



Superintendencia del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

**INFORME TÉCNICO DE
CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AGUA**

**NORMA SECUNDARIA DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA PROTECCIÓN DE
LAS AGUAS SUPERFICIALES DE LA CUENCA DEL RÍO SERRANO**

**Sección de Recursos Hídricos
División de Fiscalización**

DFZ-2024-2919-XII-NC

Marzo 2025

	Nombre	Firma
Aprobado	Verónica González D.	
Elaborado	Elizabeth Sepúlveda E.	



CONTENIDO

1.	RESUMEN EJECUTIVO.....	3
2.	INTRODUCCIÓN	5
3.	OBJETIVO	6
4.	ALCANCE.....	7
5.	VALIDEZ DE LOS DATOS RED DE CONTROL	7
5.1.	Criterios para la validación de los datos.....	7
5.2.	Estaciones de monitoreo Red de Control.....	8
5.3.	Ejecución de campañas de monitoreo Red de Control.....	9
5.4.	Frecuencia de monitoreo de parámetros Red de Control	10
5.5.	Metodologías de muestreo y análisis.....	12
6.	RESULTADOS RED DE CONTROL Y CUMPLIMIENTO NORMATIVO	17
6.1.	Metodología para la evaluación del cumplimiento normativo.....	17
6.2.	Resultados de la evaluación del cumplimiento normativo	18
7.	VALIDEZ DE DATOS RED DE OBSERVACIÓN.....	29
7.1.	Estaciones de monitoreo Red de Observación	29
7.2.	Frecuencia de monitoreo Red de Observación	29
7.3.	Metodologías de muestreo y análisis.....	31
8.	RESULTADOS RED DE OBSERVACIÓN	31
9.	ANÁLISIS CONSOLIDADO DE DATOS HISTÓRICOS	32
10.	CONCLUSIONES	37
11.	ANEXOS	39



1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento da cuenta de la evaluación del cumplimiento de la norma de calidad del agua establecida en el D.S. N° 75/2010, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales de la Cuenca del Río Serrano, y de su Programa de Vigilancia, fijado mediante la Resolución Exenta N° 3307/2011, de la Dirección General de Aguas, de acuerdo a lo establecido en la letra e) del artículo 16 de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente, que indica que corresponderá a la Superintendencia del Medio Ambiente establecer los programas de fiscalización de las normas de calidad y normas de emisión para cada región, incluida la Metropolitana.

Se evaluó el cumplimiento de las normas de calidad para todas las áreas de vigilancia establecidas y para todas las estaciones de control incluidas en el programa de vigilancia actualmente vigente, durante el período bienal calendario 2022-2023, mediante la revisión de los datos proporcionados por la Dirección General de Aguas (DGA) respecto de las campañas de medición realizadas para la Red de Control, así como también se hizo una revisión de los datos entregados por la Seremi de Salud de la Región de Magallanes y la Antártica Chilena para la Red de Observación.

El análisis de datos incluido en el presente informe se realizó con las mediciones del periodo 2023, en consideración a que los datos correspondientes al período 2022 ya fueron validados y utilizados para la evaluación del cumplimiento normativo en el periodo bienal anterior, según se puede apreciar en el informe técnico de cumplimiento de expediente **DFZ-2023-3092-XII-NC**.

Para la revisión de los datos se consideraron los criterios administrativos y metodológicos establecidos en la norma de calidad y en el respectivo programa de vigilancia.

Red de Control

Se realizó el análisis de validez de los datos obtenidos y una evaluación del cumplimiento normativo para todos los parámetros normados, es decir, Aluminio; Cadmio; Cloruro; Cobre; Coliformes Fecales; Conductividad Eléctrica; Cromo; Hierro; Manganeso; Mercurio; Molibdeno; Níquel; Oxígeno Disuelto; pH; Plomo; RAS; Selenio; Sulfato y Zinc.

Así, se determinó cumplimiento normativo de los parámetros Aluminio; Cadmio; Cobre; Coliformes Fecales; Conductividad Eléctrica; Cromo; Hierro; Manganeso; Molibdeno; Níquel; Oxígeno Disuelto, Plomo, RAS y Zinc en todas las áreas de vigilancia, con la excepción de DG-10 y SE-20, donde todas las mediciones fueron referenciales⁽¹⁾. Por el contrario, fue posible establecer **incumplimiento normativo de pH en los ríos Baguales en BA-10 y Vizcachas en VI-10**.

Algunos de los parámetros se evaluaron sólo de manera referencial en todas las áreas de vigilancia. De esta forma se determinó incumplimiento referencial de Sulfato en PA-10 y SE-20 y cumplimiento

⁽¹⁾ La evaluación “referencial”, tiene un carácter informativo dado que no se cuenta con la cantidad mínima de datos para realizar la evaluación de cumplimiento normativo, ya sea por (1) inexistencia del reporte o (2) invalidación del mismo.



referencial para Sulfato en todas las estaciones restantes y para Cloruros y Selenio en todas las estaciones de la Red de Control. Lo anterior, debido a la invalidación de datos generado por: a) falta de información, b) límites de detección por sobre el 80% de lo normado, y/o c) tiempos de preservación por sobre lo recomendado previo a su análisis.

Red de Observación

Se constató la realización del monitoreo de la mayoría de los parámetros considerados en el Programa de Vigilancia, durante todo el período bienal 2022-2023, en todas las estaciones contempladas en dicho instrumento.

Los parámetros medidos en las estaciones indicadas fueron: Aluminio, Cadmio, Cloruro, Cobre, Coliformes Fecales, Conductividad Eléctrica, Cromo, Hierro, Manganese, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Oxígeno Disuelto, pH, Plomo, RAS, Selenio, Sulfato, Temperatura y Zinc, en tanto que aquellos no cuantificados correspondieron a: Cipermetrina, Diazinón, Fosfato, Nitrato y Macroinvertebrados Bentónicos.



2. INTRODUCCIÓN

La Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas Continentales de la Cuenca del río Serrano (en adelante, NSCA río Serrano), formalizada mediante el D.S. MINSEGPRES N° 75, de 2010, consiste en un instrumento de gestión ambiental para diagnosticar la calidad de los cuerpos de agua superficial que componen la cuenca del río Serrano en forma sistemática y permanente. Su objetivo es mantener la calidad de las aguas de dicha cuenca hidrográfica, prevenir su deterioro ambiental y recuperar, proteger y conservar su biodiversidad acuática.

La NSCA río Serrano estableció un total de nueve (9) áreas de vigilancia, definiendo niveles de calidad específicos para cada una de ellas respecto a los parámetros Conductividad; pH; Oxígeno Disuelto; Aluminio; Cadmio; Cloruro; Cobre; Cromo; Hierro; Manganese; Mercurio; Molibdeno; Níquel; Plomo; RAS; Selenio; Sulfato; Zinc y Coliformes Fecales, según el caso.

Por su parte, la Dirección General de Aguas (DGA), mediante Resolución Exenta N° 3307, de 28 de octubre de 2011, estableció el Programa de Vigilancia (en adelante, PV río Serrano), elaborado de acuerdo lo establecido en el artículo 11° del D.S. MINSEGPRES N° 75/2010 el que fue complementado respecto de los métodos analíticos y límites de detección con la Resolución Exenta N° 277, de 14 de febrero de 2012, también de la Dirección General de Aguas. En este documento se definen las estaciones de monitoreo que conforman la Red de Control que son utilizadas para verificar la calidad de las aguas en cada una de las áreas de vigilancia establecidas en la norma, además de incorporar áreas, estaciones y parámetros adicionales como parte de una Red de Observación que permita recabar información integral relativa a la situación ambiental de los cursos de agua normados y generar información para las revisiones futuras de las normas para su perfeccionamiento.

De acuerdo al artículo 7° de la NSCA río Serrano, la evaluación de los niveles de calidad requiere la verificación conjunta de toda la información levantada en cada estación de monitoreo, por un período de dos años consecutivos.

Cabe mencionar que el análisis de los datos del 2022 ha sido adoptado del Informe Técnico de Cumplimiento asociado al expediente **DFZ-2023-3092-XII-NC**, con algunas correcciones en los valores de RAS informados, además de incorporar datos que no se tuvieron a la vista a la publicación de dicho expediente. Por tanto, el presente informe complementa dicha información con el análisis de los datos del 2023, completando así un período de evaluación de la norma de dos años consecutivos, comprendido entre el 1 de enero de 2022 y el 31 diciembre de 2023, y con ello, el presente informe da cuenta de nueve (9) actividades de fiscalización ⁽²⁾.

Se debe señalar que los datos fueron proporcionados por la Dirección General de Aguas (DGA) a través de los oficios expuestos a continuación en Tabla 1:

⁽²⁾ Se considera como una actividad de fiscalización a la evaluación del cumplimiento normativo de cada una de las estaciones de la Red de Control (nueve en total), en el período bienal correspondiente al presente expediente.



Tabla 1. Antecedentes de monitoreos del periodo 2022-2023 en la cuenca del río Serrano.

Nº	Documentos	Fecha de entrega	Período que reporta
1	Oficio ORD. DGA N° 12, de 20 de abril de 2023. Envía Informe de Calidad de la Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales de la Cuenca del Río Serrano (Anexo 1).	20 de abril de 2023	1 de enero de 2022 a 31 de diciembre de 2022
2	Oficio ORD. SMA N° 2.109, de 30 de agosto de 2024. Solicita antecedentes complementarios que indica, respecto a los datos reportados mediante ANT. (Anexo 2).	30 de agosto de 2024	-
3	Oficio ORD. DGA N° 56, de 10 de septiembre de 2024. Responde al Oficio ORD. SMA N°2109, de 2024 (Anexo 3).	10 de septiembre de 2024	-
4	Oficio ORD. DGA N° 13, de 20 de abril de 2023. Envía Informe de Calidad de la Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales de la Cuenca del Río Serrano (Anexo 4).	22 de marzo de 2024	1 de enero de 2023 a 31 de diciembre de 2023
5	Oficio ORD. SMA N° 443, de 26 de febrero de 2024. Solicita antecedentes complementarios que indica, respecto a los datos reportados mediante ANT. (Anexo 5).	27 de febrero de 2024	-
6	Oficio ORD. DGA N° 10, de 3 de marzo de 2025. Responde al Oficio ORD. SMA N° 443, de 2025 (Anexo 6).	3 de marzo de 2025	-

Adicionalmente, mediante su Oficio ORD. N° 13/2024, la DGA ha remitido a esta SMA, los resultados de las mediciones de Coliformes Fecales realizadas por la SEREMI de Salud, región de Magallanes y Antártica Chilena en el año 2023.

La verificación del cumplimiento normativo realizado en el presente informe permitirá al Ministerio del Medio Ambiente activar los instrumentos de política pública que correspondan, y en caso de ser necesario, de acuerdo a lo establecido en la Resolución Exenta N° 302, de 2011, del Subsecretario del Medio Ambiente, que instruye sobre modificaciones al procedimiento de declaración de zona saturada y latente, a partir de la entrada en vigencia de la nueva Institucionalidad Ambiental, modificada por la Resolución Exenta N° 422, de 2012.

3. OBJETIVO

El objetivo general es evaluar el cumplimiento de las NSCA río Serrano para el período bienal calendario 2022-2023, para todas las estaciones de control incluidas en la norma y en el programa



de vigilancia actualmente vigente, además de un análisis histórico con respecto a la evolución de la calidad de las aguas durante el periodo controlado en que se cuenta con información (2011- 2023).

4. ALCANCE

Mediante el presente informe se realiza la verificación de la información recopilada en la Red de Control durante el período bienal calendario 2022-2023, para lo que se evalúa si se generó en estricta concordancia a los criterios técnicos establecidos en las NSCA río Serrano, en el PV río Serrano y en las demás referencias técnicas de la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) aplicables al caso. En función de lo anterior, se determina el escenario bajo el cual corresponde realizar la evaluación del cumplimiento normativo para cada parámetro y en cada estación.

Luego, para cada parámetro y estación de la Red de Control se presentan los resultados y se realiza la evaluación del cumplimiento normativo, teniendo como referencia los criterios establecidos en las NSCA río Serrano. Los resultados permiten calificar cada caso como cumplimiento o incumplimiento normativo, o su símil referencial según corresponda, e identificar los casos en que no es posible realizar el análisis.

Por último, se describen las condiciones bajo las cuales se ha ejecutado el monitoreo de la Red de Observación, se analiza la validez de los resultados según los compromisos establecidos en las NSCA río Serrano y en el PV río Serrano, y se provee de un análisis de los resultados.

5. VALIDEZ DE LOS DATOS RED DE CONTROL

5.1. Criterios para la validación de los datos

De acuerdo a lo establecido en el PV río Serrano y en las referencias técnicas de la SMA, los datos utilizados en la evaluación de cumplimiento normativo, deben ser previamente validados a través del cumplimiento de los criterios de validación siguientes:

- a) Validación de los datos obtenidos en campañas de monitoreo realizadas conforme a la frecuencia anual y ubicación de las áreas de Vigilancia definidas en la norma y su Programa de Vigilancia. Se exceptúa de lo anterior, aquellos casos donde las muestras o campañas han sido calificadas fundamentalmente como no representativas por la Dirección General de Aguas, en los términos establecidos en el artículo 8º de las NSCA río Serrano.
- b) Para validar la estacionalidad, se entenderá que las estaciones del año coinciden con el trimestre calendario, esto es: verano es el período comprendido por los meses de enero, febrero y marzo; otoño es el período comprendido por los meses de abril, mayo y junio;



invierno es el período comprendido por los meses de julio, agosto y septiembre; y primavera es el período comprendido por los meses de octubre, noviembre y diciembre.

- c) Obtención de resultados de los parámetros normados utilizando las metodologías de muestreo, medición y ensayo (análisis) correspondientes.
- d) Un resultado se considerará válido si los tiempos de preservación de las muestras concuerdan con lo establecido en las referencias técnicas sobre la materia (NCh 411/3 Of.96 y/o Standard Methods for Examination of Water and Wastewater).
- e) Validación de resultados de parámetros cuando su determinación es menor al límite de detección (LD), en base a lo siguiente:
 - i) Si el LD \geq al 80% del límite normativo, se considerará no válido.
 - ii) Si LD < al 80% del límite normativo, se considerará que el valor es válido y que el resultado a considerar es igual al LD.

Los resultados obtenidos en el análisis por cada criterio de validación analizado, durante el periodo bienal 2022-2023, se expone a continuación.

5.2. Estaciones de monitoreo Red de Control

A continuación, la **Figura 1** presenta el listado y ubicación de todas las estaciones que componen el programa de vigilancia ambiental de la norma, incluyendo tanto las estaciones incluidas en la red de control, como las correspondientes a la red de observación.

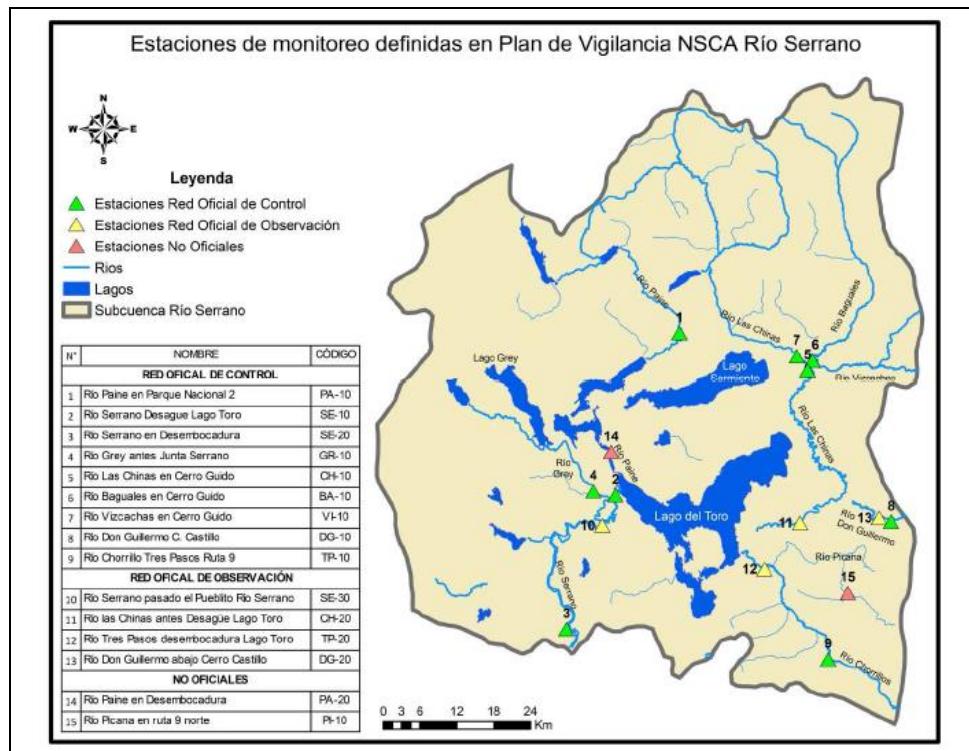


Figura 1. Representación espacial de las áreas de vigilancia y estaciones de monitoreo para la cuenca del río Serrano (Fuente: Minuta DCPRH⁽³⁾ N° 13/2024).

Las actividades de muestreo ejecutadas en las estaciones señaladas durante el período bienal calendario 2022-2023 fueron reportadas a esta Superintendencia por parte de la DGA, a través de los oficios especificados en la **Tabla 1**.

Por medio de los mismos ordinarios, la DGA informó que los puntos de control muestreados son concordantes con los definidos en la norma y programa de vigilancia respectivos.

5.3. Ejecución de campañas de monitoreo Red de Control

El artículo 6° de la norma establece que el monitoreo para verificar el cumplimiento de las normas secundarias de calidad ambiental deberá realizarse anualmente para cada parámetro, en cada una de las áreas de vigilancia, con una frecuencia mínima de **cuatro veces al año** con distribución estacional y de acuerdo al Programa de Vigilancia (PV).

Por tanto, la representatividad estacional será validada habiendo al menos una campaña de monitoreo en cada uno de los mencionados trimestres.

No obstante, de manera adicional, el artículo 11° de la norma secundaria de calidad indica que el Programa de Vigilancia deberá señalar al menos, y sin perjuicio de lo dispuesto en el artículo 6°, los parámetros que se medirán, las estaciones de monitoreo de calidad de aguas, las frecuencias mínimas de monitoreo, las responsabilidades y las metodologías analíticas seleccionadas para cada parámetro a monitorear. Teniendo lo anterior como referencia, el PV del río Serrano establece que los muestreos se realizarán preferentemente durante los meses de febrero, junio y octubre, fijando así una frecuencia de tres muestreos anuales, constituyendo una contradicción que finalmente se resuelve en base a lo indicado en la norma, según se señala en oficio Ord. DGA N° 256, de 2015 (**Anexo 6**).

Siendo así, durante el periodo bienal 2022-2023 se constató la realización de las campañas señaladas en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Fecha de realización de las campañas de medición de la Red de Control de la Norma por parte de la DGA
(Fuente elaboración propia a partir de antecedentes entregados por DGA, según ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.).

Nombre área vigilancia	Nombre estación de monitoreo	Código estación	Campañas 2022	Campañas 2023
Río Paine	Río Paine en Parque Nacional 2	PA-10	18/01/2022 03/05/2022 02/08/2022 12/10/2022	14/02/2023 16/05/2023 08/08/2023 11/10/2023
Río Serrano	Río Serrano en desagüe lago del Toro	SE-10	18/01/2022 03/05/2022 02/08/2022 12/10/2022	14/02/2023 16/05/2023 08/08/2023 11/10/2023

⁽³⁾ DCPRH, Departamento de Conservación y Protección de Recursos Hídricos de la Dirección General de Aguas



Nombre área vigilancia	Nombre estación de monitoreo	Código estación	Campañas 2022	Campañas 2023
	Río Serrano en desembocadura	SE-20	21/03/2022 10/05/2022 15/09/2022 16/11/2022	19/04/2023 27/09/2023 20/12/2023
Río Grey	Río Grey antes junta Serrano	GR-10	18/01/2022 03/05/2022 02/08/2022 12/10/2022	14/02/2023 16/05/2023 09/08/2023 11/10/2023
Río Las Chinas	Río Las Chinas en Cerro Guido	CH-10	18/01/2022 03/05/2022 02/08/2022 12/10/2022	14/02/2023 16/05/2023 08/08/2023 11/10/2023
Río Baguales	Río Baguales en Cerro Guido	BA-10	19/01/2022 04/05/2022 03/08/2022 14/10/2022	15/02/2023 17/05/2023 09/08/2023 12/10/2023
Río Vizcachas	Río Vizcachas en Cerro Guido	VI-10	19/01/2022 04/05/2022 03/08/2022 14/10/2022	15/02/2023 17/05/2023 09/08/2023 12/10/2023
Río Don Guillermo	Río Don Guillermo en Cerro Castillo	DG-10	03/08/2022 14/10/2022	17/05/2023 09/08/2023 12/10/2023
Río Tres Pasos	Río Chorrillo Tres Pasos en Ruta N° 9	TP-10	19/01/2022 04/05/2022 03/08/2022 14/10/2022	16/02/2023 17/05/2023 09/08/2023 12/10/2023

En vista de lo anterior, es posible indicar que en el periodo 2022-2023 se efectuaron los monitoreos en todas las áreas de vigilancias y estaciones definidas para la Red de Control establecida en las NSCA río Serrano, con la excepción de DG-10 en la campaña de otoño de 2022 y ambas campañas de verano, 2022 y 2023, cuando no hubo escurrimiento en la estación, y por lo tanto no se pudo muestrear y SE-20 en verano de 2023, dada la imposibilidad logística de navegar hasta el punto de muestreo por parte de DGA.

5.4. Frecuencia de monitoreo de parámetros Red de Control

En cuanto a los parámetros analizados, en la **Tabla 3** se resume la frecuencia de análisis de cada uno de ellos, destacándose en rojo los parámetros no analizados o analizados en menor frecuencia a la establecida en las normas.

Tabla 3. Frecuencia de monitoreo en aguas superficiales de cuenca del río Serrano durante período enero 2022 - diciembre 2023 (Fuente: elaboración propia).

Parámetros	Frecuencia								
	PA-10	SE-10	SE-20	GR-10	CH-10	BA-10	VI-10	DG-10	TP-10
Aluminio	4/4	4/4	4/3	4/4	4/4	4/4	4/4	2/3	4/4
Cadmio	4/4	4/4	4/3	4/4	4/4	4/4	4/4	2/3	4/4



Parámetros	Frecuencia								
	PA-10	SE-10	SE-20	GR-10	CH-10	BA-10	VI-10	DG-10	TP-10
Cloruro	4/3	4/3	4/3	4/3	4/3	4/3	4/3	2/2	4/3
Cobre	4/4	4/4	4/3	4/4	4/4	4/4	4/4	2/3	4/4
Coliformes Fecales ⁽⁴⁾	-	4/4	-	-	4/4	-	-	-	-
Conductividad eléctrica	4/4	4/4	4/3	4/4	4/4	4/4	4/4	2/3	4/4
Cromo	4/4	4/4	4/3	4/4	4/4	4/4	4/4	2/3	4/4
Hierro	4/4	4/4	4/3	4/4	4/4	4/4	4/4	2/3	4/4
Manganoso	4/4	4/4	4/3	4/4	4/4	4/4	4/4	2/3	4/4
Mercurio	4/4	4/4	4/2	4/4	4/4	4/4	4/4	2/3	4/4
Molibdeno	4/4	4/4	4/3	4/4	4/4	4/4	4/4	2/3	4/4
Níquel	4/4	4/4	4/3	4/4	4/4	4/4	4/4	2/3	4/4
Oxígeno Disuelto	4/4	4/4	4/3	4/4	4/4	4/4	4/4	2/3	4/4
pH	4/4	4/4	4/3	4/4	4/4	4/4	4/4	2/3	4/4
Plomo	4/4	4/4	4/3	4/4	4/4	4/4	4/4	2/3	4/4
RAS	4/4	4/4	3/3	4/4	4/4	4/4	4/4	-	4/4
Selenio	4/4	4/4	4/3	4/4	4/4	4/4	4/4	2/3	4/4
Sulfato	4/3	4/3	4/3	4/3	4/3	4/3	4/3	2/2	4/3
Zinc	4/4	4/4	4/3	4/4	4/4	4/4	4/4	2/3	4/4

X/Y: Número de campañas efectuadas en el año 2022/ Número de campañas efectuadas en el año 2023.

Desatulado en rojo los parámetros no medidos o medidos con una frecuencia menor a la establecida en D.S. MINSEGPRES N° 75/2010.

⁽⁴⁾ Mediante el Programa de Vigilancia del río Serrano se incorpora la medición de Coliformes Fecales en la estación CH-10 como parte de la Red de Control.

En todo el periodo 2022-2023, se midieron gran parte de los parámetros según lo fijado en la NSCA, la excepción fue el área de vigilancia Don Guillermo (DG-10) donde todos los parámetros se monitorearon con menor frecuencia en ambos años, y en Serrano en desembocadura (SE-20), donde todos los parámetros se midieron en menor frecuencia en 2023, de manera adicional, los parámetros Sulfato y Cloruros no se midieron en ningún área de vigilancia en invierno de 2023.

Por otra parte, el parámetro Coliformes Fecales, de responsabilidad de la Seremi de Salud de la región de Magallanes y Antártica Chilena, fue informado en todas las campañas de monitoreo para la estación SE-10 donde su análisis es obligatorio según la NSCA, al igual que en la estación CH-10 cuyo análisis se incorporó según el Programa de Vigilancia aún vigente.



5.5. Metodologías de muestreo y análisis

El Artículo 12° del D.S. N° 75/2010 indica que el monitoreo para verificar el cumplimiento de las NSCA río Serrano se efectuará de acuerdo a los **métodos de muestreo y condiciones de preservación y manejo** que se indican en la siguiente tabla:

Tabla 4. Métodos de Muestreo (Adaptado de D.S. N°75/2010).

Identificación	Título de la norma
NCh 411/1 Of.96. DS. N°501, de 1996, de Obras Públicas.	Calidad del agua – Muestreo – Parte 1: Guía para el diseño de programa de muestreo.
NCh 411/2 Of.96. DS. N°501, de 1996, de Obras Públicas.	Calidad del agua – Muestreo – Parte 2: Guía sobre técnicas de muestreo.
NCh 411/3 Of.96. DS. N°501, de 1996, de Obras Públicas.	Calidad del agua – Muestreo – Parte 3: Guía sobre la preservación y manejo de las muestras.
NCh 411/6 Of.98. DS. N°84, de 1998, de Obras Públicas.	Calidad del agua – Muestreo – Parte 6: Guía para el muestreo de ríos y cursos de aguas.
Collection and Preservation of Samples.	Describas en el número 1060 del “Standard Methods” for Examination of Water and Wastewater” 21th edition 2005.APHA-AWWA-WPCF.

El Artículo 13° del mismo cuerpo normativo señala que la determinación de los parámetros podrá efectuarse de acuerdo a los métodos analíticos que se indican en la **Tabla 5**, los que han sido complementados por la metodología establecida en el PV río Serrano, según Res. Ex. N° 3307, de 2011 y Res. Ex. N° 277, de 2012:

Tabla 5. Métodos Analíticos (Adaptados de las NSCA río Serrano y PV río Serrano)

Parámetro	Metodología	Referencia
Aluminio	Método de Cianina Eriocromo R	3500-Al B. Standard Methods
	Método de espectrofotometría de Absorción Atómica con llama directa Óxido nitroso Acetileno	3111 D. Standard Methods
	Método de Espectroscopía de emisión acoplada de plasma (ICP)	3120 B. Standard Methods
	Método de Espectroscopía de emisión acoplada de plasma/Espectroscopía de masas (ICP/MS)	3125 B. Standard Methods
Cadmio	Método de voltametría de stripping atómica	3130 B. Standard Methods
	Método de espectrofotometría de Absorción Atómica con llama directa Aire Acetileno	3111 B. Standard Methods
	Método espectralmético de Absorción Atómica electrotérmica	3113 B. Standard Methods
	Método de Espectroscopía de emisión acoplada de plasma (ICP)	3120 B. Standard Methods
	Método de Espectroscopía de emisión acoplada de plasma/Espectroscopía de masas (ICP/MS)	3125 B. Standard Methods
Calcio	Método de espectroscopía de Absorción Atómica con llama directa Aire –Acetileno	3111 B. Standard Methods
Cloruro	Método argentométrico	4500-Cl B. Standard Methods
	Método de Nitrato mercúrico	4500-Cl C. Standard Methods
	Determinación de aniones por Cromatografía iónica	4110. Standard Methods
Cobre	Método de Neocuproina	3500-Cu B. Standard Methods



Parámetro	Metodología	Referencia
	Método espectrométrico de Absorción Atómica electrotérmica	3113 B. Standard Methods
	Método de Espectroscopia de emisión acoplada de plasma (ICP)	3120 B. Standard Methods
	Método de Espectroscopia de emisión acoplada de plasma/Espectroscopía de masas (ICP/MS)	3125 B. Standard Methods
	Método de espectroscopía de Absorción Atómica con llama directa Aire –Acetileno	3111 B. Standard Methods
Coliformes Fecales	Técnica de fermentación en tubos múltiples para miembros del grupo de coliformes	9221 Standard Methods
Conductividad Eléctrica	Método de laboratorio usado por laboratorio Nacional de la DGA	2510 B Standard Methods
Cromo	Método espectrométrico de Absorción Atómica electrotérmica	3113 B. Standard Methods
	Método de Espectroscopia de emisión acoplada de plasma (ICP)	3120 B. Standard Methods
	Método de Espectroscopia de emisión acoplada de plasma/Espectroscopía de masas (ICP/MS)	3125 B. Standard Methods
	Método de espectroscopía de Absorción Atómica con llama directa Aire –Acetileno	3111 B. Standard Methods
Hierro	Método de espectrofotometría de Absorción Atómica con llama directa Aire –Acetileno	3111 B. Standard Methods
	Método de fenantrolina	3500 Fe-B. Standard Methods
	Método espectrométrico de Absorción Atómica electrotérmica	3113 B. Standard Methods
	Método de Espectroscopia de emisión acoplada de plasma (ICP)	3120 B. Standard Methods
Magnesio	Método de espectroscopía de Absorción Atómica con llama directa Óxido nitroso –Acetileno	3111 B. Standard Methods
Manganeso	Método de espectroscopía de Absorción Atómica con llama directa Aire –Acetileno	3111 B. Standard Methods
	Método espectrométrico de Absorción Atómica electrotérmica	3113 B. Standard Methods
	Método de Espectroscopia de emisión acoplada de plasma (ICP)	3120 B. Standard Methods
	Método de Espectroscopia de emisión acoplada de plasma/Espectroscopía de masas (ICP/MS)	3125 B. Standard Methods
Mercurio	Método de espectrofotometría de Absorción Atómica con vapor frío	3112 B. Standard Methods
	Método de Espectroscopia de emisión acoplada de plasma/Espectroscopía de masas (ICP/MS)	3125 B. Standard Methods
Molibdeno	Método espectrométrico de Absorción Atómica electrotérmica	3113 B. Standard Methods
	Método de Espectroscopia de emisión acoplada de plasma/Espectroscopía de masas (ICP/MS)	3125 B. Standard Methods
	Método de espectrofotometría de Absorción Atómica con llama directa Aire Acetileno	3111 D. Standard Methods ⁽⁵⁾
Níquel	Método espectrométrico de Absorción Atómica electrotérmica	3113 B. Standard Methods
	Método de Espectroscopia de emisión acoplada de plasma/Espectroscopía de masas (ICP/MS)	3125 B. Standard Methods
	Método de espectrofotometría de Absorción Atómica con llama directa Aire Acetileno	3111 B. Standard Methods ⁽⁵⁾
Oxígeno Disuelto	Método de electrodo de membrana	4500-O G. Standard Methods



Parámetro	Metodología	Referencia
	Método para oxígeno disuelto en agua	D888-05. ASTM International 2006
pH	Electrodo específico	4500-H ⁺ G. Standard Methods
Plomo	Método espectrométrico de Absorción Atómica electrotérmica	3113 B. Standard Methods
	Método de Espectroscopía de emisión acoplada de plasma/Espectroscopía de masas (ICP/MS)	3125 B. Standard Methods
	Método de voltametría de stripping atómica	3130 B. Standard Methods
	Método de espectrofotometría de Absorción Atómica con llama directa Aire Acetileno	3111 B. Standard Methods ⁽⁵⁾
Selenio	Método espectrométrico de Absorción Atómica con generación manual de hidruros	3114 B. Standard Methods
	Método espectrométrico de Absorción Atómica electrotérmica	3113 B. Standard Methods
	Método de Espectroscopía de emisión acoplada de plasma/Espectroscopía de masas (ICP/MS)	3125 B. Standard Methods
Sodio	Método de espectroscopía de Absorción Atómica con llama directa Aire –Acetileno	3111 B. Standard Methods
	Método de fotométrico de emisión por llama	3500 Na-B. Standard Methods
Sulfato	Método turbidimétrico	4500-SO ₄ ²⁻ . Standard Methods
	Determinación de aniones por Cromatografía iónica	4110. Standard Methods
	Turbidimetría	Método Hach 8051, USEPA. Método aprobado 375.4 ⁽⁵⁾
Zinc	Método de espectroscopía de Absorción Atómica con llama directa Aire –Acetileno	3111 B. Standard Methods
	Método de espectrofotometría de Absorción Atómica con vapor frío	3120 B. Standard Methods
	Método de Espectroscopía de emisión acoplada de plasma/Espectroscopía de masas (ICP/MS)	3125 B. Standard Methods

⁽⁵⁾ Metodología incorporada en Programa de Vigilancia, según Res. Ex. 3307/2011.

En referencia de las metodologías utilizadas por la DGA, sobre las muestras obtenidas en las ocho campañas ejecutadas durante el periodo 2022-2023, respecto de las definidas en las NSCA río Serrano y complementados por el PV río Serrano, fue posible establecer lo siguiente:

- **Metodologías de muestreo:** Las metodologías utilizadas para el desarrollo de las cuatro campañas de muestreo, consideraron las establecidas en los instructivos emitidos por la DGA, descritas a continuación en **Tabla 6:**

Tabla 6. Instructivos de metodologías de muestreo

Instructivo	Metodología
LADGA-IM-01 v.01	Instructivo de muestreo para aguas de superficiales
LADGA-IM-03 v.02	Instructivo de preservación de muestras y etiquetado de envases
LADGA-IM-06 v.02	Instructivo de envío y traslado de muestras
LADGA-IM-09 v.01	Instructivo uso de sondas multiparámetros



Instructivo	Metodología
LADGA-ITA-03 v.05	Instructivo para control de preservación
LADGA-5.9-01 v.11	Procedimiento control de calidad interno
LADGA-MG v.14	Manual de Gestión de Laboratorio Ambiental

- Metodologías de análisis: los métodos analíticos empleados para la obtención de resultados a ser evaluados son expuestos en la Tabla 7.

Tabla 7. Metodología de Análisis (Adaptado de los antecedentes remitidos según oficios ORD. DGA N° 13, de 2024)

Parámetro	Metodología Analítica	Referencia
Aluminio	Espectrofotometría de Absorción Atómica con llama directa Aire Acetileno	3111 D. Standard Methods 3120 B. Standard Methods
Cadmio	Espectrometría ICP-Masa	3120 B. Standard Methods 3125 B. Standard Methods 3130 E. Standard Methods
Calcio	Espectroscopía de absorción atómica con llama directa Aire –Acetileno	3111 B. Standard Methods 3120 B. Standard Methods
Cloruro	Método de Nitrato mercúrico	4500 Cl – C. Standard Methods
Cobre	Espectroscopía de absorción atómica con llama directa Aire –Acetileno	3120 B. Standard Methods 3125 B. Standard Methods 3130 E. Standard Methods
Coliformes Fecales	Técnica de fermentación en tubos múltiples para miembros del grupo de coliformes	9221 E. Standard Methods
Cromo	Espectrometría ICP-Masa	3120 B. Standard Methods 3125 B. Standard Methods 3130 E. Standard Methods
Hierro	Espectroscopía de absorción atómica con llama directa Aire –Acetileno	3111 B. Standard Methods
	Espectrometría ICP-Masa	3120 B. Standard Methods
Magnesio	Espectroscopía de absorción atómica con llama directa Aire –Acetileno	3111 B. Standard Methods
	Espectrometría ICP-Masa	3120 B. Standard Methods
Manganeseo	Espectroscopía de absorción atómica con llama directa Aire –Acetileno	3111 B. Standard Methods
	Espectrometría ICP-Masa	3120 B. Standard Methods
Mercurio	Espectroscopía de absorción atómica con vapor frío	3112 B. Standard Methods
	Espectrometría ICP-Masa	3125 B. Standard Methods
		3130 E. Standard Methods
Molibdeno	Espectrometría ICP-Masa	LADGA-ITM-17
		3120 B. Standard Methods
		3125 B. Standard Methods
Níquel	Espectrometría ICP-Masa	3130 E. Standard Methods
		3120 B. Standard Methods 3125 B. Standard Methods
		3130 E. Standard Methods
Plomo	Espectrometría ICP-Masa	3120 B. Standard Methods



Parámetro	Metodología Analítica	Referencia
		3125 B. Standard Methods
		3130 E. Standard Methods
Selenio	Espectrometría ICP-Masa	3114 B. Standard Methods 3125 B. Standard Methods 3130 E. Standard Methods 3120 B. Standard Methods
Sodio	Espectroscopía de absorción atómica con llama directa Aire –Acetileno	3111 B. Standard Methods
	Espectrometría ICP-Masa	3120 B. Standard Methods
Sulfato	Método turbidimétrico	4500 SO ₄ = E. Standard Methods
Zinc	Espectroscopía de absorción atómica con llama directa Aire –Acetileno	3111 B. Standard Methods
	Espectrometría ICP-Masa	3120 B. Standard Methods

De lo anterior se identificó que durante el periodo 2022-2023, las metodologías usadas para la cuantificación de la mayoría de los parámetros coincidieron con las fijadas en las NSCA y/o PV, o bien fueron validadas técnicamente por DGA para su uso mediante Oficio ORD. DGA N° 56/2024 (**Anexo 3**), además de estar descritas como métodos estandarizados, lo que para efectos del análisis se consideró válido.

- Límites de detección: El requisito asociado a los límites de detección de las metodologías utilizadas en el análisis de los parámetros y fracciones de los mismos, cuando su determinación resulte ser el límite de detección, establece que éste debe ser menor al 80% del valor normativo. Al respecto, es posible indicar que las mediciones de Selenio en verano de 2022 presentaron niveles de detección por sobre el 80% de los valores normados, no pudiéndose identificar el cumplimiento de la normativa en ninguna o la mayoría de las áreas de vigilancia en estudio.
- Tiempos de preservación: se evaluó también la validez de las muestras en base al tiempo de almacenamiento previo a su análisis, considerando lo establecido al respecto en la NCh 411/3 Of.96 y/o Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, cuyo contraste se detalla en el **Anexo 8**. De este análisis se identificó que, de los parámetros efectivamente analizados durante el periodo 2022-2023, sólo el Mercurio excedió el tiempo máximo de almacenamiento, lo que ocurrió durante la campaña de verano 2022 en la estación SE-20. El resto de los parámetros fueron analizados dentro del tiempo definido en las referencias respectivas.



6. RESULTADOS RED DE CONTROL Y CUMPLIMIENTO NORMATIVO

6.1. Metodología para la evaluación del cumplimiento normativo

El Artículo 5° de la norma de calidad indica que, para la protección de la calidad de las aguas, es necesario mantener los niveles de calidad para cada parámetro y para cada una de las áreas de vigilancia, que se muestran en la **Tabla 8**.

Tabla 8. Niveles de Calidad por Área de Vigilancia en la cuenca del río Serrano (Adaptado de D.S. N° 75, de 2009)

Parámetros	Unidad	Norma								
		PA-10	SE-10	SE-20	GR-10	CH-10	BA-10	VI-10	DG-10	TP-10
Aluminio	mg/L	9,0	1,0	3,0	3,0	10,0	7,0	6,0	1,0	1,0
Cadmio	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Cloruro	mg/L	8,0	10,0	8,0	8,5	8,0	10,0	11,0	26,0	15,0
Cobre	mg/L	0,05	0,08	0,01	0,07	0,05	0,09	0,06	0,06	0,04
Coliformes Fecales	NMP/100mL	-	10	-	-	-	-	-	-	-
Conductividad Eléctrica	µS/cm	80	180	80	340	300	370	360	550	370
Cromo	mg/L	0,06	0,06	0,01	0,06	0,05	0,06	0,08	0,07	0,06
Hierro	mg/L	16,0	1,0	3,0	5,0	12,7	35,0	28,0	5,0	4,0
Manganeso	mg/L	0,3	0,1	0,2	0,08	2,0	0,7	0,6	0,1	0,05
Mercurio	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,010	0,001	0,001	0,001
Molibdeno	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Níquel	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01
Oxígeno Disuelto	mg/L	9,8	9,5	7,9	8,6	7,0	9,2	7,3	9,3	9,7
pH	Unidad	7-8	7-8	7-8	7-8	7-8	7-8	7-8	7-8	7-8
Plomo	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
RAS ⁽⁷⁾	-	0,2	0,5	0,4	0,7	1,0	0,8	0,8	-	0,7
Selenio	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Sulfato	mg/L	5,0	13,0	5,0	5,0	56,0	30,0	28,0	58,0	29,0
Zinc	mg/L	0,04	0,02	0,04	0,02	0,09	0,04	0,09	0,05	0,05

⁽⁷⁾ RAS, razón de adsorción de sodio, calculada en base a las concentraciones de los iones Calcio, Magnesio y Sodio, según relación:

$$RAS = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca+Mg}{2}}}, \text{ donde Na, Ca y Mg son las concentraciones en milieq por litro, de iones Sodio, Calcio y Magnesio respectivamente.}$$

De acuerdo a lo establecido en el Artículo 7° del D.S. N° 75/2010, se entenderá que las aguas cumplen con las NSCA establecidas cuando el percentil 66 móvil para dos años consecutivos de las concentraciones de las muestras analizadas para un parámetro, según la frecuencia mínima establecida en el Programa de Vigilancia, sea igual o menor a los límites establecidos en la norma. Para el caso del Oxígeno Disuelto, la concentración deberá ser mayor o igual a los límites establecidos en la citada norma, y para el caso del pH, el valor medido deberá fluctuar entre el rango



establecido de la norma, ambos en términos de percentil 66 móvil de los dos años consecutivos señalados.

De acuerdo a la norma, se entiende como percentil el valor del dato que ocupa el “k-ésimo” lugar cuando éstos son ordenados de manera creciente, $n_1 < n_2 < \dots < n_k < \dots < n_{n-1} < n_n$, siendo $k=q^*n$, considerando que “q” = 0,66 (en el caso de percentil 66) y “n” equivale al número de datos.

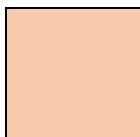
A partir de las conclusiones de la revisión de validez para los datos según la sección anterior del presente informe, para cada estación de monitoreo se realizó la respectiva evaluación de cumplimiento normativo del período bienal calendario 2022-2023, la que será abordada como sigue:

- Parámetros analizables respecto a cumplimiento: Aluminio; Cadmio; Cobre; Coliformes Fecales; Conductividad Eléctrica; Cromo; Hierro; Manganeso; Molibdeno; Níquel; Oxígeno; pH; Plomo; RAS y Zinc en todas las áreas de vigilancia, con la excepción de DG-10 en río don Guillermo y SE-20 en río Serrano, cuyas frecuencias de monitoreo no lo permitieron.
- Parámetros analizables de forma referencial: Todos los parámetros en DG-10 del río Don Guillermo y SE-20 en río Serrano, además de Cloruros; Sulfatos y Selenio en todas las estaciones.

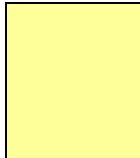
6.2. Resultados de la evaluación del cumplimiento normativo

A continuación, se presentan los resultados obtenidos asociados a la evaluación de cumplimiento normativo de los datos analizados del período bienal calendario 2022-2023. Toda la información utilizada para la evaluación, junto con los resultados de la aplicación de criterios de cumplimiento, se encuentran expuestos en el **Anexo 8**.

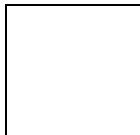
Con el fin de facilitar la comprensión de los resultados obtenidos, a continuación, se detalla la nomenclatura de colores de las celdas utilizada en las **Tabla 9** a la **Tabla 17**:



Corresponden a los parámetros cuya evaluación de cumplimiento supera los límites máximos permisibles, es decir, el resultado es mayor al 100% respecto del límite establecido en las NSCA río Serrano (o bajo al 100% para el caso de Oxígeno disuelto, en concentración). Esta condición configura Incumplimiento Normativo.



Corresponden a los parámetros cuya evaluación de cumplimiento está bajo los límites máximos permisibles, pero en un “nivel de advertencia” debido a que el valor obtenido está próximo a los límites permisibles, es decir: el valor medido está entre el 80% y 100% respecto del límite establecido en las NSCA río Serrano (o entre el 100% y 120% para el caso de Oxígeno disuelto). Esta condición configura Cumplimiento Normativo.

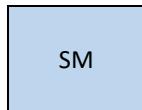


Corresponden a los parámetros cuya evaluación de cumplimiento está bajo los límites máximos permisibles y bajo los niveles de advertencia, es decir, el resultado es menor al 80% respecto del límite establecido en las NSCA río Serrano (o sobre el 120% para el caso de Oxígeno disuelto). Esta condición configura Cumplimiento Normativo.





Corresponden a los parámetros cuya evaluación de cumplimiento es referencial debido a que no se cuenta con el número mínimo de resultados válidos en el período bienal analizado (cuatro por año) según NSCA río Serrano.



Corresponden a aquellos parámetros que no disponen de registros en todas o algunas de las campañas de muestreo consideradas en las NSCA río Serrano (SM: Sin Medición).



Corresponde a datos inválidos por determinación de concentración bajo del límite de detección (LD), cuyo valor es menor al 80% de la concentración límite fijada en las NSCA río Serrano (INV: Invalidado).



Corresponde a datos inválidos por ejecución de análisis de laboratorio fuera del tiempo máximo de almacenamiento de las muestras (INV: Invalidado).



Tabla 9. Verificación NSCA en estación PA-10, Río Paine en Parque Nacional 2. Área de Vigilancia Río Paine

Parámetro	Unidad	Verano 2022	Otoño 2022	Invierno 2022	Primavera 2022	Verano 2023	Otoño 2023	Invierno 2023	Primavera 2023	Percentil 66	Valor Norma	% Respecto a Norma	Observaciones
AI	mg/L	0,8	<0,6	<0,6	0,4	0,8	2,5	0,3	0,5	0,6	9,0	6,7	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cd	mg/L	<0,0005	<0,0001	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,002	<0,002	<0,0005	0,01	<5,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cl ⁻	mg/L	0,5	1,4	0,6	0,8	0,7	0,5	SM	0,9	0,8	8,0	10,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Cu	mg/L	0,0904	0,0030	0,0030	0,0073	<0,0005	0,0296	<0,003	0,003	0,0030	0,05	6,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
CE	µS/cm	66,0	42,3	47,4	42,3	38,2	45,0	59,3	61,4	47,4	80	59,3	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cr	mg/L	<0,0005	<0,0006	<0,001	<0,001	<0,001	0,004	<0,003	<0,003	<0,001	0,06	<1,7	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Fe	mg/L	0,46	0,67	0,14	0,401	1,04	3,39	0,58	0,59	0,59	16,0	3,7	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Mn	mg/L	0,02	0,03	<0,01	0,017	0,035	0,107	0,025	0,024	0,03	0,3	8,3	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Hg	mg/L	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,001	<50,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Mo	mg/L	<0,0005	<0,0003	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,004	<0,004	<0,001	0,01	<10,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Ni	mg/L	<0,0005	0,0055	<0,001	<0,001	0,004	0,002	<0,003	<0,003	<0,003	0,01	<30,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
OD	mg/L O ₂	15,77	13,62	14,77	14,46	13,38	14,15	15,16	14,70	14,70	9,8	150	Percentil 66 superior al umbral mínimo, configura cumplimiento normativo.
pH	Unidad	7,74	7,30	7,36	7,44	7,40	7,54	7,70	7,75	7,54	7 - 8	-	Percentil 66 entre umbral mínimo y máximo del rango, configura cumplimiento normativo ⁽⁸⁾ .
Pb	mg/L	<0,0005	0,00089	<0,001	0,002	<0,001	0,007	<0,004	0,006	<0,001	0,01	<10,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
RAS	-	0,09	0,16	0,10	0,08	0,07	0,08	0,12	0,08	0,09	0,2	46,3	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Se	mg/L	INV	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,001	<50,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
SO ₄ ⁻²	mg/L	4,5	5,4	5,1	5,4	4,4	5,4	SM	8,7	5,4	5,0	107,1	Percentil 66 por sobre umbral máximo, configura incumplimiento normativo referencial.
Zn	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,004	0,006	0,040	<0,003	0,040	<0,01	0,04	<25,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.

⁽⁸⁾ Adicionalmente, se determinó percentil 33 para evaluación de Norma, en vista que valor establecido en D.S. MINSEGPRES N° 75/2010 corresponde a un rango. Así, para las mediciones en la estación PA-10 el percentil 33 correspondió a 7,40 unidades de pH.



Tabla 10. Verificación NSCA en estación SE-10, Río Serrano en desagüe Lago del Toro. Área de Vigilancia Río Serrano

Parámetro	Unidad	Verano 2022	Otoño 2022	Invierno 2022	Primavera 2022	Verano 2023	Otoño 2023	Invierno 2023	Primavera 2023	Percentil 66	Valor Norma	% Respecto a Norma	Observaciones
AI	mg/L	<0,6	<0,6	<0,6	0,033	0,039	0,017	0,024	0,035	0,039	1,0	3,9	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cd	mg/L	<0,0005	<0,0001	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,002	<0,002	<0,0005	0,01	< 5,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cl-	mg/L	1,2	1,3	1,6	1,5	1,4	1,3	SM	1,4	1,4	10,0	14,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Cu	mg/L	0,0718	0,0019	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0137	<0,003	0,008	< 0,003	0,08	< 3,8	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Coliformes Fecales	NMP/10 0mL	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	180	<1,8	<1,8	<1,8	< 1,8	10	< 18,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
CE	µS/cm	125,0	78,9	78,5	72,0	73,3	77,1	90,8	83,6	78,9	180	43,8	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cr	mg/L	0,0007	<0,0006	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,003	<0,003	< 0,001	0,06	< 1,7	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Fe	mg/L	0,04	<0,02	<0,02	0,051	0,04	0,03	0,08	0,089	0,04	1,0	4,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Mn	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	0,005	<0,004	<0,004	0,007	0,006	0,007	0,1	7	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Hg	mg/L	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	< 0,0005	0,001	< 50,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Mo	mg/L	0,0008	0,0004	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,004	<0,004	0,001	0,01	10,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Ni	mg/L	<0,0005	0,0036	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,003	<0,003	< 0,001	0,01	< 10,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
OD	mg/L O ₂	14,58	12,02	12,18	12,07	11,50	11,74	12,28	12,55	12,18	9,5	128,2	Percentil 66 superior al umbral mínimo, configura cumplimiento normativo.
pH	Unidad	7,58	7,61	7,56	7,50	7,50	7,67	7,50	7,64	7,58	7 - 8	-	Percentil 66 entre umbral mínimo y máximo del rango, configura cumplimiento normativo ⁽⁹⁾ .
Pb	mg/L	<0,0005	<0,00025	<0,001	<0,001	0,0030	< 0,001	<0,004	0,005	< 0,001	0,01	< 10,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
RAS	-	0,24	0,31	0,29	0,20	0,22	0,22	0,30	0,16	0,24	0,5	47,3	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Se	mg/L	INV	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	< 0,0005	0,001	< 50,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
SO ₄ ⁻²	mg/L	5,6	7,0	6,3	6,6	6,8	6,6	SM	9,8	6,8	13,0	52,3	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Zn	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,004	<0,004	0,031	<0,003	0,025	<0,01	0,02	< 50,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.

⁽⁹⁾ Adicionalmente, se determinó percentil 33 para evaluación de Norma, en vista que valor establecido en D.S. MINSEGPRES N° 75/2010 corresponde a un rango. Así, para las mediciones en la estación SE-10 el percentil 33 correspondió a 7,50 unidades de pH.



Tabla 11. Verificación NSCA en estación SE-20, Río Serrano en desembocadura. Área de Vigilancia Río Serrano

Parámetro	Unidad	Verano 2022	Otoño 2022	Invierno 2022	Primavera 2022	Verano 2023	Otoño 2023	Invierno 2023	Primavera 2023	Percentil 66	Valor Norma	% Respecto a Norma	Observaciones
AI	mg/L	1,6	1,2	<0,6	1,040	SM	0,845	0,629	0,812	1,040	3,0	34,7	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Cd	mg/L	<0,0005	<0,0001	<0,0005	0,0008	SM	<0,0005	<0,002	0,002	0,0008	0,01	8,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Cl ⁻	mg/L	0,7	1,0	1,7	1,1	SM	1,5	1,8	0,7	1,5	8,0	18,8	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Cu	mg/L	<0,0005	0,0059	0,0147	0,0062	SM	0,0272	<0,003	<0,003	0,0062	0,01	62,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
CE	µS/cm	44,0	45,2	53,2	35,9	SM	45,1	66,9	50,4	50,4	80	63,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Cr	mg/L	<0,0005	0,0015	<0,001	0,002	SM	0,003	<0,003	<0,003	0,003	0,01	30,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Fe	mg/L	3,08	2,00	0,95	1,25	SM	1,46	0,77	1,250	1,46	3,0	48,7	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Mn	mg/L	0,09	0,10	0,05	0,077	SM	0,102	0,051	0,066	0,09	0,2	45,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Hg	mg/L	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	SM	<0,0005	<0,0005	SM	<0,0005	0,001	< 50,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Mo	mg/L	<0,001	0,0004	<0,001	<0,001	SM	<0,001	<0,004	<0,004	<0,001	0,01	< 10,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Ni	mg/L	<0,0005	0,0031	<0,001	<0,001	SM	0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,01	< 30,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
OD	mg/L O ₂	13,01	13,61	13,24	12,82	SM	13,29	12,81	11,99	13,24	7,9	167,6	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
pH	Unidad	6,83	6,75	7,45	7,02	SM	7,68	7,59	7,48	7,48	7 - 8	-	Percentil 66 entre umbral mínimo y máximo del rango, configura cumplimiento normativo referencial ⁽¹⁰⁾ .
Pb	mg/L	0,003	0,0019	<0,001	0,002	SM	0,002	<0,004	<0,004	0,003	0,01	30,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
RAS	-	0,14	0,14	0,16	SM	SM	0,13	0,12	0,08	0,14	0,4	35,3	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Se	mg/L	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	SM	<0,0005	<0,0005	INV	<0,0005	0,001	< 50,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
SO ₄ ⁻²	mg/L	4,9	4,7	6,2	5,8	SM	4,7	7,5	9,9	6,2	5,0	124,0	Percentil 66 por sobre umbral máximo, configura incumplimiento normativo referencial.
Zn	mg/L	0,01	0,01	<0,01	0,012	SM	0,036	0,039	0,008	0,01	0,04	30,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.

⁽¹⁰⁾ Adicionalmente, se determinó percentil 33 para evaluación de Norma, en vista que valor establecido en D.S. MINSEGPRES N° 75/2010 corresponde a un rango. Así, para las mediciones en la estación SE-20 el percentil 33 correspondió a 6,83 unidades de pH, configurándose incumplimiento normativo referencial.



Tabla 12. Verificación NSCA en estación GR-10, Río Grey antes junta Serrano. Área de Vigilancia Río Grey

Parámetro	Unidad	Verano 2022	Otoño 2022	Invierno 2022	Primavera 2022	Verano 2023	Otoño 2023	Invierno 2023	Primavera 2023	Percentil 66	Valor Norma	% Respecto a Norma	Observaciones
AI	mg/L	1,5	1,0	<0,6	1,030	1,100	1,760	0,791	1,040	1,040	3,0	34,7	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cd	mg/L	<0,0005	<0,0001	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,002	<0,002	<0,0005	0,01	< 5,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cl ⁻	mg/L	0,5	0,8	1,2	0,9	0,7	0,7	SM	0,9	0,8	8,5	9,4	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Cu	mg/L	0,0153	0,0022	<0,0005	0,0026	<0,0005	0,0233	<0,003	<0,003	0,003	0,07	< 4,3	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
CE	µS/cm	46,0	33,5	47,1	33,6	29,9	36,4	47,5	49,2	46,0	340	13,5	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cr	mg/L	<0,0005	0,0014	<0,001	<0,001	0,004	0,001	<0,003	0,004	0,0014	0,06	2,3	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Fe	mg/L	0,98	1,32	0,43	0,998	1,25	1,89	1,12	1,160	1,160	5,0	23,2	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Mn	mg/L	0,05	0,04	<0,01	0,035	0,05	0,08	0,05	0,129	0,05	0,08	62,5	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Hg	mg/L	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,001	< 5,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Mo	mg/L	<0,0005	0,0004	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,004	<0,004	<0,001	0,01	< 10,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Ni	mg/L	<0,0005	0,0058	<0,0010	<0,0010	0,003	0,001	<0,003	0,003	<0,0010	0,01	< 10,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
OD	mg/L O ₂	16,77	12,95	13,28	13,29	12,30	12,78	13,16	13,38	13,28	8,6	154,4	Percentil 66 superior al umbral mínimo, configura cumplimiento normativo.
pH	Unidad	7,49	7,43	7,30	7,20	6,98	7,10	7,34	7,50	7,34	7-8	-	Percentil 66 entre umbral mínimo y máximo del rango, configura cumplimiento normativo ⁽¹¹⁾ .
Pb	mg/L	<0,0005	0,00114	<0,001	<0,001	<0,001	0,005	<0,004	0,015	<0,0010	0,01	< 10,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
RAS	-	0,10	0,06	0,10	0,09	0,09	0,10	0,11	0,06	0,10	0,7	14,3	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Se	mg/L	INV	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,001	< 50,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
SO ₄ ²⁻	mg/L	1,7	2,6	4,7	3,4	2,6	3,9	SM	7,8	3,9	5,0	78,0	Percentil 66 por sobre umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Zn	mg/L	0,01	<0,01	<0,01	0,004	0,008	0,045	<0,003	0,034	<0,01	0,02	< 50,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.

⁽¹¹⁾ Adicionalmente, se determinó percentil 33 para evaluación de Norma, en vista que valor establecido en D.S. MINSEGPRES N° 75/2010 corresponde a un rango. Así, para las mediciones en la estación GR-10 el percentil 33 correspondió a 7,20 unidades de pH.



Tabla 13. Verificación NSCA en estación CH-10, Río Las Chinas en Cerro Guido. Área de Vigilancia Río Las Chinas

Parámetro	Unidad	Verano 2022	Otoño 2022	Invierno 2022	Primavera 2022	Verano 2023	Otoño 2023	Invierno 2023	Primavera 2023	Percentil 66	Valor Norma	% Respecto a Norma	Observaciones
AI	mg/L	2,0	<0,6	<0,6	5,080	0,224	75,900	0,486	5,060	2,0	10,0	20,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cd	mg/L	<0,0005	<0,0001	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0165	<0,002	<0,002	<0,0005	0,01	< 5,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cl ⁻	mg/L	0,5	1,8	2,7	1,2	1,3	0,7	SM	2,5	1,8	8,0	22,5	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Cu	mg/L	0,0845	0,0024	<0,0005	0,005	<0,0005	0,1563	<0,003	0,008	0,005	0,05	10,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Coliformes Fecales	NMP/100mL	130	22	2	13	70	240	4,5	7,8	22	-	-	Parámetro no normado en esta estación.
CE	µS/cm	316,0	258,2	241,0	85,5	202,9	138,9	228,5	179,1	228,5	300,0	76,2	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cr	mg/L	<0,0005	<0,0006	<0,001	<0,001	<0,001	0,131	<0,003	0,006	<0,001	0,05	< 2,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Fe	mg/L	2,18	0,12	0,50	7,860	0,40	167,00	0,99	9,190	2,18	12,7	17,2	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Mn	mg/L	0,05	<0,01	<0,01	0,129	0,01	2,81	0,02	0,147	0,05	2,0	2,5	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Hg	mg/L	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,001	< 50,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Mo	mg/L	<0,0005	0,0003	<0,001	<0,001	<0,001	0,025	<0,004	<0,004	<0,0010	0,01	< 10,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Ni	mg/L	<0,0005	0,0043	<0,001	<0,001	<0,001	0,115	<0,003	0,009	<0,003	0,01	< 30,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
OD	mg/L O ₂	12,97	12,76	13,46	12,93	12,07	12,54	14,04	13,05	12,97	7,0	185,3	Percentil 66 superior al umbral mínimo, configura cumplimiento normativo.
pH	Unidad	8,12	8,12	7,88	7,70	7,98	7,91	7,91	7,93	7,93	7-8	-	Percentil 66 sobre umbral máximo del rango, configura cumplimiento normativo ⁽¹²⁾ .
Pb	mg/L	<0,0005	<0,00025	<0,001	<0,001	0,002	0,065	<0,004	0,005	0,002	0,01	20,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
RAS	-	0,41	0,39	0,46	0,17	0,31	0,17	0,37	0,21	0,37	1,0	36,8	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Se	mg/L	INV	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0014	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,001	< 50,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
SO ₄ ²⁻	mg/L	30,7	43,5	41,4	12,2	34,2	27,4	SM	28,9	34,2	56,0	61,1	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Zn	mg/L	<0,01	<0,01	0,03	0,024	<0,004	0,517	<0,003	0,047	0,024	0,09	26,7	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.

⁽¹²⁾ Adicionalmente, se determinó percentil 33 para evaluación de Norma, en vista que valor establecido en D.S. MINSEGPRES N° 75/2010 corresponde a un rango. Así, para las mediciones en la estación CH-10 el percentil 33 correspondió a 7,91 unidades de pH.



Tabla 14. Verificación NSCA en estación BA-10, Río Baguales en Cerro Guido. Área de Vigilancia Río Baguales

Parámetro	Unidad	Verano 2022	Otoño 2022	Invierno 2022	Primavera 2022	Verano 2023	Otoño 2023	Invierno 2023	Primavera 2023	Percentil 66	Valor Norma	% Respecto a Norma	Observaciones
AI	mg/L	1,3	<0,6	<0,6	0,791	0,061	7,950	1,340	4,960	1,3	7,0	18,6	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cd	mg/L	<0,0005	<0,0001	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,002	<0,002	<0,0005	0,01	< 5,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cl ⁻	mg/L	<0,4	1,8	3,4	2,3	1,6	1,2	SM	6,5	2,3	10,0	23,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Cu	mg/L	0,08	0,0023	<0,0005	0,0028	<0,0005	0,0676	<0,003	0,008	<0,003	0,09	<3,3	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
CE	µS/cm	137,0	262,7	264,4	148,5	300,7	203,0	298,7	334,4	264,4	370	71,5	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cr	mg/L	<0,0005	0,0009	<0,001	<0,001	<0,001	0,009	<0,003	0,007	<0,001	0,06	< 1,7	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Fe	mg/L	1,19	0,33	0,17	0,902	0,08	10,80	2,41	7,830	1,19	35,0	3,4	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Mn	mg/L	0,06	<0,01	<0,01	0,023	0,01	0,19	0,08	0,141	0,06	0,7	8,6	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Hg	mg/L	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,010	< 5,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Mo	mg/L	<0,0005	0,0005	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	<0,004	<0,004	<0,001	0,01	< 10,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Ni	mg/L	<0,0005	0,0054	<0,0010	<0,0010	<0,001	0,006	0,0030	0,0080	<0,003	0,01	< 30,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
OD	mg/L O ₂	11,45	13,09	14,00	12,40	12,07	12,92	13,63	11,91	12,92	9,2	140,4	Percentil 66 superior al umbral mínimo, configura cumplimiento normativo.
pH	Unidad	8,17	8,13	7,92	7,90	8,17	8,09	7,81	8,11	8,11	7 - 8	-	Percentil 66 sobre umbral máximo del rango, configura incumplimiento normativo ⁽¹³⁾ .
Pb	mg/L	<0,0005	0,0003	<0,001	0,001	<0,001	0,003	<0,004	0,009	<0,001	0,01	< 10,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
RAS	-	0,57	0,63	0,63	0,40	0,61	0,48	0,60	0,45	0,60	0,8	74,9	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Se	mg/L	INV	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,001	< 50,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
SO ₄ ⁻²	mg/L	26,7	25,1	21,2	13,0	26,9	22,9	SM	34,6	26,7	30,0	89,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Zn	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,004	<0,004	0,045	<0,003	0,050	<0,01	0,04	< 25,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.

⁽¹³⁾ Adicionalmente, se determinó percentil 33 para evaluación de Norma, en vista que valor establecido en D.S. MINSEGPRES N° 75/2010 corresponde a un rango. Así, para las mediciones en la estación BA-10 el percentil 33 correspondió a 7,92 unidades de pH.



Tabla 15. Verificación NSCA en estación VI-10, Río Vizcachas en Cerro Guido. Área de Vigilancia Río Vizcachas

Parámetro	Unidad	Verano 2022	Otoño 2022	Invierno 2022	Primavera 2022	Verano 2023	Otoño 2023	Invierno 2023	Primavera 2023	Percentil 66	Valor Norma	% Respecto a Norma	Observaciones
AI	mg/L	1,5	<0,6	<0,6	0,904	0,062	7,800	0,990	4,340	0,990	6,0	16,5	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cd	mg/L	<0,0005	<0,0001	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,002	<0,002	<0,0005	0,01	< 5,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cl ⁻	mg/L	<0,4	3,0	<0,4	2,1	2,0	<0,4	SM	8,2	2,1	11,0	19,1	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Cu	mg/L	0,0508	0,0021	<0,0005	0,0196	0,0005	0,117	<0,003	0,006	0,006	0,06	10,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
CE	µS/cm	227,0	252,2	270,3	150,1	297,2	206,5	282,7	344,9	270,3	360	75,1	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cr	mg/L	<0,0005	0,001	<0,001	0,012	<0,001	0,009	<0,003	0,005	<0,003	0,08	< 3,8	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Fe	mg/L	1,33	0,43	0,16	1,170	0,08	10,60	1,88	6,770	1,33	28,0	4,8	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Mn	mg/L	0,06	<0,01	<0,01	0,028	0,006	0,189	0,074	0,129	0,06	0,6	10,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Hg	mg/L	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0005	0,001	< 50,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Mo	mg/L	<0,0005	0,0004	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	<0,004	<0,004	<0,001	0,01	< 10,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Ni	mg/L	<0,0005	0,0045	<0,001	<0,001	<0,001	0,008	<0,003	0,006	<0,003	0,03	< 10,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
OD	mg/L O ₂	11,29	13,21	13,96	12,26	10,95	12,97	13,72	11,93	12,97	7,3	177,7	Percentil 66 superior al umbral mínimo, configura cumplimiento normativo.
pH	Unidad	8,27	8,25	7,91	7,91	8,28	8,14	7,85	8,13	8,14	7 - 8	-	Percentil 66 sobre umbral máximo del rango, configura incumplimiento normativo ⁽¹⁴⁾ .
Pb	mg/L	<0,0005	0,00049	<0,001	0,006	<0,001	<0,001	<0,004	0,006	<0,001	0,01	<10,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
RAS	-	0,56	0,66	0,67	0,41	0,62	0,49	0,68	0,47	0,62	0,8	77,9	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Se	mg/L	INV	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,001	< 50,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
SO ₄ ²⁻	mg/L	25,6	22,6	21,0	13,5	27,4	21,9	SM	36,0	25,6	28,0	91,4	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Zn	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,004	<0,004	0,052	<0,003	0,036	<0,01	0,09	< 11,1	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.

⁽¹⁴⁾ Adicionalmente, se determinó percentil 33 para evaluación de Norma, en vista que valor establecido en D.S. MINSEGPRES N° 75/2010 corresponde a un rango. Así, para las mediciones en la estación VI-10 el percentil 33 correspondió a 7,91 unidades de pH.



Tabla 16. Verificación NSCA en estación DG-10, Río Don Guillermo en Cerro Castillo. Área de Vigilancia Río Don Guillermo

Parámetro	Unidad	Verano 2022	Otoño 2022	Invierno 2022	Primavera 2022	Verano 2023	Otoño 2023	Invierno 2023	Primavera 2023	Percentil 66	Valor Norma	% Respecto a Norma	Observaciones
AI	mg/L	SM	SM	<0,6	0,026	SM	0,065	0,239	0,839	0,239	1,0	23,9	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Cd	mg/L	SM	SM	<0,0005	<0,0005	SM	<0,0005	<0,002	<0,002	<0,0005	0,01	< 5,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Cl ⁻	mg/L	SM	SM	8,9	16,1	SM	19,5	SM	14,3	16,1	26,0	61,9	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Cu	mg/L	SM	SM	<0,0005	0,0013	SM	0,013	<0,003	0,007	<0,003	0,06	< 5,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
CE	µS/cm	SM	SM	177,2	306,4	SM	404,5	203,4	232,1	232,1	550	42,2	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Cr	mg/L	SM	SM	<0,001	<0,001	SM	<0,001	<0,003	<0,003	<0,001	0,07	< 1,4	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Fe	mg/L	SM	SM	0,48	0,050	SM	0,18	0,47	1,330	0,47	5,0	9,4	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Mn	mg/L	SM	SM	<0,01	0,008	SM	0,117	0,031	0,060	0,03	0,1	31,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Hg	mg/L	SM	SM	<0,0005	<0,0005	SM	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,001	< 50,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Mo	mg/L	SM	SM	<0,001	<0,001	SM	<0,001	<0,004	<0,004	<0,001	0,01	< 10,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Ni	mg/L	SM	SM	<0,001	<0,001	SM	<0,001	<0,003	<0,003	<0,001	0,008	< 10,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
OD	mg/L O ₂	SM	SM	13,53	11,50	SM	10,73	12,79	12,03	12,03	9,3	129,4	Percentil 66 superior al umbral mínimo, configura cumplimiento normativo referencial.
pH	Unidad	SM	SM	7,62	7,83	SM	7,73	7,64	7,81	7,73	7 – 8	-	Percentil 66 entre umbral mínimo y máximo del rango, configura cumplimiento normativo referencial ⁽¹⁵⁾ .
Pb	mg/L	SM	SM	<0,001	<0,001	SM	0,002	<0,004	<0,004	<0,002	0,01	20,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
RAS	-	SM	SM	0,53	0,52	SM	0,78	0,47	0,45	0,52	-	-	Parámetro no normado en esta estación.
Se	mg/L	SM	SM	<0,0005	<0,0005	SM	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,001	< 50,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
SO ₄ ⁻²	mg/L	SM	SM	27,1	46,5	SM	51,8	SM	19,9	46,5	58,0	80,2	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Zn	mg/L	SM	SM	<0,01	<0,004	SM	0,028	<0,003	0,030	<0,01	0,05	< 20,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.

⁽¹⁵⁾ Adicionalmente, se determinó percentil 33 para evaluación de Norma, en vista que valor establecido en D.S. MINSEGPRES N° 75/2010 corresponde a un rango. Así, para las mediciones en la estación DG-10 el percentil 33 correspondió a 7,64 unidades de pH.



Tabla 17. Verificación NSCA en estación TP-10, Río Chorrillo Tres Pasos en Ruta N°9. Área de Vigilancia Río Tres Pasos

Parámetro	Unidad	Verano 2022	Otoño 2022	Invierno 2022	Primavera 2022	Verano 2023	Otoño 2023	Invierno 2023	Primavera 2023	Percentil 66	Valor Norma	% Respecto a Norma	Observaciones
AI	mg/L	<0,6	<0,6	<0,6	0,044	0,044	0,073	0,365	0,676	0,6	1,0	60,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cd	mg/L	<0,0005	<0,0001	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,002	<0,002	<0,0005	0,01	< 5,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cl ⁻	mg/L	8,2	9,2	7,0	8,4	8,2	8,4	SM	8,1	8,4	15,0	56,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Cu	mg/L	0,0727	0,0018	0,0006	0,0013	<0,0005	0,011	<0,003	<0,003	<0,003	0,04	7,5	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
CE	µS/cm	407,0	320,4	228,8	209,8	289,9	284,6	186,6	138,7	284,6	370	76,9	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Cr	mg/L	<0,0005	0,0007	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,003	<0,003	<0,001	0,06	< 1,7	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Fe	mg/L	0,13	0,17	0,63	0,187	0,147	0,226	0,901	1,220	0,226	4,0	5,7	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Mn	mg/L	0,04	0,02	<0,01	0,028	0,017	0,024	0,143	0,064	0,028	0,05	56,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Hg	mg/L	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,001	< 50,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Mo	mg/L	<0,0005	0,0003	<0,0010	<0,0010	<0,001	<0,001	<0,004	<0,004	<0,001	0,01	< 10,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Ni	mg/L	<0,0005	0,0325	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,003	<0,003	<0,001	0,01	< 10,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
OD	mg/L O ₂	9,91	12,10	13,70	12,27	13,25	12,28	13,16	12,38	12,38	9,7	127,6	Percentil 66 superior al umbral mínimo, configura cumplimiento normativo.
pH	Unidad	8,12	7,90	7,69	7,96	8,59	7,98	7,62	7,56	7,96	7 - 8	-	Percentil 66 sobre umbral máximo del rango, configura cumplimiento normativo ⁽¹⁶⁾ .
Pb	mg/L	<0,0005	0,00029	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,004	<0,004	<0,001	0,01	< 10,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
RAS	-	0,38	0,33	0,45	0,28	0,37	0,40	0,39	0,26	0,38	0,7	54,3	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.
Se	mg/L	INV	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,001	< 50,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
SO ₄ ⁻²	mg/L	10,3	14,3	33,4	20,1	9,2	29,9	SM	2,2	20,1	29,0	69,3	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo referencial.
Zn	mg/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,004	<0,004	0,031	<0,003	0,030	0,01	0,05	20,0	Percentil 66 inferior al umbral máximo, configura cumplimiento normativo.

⁽¹⁶⁾ Adicionalmente, se determinó percentil 33 para evaluación de Norma, en vista que valor establecido en D.S. MINSEGPRES N° 75/2010 corresponde a un rango. Así, para las mediciones en la estación TP-10 el percentil 33 correspondió a 7,69 unidades de pH.



7. VALIDEZ DE DATOS RED DE OBSERVACIÓN

7.1. Estaciones de monitoreo Red de Observación

El Artículo 11º de la norma secundaria de calidad de la cuenca del río Serrano indica que el Programa de Vigilancia podrá incorporar el monitoreo de parámetros adicionales a los establecidos en la norma, así como también nuevas estaciones de monitoreo de calidad de aguas, con la finalidad de generar información para revisiones futuras de la misma. El monitoreo de dichos parámetros o estaciones no sería obligatorio, quedando supeditado a las capacidades técnicas y económicas de los servicios mandatados a realizarlo.

En la Res. Ex. N° 3307, de 28 de octubre de 2011, se incluyen seis estaciones de monitoreo para conformar la red de observación, cuatro de ellas dentro de áreas de control, y dos en áreas adicionales, señalándose todas ellas en la **Tabla 18**.

Tabla 18. Estaciones de Observación (Adaptado de Res. Ex. N° 3307/2011)

Nombre áreas Vigilancia	Identificación estación de Monitoreo
Río Serrano	SE-30, Río Serrano pasado el pueblito Río Serrano
Río Las Chinas	CH-20, Río Las Chinas antes desagüe del Toro
Río Don Guillermo	DG-20, Río Don Guillermo abajo Cerro Castillo
Río Tres Pasos	TP-20, Río Tres Pasos desagüe lago Toro
Río Paine en Desembocadura Lago Toro ⁽¹⁷⁾	PA-20, Río Paine en desembocadura lago Toro
Río Picana ⁽¹⁸⁾	PI-10, Río Picana en ruta 9 Norte

⁽¹⁷⁾ Área de vigilancia de observación que abarca entre Naciente río Tres Pasos hasta desembocadura en lago Toro.

⁽¹⁸⁾ Área de vigilancia de observación que abarca entre Naciente río Picana hasta Antes de junta río Tres Pasos.

7.2. Frecuencia de monitoreo Red de Observación

La Red de Observación, incorpora además la medición de Temperatura e Indicadores Biológicos en todas las estaciones, junto con parámetros específicos, según se detalla en **Tabla 19**.

Tabla 19. Estaciones y parámetros a monitorear en la Red de Observación (Adaptado de PV río Serrano).

Tipo Parámetro	Parámetros	Frecuencia mínima Anual de Monitoreo														
		PA-10	SE-10	SE-20	GR-10	CH-10	BA-10	VI-10	DG-10	TP-10	SE-30	CH-20	DG-20	TP-20	PA-20	PI-10
Fundamentales	Conductividad Eléctrica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	3	3	3	3
	Oxígeno Disuelto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	3	3	3	3
	pH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	3	3	3	3
	Temperatura	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3



Tipo Parámetro	Parámetros	Frecuencia mínima Anual de Monitoreo														
		PA-10	SE-10	SE-20	GR-10	CH-10	BA-10	VI-10	DG-10	TP-10	SE-30	CH-20	DG-20	TP-20	PA-20	PI-10
De Afectación	Cipermetrina	-	-	-	-	3	3	3	-	-	-	3	-	3	-	3
	Coliformes Fecales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	3	-	3	-
	Diazinón	-	-	-	-	3	3	3	-	-	-	3	-	3	-	3
	Fosfato	-	-	-	-	3	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-
	Nitrato	-	-	-	-	3	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-
Naturales	RAS	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-
Indicadores Biológicos	Macroinvertebrados Bentónicos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

De los parámetros anteriores, según indica el Programa de Vigilancia río Serrano, es la Dirección General de Aguas el organismo responsable de la información de los parámetros Conductividad Eléctrica, Oxígeno Disuelto, pH, Temperatura, RAS y Macroinvertebrados Bentónicos. El Servicio Agrícola y Ganadero es responsable de los parámetros Cipermetrina, Diazinón, Fosfato y Nitrato; mientras que la SEREMI de Salud es responsable del parámetro Coliformes Fecales.

Para la elaboración del presente análisis, se cuenta con la información reportada en los documentos señalados en la **Tabla 1**. Antecedentes de monitoreos del periodo 2022-2023 en la cuenca del río Serrano. De acuerdo a estos, fue posible constatar que, durante el período comprendido entre enero de 2022 y diciembre de 2023, respecto a la Red de Observación se ejecutaron los monitoreos indicados en la **Tabla 20**.

Tabla 20. Resumen muestreos realizados en periodo 2018-2019 en Red de Observación.

Tipo Parámetro	Parámetros	Frecuencia														
		PA-10	SE-10	SE-20	GR-10	CH-10	BA-10	VI-10	DG-10	TP-10	SE-30	CH-20	DG-20	TP-20	PA-20	PI-10
Fundamentales	Conductividad Eléctrica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4
	Oxígeno Disuelto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4
	pH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4
	Temperatura	4/4	4/4	4/3	4/4	4/4	4/4	4/4	2/3	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4
De Afectación	Cipermetrina	-	-	-	-	0/0	0/0	0/0	-	-	-	0/0	-	0/0	-	0/0
	Coliformes Fecales	-	-	-	-	4/4	-	-	-	-	4/4	-	4/4	-	4/4	-



Tipo Parámetro	Parámetros	Frecuencia														
		PA-10	SE-10	SE-20	GR-10	CH-10	BA-10	VI-10	DG-10	TP-10	SE-30	CH-20	DG-20	TP-20	PA-20	PI-10
	Diazinón	-	-	-	-	0/0	0/0	0/0	-	-	-	0/0	-	0/0	-	0/0
	Fosfato	-	-	-	-	0/0	0/0	0/0	-	-	-	-	-	-	-	-
	Nitrato	-	-	-	-	0/0	0/0	0/0	-	-	-	-	-	-	-	-
Naturales	RAS	-	-	-	-	-	-	-	2/3	-	-	-	-	-	-	-
Biológicos	Macroinvertebrados Bentónicos	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0

X/Y: Número de campañas efectuadas en el año 2022/ Número de campañas efectuadas en el año 2023.

En anaranjado los parámetros que no se informaron con la frecuencia fijada

(-): No Aplica medición.

7.3. Metodologías de muestreo y análisis

De acuerdo a lo señalado en el artículo 13º del D.S. MINSEGPRES N° 75/2010, se consideró igual metodología a la fijada para la red de control en lo referido a pH, Conductividad Eléctrica y Oxígeno Disuelto, todos cuyos análisis se realizaron de manera *in situ*, según metodología informada por la DGA, por lo que los datos medidos durante el año 2023 se consideraron como válidos.

Para el resto de los parámetros considerados en el Programa de Vigilancia no se cuenta con referencias de análisis por lo que no se puede evaluar su validez en cuanto a metodología se refiere.

Respecto al tiempo de preservación, éste fue evaluado únicamente para Coliformes Fecales, el cual se cumplió a cabalidad en todas las campañas y muestras evaluadas. Para el resto de los parámetros, el tiempo de preservación no fue analizado debido a que los parámetros considerados en la red de observación se realizan al momento del muestreo, y por tanto no requieren preservación (CE, Oxígeno Disuelto, pH y Temperatura), o porque no fueron analizados en las estaciones correspondientes (Cipermetrina, Diazinón, Nitratos y Fosfatos).

8. RESULTADOS RED DE OBSERVACIÓN

En el **Anexo 9** se presentan los resultados de los monitoreos realizados en la Red de Observación para el período 2022-2023.



9. ANÁLISIS CONSOLIDADO DE DATOS HISTÓRICOS

En el **Anexo 10** se encuentran disponibles los datos históricos medidos desde el año 2011 al 2023 para la Red de Control definida en la norma, junto con una representación gráfica para las concentraciones de cada parámetro en cada estación.

De manera general, se puede señalar que los resultados de tales monitoreos reflejan ciertos fenómenos recurrentes en el análisis de los datos. Así, ha sido posible identificar que parámetros como Cadmio, Cobre, Cromo, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Plomo y Selenio han sido medidos bajo el límite de detección en todas las áreas de vigilancia, para gran parte de los períodos evaluados, identificándose en algunos casos, sensibilidades analíticas por debajo de las necesarias para la evaluación de la norma, pero que han mejorado progresivamente en el tiempo.

Por otra parte, y en consideración a los parámetros efectivamente cuantificados, se puede señalar que en general no se aprecian tendencias claras respecto a temporalidad, no identificándose períodos específicos de mayor o menor concentración de metales, sales disueltas (Cloruros y Sulfatos), Oxígeno Disuelto o niveles de pH.

Espacialmente, en tanto, se identificó que los ríos Las Chinas en CH-10, Baguales en BA-10 y Vizcachas en VI-10, suelen presentar las mayores concentraciones de los metales Aluminio y Hierro, además de sales disueltas y RAS. Particularmente, en el periodo de otoño de 2023, se registraron concentraciones sobre las magnitudes habituales en el río Las Chinas, en CH-10.

Por otro lado, la estación DG-10 en el río Don Guillermo, se ha evaluado referencialmente en casi todos los períodos bienales (con la única excepción en el bienio 2017-2018), en consideración a una menor frecuencia del muestreo debido a que la estación se ha encontrado seca en la mayoría de las campañas de verano.

En relación al cumplimiento normativo en todo el periodo histórico evaluado para cada parámetro (**Tabla 21**) se ha identificado que:

- **Aluminio** se ha evaluado referencialmente en gran parte del periodo comprendido entre 2011 y 2023. Pese a ello, en los períodos bienales efectivamente evaluados no ha registrado excedencias normativas.
- **Cadmio** se ha evaluado de manera efectiva mayoritariamente desde el periodo bienal 2018-2019 en adelante, no registrándose excedencias normativas.
- Entre los años 2014 al 2020 se midió el **Cloruro** en gran parte de las estaciones de control, registrándose dentro de los límites normativos en todas ellas, posteriormente sólo se ha podido evaluar referencialmente en la mayoría de las áreas de vigilancia.
- En los períodos bienales efectivamente evaluados, **Cobre** no ha registrado excedencias normativas en ningún área de vigilancia.
- **Coliformes Fecales** posee exigencia normativa únicamente en el río Serrano en SE-10, donde no ha registrado excedencia en ningún periodo bienal.



- **Cromo, Molibdeno, Níquel y Plomo** se han evaluado de manera referencial en gran parte del periodo revisado, no registrándose excedencias en ningún área de vigilancia en los periodos efectivamente analizados, así como tampoco para **Hierro** cuyos análisis referenciales abarcan menos periodos de evaluación.
- Por su parte, el **Manganeso**, si bien se ha evaluado referencialmente también en gran parte de los periodos en revisión, pese a no registrar excedencias normativas si ha presentado percentiles 75 cercanos al límite normativo (sobre el 80% de éste), lo que ha ocurrido en GR-10 en el periodo 2015-2016 y en TP-10 en el periodo 2020-2021.
- **Mercurio y Selenio** en tanto, han sido los parámetros que mayoritariamente se han medido de manera referencial, sin embargo, no se ha registrado excedencias en las mediciones efectivamente cuantificadas, en ninguna de las áreas de vigilancia.
- En contraste con lo anterior, **RAS** ha sido uno de los parámetros registrados con mayor frecuencia bienal de todo el periodo, registrando valores sobre la norma o cercanos a ésta de manera puntual en VI-10 y BA-10.
- **Sulfato**, por su parte, se ha evaluado efectivamente entre los periodos 2016-2017 y 2019-2020, registrando igualmente varias excedencias, principalmente en las estaciones PA-10; SE-20 y GR-10, y también niveles cercanos a la excedencia en BA-10 principalmente.
- De los periodos efectivamente analizados, **Zinc** no ha registrado excedencias en ninguna de las áreas de vigilancia.

Finalmente, los parámetros de terreno son los que se han podido medir efectivamente en la mayoría de los periodos bienales, identificándose que:

- **Conductividad eléctrica** no ha excedido límites normativos en ninguna de las áreas de vigilancia, pero ha registrado percentiles 66 cercanos (mayores al 80%) en tres estaciones: BA-10 y VI-10 en el periodo 2020-2021 y TP-10 en el periodo 2022-2023.
- **Oxígeno disuelto** no ha excedido límites normativos en ninguna de las áreas de vigilancia, pero ha registrado percentiles 66 cercanos (menores al 120%) en TP-10 en el periodo 2014-2015; SE-10 y TP-10 en el periodo 2015-2016; y PA-10 en este último periodo evaluado.
- **pH** en cambio ha registrado excedencias entre los periodos 2017-2018, 2021-2022 y 2022-2023 mayoritariamente en las estaciones CH-10; BA-10; VI-10 y TP-10 (al menos dos veces en cada estación indicada).



Tabla 21. Resumen de valores percentil 66 de cada periodo analizado entre 2013-2023 en niveles cercanos o por sobre lo normado en cada área de vigilancia.

Periodo	Área de Vigilancia	Aluminio	Cadmio	Cloruro	Cobre	Coliformes Fecales	Conductividad	Cromo	Hierro	Manganoso	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Oxígeno Disuelto	pH	Pbomo	RAS	Selenio	Sulfato	Zinc
2013-2014	PA-10				X															
	SE-10																			
	SE-20				X															
	GR-10				X															
	CH-10				X															
	BA-10				X															
	VI-10				X															
	DG-10				X												X			
	TP-10				X															
2014-2015	PA-10					X														
	SE-10						X													
	SE-20					X														
	GR-10					X														
	CH-10					X														
	BA-10					X														
	VI-10					X														
	DG-10					X												X		
	TP-10					X														
2015-2016	PA-10						X													
	SE-10							X												
	SE-20						X													
	GR-10						X													
	CH-10						X													
	BA-10						X													
	VI-10						X													
	DG-10						X											X		
	TP-10						X													
2016-2017	PA-10							X												
	SE-10								X											
	SE-20								X											
	GR-10								X											



Periodo	Área de Vigilancia	Aluminio	Cadmio	Cloruro	Cobre	Coliformes Fecales	Conductividad	Cromo	Hierro	Manganoso	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Oxígeno Disuelto	pH	Plomo	RAS	Selenio	Sulfato	Zinc
2017-2018	CH-10			X																
	BA-10				X															
	VI-10				X															
	DG-10			X													X			
	TP-10				X															
	PA-10					X														
	SE-10							X												
	SE-20			X																
	GR-10				X															
	CH-10				X															
2018-2019	BA-10				X															
	VI-10				X															
	DG-10				X												X			
	TP-10				X															
	PA-10					X														
	SE-10							X												
	SE-20					X														
	GR-10					X														
	CH-10					X														
2019-2020	BA-10					X														
	VI-10					X														
	DG-10				X												X			
	TP-10				X															
	PA-10						X													
	SE-10							X												
	SE-20					X														
	GR-10						X													
	CH-10						X													
2020-2021	BA-10						X										*			
	VI-10						X										*			
	DG-10					X											X			



Periodo	Área de Vigilancia	Aluminio	Cadmio	Cloruro	Cobre	Coliformes Fecales	Conductividad	Cromo	Hierro	Manganoso	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Oxígeno Disuelto	pH	Pb	RAS	Selenio	Sulfato	Zinc
2021-2022	SE-20					X											*			
	GR-10						X											*		
	CH-10					X												*		
	BA-10					X												*		
	VI-10					X												*		
	DG-10					X											X			
	TP-10					X											*			
2022-2023	PA-10							X												
	SE-10																			
	SE-20							X												
	GR-10							X												
	CH-10						X													
	BA-10						X													
	VI-10						X													
	DG-10						X										X			
	TP-10						X													

Resultado con cumplimiento normativo, o bien, sin exigencia normativa (X)

Resultado configura cumplimiento normativo, en nivel de advertencia.

Resultado configura incumplimiento normativo.

Análisis referencial.

La representación gráfica de la evolución normativa de cada área de vigilancia, estación y parámetro están disponibles en el **Anexo 10**.



10. CONCLUSIONES

La actividad de análisis y evaluación de la información que ha sido expuesta en el presente informe, consideró las campañas de monitoreo realizadas por la DGA y la Seremi de Salud de la región de Magallanes y Antártica Chilena, durante los años 2022 y 2023, en el marco de la evaluación del cumplimiento normativo definido en las NSCA río Serrano y su respectivo PV río Serrano, y de las campañas realizadas por ambos organismos, en igual período para la Red de Observación.

A partir de la información recopilada en las campañas realizadas en el periodo bienal 2022-2023, en las nueve estaciones definidas como **Red de Control**, se determinó la evaluación de cumplimiento normativo según se indica a continuación:

- a) Aluminio: se verificó **cumplimiento normativo** en PA-10, SE-10, GR-10, CH-10, BA-10, VI-10 y TP-10, y **cumplimiento normativo referencial** en DG-10 y SE-20.
- b) Cadmio: se verificó **cumplimiento normativo** en PA-10, SE-10, GR-10, CH-10, BA-10, VI-10 y TP-10, y **cumplimiento normativo referencial** en DG-10 y SE-20.
- c) Cloruro: se determinó **cumplimiento normativo referencial** en todas las áreas de vigilancia.
- d) Cobre: se verificó **cumplimiento normativo** en PA-10, SE-10, GR-10, CH-10, BA-10, VI-10 y TP-10, y **cumplimiento normativo referencial** en DG-10 y SE-20.
- e) Coliformes Fecales: se verificó **cumplimiento normativo** en SE-10.
- f) Conductividad Eléctrica: se verificó **cumplimiento normativo** en PA-10, SE-10, GR-10, CH-10, BA-10, VI-10 y TP-10, y **cumplimiento normativo referencial** en DG-10 y SE-20.
- g) Cromo: se verificó **cumplimiento normativo** en PA-10, SE-10, GR-10, CH-10, BA-10, VI-10 y TP-10, y **cumplimiento normativo referencial** en DG-10 y SE-20.
- h) Hierro: se verificó **cumplimiento normativo** en PA-10, SE-10, GR-10, CH-10, BA-10, VI-10 y TP-10, y **cumplimiento normativo referencial** en DG-10 y SE-20.
- i) Manganoso: se verificó **cumplimiento normativo** en PA-10, SE-10, GR-10, CH-10, BA-10, VI-10 y TP-10, y **cumplimiento normativo referencial** en DG-10 y SE-20.
- j) Mercurio: se verificó **cumplimiento normativo** en PA-10, SE-10, GR-10, CH-10, BA-10, VI-10 y TP-10, y **cumplimiento normativo referencial** en DG-10 y SE-20.
- k) Molibdeno: se verificó **cumplimiento normativo** en PA-10, SE-10, GR-10, CH-10, BA-10, VI-10 y TP-10, y **cumplimiento normativo referencial** en DG-10 y SE-20.
- l) Níquel: se verificó **cumplimiento normativo** en PA-10, SE-10, GR-10, CH-10, BA-10, VI-10 y TP-10, y **cumplimiento normativo referencial** en DG-10 y SE-20.
- m) Oxígeno Disuelto: se verificó **cumplimiento normativo** en PA-10, SE-10, GR-10, CH-10, BA-10, VI-10 y TP-10, y **cumplimiento normativo referencial** en DG-10 y SE-20.
- n) pH: se verificó **cumplimiento normativo** en PA-10, SE-10, GR-10, CH-10 y TP-10; **cumplimiento normativo referencial** en DG-10; **incumplimiento normativo** en BA-10 y VI-10 e **incumplimiento normativo referencial** en SE-20,



- o) Plomo: se verificó **cumplimiento normativo** se verificó **cumplimiento normativo** en PA-10, SE-10, GR-10, CH-10, BA-10, VI-10 y TP-10, y **cumplimiento normativo referencial** en DG-10 y SE-20.
- p) RAS: se verificó **cumplimiento normativo** en PA-10, SE-10, GR-10, CH-10, BA-10, VI-10 y TP-10 y **cumplimiento normativo referencial** en SE-20.
- q) Selenio: se verificó **cumplimiento normativo referencial** en todas las áreas de vigilancia.
- r) Sulfato: se determinó **cumplimiento normativo referencial** en SE-10, GR-10, CH-10, BA-10, VI-10, DG-10 y TP-10, e **incumplimiento normativo referencial** en PA-10 y SE-20.
- s) Zinc: se verificó **cumplimiento normativo** en PA-10, SE-10, GR-10, CH-10, BA-10, VI-10 y TP-10, y **cumplimiento normativo referencial** en DG-10 y SE-20.

En conclusión, se estableció el incumplimiento de las NSCA río Serrano en el periodo bienal 2022-2023 por pH en los ríos Baguales en BA-10 y Vizcachas en VI-10.



11. ANEXOS

Nº Anexo	Nombre Anexo
1	Oficio ORD. DGA N° 12, de 20 de abril de 2023
2	Oficio ORD. SMA N° 2.109, de 30 de agosto de 2024
3	Oficio ORD. DGA N° 56, de 10 de septiembre de 2024
4	Oficio ORD. DGA N° 13, de 22 de marzo de 2024
5	Oficio ORD. SMA N° 443, de 26 de febrero de 2025
6	Oficio ORD. DGA N° 10, de 3 de marzo de 2025
7	Oficio ORD. DGA N° 256, de 30 de abril de 2015
8	Resumen de datos medidos en periodo 2022-2023 Red de Control cuenca del Río Serrano
9	Resumen de datos medidos en periodo 2022-2023 Red de Observación cuenca del Río Serrano
10	Datos históricos 2011-2023 cuenca del Río Serrano

