

2022-2023

# MONITOREO COMUNITARIO DEL RÍO MAIPO



---

**PREPARADO Y PRESENTADO POR**

VOLUNTARIOS POR EL AGUA

1 MAYO 2023

---

# ÍNDICE

1. Introducción	
1.1 Contextualización	1
1.2 ¿Por qué monitoreamos?	2
1.3 Ubicación de la zona de estudio	3
1.4 Características de la cuenca	4
1.5 Puntos de monitoreo	5
2. Metodología del monitoreo	
2.1 Monitoreo Hidroquímico	6
2.2 Instrumentos	7
2.3 ¿Qué significan los parámetros?	8
2.4 Fotos repetitivas	10
3. Resultados	
3.1 Evolución temporal de los parámetros	11
3.2 Mapas del río Maipo	15
3.3 Ciclo anual con meses como reloj	19
3.4 Calibración, errores humanos e instrumentales	21
3.5 Comparación con datos de la DGA	22
4. Fotos puntos de medición	
4.1 El Canelo y El Manzano / Guayacán	24
4.2 San Alfonso	25
4.3 San Gabriel	26
4.4 Baños Morales	27
5. Proyecciones para el segundo año de mediciones	28
6. Referencias	29

---

# AGRADECIMIENTOS

## Gestión del proyecto

Gabriela Guzmán y Zoë Fleming

## Elaboración del reporte

Gráficos: Sion Moraga, Javiera Roco Sanhueza, Mapas: Diego Gangas Cifuentes.

Contenido: Sion Moraga, Javiera Roco Sanhueza y Zoë Fleming

(y revisiones de Gabriela Guzmán, Consuelo Martínez y Amanda Peña)

## Alianzas

A la empresa Yalitech por la donación de instrumentos, al Eco parque calafate para dejarnos medir en su terreno, a Futaleufú Riverkeeper por organizar el encuentro ciencia comunitaria en Futaleufú y por compartir sus experiencias

## Voluntari@s

A Juan Jesús por su apoyo audiovisual y en RRSS, A otros apoyos en ciencia y gestión como Camilo Vergara, Anthony Prior.

## A todos y todas los más de 100 voluntarios que fueron a medir al río en este primer año del proyecto:

Abraham Guzman, Alejandro Espinoza Torres, Alexander Murray, Alfonso Labra, Altaira Sepulveda, Andres Picker, Andreu Espinoza Caviedes, Arlette Domke, Barbara Salvo Donoso, Benjamín Bustos, Bruno Diaz, Caleb Yunis, Camil Gonzalez, Camila Caro, Camila Hernández Manríquez, Camilo Navarrete, Caro Ortiz, Cata Gaité, Catalina Cruz, Catalina Gaete Klausen, Catalina Muñoz, Constanza Baquedano, Dani Raco, Daniela Lagos Rojas, Daniela Oxman, Daniela Rakos, Diego Valdebenito, Elsa Riquelme, Enrique Gregorio de las heras, Eugenio Diaz, Felipe Krahl, Felipe Maureira, Felipe Olivares, Felipe Rivas, Fernanda Rodríguez, Fernando Maturana, Flor Maria Muñoz, Francisca Jaña Ríos, Francisca Lema, Francisca Miguez, Francisca Moraga Núñez, Gabriela Guzmán, Gabriela Mancillo, Grunding Alarcón, Guiselle Llantén, Hernán Garcia, Hilda Torres, Ignacio Cancino, Ignacio Castillo, Ignacio Pascual, Isabel Godoy, Isabel Harriet, Ivette Velásquez, Javier Romero, Javiera Barandiaran, Javiera González Cariqueo, Javiera Roco, Javier Stingo, Jeniffer Pereira, José Andrés Abarca Maldonado, Josefina Carrasco Atenas, Juan Acuña, Juan Andrés Cáceres, Juan Pablo Reyes, Juan Pablo Valenzuela, Juani Zenteno, Laura Diaz, Lorenza Miguez Bowen, Luciano Stasiewicz, Mabel Pozo, Macarena Troncoso, Maite Gatica, Marcela Gonzalez Gacitúa, Marcelo Cáceres, Marcia Riquelme, María Jose Plaza, Marisol Trureo, Martin Pardow, Marxel De la Fuente, Matias Godoy, Matias Pastenes, Natalia Fuentes, Pamela Gutierrez, Patricia Breuer Moreno, Paula Castro, Raul Marcelo Pino Appelgren, Ricardo Galaz Mandiola, Rocío Vidal Verdugo, Sayen Reyes Acevedo, Sebastián Riffo, Sion Moraga, Sylvana Galvez, Sophia Orellana, Tania Villaseñor, Tomas Gonzalez, Tristan Partridge, Uhuru Reyes Acevedo, Valentina Venegas Manhey, Yocelyn Araya, Zoë Fleming y Zoe Monserrat Naranjo Valenzuela.

## Y los estudiantes de diseño de la Universidad Católica para el logo, ideas de diseño y acompañarnos al río: Prof Renato Bernasconi, Anahí Aliaga, Ángeles Hurtado, Antonia Boettiger, Antonia González, Antonia Munita, Antonia Nicholls, Antonia Ramírez, Catalina Jaramillo, Catalina Novoa, Clarita Arnolds, Colomba Medina, Diego Barraza, Diego Barrientos, Elisa Román, Fabián Estrella, Fernanda Leal, Gabriela Campos, Irene Martínez, Ivannia Ortiz, Javiera Vásquez, Javiera Vergara, Josefina Lohmann, Juan Pablo Costa, Karime Vial, María Jesús Gatica, María Moreno, Martina González, Miranda García, Paula Schelef, Paz Hinostroza, Paz Triviño, Renata Martínez, Sofía Carrasco, Sofía Maldonado.

## A las organizaciones que nos han apoyado:



---

# 1. INTRODUCCIÓN



## 1.1 CONTEXTUALIZACIÓN

Dentro del contexto de crisis climática que enfrentamos como humanidad, Chile se posiciona como el país con mayor estrés hídrico en América Latina. Las altas tasas de consumo del recurso hídrico por parte de los sectores agrícola, industrial, minero y residencial llevan a conflictos sociopolíticos sobre el uso del agua, el cual es sustento de las principales actividades económicas de la región. A ello se suma el alarmante aumento de temperatura y, al mismo tiempo

el descenso de las precipitaciones, lo cual ha conducido al país hacia una mega sequía que ha perdurado durante 13 años.

El Cajón del Maipo y su red hidrológica se sitúa al nacimiento de la cuenca del río Maipo y este proyecto se enfoca aquí.

El río Maipo se extiende desde lo más alto de los Andes hasta su desembocadura en el Pacífico. La cuenca alberga gran parte de la población nacional: alrededor del 40%- y abastece al 70% de agua potable y el 90% de los regadíos.

## 1.2 ¿POR QUÉ MONITOREAMOS?

La generación de datos meteorológicos e hidrológicos son la base para tomar la mayoría de las decisiones sobre los recursos hídricos, y evaluar los riesgos relacionados con el agua. A pesar de ello, hay una aguda escasez de datos tanto espaciales como temporales (Hannah et al., 2011). Hay mediciones en los ríos principales (ver sección 3.5) pero no hay un registro de las quebradas del Cajón.

Considerando la necesidad de seguridad hídrica, UNESCO recomienda repensar el potencial papel que la ciencia ciudadana podría desempeñar en la generación de nuevos conocimientos en relación

con el ciclo del agua y aspectos relacionados con la sequía, además de incorporar a la ciencia ciudadana en la toma de decisiones. El programa de voluntariado tiene el objetivo de conocer la naturaleza de la calidad del agua del río Maipo registrando el comportamiento de los parámetros físico-químicos que definen la calidad de sus aguas. Esto permite establecer una línea de base de calidad del agua. Al monitorear estos parámetros, su naturaleza y evolución a lo largo del año, se pueden identificar cambios en función de las amenazas del río y las posibles fuentes contaminantes.

### NUESTROS OBJETIVOS Y METAS

1. Establecer una línea base de los parámetros físico-químicos que definen la calidad del agua del río Maipo.
2. Empoderar a las comunidades para que, a través de herramientas de ciencia ciudadana, puedan comprender y aprender sobre las características de su río y sus variaciones.
3. Una vez establecida la línea base, se espera lograr identificar cambios en el río según las variaciones de los parámetros resultantes.



### 1.3 UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

El área de estudio de Voluntarios por el Agua coincide con el área de la comuna de San José de Maipo, perteneciente a la Provincia de Cordillera, en el sector sur oriente de la Región Metropolitana. Esta se ubica en los 33°39' de longitud sur y 70°20' de longitud oeste y abarca el área desde el sector Baños Morales hasta El Canelo.

La cuenca hidrográfica del río Maipo coincide casi en su totalidad con los límites administrativos de la Región Metropolitana y, abarca parte de la V y VI región alcanzando una extensión entre 32°55'-34°15' latitud sur y 69°55'-71°33' longitud oeste.

Drena una superficie de 15.305 km<sup>2</sup> (Gob.cl); cuya superficie cubre casi el 100% de la Región Metropolitana. El río Maipo tiene una longitud de 250 km. Nace en las laderas del Volcán Maipo a aproximadamente 5.400 m.s.n.m. y desemboca en el océano Pacífico en la localidad de Llolleo, al sur del puerto de San Antonio.

Atiende alrededor del 70% de la demanda actual de agua potable y cerca del 90% de las demandas de regadío; además, existe un aprovechamiento hidroeléctrico.

En Figura 1 se ve la ubicación de la cuenca del Maipo y del área de estudio de Voluntarios por el agua.

Zona de estudio

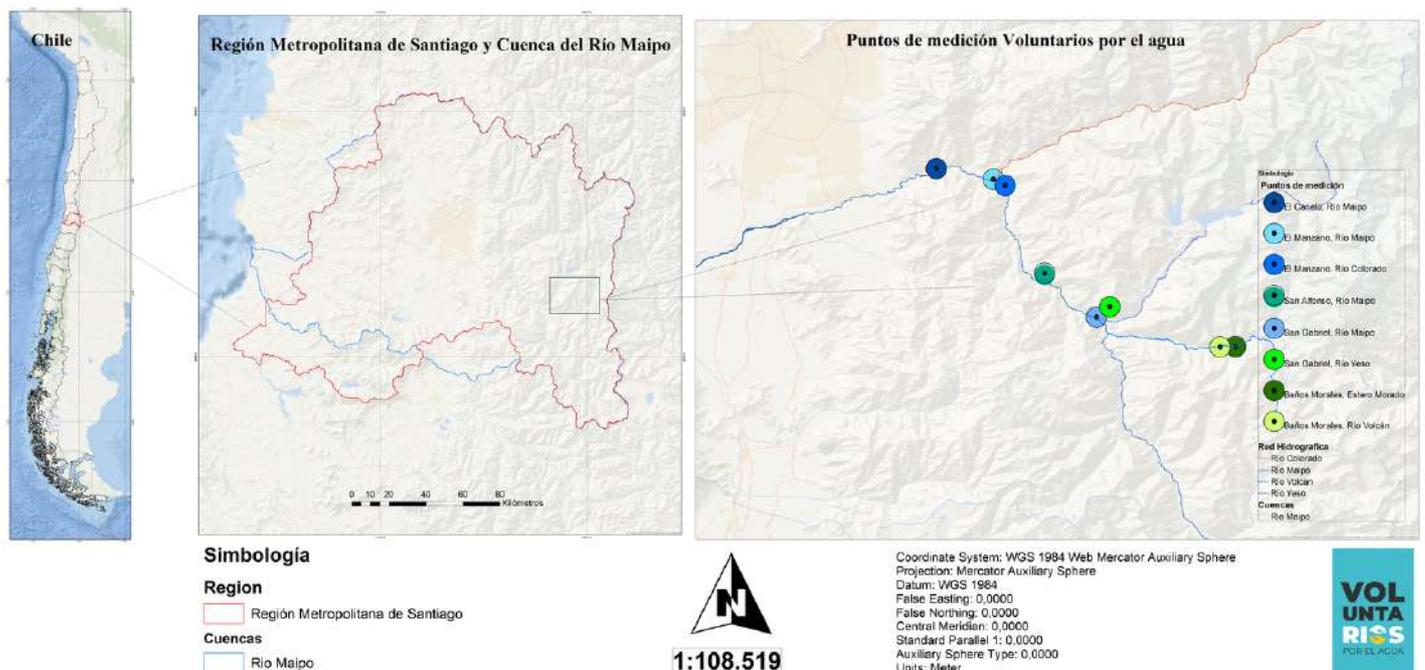


Figura 1: Mapa de la zona de estudio de Voluntarios por el agua (Gangas D., Memoria de título, 2023).

## 1.4 CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA

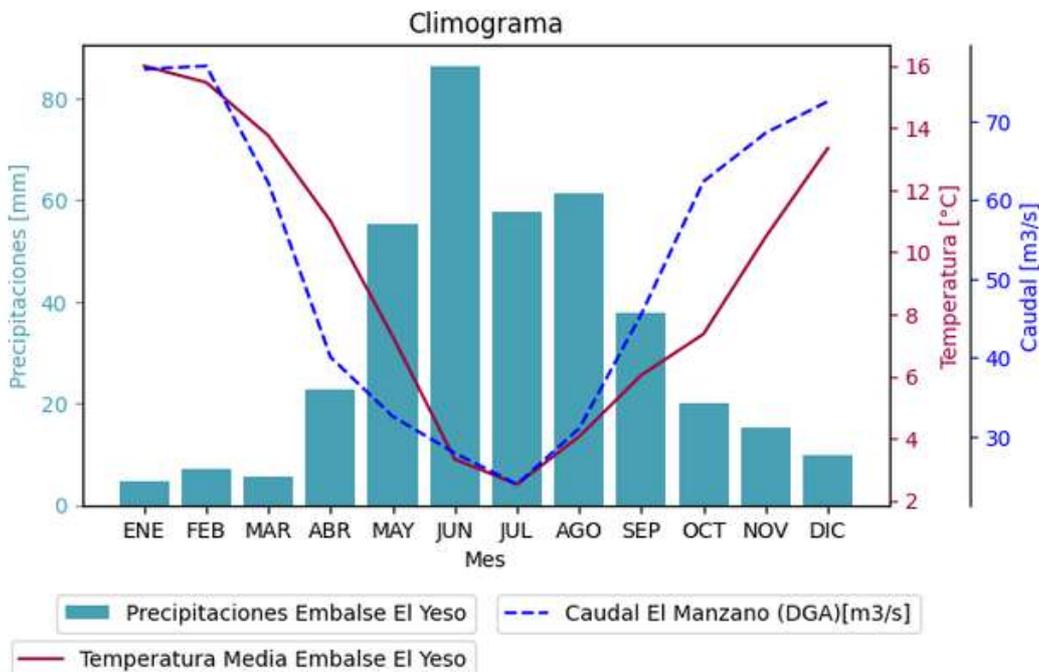
El largo viaje que recorre el río Maipo comienza en la Laguna del Volcán Maipo, durante el recorrido aparecen diferentes tributarios: Volcán, Yeso, Colorado, Clarillo y Mapocho. En la desembocadura del río se funde con el mar, formando un estuario con humedales de alto valor ecológico. Al sur de la desembocadura, el humedal fue declarado en 2019 Santuario de la Naturaleza y nombrado desde 2022 como Parque Humedal Río Maipo (Urrutia, P. et al., 2021).

### Población

En el último censo realizado en el 2017, los resultados indican una población efectivamente censada de 17.574.003 personas en el país, 7.112.808 en la región Metropolitana, con una tasa anual de crecimiento en 1,0 entre 2002 y 2017 (INE, 2017).

### Clima

En la parte alta de la cuenca donde se desarrolla el proyecto, se puede observar el comportamiento climático en la estación meteorológica Embalse El Yeso controlada por la Dirección General de Aguas (DGA). El clima es de régimen mixto, nival-pluvial con aumentos de los caudales de septiembre a diciembre producto del deshielo.



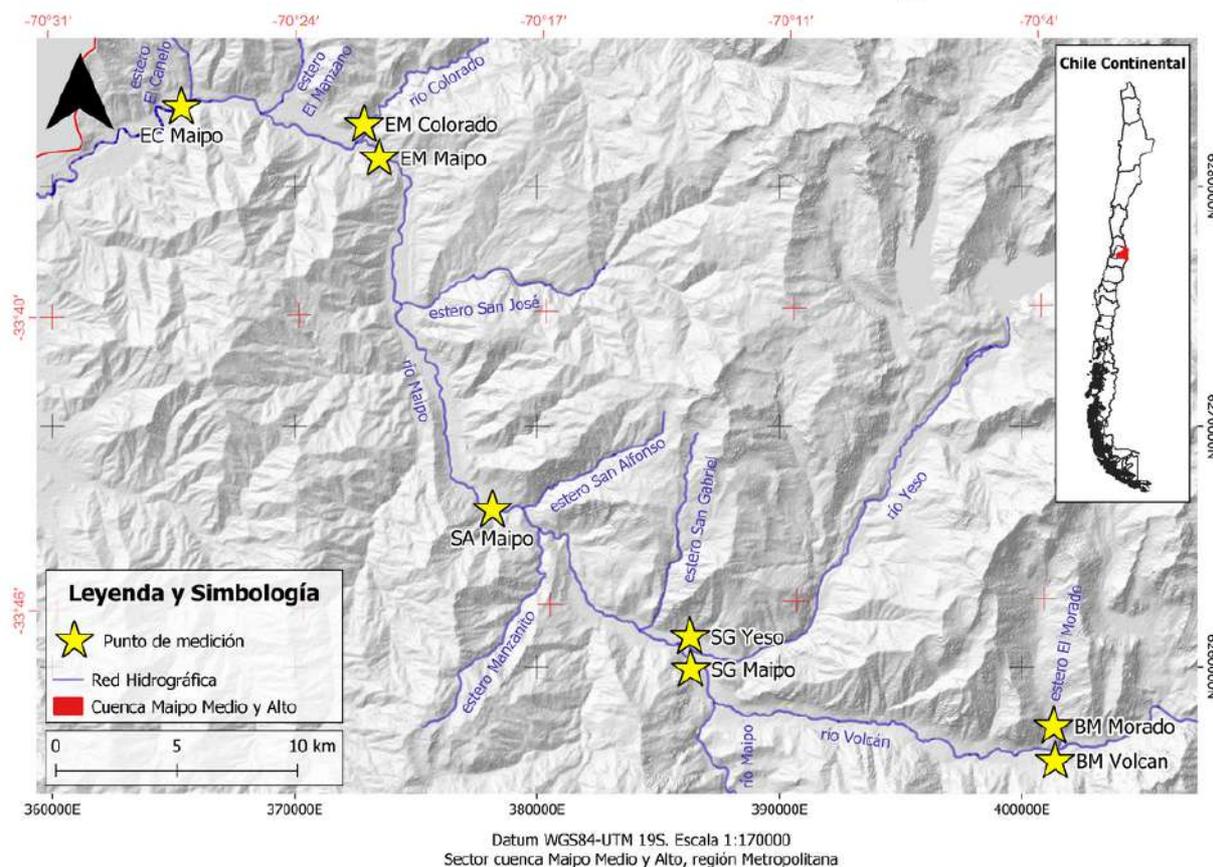
**Figura 2:** Climograma elaborado a partir de los datos de precipitación media y temperatura registrados en la estación meteorológica Embalse El Yeso durante los últimos 10 años (fuente: DGA) y Caudal registrado El Manzano en 2021.



## 1.5 PUNTOS DE MONITOREO

Los 8 puntos de monitoreo se distribuyen en 5 localidades principales donde se reúnen los Voluntarios. En el mapa (figura 3) se pueden observar los puntos desde la alta Cordillera hasta Santiago (de este a oeste), y en la tabla a continuación las estaciones detalladas.

**Puntos de medición de Voluntarios por el Agua**



**Figura 3:** Mapa de los puntos de medición del proyecto. Canelo y El Manzano comparten el mismo kit de medición

Los puntos de monitoreo de Baños Morales, San Gabriel y El Manzano están en una confluencia de dos ríos. Aquí se toma mediciones en ambos ríos, justo antes de su confluencia. Hay 4 puntos correspondientes al río Maipo y 4 puntos de otros ríos tributarios. En los resultados separamos los 4 puntos del Maipo para poder ver diferencias entre río arriba y río abajo.

**Tabla 1:** Puntos de monitoreo y río al que pertenecen.

Localidad	Río de medición
Baños Morales (BM)	Estero Morado
Baños Morales (BM)	Río Volcán
San Gabriel (SG)	Río Yeso
San Gabriel (SG)	<b>Río Maipo</b>
San Alfonso (SA)	<b>Río Maipo</b>
El Manzano (EM)	Río Colorado
El Manzano (EM)	<b>Río Maipo</b>
El Canelo (EC)	<b>Río Maipo</b>



## 2. METODOLOGÍA DEL MONITOREO

### 2.1 MONITOREO HIDROQUÍMICO

Para las mediciones mensuales el equipo de voluntarios se distribuye en cada uno de los puntos de medición para medir de forma periódica y simultánea el primer domingo de cada mes, aproximadamente a la misma hora; entre 09:30 y 10:30 AM.

Se realiza un registro fotográfico sistemático que muestre la evolución de la morfología, nivel de agua de cada río, mediante la aplicación CrowdWater.

En cada punto se utilizan los mismos instrumentos, descritos en el siguiente apartado. Se completa la ficha y luego se sube los datos al base de datos.

Cámpelo		MEDICIONES					
INSTRUMENTO	PARAMETROS	NO PUEDE SER PARA CONSULTA					
Multiparametro	pH	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 1	Medición 2	Medición 3
	OPN (pH)	8.32	8.32	8.32	8.28	8.32	8.28
	Conductividad (µS/cm o mS/cm)	-62.8	-62.6	-63.5	-65.8	-64.4	-63.3
	Sólidos disueltos (TDS) / ppm	109.6	108.0	103.4	102.3	98.5	100.6
	Solidez total / ppm	42.9	40.6	68.3	6.43	6.54	6.63
	Temperatura (°C)	24.9	49.5	48.5	47.9	45.9	44.1
	Temperatura de baño	15.4	14.2	13.5	13.5	13.5	13.5
Oxígeno disuelto	Oxígeno Disuelto (%)				16.3	16.5	15.4
	Oxígeno Disuelto (ppm)						
	Oxígeno Disuelto (mg/l)						
Dureza	Turbiedad (NTU)						
	Dureza (con 2 ml gotas x 10) / ppm	2.50	ppm				
Fecha: 24.12.2022		INSTRUMENTO					
Hora: 06		PARAMETROS					
Temperatura ambiente: 19 °C		VALOR					
		pH: 6.0					
		Dureza: 100					
		Cloro libre: 0.5					
		Bromo libre: 2.15-2					
		Clorato: 0					
		Hierro: 5					
		Cobre: 0					
		Plomo: 0					
		Mercurio: 0					
		Nitrato: 0					
		Fluoruro: 26					
		Yodo: 0					
		Ácido clorhídrico: 0					
		Carbonato: 0					
		Acetileno: 0					

**Figura 4:** Foto de la libreta de terreno donde se deja el registro del día de la medición y todos los resultados obtenidos.

## 2.2 INSTRUMENTOS

Cada de las 4 estaciones de monitoreo cuenta con un laboratorio portátil (kit) que contiene los siguientes equipos:

- Un multiparámetro
- Un kit de dureza
- Tiras de papel
- Test de bacterias
- Libro de registro de datos



### El multiparámetro:

→ Mide pH, ORP (Potencial oxido-reducción), Conductividad, Sólidos Disueltos Totales (TDS), Salinidad y Temperatura.

→ Se mide **3 veces** directamente en el **río** y además **3 veces** en un **balde**, ya que en este último se reduce la variabilidad de la medición.



### El kit de dureza es una titulación:

→ Se añaden 5 gotas de una solución y 2 gotas de un indicador a una cantidad conocida de agua - este tiene el color rosada.

→ Con una tercera solución se añaden gotas hasta que la muestra cambie a un color azulado. La cantidad de gotas añadidas indica la cantidad de Carbonato de Calcio en ppm.



### Tiras de papel para 14 parámetros:

→ Determina pH, Dureza, Cloro y Bromo libre, Cloro total, Hierro, Cobre, Plomo, Nitrato, Nitrito, Fluoruro, Yodo, Ácido cianúrico, Carbonato y Alcalinidad.



### Test de presencia de bacteria (E-Coli):

→ Después de 48 horas de incubación el resultado da positivo o negativo.



Además contamos con dos instrumentos más, un **Turbidímetro** (a la izquierda) que permiten medir la Turbiedad y un **Medidor de Oxígeno disuelto** (a la derecha). Ya que contamos con sólo un instrumento de cada tipo, se mide en un sólo punto cada mes.



## 2.3 ¿QUÉ SIGNIFICAN LOS PARÁMETROS?

El monitoreo físico y químico que lleva a cabo Voluntarios por el agua da a conocer algunas características del agua y la medición de algunos de estos parámetros se utilizan como indicadores de calidad de agua.

La medición de otros parámetros como el total de sólidos disueltos permiten relacionar niveles de erosión.

Ante la relación entre parámetros medidos en el agua como indicadores de calidad de agua, presentamos la Tabla 2 que responde a la pregunta:

**¿QUÉ VALORES PUEDEN SER DAÑINOS PARA LA SALUD O LOS ECOSISTEMAS?**

**Tabla 2:** Parámetros que miden los Voluntarios con sus definiciones, rango de valores que medimos en la estación el Manzano río Maipo. Rango potable (recomendable) y **\*norma secundario decreto 53** (MMA 2014) que solo existe para conductividad, pH y DO

Parámetro	Rango en Maipo (Manzano)	Rango agua potable y *norma secundario si existe	Orígenes naturales
Temperatura	5,7 a 16,9 °C	-	Temperatura ambiental, energía del sol, cercanía a glaciares
pH	8,08 a 8,46	6,5 a 8,5 <b>*(6,5 a 8,7)</b>	Temperatura, disolución de CO <sub>2</sub> en el agua y minerales disueltos
Conductividad	1018 a 3050 uS/cm	50-500 <b>*(1900 uS/cm)</b>	La geología local de los ríos suelta iones disueltos en el agua. La temperatura, pH y otros factores afectan su solubilidad
Potencial Redox	-73,40 a -65,17 mV	>400 mV (para agua potable con cloro)	Cargas positivas y negativas (las moléculas oxidadas y reducidas) presentes en el agua
Sólidos Disueltos Totales	675 a 2030 ppm	<500 ppm	Presencia de sales inorgánicas (principalmente calcio, magnesio, potasio, sodio, bicarbonatos, cloruros y sulfatos) y pequeñas cantidades de materia orgánica
Salinidad	494 a 1580 ppm	<900 ppm	Sales disueltas en agua. Está muy relacionado con la conductividad
Dureza	250 a 950 ppm	muy muy dura es >180 ppm	CaCO <sub>3</sub> . Minerales disueltos en el agua
Turbiedad	450 a >2000 NTU	agua potable < 4 NTU	Partículas en suspensión que cambian la claridad del agua que usualmente debe ser transparente
Oxígeno disuelto (DO)	7,3 a 7,8 mg/L	≥4 mg/L <b>*(8 mg/l)</b>	Es un indicador de condiciones básicas para la presencia de vida en el agua, como algas y peces.

---

## 2.4 FOTOS REPETITIVAS

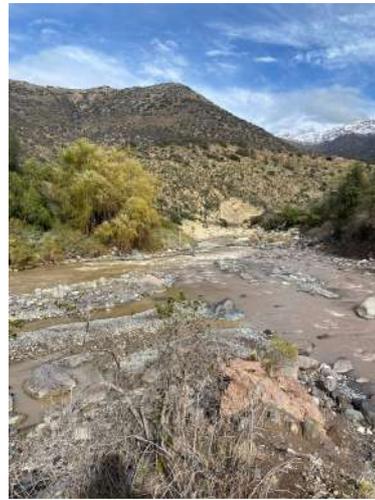
Complementando con la información química, realizamos un registro fotográfico que permita visualizar las variaciones de color y cantidad de agua en los ríos monitoreados. Aquí se ve la foto de cada mes en la confluencia de los ríos Maipo (a la izquierda) y Colorado (a la derecha) en la estación de monitoreo El Manzano.



Abril 2022



Mayo 2022



Junio 2022



Julio 2022



Agosto 2022



Septiembre 2022



Octubre 2022



Noviembre 2022



Diciembre 2022



Enero 2023



Febrero 2023



Marzo 2023

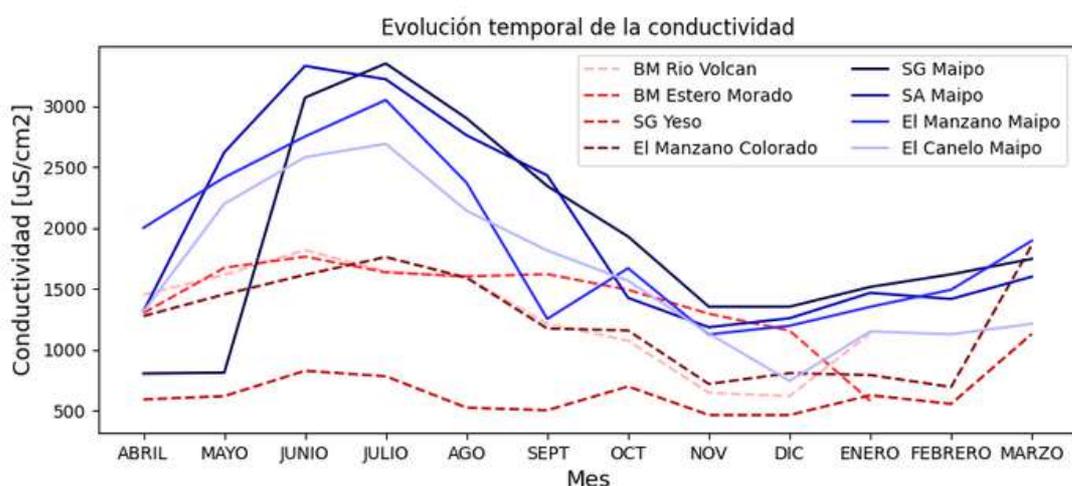
# 3. RESULTADOS

## 3.1 EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LOS PARÁMETROS

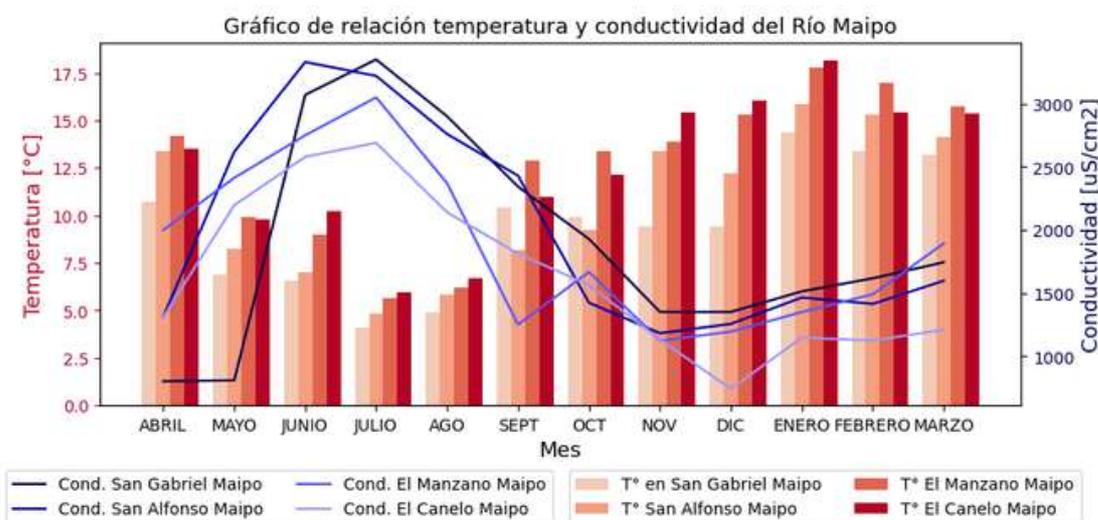
A continuación se presentan la evolución temporal desde Abril de 2022 a Mayo de 2023 de los parámetros medibles por el Multiparámetro y el test de Dureza. Separamos los 4 puntos del **río Maipo (El Canelo, El Manzano,**

**San Alfonso y San Gabriel) en tonalidades azules** con línea continua y los otros 4 puntos de **ríos afluentes (Colorado, Yeso, Volcán y estero Morado) en azul con línea punteada.**

### 3.1.1 EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LOS PARÁMETROS (TEMPERATURA Y CONDUCTIVIDAD)

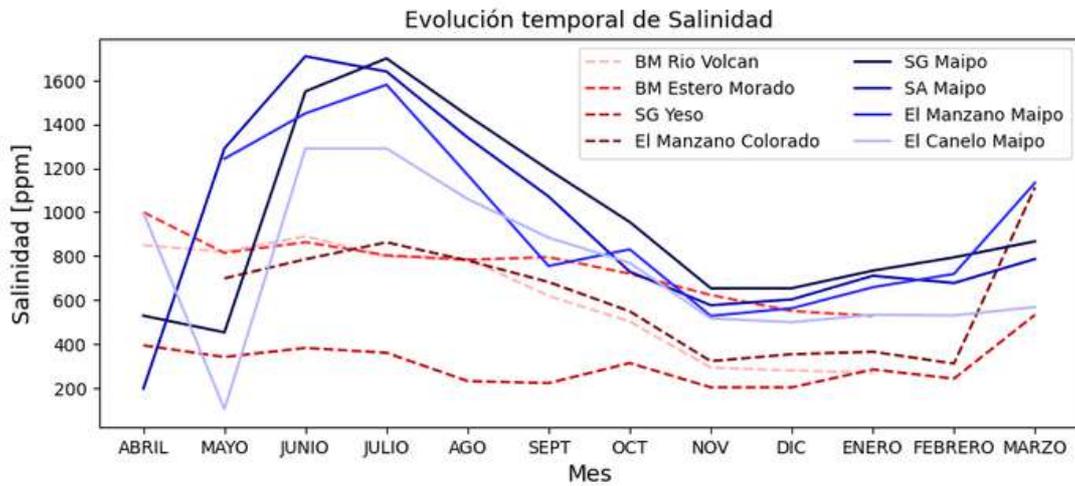


**Figura 5:** Conductividad del agua según los datos de los voluntarios en todos los puntos de monitoreo.

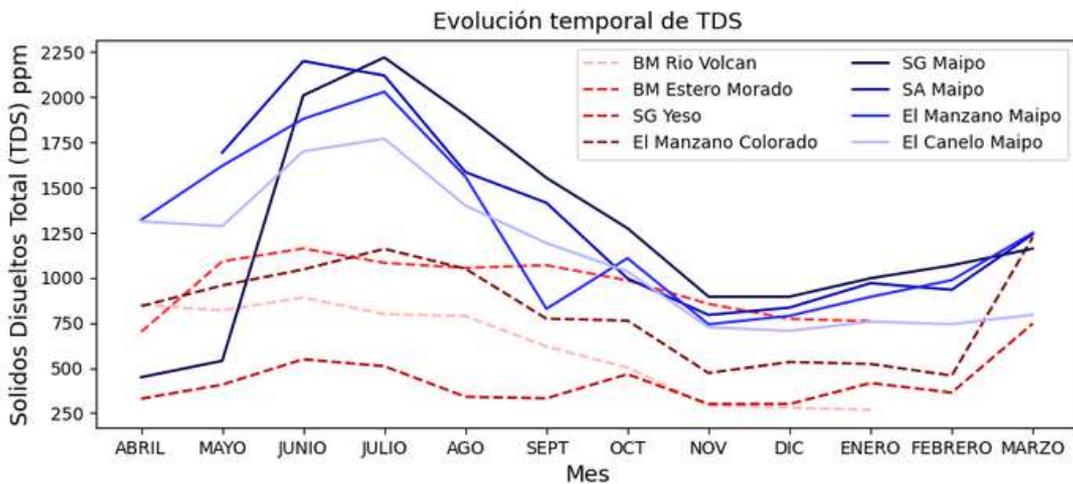


**Figura 6:** En el gráfico se observan los resultados de conductividad del agua y su relación con la temperatura según los datos de los voluntarios en las estaciones del río Maipo.

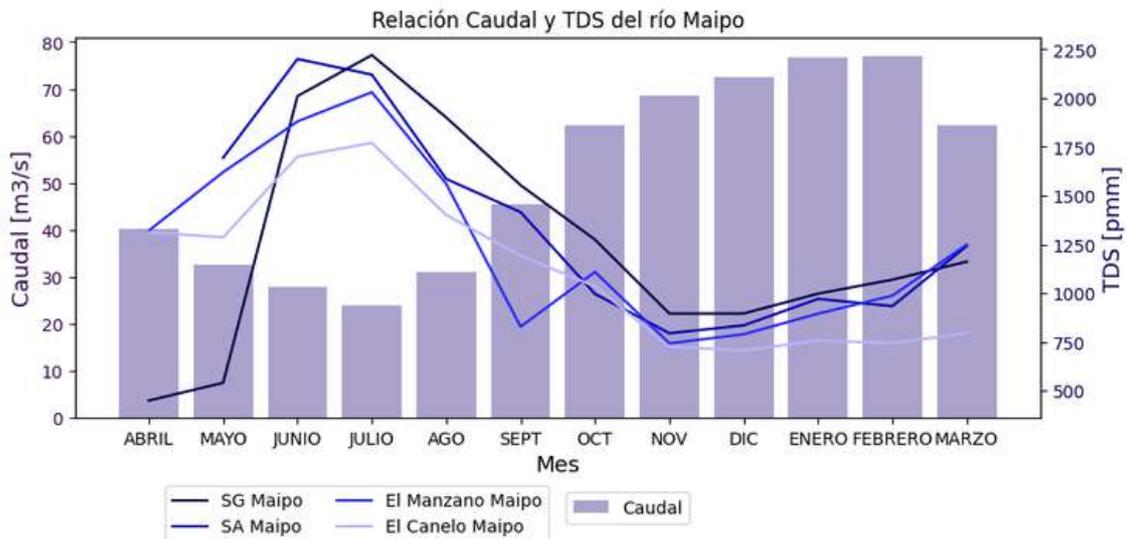
### 3.1.2 EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LOS PARÁMETROS (SALINIDAD, TDS Y SU RELACIÓN CON EL CAUDAL)



**Figura 7:** Evolución temporal de la salinidad según todas las estaciones de los voluntarios.

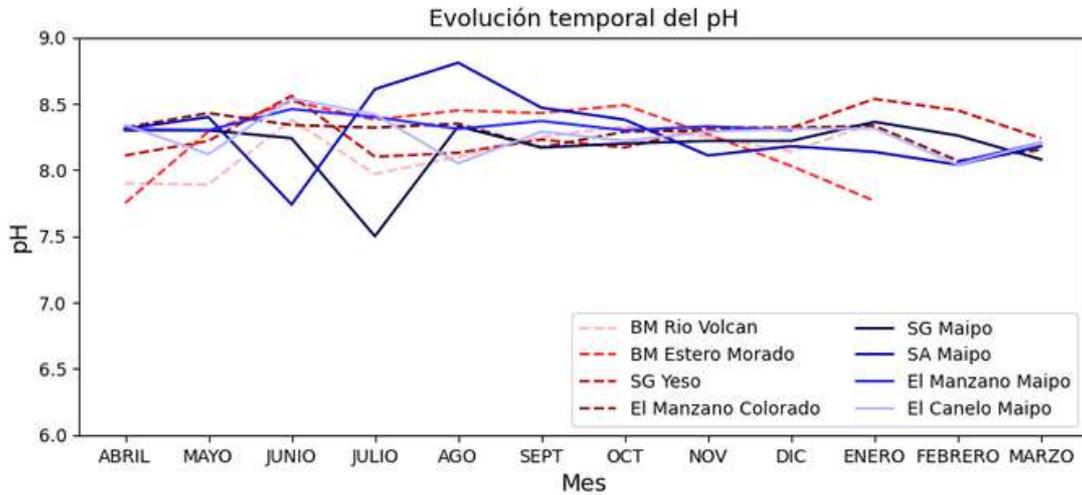


**Figura 8:** Evolución temporal del Solidos Disueltos Totales (TDS) según todas las estaciones de los voluntarios.

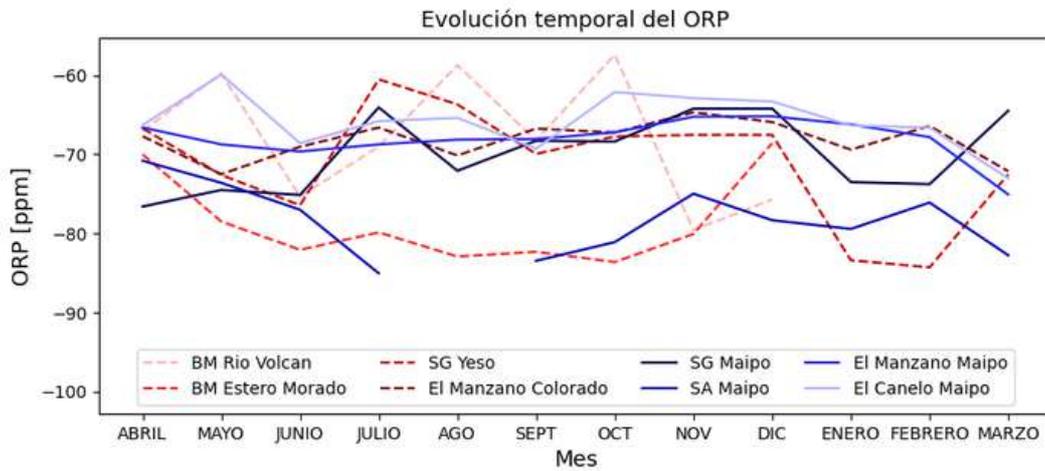


**Figura 9:** Evolución temporal del TDS en las estaciones del río Maipo y su relación con el caudal según los datos de la DGA para el año 2021.

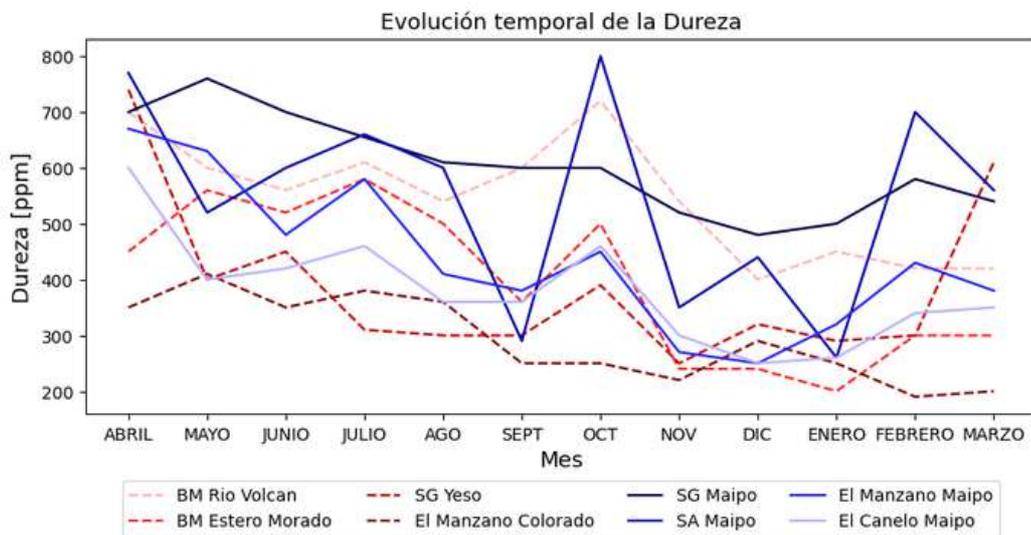
### 3.1.3 EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LOS PARÁMETROS (PH, POTENCIAL REDOX Y DUREZA)



**Figura 10:** Evolución temporal del pH según todas las estaciones de los voluntarios.



**Figura 11:** Evolución temporal del Potencial redox según todas las estaciones de los voluntarios.



**Figura 12:** Evolución temporal de la dureza según todas las estaciones de los voluntarios.

---

### 3.1.4 ANÁLISIS DE LOS GRÁFICOS

Mostramos las tendencias de parámetros cuantitativos medidos en los 8 puntos de monitoreo de Voluntarios por el Agua. Se comienza a principios de otoño, Abril 2022, y finaliza a mediados del verano del año siguiente, Marzo 2023. A esto se le denomina una serie de datos temporal, la cual coincide cercanamente con el año hidrológico de la cuenca. También es una línea de base, para mostrar qué niveles son normales y cuanto varia.

Los ríos de la cuenca del Maipo se alimentan de glaciares y derretimiento de nieve (regimen nival-pluvial), que se manifiesta como aumentos en los caudales durante septiembre-diciembre producto del deshielo.

Se observa que las tendencias de varios parámetros están relacionadas con el clima de la cuenca, dado que la temperatura baja considerablemente en invierno y esto cambia la capacidad de disolución de varios componentes en el agua (y la conductividad y salinidad). Así también se observa una relación entre el caudal y Solidos Disueltos (TDS) que en la medida que el caudal baja, sube el TDS. Esta última relación de parámetros se correlaciona con la **erosión, tipo de uso de suelo y topografía del terreno**. De este modo se pueden desarrollar prácticas que ayuden a reducir la erosión y pérdida de suelo (Ruiz-Córdova, S, et al. 2022).





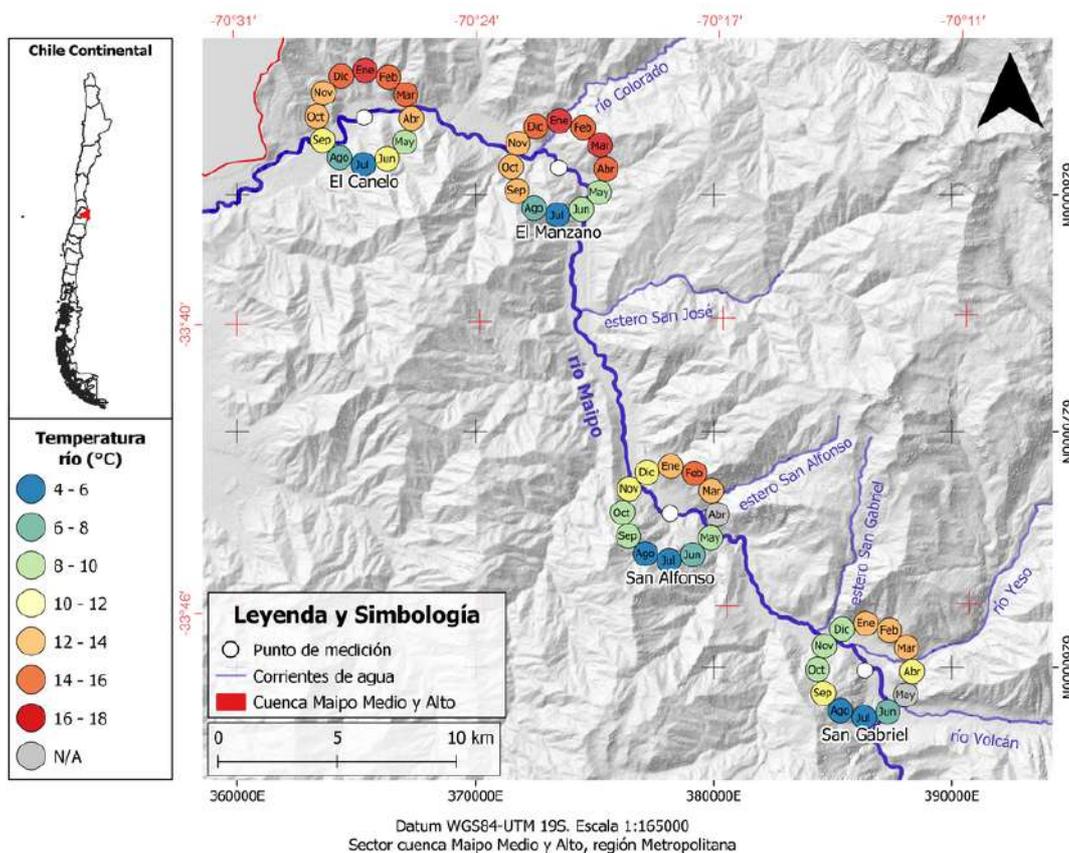
### 3.2 MAPAS DEL RÍO MAIPO

A continuación se ubican los resultados obtenidos por cada parámetro ilustrados espacialmente en un mapa. Los meses del año (círculos) simulan los números del reloj, representando un ciclo anual.

Se muestran los ciclos anuales de 7 parámetros cuantitativos del río Maipo para ver cómo varían desde El Canelo, cerca de Santiago, hasta San Gabriel.

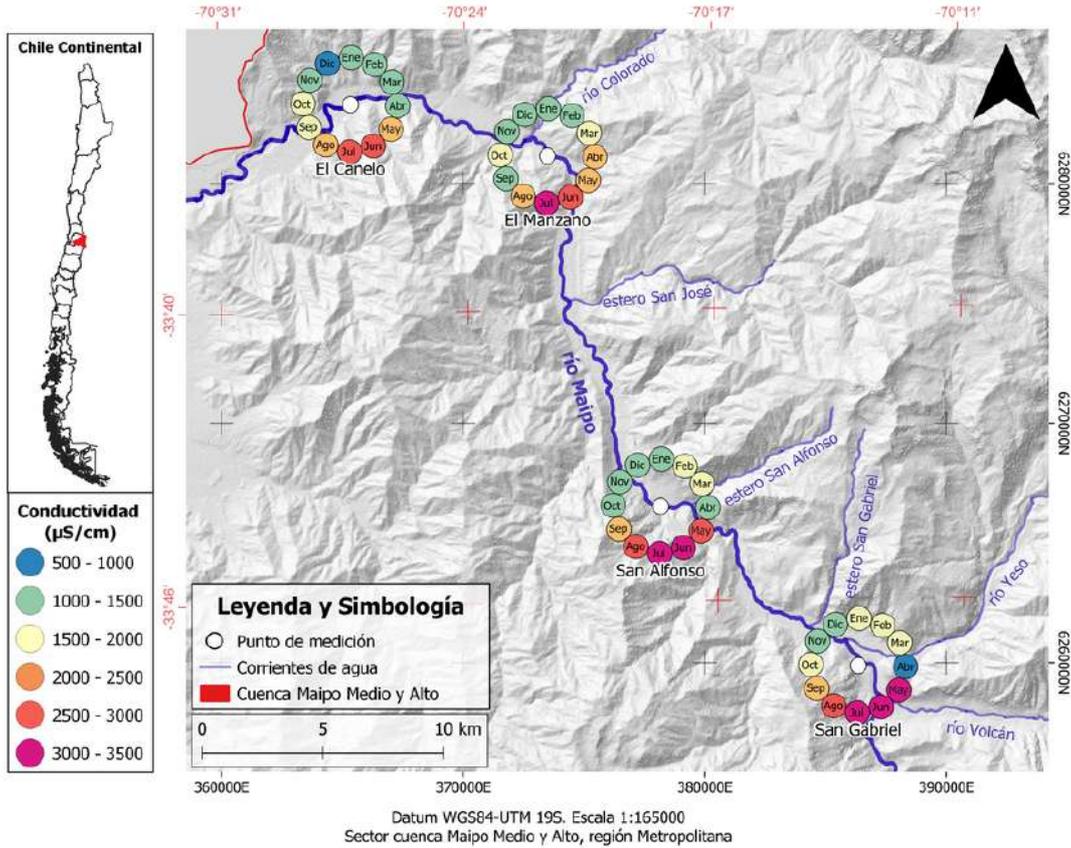
Hicimos un resumen de los círculos anuales de los 4 puntos del Maipo en Tabla 3 y para los ríos Colorado, Yeso, Volcán y estero Morado en Tabla 4.

**Evolución anual de la Temperatura en el río Maipo**



**Figura 13:** Ciclo anual de Temperatura en el río Maipo.

## Evolución anual de la Conductividad en el río Maipo



## Evolución anual del pH en el río Maipo

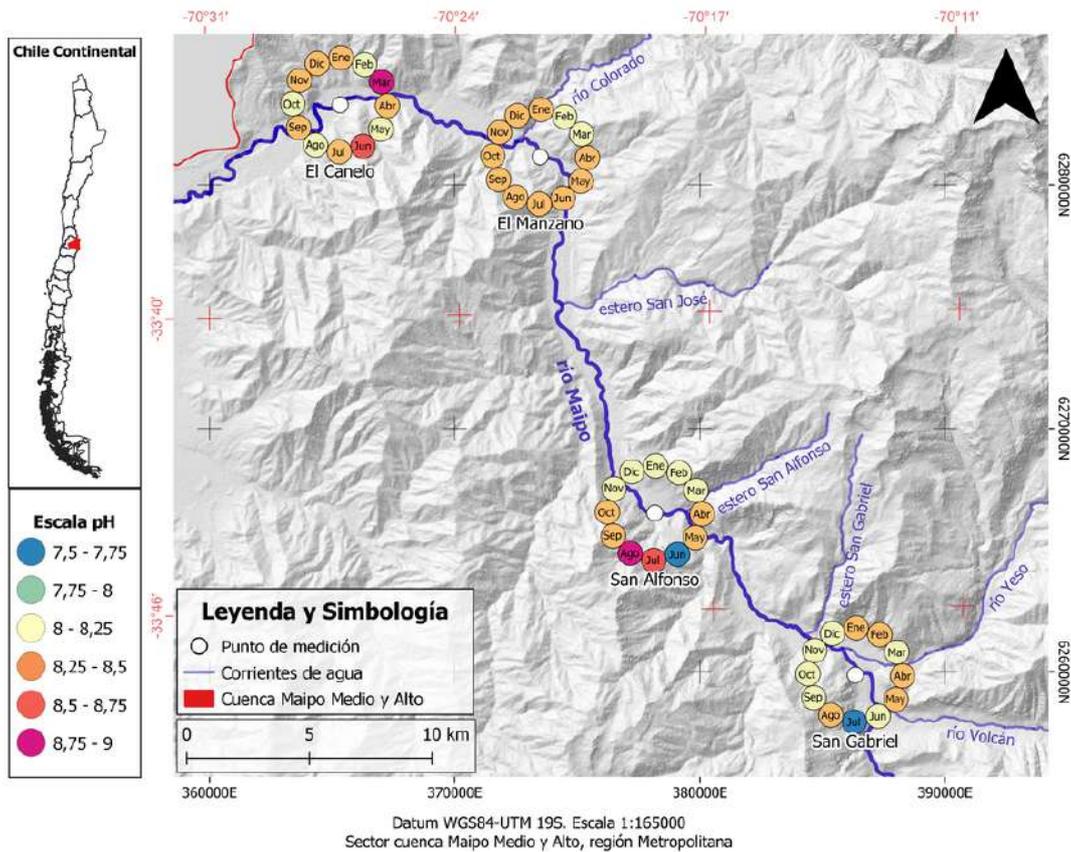
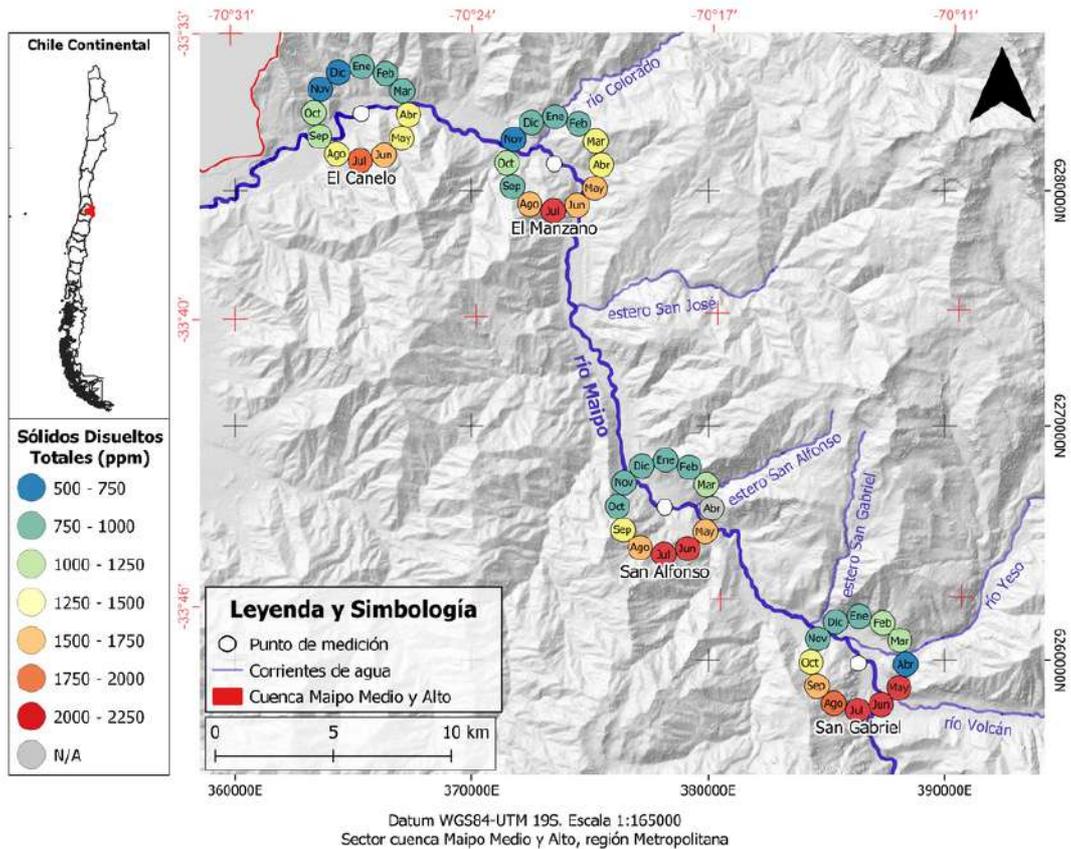


Figura 14 y 15: Ciclo anual de Conductividad y pH en el río Maipo.

## Evolución anual de los Sólidos Disueltos en el río Maipo



## Evolución anual de la Salinidad en el río Maipo

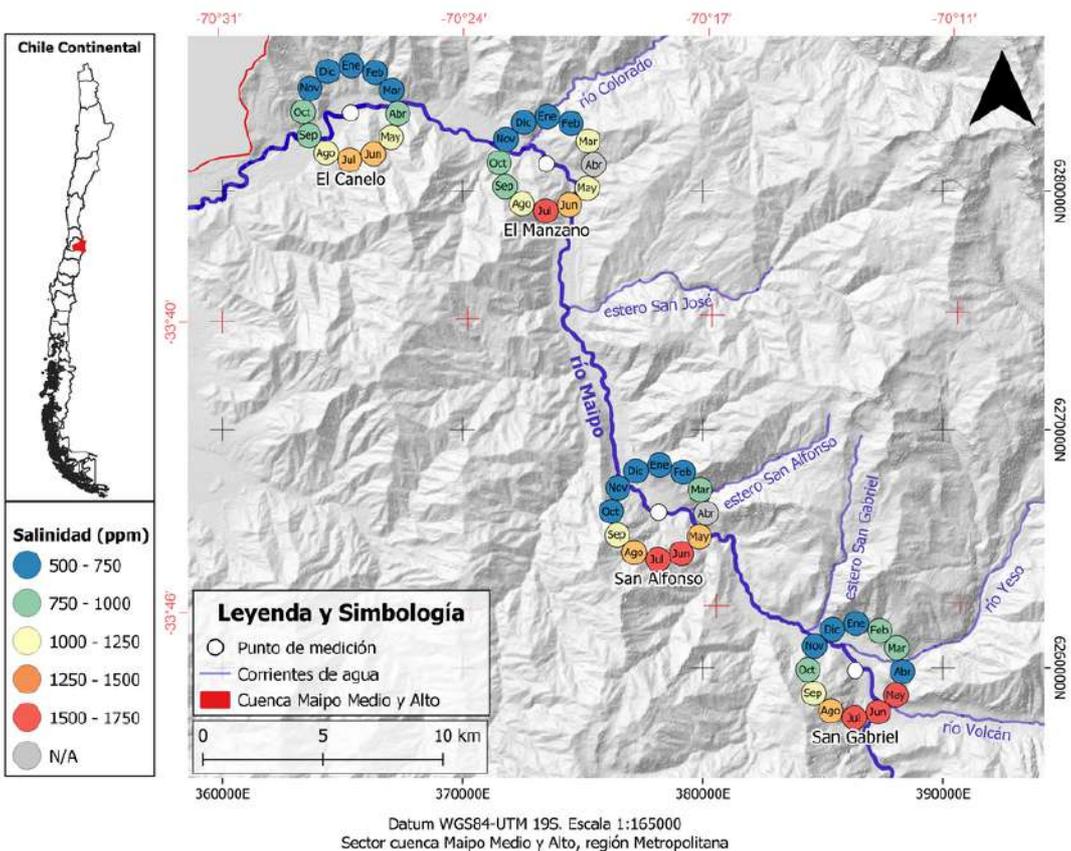
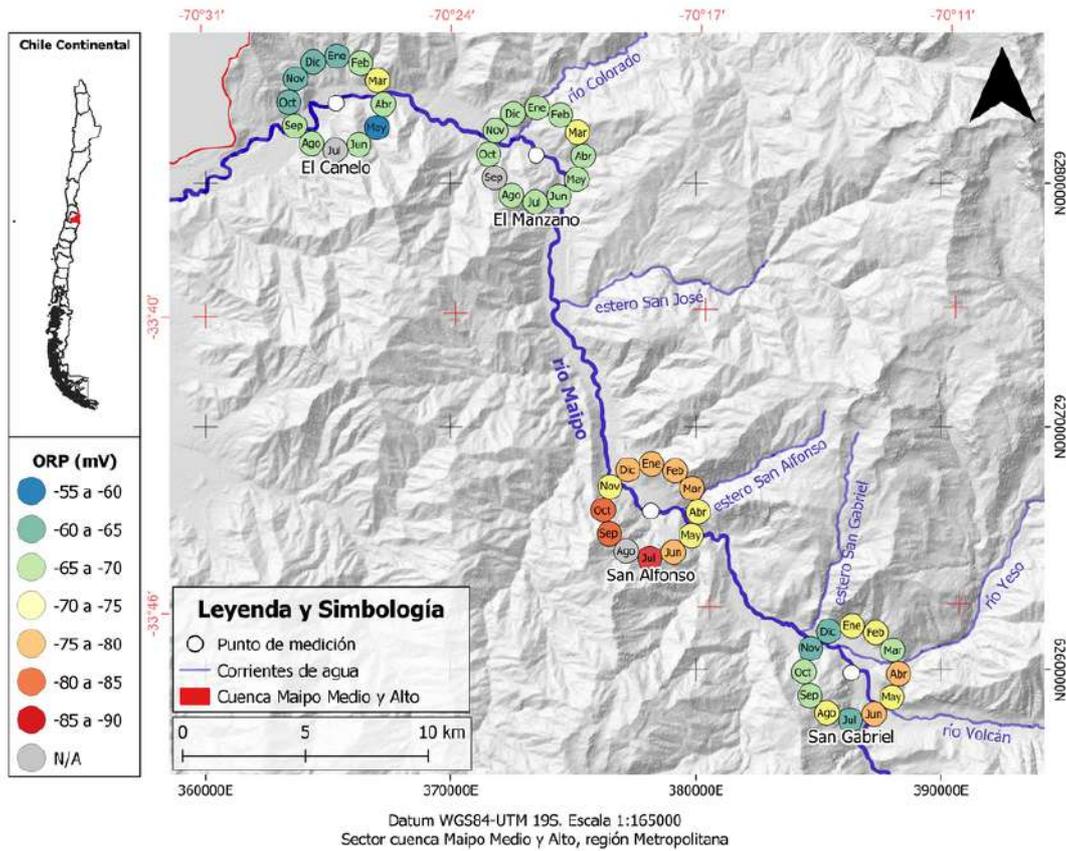


Figura 16 y 17: Ciclo anual de TDS y Salinidad en el río Maipo.

## Evolución anual del Potencial Redox en el río Maipo



## Evolución anual de la Dureza en el río Maipo

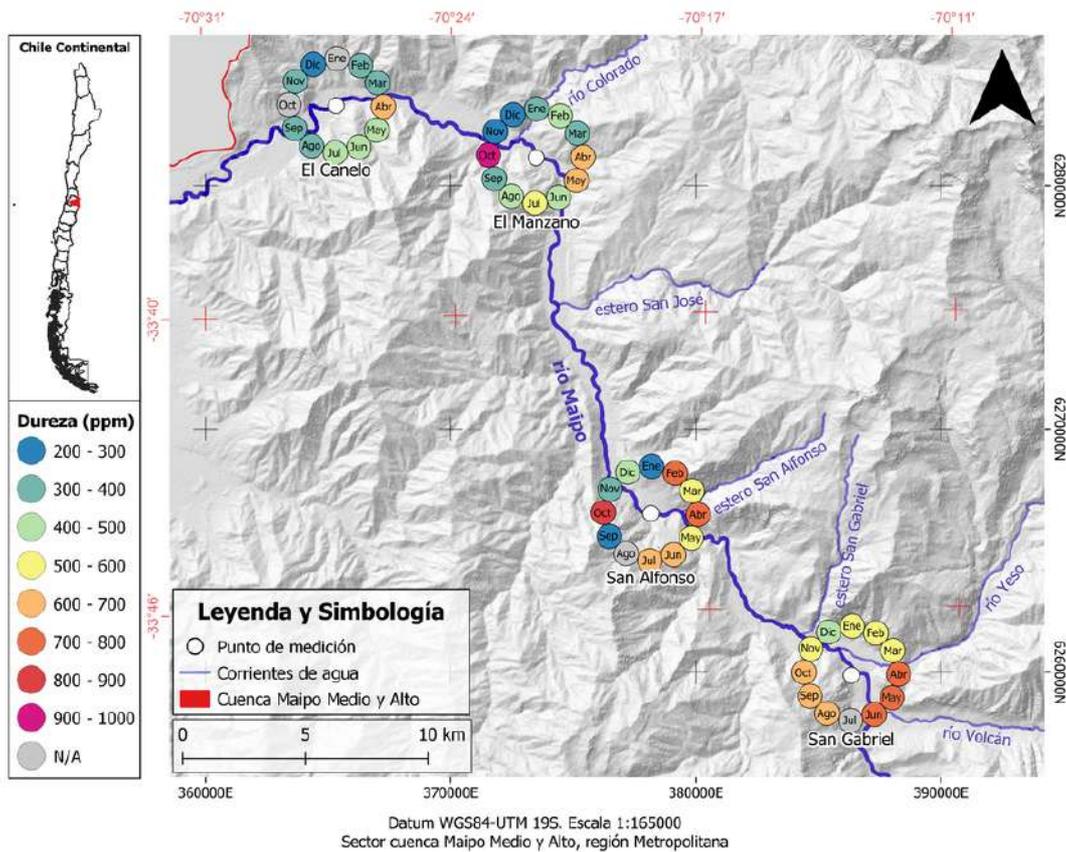
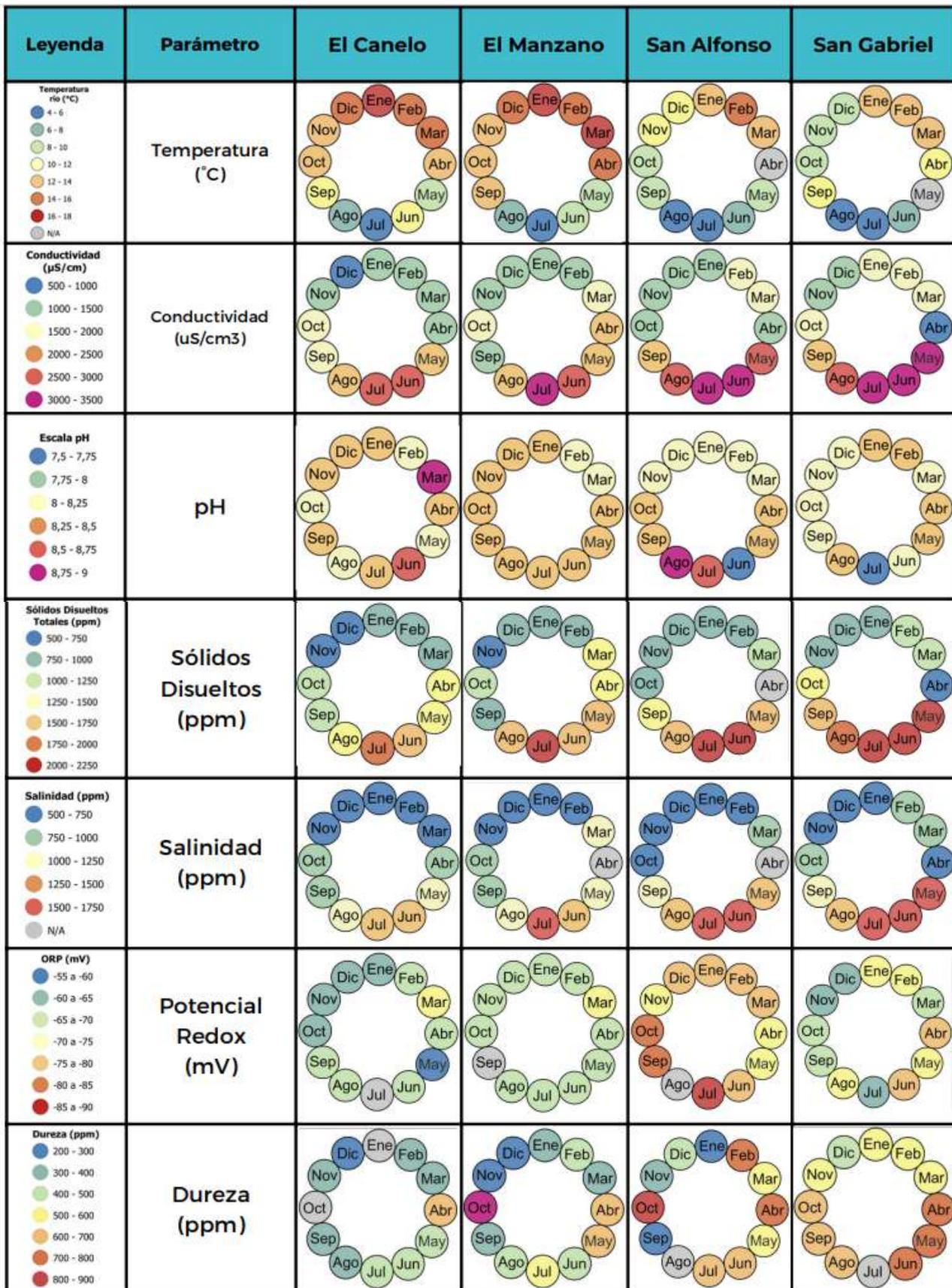


Figura 18 y 19: Ciclo anual de Potencial Redox y Dureza en el río Maipo.

### 3.3 CICLO ANUAL CON MESES COMO RELOJ

**Tabla 3:** Ciclo anual de diferentes parámetros de los 4 puntos del río Maipo



### 3.3 CICLO ANUAL CON MESES COMO RELOJ

**Tabla 4:** Ciclo anual de diferentes parámetros en los ríos Colorado, Yeso, Volcán y estero Morado.

Leyenda	Parámetro	Colorado	Yeso	Volcán	Morado
<b>Temperatura río (°C)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 4 - 6</li> <li>● 6 - 8</li> <li>● 8 - 10</li> <li>● 10 - 12</li> <li>● 12 - 14</li> <li>● 14 - 16</li> <li>● 16 - 18</li> <li>● N/A</li> </ul>	Temperatura (°C)				
<b>Conductividad (µS/cm)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 500 - 1000</li> <li>● 1000 - 1500</li> <li>● 1500 - 2000</li> <li>● 2000 - 2500</li> <li>● 2500 - 3000</li> <li>● 3000 - 3500</li> </ul>	Conductividad (uS/cm)				
<b>Escala pH</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 7,5 - 7,75</li> <li>● 7,75 - 8</li> <li>● 8 - 8,25</li> <li>● 8,25 - 8,5</li> <li>● 8,5 - 8,75</li> <li>● 8,75 - 9</li> </ul>	pH				
<b>Sólidos Disueltos Totales (ppm)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 500 - 750</li> <li>● 750 - 1000</li> <li>● 1000 - 1250</li> <li>● 1250 - 1500</li> <li>● 1500 - 1750</li> <li>● 1750 - 2000</li> <li>● 2000 - 2250</li> </ul>	Sólidos Disueltos (ppm)				
<b>Salinidad (ppm)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 500 - 750</li> <li>● 750 - 1000</li> <li>● 1000 - 1250</li> <li>● 1250 - 1500</li> <li>● 1500 - 1750</li> <li>● N/A</li> </ul>	Salinidad (ppm)				
<b>ORP (mV)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● -55 a -60</li> <li>● -60 a -65</li> <li>● -65 a -70</li> <li>● -70 a -75</li> <li>● -75 a -80</li> <li>● -80 a -85</li> <li>● -85 a -90</li> </ul>	Potencial Redox (mV)				
<b>Dureza (ppm)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 200 - 300</li> <li>● 300 - 400</li> <li>● 400 - 500</li> <li>● 500 - 600</li> <li>● 600 - 700</li> <li>● 700 - 800</li> <li>● 800 - 900</li> </ul>	Dureza (ppm)				

### 3.4. CALIBRACIÓN, ERRORES HUMANOS E INSTRUMENTALES



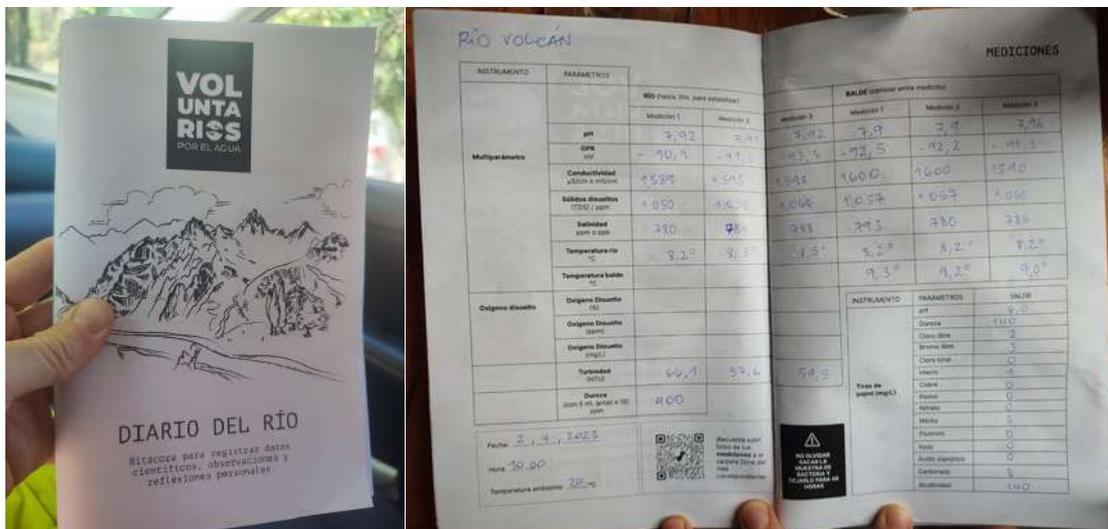
Los monitores que guardan los kits tienen soluciones de pH y conductividad para calibrar el instrumento antes de cada mes de medición. Además, cada 3 meses nos reunimos para calibrar y comparar los 4 instrumentos multiparámetros. Las variaciones entre instrumentos es despreciable (Tabla 5).

Parámetro	Error de fábrica	Error en terreno
pH	±0,01	0,05
ORP (mV)	±2,00	1,03
Conductividad (µS/cm)	±15,29	5,29
TDS (ppm)	±10,13	3,19
Salinidad (ppm)	±7,05	1,84
Temperatura (°C)	±0,02	0,24

**Tabla 5:** Errores de los multiparámetros a partir de una calibración con agua de balde.

La temperatura del agua influencia fuertemente los parámetros del multiparámetro. También sabemos que cada grupo no mide a la misma velocidad y que, especialmente en verano, el agua en el balde podría calentarse entre cada medición. Estos son errores humanos que son normales en proyectos comunitarios.

Errores en leer y transcribir los valores surgen, pero con el libro de terreno y el poder mirar los valores del mes pasado, esperamos que sean menos frecuente y que los voluntarios anoten bien la unidad que está midiendo el instrumento. Abajo pueden ver el librito/cuaderno de terreno, uno para cada kit.



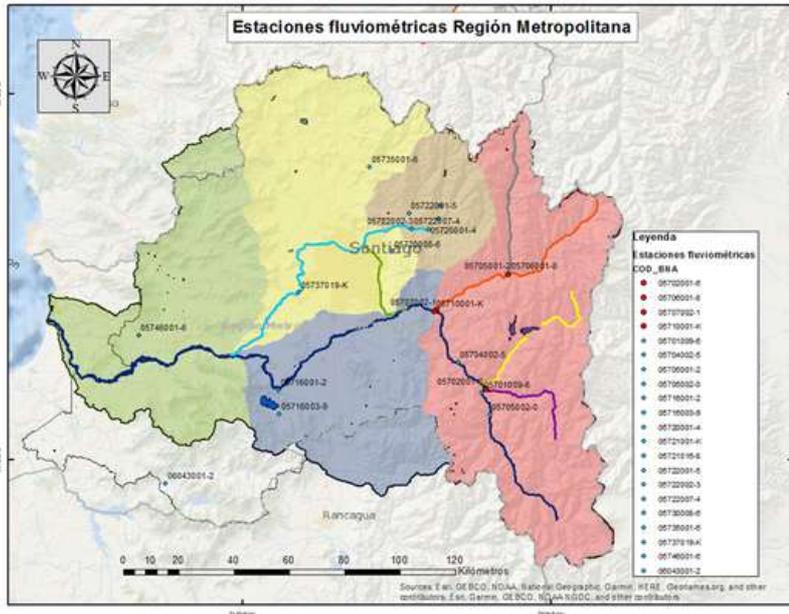
**Libro de terreno para anotar las mediciones en cada estación.**

### 3.5. COMPARACIÓN CON DATOS DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA) (1)

**ANÁLISIS DE DIEGO FELIPE GANGAS CIFUENTE, ESTUDIANTE DE PRÁCTICA DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TEMUCO,**

La Dirección General de Aguas (DGA) hace mediciones de calidad de agua en varios puntos del Río Maipo, Volcán, Colorado y Yeso pero con una frecuencia menor que el proyecto Voluntarios por el agua que lo hace una vez al mes. En figuras 20 y 21 se muestran las ubicaciones de los puntos de medición.

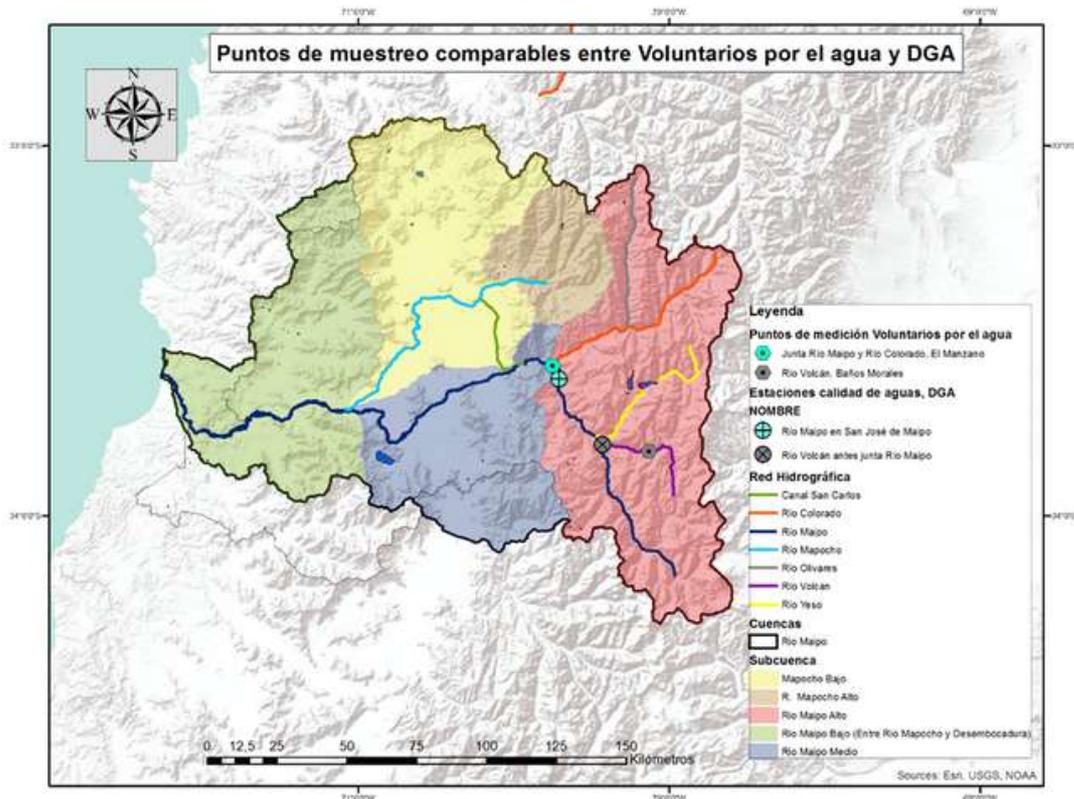
En la siguiente pagina graficamos mediciones de algunos parámetros que la DGA y Voluntarios por agua miden, del mismo mes. En el caso de las mediciones de la DGA, el horario del día de la medición, es desconocido. Lo anterior es comparado con las mediciones del primer domingo del mes cercano a las 10:00 de Voluntarios por el agua.



codigo	NOMBRE
05737019-K	RIO MAPOCHO EN EL TREBAL
05746001-6	ESTERO PUANGUE EN RUTA 78
05730008-6	QUEBRADA RAMON EN REGNTO EMOS
05735001-6	RIO COLINA EN PELDEHUE
05705001-2	RIO COLORADO ANTES JUNTA RIO OLIVARES
05700001-8	RIO OLIVARES ANTES JUNTA RIO COLORADO
05707002-1	RIO COLORADO ANTES JUNTA RIO MAIPO
05710001-K	RIO MAIPO EN EL MANZANO
05704002-5	RIO MAIPO EN SAN ALFONSO
05702001-6	RIO VOLCAN EN QUEL TEHUES
05701009-6	RIO MAIPO EN QUEL TEHUES
05705002-0	CANAL QUEL TEHUE
05721001-K	ESTERO YERBA LOCA ANTES JUNTA SAN FRANCISCO
05721016-8	RIO SAN FRANCISCO ANTES JUNTA ESTERO YERBA LOCA
05720001-4	RIO MOLINA ANTES JUNTA SAN FRANCISCO
05722001-5	ESTERO ARRAYAN EN LA MONTOSA
05722002-3	RIO MAPOCHO EN LOS ALMENDROS
05722007-4	RIO MAPOCHO EN LOS ALMENDROS GPRS
05716001-2	RIO ANGSTURA EN VALDIVIA DE PAINE
05716003-9	ESTERO PINTUE EN PUENTE PINTUE

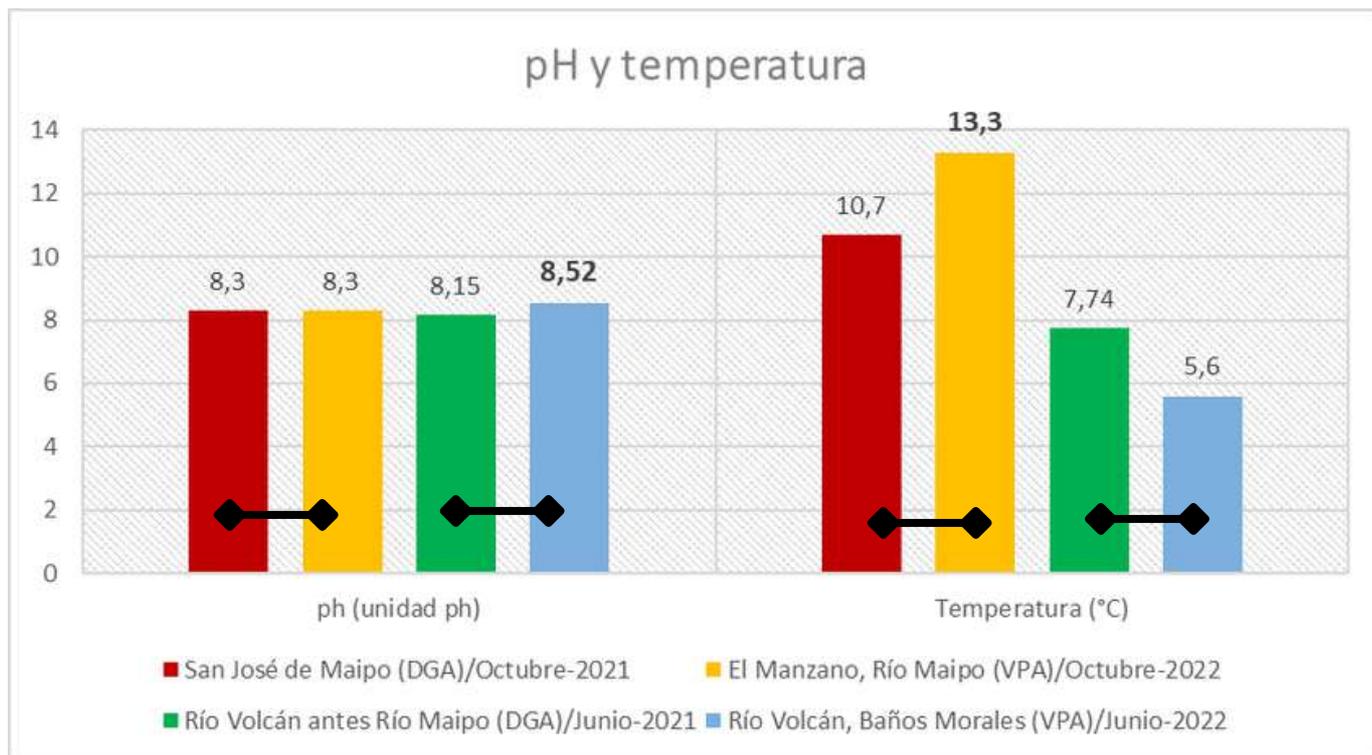
**Tabla 6:** Las 21 estaciones fluviométricas de la DGA en la región Metropolitana

**Figura 20:** Las 21 estaciones fluviométricas de la DGA en la región Metropolitana

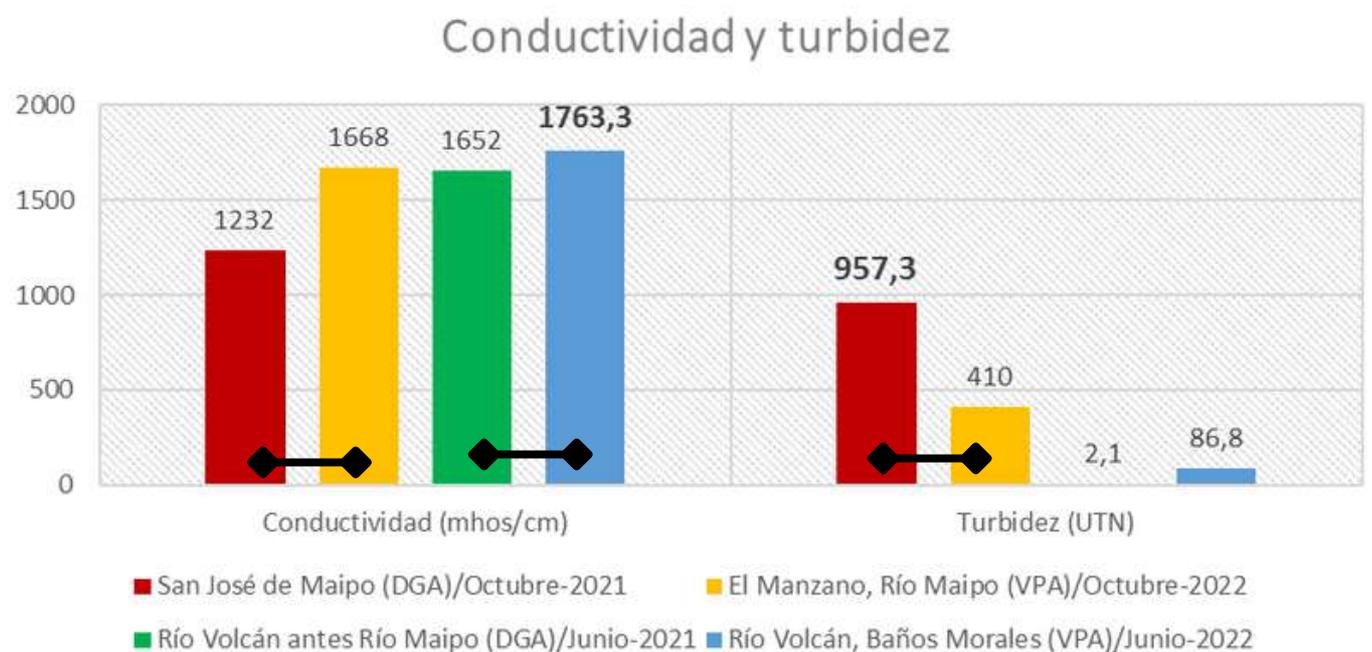


**Figura 21:** La ubicación de las 2 estaciones DGA que comparamos datos de calidad de agua con Voluntarios por el agua (río Maipo San José y río Volcán)

### 3.5. COMPARACIÓN CON DATOS DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (2)



**Figura 22:** Comparación de pH y temperatura entre estaciones San José de Maipo y Volcán (DGA) comparados con Voluntarios por el agua El Manzano y Baños Morales



**Figura 23:** Comparación de Conductividad y Turbidez entre estaciones San José de Maipo y Volcán (DGA) comparados con Voluntarios por el agua El Manzano y Baños Morales

En los gráficos comparamos pH, Temperatura, conductividad y turbidez entre estaciones de la DGA cerca de los puntos de medición de Voluntarios por el agua durante el mismo mes. Rojo se compara con amarillo y verde con azul. Para pH y conductividad son bastantes similares, pero para temperatura y turbidez, varía mucho según el día y hora que se mide. Por tanto, no se podría hacer una comparación mas profunda si no ocurren en el mismo día y hora ya que, tanto para temperatura como para turbidez, se producen cambios a nivel diario, anual y también dependiendo de las condiciones meteorológicas del día mismo.

# 4. FOTOS PUNTOS DE MEDICIÓN



## 4.1 EL CANELO Y EL MANZANO/GUAYACÁN

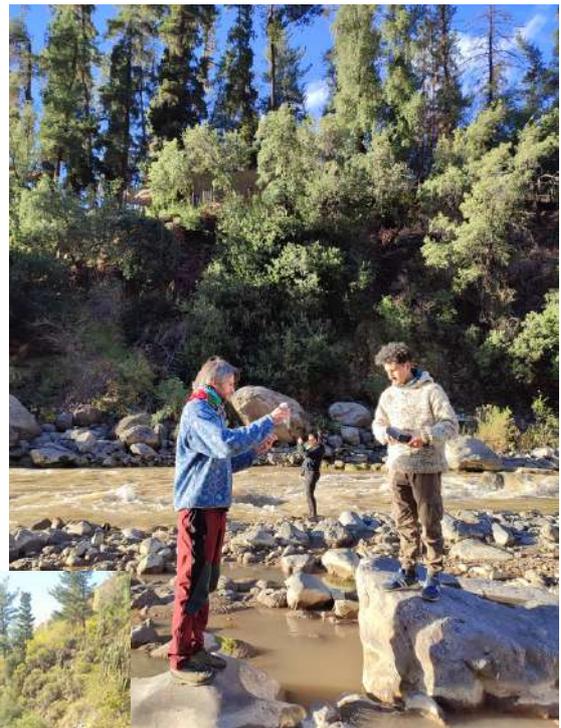


**Punto de encuentro: Canelo:** -33.576468, -70.452054 E, Altura 790 m,  
**Río Maipo:** 365328.06m E, 6283290.03m S  
**Punto de encuentro: El Manzano:** -33.601013 S, -70.359791 E, Altura 878 m,  
**Río Maipo:** 372549.45m E, 6281785.36m S, **Río Colorado:** 372549.45m E, 6281785.36m

# 4. FOTOS PUNTOS DE MEDICIÓN



## 4.2 SAN ALFONSO



Punto de encuentro: -33.730755 S, -70.314954 E, Altura 1057 m  
Río Maipo: 378162.35m E, 6266526.63m S

# 4. FOTOS PUNTOS DE MEDICIÓN



## 4.3 SAN GABRIEL



### Camping de Jarita, puente río Yeso

Punto de encuentro: -33.786392 S, -70.229894 E, Altura 1257 m  
Río Yeso: 385846m E, 6260945m S, Río Maipo: 385841m E, 6260937m S

# 4. FOTOS PUNTOS DE MEDICIÓN



## 4.4 BAÑOS MORALES



**Aluvión el 9  
enero 2023  
que derribó el  
puente de  
Baños Morales**



# 5. PROYECCIONES PARA EL SEGUNDO AÑO DE MEDICIONES

## ¿QUÉ AÑADIR A LA METODOLOGÍA DEL MONITOREO?

Se espera poder realizar estimaciones biológicas que puedan ser utilizadas como indicadores de la calidad de agua en la cuenca. También hacer más mediciones del entorno (atmosférico y cantidad de agua).

- **Macroinvertebrados**

Es una evaluación biológica o biomonitoreo. Consiste en recolectar e identificar macroinvertebrados que habitan en el fondo de cuerpos de agua. Son indicadores de contaminación del agua y ya se está implementando.

- **Bacterias**

Las bacterias tienen un rol en la naturaleza y también existen problemas de contaminación asociados a ellas. Si bien permiten comparar estándares de calidad de agua para uso humano, el río que monitoreamos no es potable. Sí es relevante un seguimiento al tratamiento posterior de estas aguas según la cuantificación de bacterias.

- **Análisis de metales y nutrientes**

Usamos tiras de papel para tener una idea de los niveles de nutrientes y metales pero sería bueno monitorearlos con instrumentos de laboratorio.

- **Mejorar foto repetitiva/Crowdwater**

Tener una periodicidad por cada estación de monitoreo para observar el cambio estacional a simple vista

- **Turbiedad y Oxígeno disuelto**

Cómo había solo un turbidímetro y un instrumento de Oxígeno disuelto, no era posible comparar en 4 ubicaciones cada mes. Sería bueno conseguir más instrumentos

- **Mediciones de temperatura ambiental**

Se podría medir temperatura ambiental, humedad y presión en cada punto con instrumentos portátiles

---

## 6. REFERENCIAS

Instituto Nacional de Estadísticas (2017). *Estadísticas Sociales: Censos de Población y Vivienda*. Recuperado de <https://www.ine.gob.cl/estadisticas/sociales/censos-de-poblacion-y-vivienda>

MMA 2014, Decreto 53, normas secundario rio Maipo: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1063954>

Ruiz-Córdova, S.S., Ramos-Escobedo, M.G., & Romagnoli, O.D. (2022). *Monitoreo Comunitario del Agua: El Enfoque DEGWWEN Cuidado Co-participativo de Cuencas*. Global Water Watch, Auburn University Water Resources Center, Auburn, Alabama, EE. UU.

<https://www.unesco.org/es/articles/el-futuro-del-agua-es-la-seguridad-hidrica>

Urrutia, P., Orrego, J., Urtubia, M., Concha, C., Astorga, D., Wenborne, G., Gerstle, J., Contador, B., Valenzuela, P. (2021). *Usos y abusos - Humanidad en las Cuencas - Río Maipo*. Ecosistemas.

World Resources Institute (2019). *17 Countries, Home to One-Quarter of the World's Population, Face Extremely High Water Stress*. Recuperado de [wri.org/aqueduct](http://wri.org/aqueduct)

### Descargas útiles

<https://www.ecosistemas.cl/wp-content/uploads/2021/02/Usos-y-abusos-Humanidad-en-las-cuencas-Rio-Maipo-web.pdf>

<https://gefmontana.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/08/Informe-San-Jose-de-Maipo.pdf>

<http://geoparquecajondelmaipo.cl/>

### Noticias

<https://revistacajondelmaipo.cl/2022/08/07/voluntarios-por-el-agua-ciudadana-por-la-defensa-de-la-salud-de-los-rios-del-cajon-del-maipo/>

<https://www.udd.cl/noticias/2022/06/23/ingenieria-udd-y-comite-ambiental-comunal-del-cajon-del-maipo-se-unen-para-medir-la-calidad-del-agua-del-sector/>

[https://www.yalitech.cl/corporativo/blog/yalitech\\_participa\\_como\\_sponsor\\_en\\_voluntarios\\_por\\_el\\_agua/](https://www.yalitech.cl/corporativo/blog/yalitech_participa_como_sponsor_en_voluntarios_por_el_agua/)

**Datos Hidroquímicos:** <https://snia.mop.gob.cl/BNAConsultas/reportes>

### Mapoteca digital de la DGA:

<https://dga.mop.gob.cl/estudiospublicaciones/mapoteca/Paginas/Mapoteca-Digital.aspx>

<https://voluntariosporelagua.cl>

<https://www.instagram.com/voluntariosxelagua/>