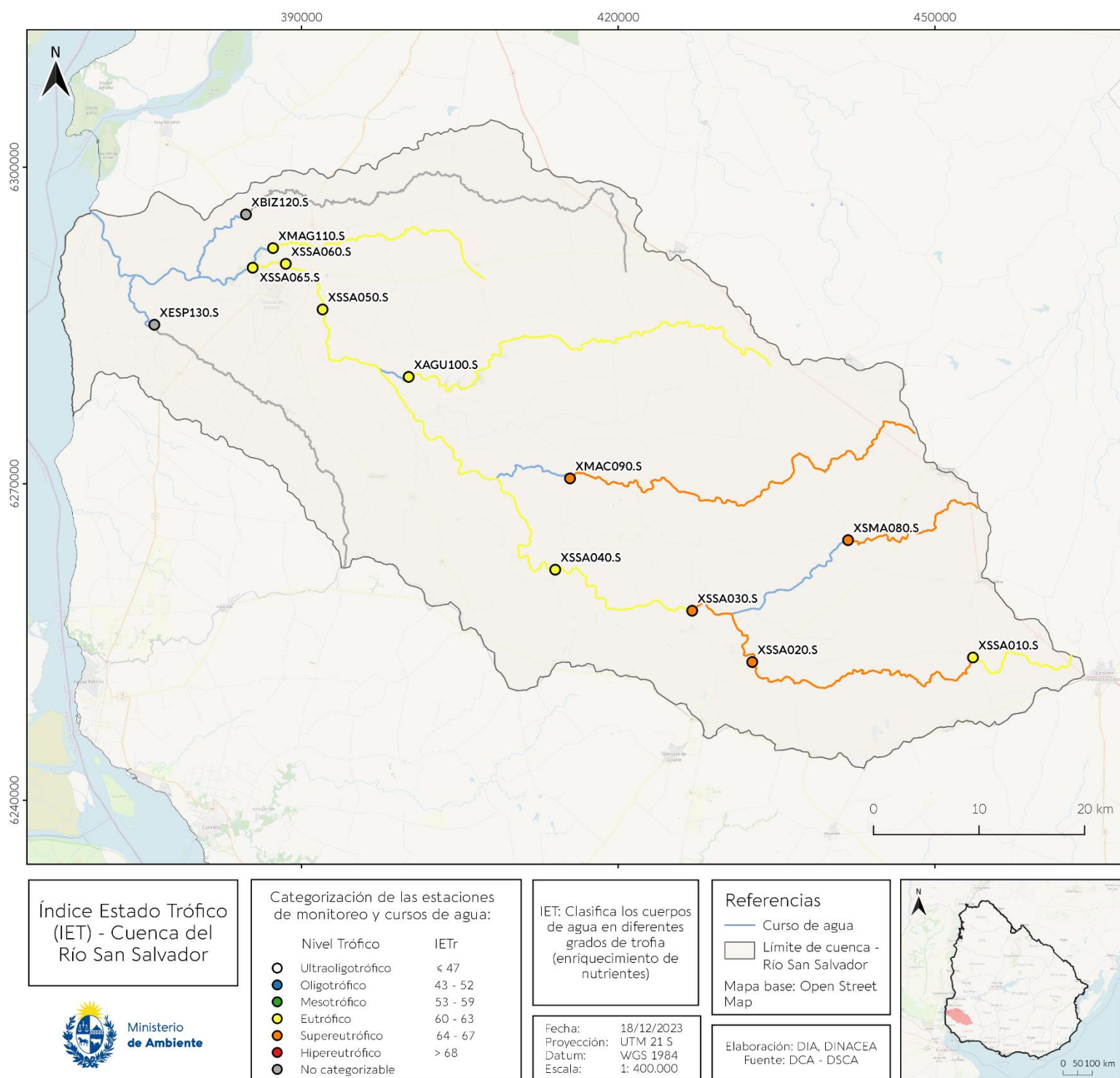
**Tabla 36.** Resultado de la aplicación del IET en las estaciones de monitoreo del río San Salvador y tributarios en 2022.

Estación	IET	Nivel Trófico
XSSA010.S	59,2	Eutrófico
XSSA020.S	63,4	Supereutrófico
XSSA030.S	63,3	Supereutrófico
XSSA040.S	62,6	Eutrófico
XSSA050.S	63,0	Eutrófico
XSSA060.S	62,0	Eutrófico
XSSA065.S	62,0	Eutrófico
XSMA080.S	64,2	Supereutrófico
XMAC090.S	64,5	Supereutrófico
XAGU100.S	61,3	Eutrófico
XMAG110.S	59,8	Eutrófico

La comparación del IET con los resultados de 2021 (Tabla 35) muestra lo siguiente: en las estaciones XSSA040.S, XSSA050.S, XSSA060 y XAGU100.S se observó una leve mejora de calidad y pasaron de una categoría supereutrófica a eutrófica. Tanto XSSA010.S como XSMA080.S desmejoraron su calidad, la primera estación pasó de una calidad mesotrófica a eutrófica y la segunda de eutrófica a supereutrófica. El resto de las estaciones se mantuvieron dentro de la misma categoría de un año al otro. En la figura 29 se pueden visualizar los cursos en el mapa con su respectivo código de color.

**Tabla 37.** Resultado comparativo de la aplicación del IET en las estaciones de monitoreo de la cuenca del río San Salvador en 2022 y el quinquenio precedente.

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
XSSA010.S	61,25	63,01	60,32	62,55	56,32	59,23	Eutrófico
XSSA020.S	63,45	65,46	64,62	65,07	64,03	63,36	Supereutrófico
XSSA030.S	64,74	66,66	66,22	63,89	63,56	63,26	Supereutrófico
XSSA040.S	64,95	66,72	65,67	64,67	64,06	62,62	Eutrófico
XSSA050.S	65,86	65,92	64,28	65,4	63,80	63,05	Eutrófico
XSSA060.S	64,56	67,15	64,42	65,62	63,19	61,98	Eutrófico
XSSA065.S	65,28	67,33	65,47	65,8	62,87	62,04	Eutrófico
XSMA080.S			63,62	63,05	61,75	64,16	Supereutrófico
XMAC090.S			64,93	65,14	64,61	64,45	Supereutrófico
XAGU100.S			62,49	64,54	64,64	61,27	Eutrófico
XMAG110.S			60,85	63,59	60,3	59,80	Eutrófico



**Figura 29.** Mapa de calidad de agua en base a la aplicación del Índice de Estado Trófico (IET).

## 4 SÍNTESIS

En este informe se procesaron los resultados de 37 variables, consideradas las más relevantes para este objetivo, de las cuales 16 tienen valores de referencia estándar en el Decreto 253/79 y modificativos. Dentro de estas, el AOX no se encuentra reglamentada en la legislación nacional por lo que se contrasta con el valor guía establecido: en la República Federal de Alemania.

De las 16 variables con valores de referencia, 5 tuvieron un cumplimiento del 100% de los registros con respecto al estándar fijado 5 con un cumplimiento superior al 90 %, 3 con cumplimiento entre 50 y 90 %, y uno con cumplimiento de menos del 10%. Para el caso del Se, Cd y Cu el límite de detección de la técnica es superior al valor del decreto por lo que no es posible sacar conclusiones respecto al cumplimiento.

El Índice del Estado Tráfico del 2022, con respecto al año anterior, resultó en la mejoría de la calidad en las estaciones XSSA040.S, XSSA050.S, XSSA060 y XAGU100.S, una desmejora en XSSA010.S y XSMA080.S, y las estaciones XSSA020.S, XSSA030.S, XSSA065.S, XMAC090.S y XMAG110.S se mantuvieron dentro de la misma categoría.

Los resultados y análisis del monitoreo de plaguicidas se encuentran en el siguiente informe, realizado por técnicos del CURE de Maldonado: <https://www.ambiente.gub.uy/oan/documentos/Informe-final-San-Salvador-FINAL.pdf>.



## 5 BIBLIOGRAFÍA

- BRL INGENIERIE S.A. Y SIGMAPLUS SRL, 2016. Informe inicial. Caracterización de las Cuencas del río San Salvador, río Yi y río Arapey para fines de riego. BRL Ingenierie S.A. y SIGMAPLUS SRL, 2016. Proyecto DACC. MGAP.
- CAMPBELL, G. & S. WILDBERGER, 1992. The monitor's handbook. LaMotte Company, Chestertown, United States. 71 p.
- CERVETTO, G., 2021. Plan de monitoreo del río San Salvador. Informe de actividades y presentación de resultados. Año 2020. Informe Interno DINAMA: 71 pp.
- CERVETTO, G., 2020. Plan de monitoreo del río San Salvador. Informe de actividades y presentación de resultados. Año 2019. Informe Interno DINAMA: 74 pp.
- CERVETTO, G., 2019. Plan de monitoreo del río San Salvador. Informe de actividades y presentación de resultados. Año 2018. Informe Interno DINAMA: 80 pp.
- CERVETTO, G., 2018. Plan de monitoreo del río San Salvador. Informe de actividades y presentación de resultados. Año 2017. Informe Interno DINAMA: 77 pp.
- CHAPMAN, D. and V. KIMSTACH, 1992. The selection of water quality variables. p 51-119. En: Chapman, D. (ed.). Water Quality assessments. A guide to the use of biota, sediments and environmental monitoring. Chapman & Hall. 585 p.
- DÍAZ ALVAREZ, M., GARRIDO, S. & R. HIDALGO, 1989. Contaminación agraria difusa. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, Centro de Publicaciones. Madrid. 98 p.
- 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
- INE, 2011. Resultados del Censo de Población 2011: población, crecimiento y estructura por sexo y edad. Instituto Nacional de Estadística, Uruguay
- 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

McNEELY, R. N.; NEIMANIS, V. P. & L. DWYER. 1979. Water Quality Sourcebook. A guide to water quality parameters. Inland Waters Directorate, Water Quality Branch. Canadá.

Mesa Técnica del Agua, 2017. Documento técnico N° 1. Establecimiento de niveles guía de indicadores de estado trófico en cuerpos de agua superficiales. Inf. Tec.: 48 pp.

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 N° 405/2008: 1-2

MGAP, 2015. El desarrollo agropecuario y agroindustrial de Uruguay: Reflexiones en el 50 aniversario de la Oficina de Programación y Política Agropecuaria (OPYPA-MGAP).

MGAP, 2015. Regiones Agropecuarias (OPYPA-MGAP) Mondelli, M; Arbeletche P., Silva M., Peloché D. & Rosa A. FPTA. Cuantificación del impacto en el uso de los Recursos Naturales y el medio ambiente de diversos sistemas productivos agrícolas por taxonomía organizacional.

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.