



Gobierno
de Chile

**GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN**

**DESARROLLO DE HERRAMIENTAS PARA EL
ANÁLISIS DE SALARES Y CUENCAS COSTERAS Y
SU APLICACIÓN PARA EL DESARROLLO DEL PLAN
ESTRATÉGICO DE GESTIÓN HÍDRICA EN LA
CUENCA DEL SALAR DE ATACAMA**

INFORME FINAL PEGH SALAR DE ATACAMA

ANEXO J - CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA

REALIZADO POR:

**CENTRO DE CAMBIO GLOBAL UC, PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATOLICA DE CHILE**

S.I.T. N° 484

Santiago, diciembre 2021

CONTENIDO

CAPÍTULO 1	DEMOGRAFÍA Y CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN	6
CAPÍTULO 2	DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS	7
CAPÍTULO 3	AGRICULTURA Y CARACTERIZACIÓN DE LA SUPERFICIE CULTIVADA	8
CAPÍTULO 4	ESPECIES CARACTERÍSTICAS DE LAS FORMACIONES VEGETALES ZONALES DE LA CUENCA DEL SALAR DE ATACAMA	10
CAPÍTULO 5	COORDINACIÓN ENTRE ACTORES	13
5.1	ESTADO ACTUAL	13
5.2	RELACIÓN ENTRE IPT Y INICIATIVAS PROPUESTAS DEL PLAN	18
CAPÍTULO 6	CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA	24
6.1	REPRESENTACIÓN EN BOXPLOTS	24
6.1.1	Boxplots agua superficial	24
6.1.2	Boxplots agua subterránea.....	42

SUBANEXOS

ANEXO J.1	Derechos de aprovechamiento de aguas	
-----------	--------------------------------------	--

TABLAS

Tabla 1-1: Distribución de habitantes por edad en la comuna de San Pedro de Atacama.	6
Tabla 1-2: Catastro y demografía Comunidades Indígenas presentes en la cuenca del Salar de Atacama.	6
Tabla 3-1: Superficie regada por grupo de cultivo en la comuna de San Pedro de Atacama.	8
Tabla 3-2: Superficie cultivada en la cuenca de San Pedro de Atacama, desagregada por localidad.....	8
Tabla 3-3: Existencia de ganado en explotaciones agropecuarias en la comuna de San Pedro de Atacama.	9
Tabla 4-1: Plantas zonales más comunes, encontradas en las distintas formaciones vegetacionales.	10
Tabla 5-1: Objetivos Plan Estratégico Gestión de Recursos Hídricos Antofagasta.	16
Tabla 5-2: Cruce entre IPT e iniciativas propuestas del plan.	19
Tabla 6-1: Resumen de cumplimientos y sobrepasos para la norma de agua potable. ...	50
Tabla 6-2: Resumen de cumplimientos y sobrepasos para la norma de riego.....	51

FIGURAS

Figura 6-1: Gráfico de cajas - Cu Total (mg/l) en agua superficial.	25
Figura 6-2: Gráfico de cajas - Mg Total (mg/l) red DGA en agua superficial.....	26
Figura 6-3: Gráfico de cajas - Mg Total (mg/l) red SQM en agua superficial.	26
Figura 6-4: Gráfico de cajas - As Total (mg/l) red DGA en agua superficial.	27
Figura 6-5: Gráfico de cajas - As Total (mg/l) red SQM en agua superficial.	27
Figura 6-6: Gráfico de cajas - B Total (mg/l) en agua superficial.	28
Figura 6-7: Gráfico de cajas - Cl- Total (mg/l) red DGA en agua superficial.....	29
Figura 6-8: Gráfico de cajas - SO4- Total (mg/l) en agua superficial.	29
Figura 6-9: Gráfico de cajas - CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$) red DGA en agua superficial.	30
Figura 6-10: Medición de aluminio total en agua superficial.	31
Figura 6-11: Medición de cobalto total en agua superficial.	32
Figura 6-12: Medición de cromo total en agua superficial.....	33
Figura 6-13: Medición de cadmio total en agua superficial.	33
Figura 6-14: Medición de hierro total en aguas superficiales.....	34
Figura 6-15: Medición de hierro total en aguas superficiales.....	34
Figura 6-16: Medición de manganeso total en aguas superficiales.....	35
Figura 6-17: Medición de mercurio total en aguas superficiales.	35
Figura 6-18: Medición de Molibdeno total en aguas superficiales.....	36
Figura 6-19: Medición de níquel total en aguas superficiales.	37
Figura 6-20: Medición de plata total en aguas superficiales.....	37
Figura 6-21: Medición de plomo total en aguas superficiales.	38
Figura 6-22: Medición de selenio total en aguas superficiales.	39
Figura 6-23: Medición de zinc total en aguas superficiales.	40
Figura 6-24: Medición de conductividad eléctrica en aguas superficiales.	41
Figura 6-25: Gráfico de cajas - Fe Total (mg/l) en agua subterránea.....	42
Figura 6-26: Gráfico de cajas - Mg Total (mg/l) en agua subterránea.....	43
Figura 6-27: Gráfico de cajas - As Total (mg/l) en agua subterránea.....	44
Figura 6-28: Gráfico de cajas - Cl- Total (mg/l) en agua subterránea.....	45
Figura 6-29: Gráfico de cajas - SO4- Total (mg/l) en agua subterránea.....	45
Figura 6-30: Gráfico de cajas - CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$) en agua subterránea.	46
Figura 6-31: Gráfico de cajas - SDT (mg/l) en agua subterránea.	47
Figura 6-32: Medición de manganeso total en aguas subterráneas.....	47
Figura 6-33: Medición de zinc total en aguas subterráneas.	48
Figura 6-34: Medición de conductividad eléctrica en aguas subterráneas.	49

El presente anexo contiene información complementaria sobre la caracterización de la cuenca del Salar de Atacama que ofrece respaldo o soporte fundamental para el desarrollo y comprensión del presente estudio del Plan Estratégico de Gestión Hídrica de la Cuenca del Salar de Atacama.

CAPÍTULO 1 DEMOGRAFÍA Y CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN

La Tabla 1-1 presenta la distribución por edad de la población en la comuna de San Pedro de Atacama, mientras que la Tabla 1-2 resume la demografía de las comunidades indígenas presentes en la cuenca.

Tabla 1-1: Distribución de habitantes por edad en la comuna de San Pedro de Atacama.

Grupo de Edad	Habitantes
0 a 14	1.799
15 a 29	2.760
30 a 44	3.417
45 a 64	2.313
65 o más	707
Total	10.996

Fuente: Reportes comunales (BCN, 2017)

Tabla 1-2: Catastro y demografía Comunidades Indígenas presentes en la cuenca del Salar de Atacama.

Comunidad	Sector	Familias
Atacameña de Machuca	Machuca	34
Atacameña de Río Grande	Río Grande	51
Atacameña de Quitar	Ayllu de Quitar	35
Atacameña de Coyo	Ayllu de Coyo,	80
Atacameña de San Pedro De Atacama	San Pedro de Atacama	140
Atacameña de Solor	Ayllu de Solor	30
Atacameña de Socaire	Socaire	146
Atacameña de Camar	Camar	100
Atacameña de Talabre	Talabre	25
Atacameña de Peine	Peine	160
Atacameña de Toconao	Toconao	427
Atacameña de Sequitor Y Checar	Ayllu de Sequitor	24
Atacameña de Larache	Ayllu de Larache	25
Atacameña de Catarpe	Catarpe	30
Atacameña de Solcor	Ayllu de Solcor	15
Atacameña de Yaye	Ayllu de Yaye	12
Atacameña de Guatín	Guatín	16
Atacameña de Puna de Tocon, Alis, Celeste y Puques	Valle de Puques	-
Atacameña de Cucuter	Ayllu de Cucuter	8
Atacameña de Agricultores y Regantes del río Vilama	Vilama	12
Atacameña Tulor y Beter	Ayllu de Tulor y Ayllu de Beter	-

Fuente: CORFO-PUC (2021) en base a CONADI-Ingeland (2020) y conversación con actores.

CAPÍTULO 2 DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS

El archivo digital titulado "Anexo J.1. Derechos de aprovechamiento de aguas" (libro de Excel) contiene la información completa de los derechos de aprovechamiento de aguas superficiales y subterráneos presentes en la cuenca del Salar de Atacama y catastrados a lo largo del proyecto. Dicha información se utilizó para la generación de diversas tablas resumen y entradas del modelo numérico (entre otros usos).

CAPÍTULO 3 AGRICULTURA Y CARACTERIZACIÓN DE LA SUPERFICIE CULTIVADA

A nivel regional, las comunas de San Pedro de Atacama y Calama son las que poseen una mayor cantidad de hectáreas regadas, gracias a su eficiencia de riego y también a otros factores en el desarrollo de la actividad agrícola, como el asentamiento de población (especialmente comunidades indígenas), la disponibilidad de recursos hídricos en cantidad y calidad, la capacidad de conducir los recursos hídricos por parte de los agricultores y la capacidad agrícola del suelo. La superficie regada en la comuna de San Pedro de Atacama en la región de Antofagasta y clasificada según cultivo se elabora a partir de información del INE (2007¹) y se presenta en la Tabla 3-1. La distribución detallada de lo cultivado en la cuenca a nivel de Ayllu o sector, se presenta en la Tabla 3-2.

Tabla 3-1: Superficie regada por grupo de cultivo en la comuna de San Pedro de Atacama.

Grupo de cultivo	Superficie regada (ha)
Cereales, leguminosas y tubérculos	56,12
Industriales	0
Hortalizas	123,02
Flores	0,09
Frutales y huertos caseros	135,3
Viñas y parronales viníferos	6,0
Plantas forrajeras	750,65
Total	1.071,2

Fuente: INE (2007)

Tabla 3-2: Superficie cultivada en la cuenca de San Pedro de Atacama, desagregada por localidad.

Sector/Regantes	Superficie cultivada (ha)
Asoc. Atacameña de Reg. Y Agr. de San Pedro de Atacama y Otros. (Total)	647
<i>Catarpe</i>	<i>31</i>
<i>Checar</i>	<i>37</i>
<i>Condeduque</i>	<i>66</i>
<i>Coyo</i>	<i>57</i>
<i>Cucuter</i>	<i>61</i>
<i>Larache</i>	<i>56</i>
<i>Qitor</i>	<i>56</i>
<i>Sequitor</i>	<i>49</i>
<i>Solcor</i>	<i>62</i>
<i>Solor</i>	<i>132</i>

¹ Hasta la fecha, esta información solo se encuentra actualizada con información general a nivel nacional. Se espera que a mediados del año 2022 se presenten los resultados del último censo silvoagropecuario.

Sector/Regantes	Superficie cultivada (ha)
<i>Yaye</i>	40
Asoc. Atacameña de Reg. Y Agr. Del río Vilama (Total)	77
<i>Alambrado</i>	4
<i>Beter</i>	32
<i>Guatin</i>	8
<i>Poconche</i>	8
<i>Tulor</i>	22
<i>Vilama</i>	3
Asoc. Atacameña de Reg. Y Agr. de Celeste	2,9
Asoc. Atacameña de Reg. Y Agr. de Toconao (Total)	53
<i>Valle Jere</i>	5
<i>Bosque Viejo</i>	28
<i>Sector Campo</i>	20
Comunidad Atacameña de Socaire	54
Comunidad Atacameña de Camar	5
Comunidad Atacameña de Talabre	35
Comunidad Atacameña de Peine (Total)	52
<i>Peine</i>	24
<i>Tilopozo</i>	28
Otros	171,2
Total	1.097

Fuente: CORFO-PUC (2021) a partir de INE (2007) y actores locales

Respecto a la actividad ganadera, y dadas las características de la cuenca, existen limitadas existencias ganaderas, en donde destacan el ganado ovino y camélido, propio de la actividad tradicional de comunidades del altiplano (Tabla 3-3).

Tabla 3-3: Existencia de ganado en explotaciones agropecuarias en la comuna de San Pedro de Atacama.

Especie de ganado	Nº de cabezas
Bovinos	126
Ovinos	5.560
Cerdos	446
Equinos (total)	906
<i>Caballares</i>	217
<i>Mulares</i>	46
<i>Asnales</i>	643
Caprinos	3.981
Camélidos (total)	3.200
Alpacas	45
Llamas	3.155
Conejos	2.550

Fuente: INE (2007)

CAPÍTULO 4 ESPECIES CARACTERÍSTICAS DE LAS FORMACIONES VEGETALES ZONALES DE LA CUENCA DEL SALAR DE ATACAMA

Las especies más características de cada una de estas formaciones, su hábito y origen (nativa o endémica) se encuentran en la Tabla 4-1.

Tabla 4-1: Plantas zonales más comunes, encontradas en las distintas formaciones vegetacionales.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Origen	Hábito	1	2	3	4	5	6	7
Apiaceae	<i>Azorella atacamensis</i>	----	Nativa	Subarbus to						X	
Asteraceae	<i>Ambrosia artemisioides</i>	Petaloxa	Nativa	Arbusto	X		X		X		
Asteraceae	<i>Artemisia copa</i>	copa	Nativa	Arbusto						X	
Asteraceae	<i>Baccharis boliviensis</i>	Tolilla	Nativa	Arbusto					X	X	
Asteraceae	<i>Baccharis juncea</i>	Suncho	Nativa	Arbusto			X				
Asteraceae	<i>Baccharis tola</i>	Lejia, tola	Nativa	Arbusto						X	
Asteraceae	<i>Chuquiraga atacamensis</i>	Tajtará	Nativa	Arbusto						X	
Asteraceae	<i>Parastrephia lepidophylla</i>	Tola vaca	Nativa	Arbusto						X	X
Asteraceae	<i>Perezia atacamensis</i>	Marancel	Nativa	Hierba perenne						X	
Asteraceae	<i>Senecio rahmeri</i>	----	Nativa	Subarbus to						X	
Asteraceae	<i>Tessaria absinthioides</i>	Brea	Nativa	Arbusto	X		X				X
Boraginaceae	<i>Phacelia pinnatifida</i>	----	Nativa	Hierba perenne						X	
Boraginaceae	<i>Tiquilia atacamensis</i>	Káuchal	Endémica	Subarbus to		X		X			
Brassicaceae	<i>Menonvillea cuneata</i>	----	Nativa	Hierba perenne						X	
Cactaceae	<i>Maihue niopsis camachoi</i>	Kume	Endémica	Subarbus to suculento						X	
Calyceraceae	<i>Gamocarpha caespitosa</i>	Chicorea	Endémica	Hierba perenne						X	
Chenopodiaceae	<i>Atriplex atacamensis</i>	Cachiyuyo	Endémica	Arbusto	X	X	X	X			X

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Origen	Hábito	1	2	3	4	5	6	7
Chenopodiaceae	<i>Atriplex deserticola</i>	Cachiyuyo	Nativa	Subarbus to							X
Chenopodiaceae	<i>Atriplex imbricata</i>	Ojalar	Nativa	Arbusto o subarbus to	X			X	X		X
Ephedraceae	<i>Ephedra americana</i>	Pingo pingo	Nativa	Arbusto						X	
Fabaceae	<i>Adesmia atacamensis</i>	Allaval	Endémica.	Arbusto	X	X	X	X			
Fabaceae	<i>Adesmia hystrix</i>	Varilla brava	Endémica	Arbusto						X	X
Fabaceae	<i>Adesmia spinosissima</i>	----	Nativa	Arbusto						X	
Fabaceae	<i>Hoffmannseggia viscosa</i>	----	Nativa	Hierba perenne		X					
Fabaceae	<i>Lupinus oreophilus</i>	----	Endémica	Hierba perenne						X	
Krameriaceae	<i>Krameria lappacea</i>	----	Nativa	Arbusto					X		
Malvaceae	<i>Cristaria andicola</i>	Malvilla	Nativa	Hierba perenne				X		X	X
Malvaceae	<i>Tarasa operculata</i>	Malva	Nativa	Subarbus to					X		
Montiaceae	<i>Calandrinia compacta</i>	Pata de guanaco	Nativa	Hierba perenne						X	
Montiaceae	<i>Cistanthe celosioides Hershkovitz</i>	Básal	Nativa	Hierba annual		X		X			
Montiaceae	<i>Cistanthe densiflora</i>	Pata de guanaco	Nativa	Hierba annual		X					
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i>	Gramasalada	Nativa	Hierba perenne			X				
Poaceae	<i>Festuca chrysophylla</i>	----	Nativa	Hierba perenne				X			
Poaceae	<i>Pappostipa chrysophylla</i>	----	Nativa	Hierba perenne						X	
Poaceae	<i>Pappostipa frigida</i>	Pastovicuña	Nativa	Hierba perenne						X	
Solanaceae	<i>Fabiana bryoides</i>	Pata de pizaca	Nativa	Arbusto				X		X	X
Solanaceae	<i>Fabiana densa</i>	Khachukipa	Nativa	Arbusto					X		
Solanaceae	<i>Fabiana denudata</i>	Tolilla	Nativa	Arbusto						X	

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Origen	Hábito	1	2	3	4	5	6	7
Solanaceae	<i>Fabiana ramulosa</i>	Kipa	Endémica	Arbusto						X	
Solanaceae	<i>Lycium minutifolium</i>	Coralillo	Endémica	Arbusto				X			X
Solanaceae	<i>Solanum chilense</i>	Tomatillo	Endémica	Hierba perenne					X		
Verbenaceae	<i>Aloysia deserticola</i>	Rica-Rica	Nativa	Arbusto	X	X	X		X		
Verbenaceae	<i>Aloysia trifida</i>	Oreganillo	Nativa	Arbusto	X		X	X			
Verbenaceae	<i>Junellia seriphioides</i>	Rosa de la cordillera, kaylla	Nativa	Arbusto						X	
Verbenaceae	<i>Lampayo medicinalis</i>	Lampaya hembra	Nativa	Arbusto						X	

Nota: 1: Desierto de la Cuenca Superior del río Loa, 2: Desierto de los aluviones, 3:Desierto del Salar de Atacama, 4:Desierto Montano de la Cordillera de Domeyko, 5:Estepa arbustiva pre puneña, 6:Estepa Sub-desertica de la Puna de Atacama, 7:Estepa Desértica de los Salares Andinos.

Fuente: Guajaro (1994).

CAPÍTULO 5 COORDINACIÓN ENTRE ACTORES

5.1 ESTADO ACTUAL

Relativo a la necesidad de coordinación interinstitucional han existido esfuerzos por desarrollar instrumentos de planificación a nivel regional y comunal (no han existido esfuerzos a la escala de la cuenca del Salar de Atacama). Estos instrumentos se han realizado a nivel de planificación territorial o planificación en la gestión de recursos hídricos. El estudio CORFO-PUC (2021) realiza un análisis de estos instrumentos cuyas conclusiones principales se presenta a continuación.

En el caso de la planificación a nivel territorial se pueden destacar los siguientes Instrumentos de Planificación Territorial (IPT) recientemente desarrollados a nivel regional y comunal relevantes para la cuenca del Salar de Atacama:

- **Estrategia Regional de Desarrollo 2009-2020, Región de Antofagasta**

La Estrategia Regional de Desarrollo es el instrumento de planificación para el territorio regional. Su construcción busca incorporar una perspectiva de largo plazo que sirva para la asignación eficiente de inversiones y recursos públicos, para definir políticas, planes y programas que aporten al desarrollo de la región (GORE Antofagasta, 2009). Dentro de los lineamientos que se definen en esta estrategia se pueden destacar aquellos que inciden de forma significativa sobre la gestión de los recursos hídricos. Por ejemplo, el Lineamiento 3 "Región Sustentable", indica que busca: "Asegurar la sustentabilidad ambiental y territorial a través de un sistema regional de planificación de los recursos hídricos y energéticos y de protección de la biodiversidad, acorde con el marco geográfico, socioeconómico y cultural de la región de Antofagasta". Lineamiento cuyo principal Objetivo General consiste en: "Proteger el recurso hídrico a través de una eficiente administración, en concordancia con las condiciones regionales de extrema aridez y atendiendo a las presiones que se ejercen sobre su oferta limitada y poco conocida".

- **Plan de Desarrollo Comunal San Pedro de Atacama**

El Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO) entrega los lineamientos para el desarrollo de una comuna en el corto y mediano plazo, constituyendo el marco orientador del accionar municipal. En la cuenca solo tiene lugar el PLADECO de San Pedro de Atacama, que norma las áreas urbanas de las localidades de San Pedro de Atacama, Toconao y Peine. El PLADECO resume e integra las miradas sectoriales en torno a las perspectivas del desarrollo económico, territorial, social, en salud y en medio ambiente en la comuna, postulando para ello lineamientos, objetivos estratégicos (en el corto y mediano plazo) y potenciales proyectos, todo en línea con instrumentos regionales. Esta síntesis transversal a las actividades que ocurren en la cuenca es también una característica fundamental en el plan de gestión hídrica en la cuenca del Salar de Atacama. Como tal, el PLADECO tiene el potencial de situarse como un catalizador de los esfuerzos de un plan integral de gestión de recursos hídricos en la cuenca.

- **Plan Regional de Antofagasta 2018-2022**

El Plan Regional de Antofagasta (Gobierno de Chile, 2019), consiste en una estrategia regional que tiene como objetivo el desarrollo socio-económico y territorial de la región de Antofagasta entre los años 2018 y 2022. La metodología de este Plan Regional consiste en

realizar un diagnóstico de la Región de Antofagasta, con el motivo de detectar aquellas áreas prioritarias sobre las cuales se deben implementar iniciativas de desarrollo. Las líneas de acción más importantes que contempla el programa corresponden al crecimiento de la región, el desarrollo territorial, la seguridad ante desastres naturales y la cobertura en salud y educación. Respecto al crecimiento de la región, se determina que el recurso hídrico juega un papel fundamental en la estrategia de desarrollo, por lo que se establece una estrategia hídrica de gestión y monitoreo, la cual considera implementar una red de monitoreo de recursos hídricos, para gestionar el recurso hídrico de los acuíferos con información certera sobre la cantidad y calidad de dichos cuerpos de agua. El inicio del plan de la estrategia de monitoreo se planificó durante el año 2019.

En el caso de la planificación de los recursos hídricos se pueden destacar las siguientes experiencias relevantes para la cuenca del Salar de Atacama:

- **Plan Estratégico para la Gestión de los Recursos Hídricos, Región de Antofagasta**

El Plan Estratégico para la Gestión de los Recursos Hídricos (PEGRH) es un instrumento de planificación indicativo realizado el año 2016 (DGA-ARCADIS, 2016). El PEGRH contribuye a orientar las decisiones públicas y privadas, con el fin último de maximizar la función económica, social y ambiental del agua, en armonía con el medioambiente y con condiciones de equilibrio que permita la sustentabilidad dentro de una visión de corto y largo plazo, dotando a los actores de las herramientas y capacidades para abordar los desafíos que esto impone. La generación del PEGRH para la Región de Antofagasta se desarrolló en dos fases: Diagnóstico y Formulación.

Diagnóstico:

Se destacan a continuación algunas conclusiones del diagnóstico relacionados con objetivos pertinentes para la cuenca del Salar de Atacama (DGA-Arrau, 2012).

(1) Hacer un diagnóstico respecto del conocimiento del recurso hídrico, del uso del agua y del estado de las fuentes.

Se detectan importantes vacíos de información que no permiten conocer, en su totalidad, el estado actual del recurso. Por ello, se plantea como deben abordarse dichos vacíos para una mejor comprensión y con ello una adecuada toma de decisiones y gestión del recurso.

(2a) Elaborar un diagnóstico de los aspectos de cantidad y calidad del recurso hídrico.

La disponibilidad de agua dulce en la cuenca es escasa para la cantidad de actividades antrópicas que la necesitan para sus procesos y para los asentamientos humanos presentes. En términos de calidad, los factores de la contaminación son tanto antropogénicos como naturales. En el caso de la cuenca del Salar de Atacama la información se encuentra dispersa, por lo cual es difícil concluir de ella de manera concreta, dado que no es posible determinar, por ejemplo, puntos de origen de la contaminación. Si se puede determinar que la contaminación, con la poca información disponible, sería principalmente de carácter natural. En el caso de las aguas subterráneas, la información es escasa, por lo cual puede concluirse que para la cuenca del Salar de Atacama la información es insuficiente.

(2b) Elaborar un diagnóstico de la infraestructura y servicios relacionados con el recurso hídrico.

Se indica que es necesaria una mayor cobertura de agua potable rural, una mayor mantención y construcción de infraestructura de riego, y una mayor inversión en infraestructura de control de crecidas, principalmente en la zona altiplánica de la región, dado que en la zona costera se han estado realizando las acciones necesarias para su control. Es requerido realizar un diagnóstico acabado en terreno de la infraestructura de mayor tamaño, como es el caso de los tranques de relave y de riego existentes, para conocer con mayor detalle su estado actual dado el gran potencial de contaminación presente.

(2c) Elaborar un diagnóstico en materia ambiental.

El diagnóstico plantea que a nivel regional la presión existente sobre los recursos naturales, especialmente sobre el recurso hídrico, producto del aumento constante de las demandas de agua por parte de diversos usos, conlleva impactos sobre los diferentes ecosistemas que sostiene el recurso hídrico. Los impactos ambientales de las actividades productivas en la región son importantes e históricos, con pasivos ambientales no catastrados y una deficiencia en la fiscalización de los actuales procesos productivos, principalmente minero, que es el que posee los principales conflictos con las comunidades locales. Se indica que se debe actualizar la Estrategia Regional de Conservación de la Biodiversidad, reforzar el resguardo de áreas necesarias de proteger, estudiar los requerimientos hídricos de los ecosistemas y establecer los caudales ecológicos respectivos.

(2d) Elaborar un diagnóstico funcional respecto del desempeño institucional (público y privado) en materia de gestión en escenarios medios y en condiciones extremas (sequías o inundaciones).

El diagnóstico funcional muestra la existencia de una serie de deficiencias o limitantes del sistema que deben abordarse para poder realizar con éxito la gestión de los recursos hídricos a nivel regional. En este sentido, se observa un desconocimiento sobre el estado actual de los recursos hídricos en la región, deficiencias legales e institucionales, la limitada capacidad de las organizaciones, la limitada coordinación intra e intersectorial, los limitados mecanismos de comunicación y sistemas de información, y los conflictos territoriales y procesos de participación.

(3) Identificar los factores más relevantes que limitan, desde la perspectiva del recurso hídrico, el desarrollo productivo regional.

Los factores más relevantes identificados son la calidad y la cantidad del recurso hídrico, principalmente para la actividad agrícola y las formas de vida en zonas rurales, dado que la actividad minera y el abastecimiento de agua potable urbana, ante la escasez, han procedido al uso del agua de mar, desalada o en su estado natural (en este caso, readecuando sus sistemas productivos).

(4) Identificar los factores más relevantes que afectan el patrimonio ambiental o social dentro del territorio regional.

Entre los factores más relevantes que afectan el patrimonio ambiental o social dentro del territorio regional, son la contaminación ambiental producto de actividades de alto impacto, como la minería, donde la región cuenta con importantes pasivos ambientales y casos de contaminación de relevancia. El otro factor es la explotación de los recursos hídricos, que

limita el mantenimiento de los ecosistemas que son la base de la subsistencia tanto de las comunidades humanas como del ambiente.

(5) Identificar las capacidades y brechas institucionales, públicas y privadas, relacionadas con la gestión y manejo del recurso hídrico.

La identificación de capacidades y brechas institucionales, públicas y privadas, relacionadas con la gestión y manejo del recurso hídrico permite determinar 7 tipologías de brechas, entre ellas: (a) brechas legales, (b) brechas político-institucionales (Estado), (c) brechas organizacionales (Comunidad y Sector privado), (d) brechas de comunicación y en el acceso a la información, (e) brechas en los procesos de participación, (f) brechas de investigación y (g) brechas de Infraestructura.

Como conclusión general, el diagnóstico indica que se requiere abordar aspectos sumamente relevantes y que serán determinantes para la generación de confianzas y el éxito de iniciativas como el Plan Estratégico de Gestión Hídrica de la cuenca:

- Incorporar, desde sus inicios, a todos los actores relevantes de la región, tanto sector público, privado, como comunidades locales, esto a través de procesos de participación efectivos (en especial en el caso de las comunidades indígenas).
- La existencia de voluntad política para fortalecer las instituciones públicas regionales, en diversos aspectos, pero principalmente en fiscalización y seguimiento.

Formulación:

La segunda fase del PEGRH para la Región de Antofagasta consiste en la formulación de dicho plan (DGA-ACADIS, 2016). Los objetivos del PEGRH para la Región de Antofagasta se definieron considerando como marco estructural los lineamientos globales de recursos hídricos, establecidos por el concepto de Seguridad Hídrica, la cual se adaptó a la realidad nacional y regional utilizando la Estrategia Nacional de Recursos Hídricos. Esta última establece 5 ejes de desarrollo que generan una ruta en materia de gestión de recursos hídricos con miras al año 2025. Siguiendo esta definición, se definió un objetivo general, y objetivos específicos agrupados según tres dimensiones fundamentales: social, ambiental y económica (las cuales se relacionan con los tres pilares fundamentales del proceso de Gestión Integrada de Recursos Hídricos: "equidad social, eficiencia económica y sustentabilidad del medio ambiente"). En la Tabla 5-1 se presentan dichos objetivos.

Tabla 5-1: Objetivos Plan Estratégico Gestión de Recursos Hídricos Antofagasta.

Dimensión Objetivo PEGRH Región Antofagasta	Descripción
Social	<ul style="list-style-type: none"> • Asegurar la cobertura de servicios básicos suficientes, seguros, asequibles y sustentables para el uso personal y doméstico en las localidades de la región. • Contribuir a proteger el patrimonio cultural, con énfasis en el patrimonio ancestral. • Otorgar un nivel de seguridad aceptable para la población ante eventos extremos asociados al agua, específicamente, inundaciones y aluviones.

Dimensión Objetivo PEGRH Región Antofagasta	Descripción
Ambiental	Contribuir a la seguridad hídrica del medio ambiente considerando la conservación y restauración de ecosistemas asociados a ríos, lagunas, humedales y acuíferos.
Económica	Mejorar la seguridad hídrica, productividad y eficiencia en el uso del agua para las actividades económicas en todos los sectores usuarios.

Fuente: DGA-ARCADIS, (2016)

- **Plan Regional de Antofagasta**

El Plan Regional de Antofagasta (Gobierno de Chile, 2019) contempla una estrategia de gestión y monitoreo del recurso hídrico de la región, para lo cual se considera la instalación de equipos de medición y ejecución de programas de monitoreo de acuíferos.

Respecto a la seguridad ante desastres naturales, la estrategia del Plan Regional contempla la construcción de obras de defensas aluvionales en la comuna de Antofagasta. Las obras se extenderán hasta el año 2022 con un monto de inversión de 40 mil 600 millones de pesos.

- **Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2021**

El Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2021 (MOP, 2012) corresponde a un instrumento de planificación sectorial territorializado y vinculante para los servicios del MOP, a un horizonte de 10 años. Su objetivo es contribuir eficaz y eficientemente al desarrollo sustentable de la Región de Antofagasta, mediante la satisfacción de la demanda de mediano plazo (2021) a través de la provisión de servicios de infraestructura y la gestión del Recurso Hídrico.

La estrategia propone una cartera de iniciativas de inversión, dentro de las cuales se encuentran la ampliación y mejora de la cobertura de Agua Potable Rural, la protección a la población de riesgos por aluviones o inundaciones y mejorar la infraestructura hidrométrica. En el caso de los sistemas de APR se propone en este plan la creación de 50 nuevos arranques en los servicios de Agua Potable Rural existentes. Respecto a la infraestructura de abastecimiento de riego en la cuenca, se cuenta con los estanques Guachar (55.000 m³) y Solor (11.000 m³), los cuales regulan el riego en la cuenca del río San Pedro, en una superficie de 160 y 44 ha, respectivamente, para abastecer a las comunidades de San Pedro de Atacama. La infraestructura de obras de cauces en la cuenca se ha desarrollado en San Pedro de Atacama y Río Grande, mediante el mejoramiento de cauces de río y la ejecución de defensas fluviales, las que contemplan sistema de gavionaje, movimientos de tierra para encauzamiento de ríos y sistemas de enrocados para la protección de riberas. El Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico propone la construcción de obras de control de crecidas en el río San Pedro y la conservación de obras de defensas en cauces de la comuna de San Pedro de Atacama.

Finalmente, el Plan Regional de Infraestructura contempla el mejoramiento y la ampliación de la infraestructura de la red hidrometeorológica de la DGA, junto con la ampliación de red de medición de aguas subterráneas de la DGA.

- **Instrumentos de planificación del riego**

En lo que respecta a instrumentos de planificación o estrategias regionales vinculada al riego y la agricultura, se puede destacar que la Estrategia Regional de Desarrollo contempla como parte de sus objetivos la diversificación de actividades como la agricultura en zonas áridas. En línea con lo anterior se presenta en la "Estrategia Regional de Innovación 2012-2020", una línea de acción para el fomento y apoyo público-privado al desarrollo de nuevos productos basados en el valor distintivo de la singularidad en el desierto de Atacama. Esta estrategia destaca de manera transversal la idea de relevar el concepto de *Agricultura del Desierto* como idea a fortalecer por los distintos instrumentos de planificación.

Complementariamente, la CNR impulsó el año 2016 la iniciativa de "Estudio Básico – Diagnóstico para desarrollar el Plan de Gestión de Riego en la Región de Antofagasta" cuyo objetivo principal es la planificación a mediano plazo de las iniciativas de inversión en materia de riego en la región. Este estudio consideró los siguientes elementos:

- Elaborar un diagnóstico de la Región de Antofagasta, teniendo en cuenta la gestión del agua para riego y drenaje; la disponibilidad de infraestructura; los aspectos ambientales; los aspectos institucionales, entre otros que puedan surgir.
- Definir y desarrollar una imagen objetivo, respecto a la gestión del agua para riego y desarrollo agrícola en la cuenca hídrica considerada.
- Estimar las brechas entre la relación línea de base y la imagen objetivo o escenarios.
- Proponer un conjunto de iniciativas de inversión priorizadas, así como formular mejoras institucionales y/o, de gestión que favorezcan el desarrollo del riego y de la agricultura de la región.
- Validar el Plan de Gestión de Riego Regional (PGR) a nivel de usuarios/as, así como también a nivel de la Comisión Regional de Riego, de las mesas de agua y/u otras instancias regionales.
- Elaborar un Sistema de Información Geográfico (SIG) donde se visualice el catastro de los proyectos y estudios existentes, además de la cartera de iniciativas del Plan.

Un aspecto importante a considerar es que, si bien este es un insumo importante para la elaboración de un plan regional, este estudio a la fecha no se encuentra reflejado en un instrumento oficial de planificación de la política pública regional asociada al riego.

5.2 RELACIÓN ENTRE IPT Y INICIATIVAS PROPUESTAS DEL PLAN

La Tabla 5–2 relaciona los instrumentos y políticas de planificación territorial antes señalada con la cartera de iniciativas propuestas (cuerpo del informe, Capítulo 7).

Tabla 5-2: Cruce entre IPT e iniciativas propuestas del plan.

IPT	Eje o lineamiento	Iniciativa relacionada
PLADECO San Pedro de Atacama	Infraestructura sanitaria: - Contribuir al mejoramiento de la planta de agua potable de San Pedro de Atacama (encargado SECPLAC)	AP-2: Estudio necesidades Sistema Provisión de Agua Potable CAPRA.
	Infraestructura sanitaria: - Contribuir en la gestión del mejoramiento de la planta de tratamiento de aguas servidas para San Pedro de Atacama (encargado SECPLAC)	AP-1: Estudio integral necesidades Servicio Provisión AP comunidades.
	Infraestructura sanitaria: - Contribuir en la gestión de la nueva planta de tratamiento de aguas servidas de San Pedro de Atacama (encargado SECPLAC)	AP-2: Estudio necesidades Sistema Provisión de Agua Potable CAPRA.
	En Recurso Hídrico - Programa apoyo técnico para la reutilización y disposición de aguas grises en zonas rurales y urbanas.	AP-4: Pérdidas intradomiliaria, eficiencia y captura de aguas grises.
Plan regional de Antofagasta 2018-2022 (Gobierno de Chile, 2019).	En estrategia hídrica se plantea a nivel regional: Monitoreo y gestión hídrica: implementar una red de monitoreo de recursos hídricos, para gestionar el agua de acuíferos con información certera. El 13% de la utilización del agua es de uso doméstico y un 87% de uso productivo. Actualmente se identifican 10 acuíferos en el territorio de los cuales 2 se encuentran con restricción y 4 con prohibición de extracción de aguas. Esta iniciativa espera entregar resultados más certeros sobre la cantidad y calidad de acuíferos en la región. Se proyecta una inversión de tres mil 500 millones de pesos para instalación de equipos de medición y ejecución de programas de monitoreo y gestión. La instalación de estaciones de monitoreo se llevará a cabo durante 2019.	PE/MON-2: Plan de monitoreo participativo de sistemas lagunares. PE/MON-4: Ampliar red de monitoreo hidrometeorológico/hidrogeológico.
	En servicios básicos para los centros urbanos: - Mejoramiento del sistema de agua potable y alcantarillado: en la comuna de San Pedro de Atacama que permitirá beneficiar a más de 2.700 hogares en las localidades más alejadas. La iniciativa	PE/MON-1: Revisión de compromisos ambientales de empresas (RCA).

IPT	Eje o lineamiento	Iniciativa relacionada
	<p>iniciará obras en 2019 con un costo en su primera etapa de 231 millones de pesos.</p>	<p>PE/MON-2: Plan de monitoreo participativo de sistemas lagunares. PE/MON-4: Ampliar red de monitoreo hidrometeorológico/hidrogeológico.</p>
	<p>En protección ambiental:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plan nacional de humedales: el plan nacional identificó 40 humedales prioritarios para resguardar a lo largo del país y que suman más de 250 mil hectáreas. Para proteger efectivamente la rica biodiversidad que presentan estas áreas se les otorgará una categoría de área protegida que garantice su conservación y gestión a largo plazo. El humedal priorizado en la región es la laguna Tebenchique en la comuna de san pedro de atacama, que cuenta con cerca de mil 299 hectáreas 	<p>GOB-2: Evaluar necesidad de implementar reservas y zonas de prohibición y restricción.</p>
<p>Plan Estratégico de gestión de Recursos Hídricos de la región de Antofagasta (DGA-ARCADIS, 2016).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Iniciativa C4: Mejoramiento Sistema APR localidad de Camar (inicio: noviembre 2015; duración: 6 meses). 	<p>AP-1: Estudio integral necesidades Servicio Provisión AP comunidades.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> - Iniciativa C6: Mejoramiento sistema de agua potable localidad de Talabre (inicio: noviembre 2016; duración: 7 meses). 	<p>AP-1: Estudio integral necesidades Servicio Provisión AP comunidades.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> - Iniciativa C7: Construcción aducción Quebrada Blanca Socaire (inicio: abril 2016; duración: 6 meses). 	<p>AP-1: Estudio integral necesidades Servicio Provisión AP comunidades.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> - Iniciativa C13: Análisis de Previsiones de Precipitaciones para determinación de Caudales de Crecidas (inicio: septiembre 2016; duración: 6 meses). 	<p>PE/MON-4: Ampliar red de monitoreo hidrometeorológico/hidrogeológico.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> - Iniciativa C24: Análisis y sistematización información de estaciones hidrometeorológicas y de calidad de aguas pertenecientes a terceros II región (inicio: 2015; duración: 12 meses). 	<p>PE/MON-2: Plan de monitoreo participativo de sistemas lagunares.</p>

IPT	Eje o lineamiento	Iniciativa relacionada
	- Iniciativa P1: Planificación de proyectos y mejora de los sistemas de agua potable en localidades rurales dispersas. En Río Grande (proyecto en licitación).	PE/MON-3: Estudio de estado actual de vegas y bofedales.
	- Iniciativa P2: Programa de mejoramiento en la administración y funcionamiento de los sistemas de APR".	GOB-3: Creación y fortalecimiento organizaciones de usuarios de agua.
	- Iniciativa P4: Plan de fiscalizaciones ciudadanas.	PE/MON-2: Plan de monitoreo participativo de sistemas lagunares.
	- Iniciativa P8 (2022): Programa de subsidios a cultivos con denominación de origen. Que tiene como objetivo: Generar apoyo para fomentar la actividad agrícola tradicional a través del incentivo a cultivos nativos de la región con alto valor agregado en el mercado.	R-4: Plan de desarrollo agro cultural incluidos nuevos cultivos.
	- Iniciativa P12 (2022-2025): Caracterización del funcionamiento hídrico e hidrogeológico de sectores acuíferos que alimentan vegas y bofedales protegidos. Que tiene como objetivo: Redefinir y delimitar sectores acuíferos que alimentan vegas y bofedales y estudiar su funcionamiento hidrogeológico.	PE/MON-3: Estudio de estado actual de vegas y bofedales.
	- Iniciativa P20 (2017-2035): Observatorio de Recursos Hídricos. Que tiene como objetivo: Crear un Observatorio de Recursos Hídricos Regional que integre y sistematice la información hídrica regional, e implemente una plataforma en línea con información relevante para informar a la población en materia de recursos hídricos.	PE/MON-2: Plan de monitoreo participativo de sistemas lagunares.
	- Iniciativa P21 (2017-2018): Plan de mejoramiento de estaciones fluviométricas.	PE/MON-4: Ampliar red de monitoreo hidrometeorológico/hidrogeológico.
	- Iniciativa P22 (2019): Ampliar red de medición de niveles de agua subterráneas y de calidad química DGA.	PE/MON-4: Ampliar red de monitoreo hidrometeorológico/hidrogeológico.

IPT	Eje o lineamiento	Iniciativa relacionada
Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2021 Región de Antofagasta (MOP, 2012).	- Mejoramiento cauces Río San Pedro de Atacama, Vilama y afluentes.	R-1: Infraestructura para mejorar seguridad de riego en ARA río Vilama y río San Pedro.
	- Mejoramiento Sistema de Riego de Río Grande y Zonas Aledañas San Pedro de Atacama.	R-1: Infraestructura para mejorar seguridad de riego en ARA río Vilama y río San Pedro. R-2: Estudio necesidades de infraestructura de riego en ARA en C.I. fuera de Ayllus San Pedro de Atacama.
	- Conservación construcción estaciones fluviométricas y reparaciones mayores nacional.	PE/MON-4: Ampliar red de monitoreo hidrometeorológico/hidrogeológico.
	- Conservación y mantención Red Hidrométrica nacional.	PE/MON-4: Ampliar red de monitoreo hidrometeorológico/hidrogeológico.
	- Conservación de la Red Hidrometeorológica nacional.	PE/MON-4: Ampliar red de monitoreo hidrometeorológico/hidrogeológico.
	- Conservación de la red de calidad de aguas subterráneas.	PE/MON-4: Ampliar red de monitoreo hidrometeorológico/hidrogeológico.
	- Conservación de la Red de Calidad de agua e hidrogeología nacional.	PE/MON-4: Ampliar red de monitoreo hidrometeorológico/hidrogeológico.
	- Análisis crítico de las Redes Hidrométricas.	PE/MON-4: Ampliar red de monitoreo hidrometeorológico/hidrogeológico.

IPT	Eje o lineamiento	Iniciativa relacionada
	<ul style="list-style-type: none"> - Mejoramiento y ampliación red fluviométrica. 	PE/MON-4: Ampliar red de monitoreo hidrometeorológico/hidrogeológico.
	<ul style="list-style-type: none"> - Actualización de la red de calidad de aguas a través de la revisión estadística de la data histórica. 	PE/MON-4: Ampliar red de monitoreo hidrometeorológico/hidrogeológico.
Estrategia Regional de Innovación 2012-2020 Región de Antofagasta, (GORE Antofagasta, 2012)	<ul style="list-style-type: none"> - Una línea de acción para el fomento y apoyo público-privado al desarrollo de nuevos productos basados en el valor distintivo de la singularidad en el desierto de Atacama. 	R-4: Plan de desarrollo agro-cultural, incluidos nuevos cultivos.

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 6 CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA

En este capítulo se presentan los resultados de la metodología de depuración de la base de datos utilizada para caracterizar la calidad de las aguas en la cuenca del Salar de Atacama.

6.1 REPRESENTACIÓN EN BOXPLOTS

Luego de aplicada la metodología indicada en el Anexo F, acápite 4.1.1, se presentan diagramas de caja (*boxplots*) para comparar los parámetros de interés frente a las normas que los regulan (NCh 409/05 y NCh1333/78). Para esto, se deben tener en consideración los siguientes puntos:

- Los siguientes gráficos complementan lo presentado en los acápites 4.1.4 y 4.2.3 del informe central.
- En varias estaciones no existe una mayor variabilidad de datos, manteniéndose fijo en valores como 0,01, 0,02 o 0,03 mg/l. Esto corresponde a que la medición marcó un valor menor a la sensibilidad del instrumento/metodología utilizada. Por consecuencia, se tendrá un *boxplot* sin variabilidad y representado por una línea.
- Dado los registros de conductividad eléctrica, el agua superficial se clasifica como un agua salobre.

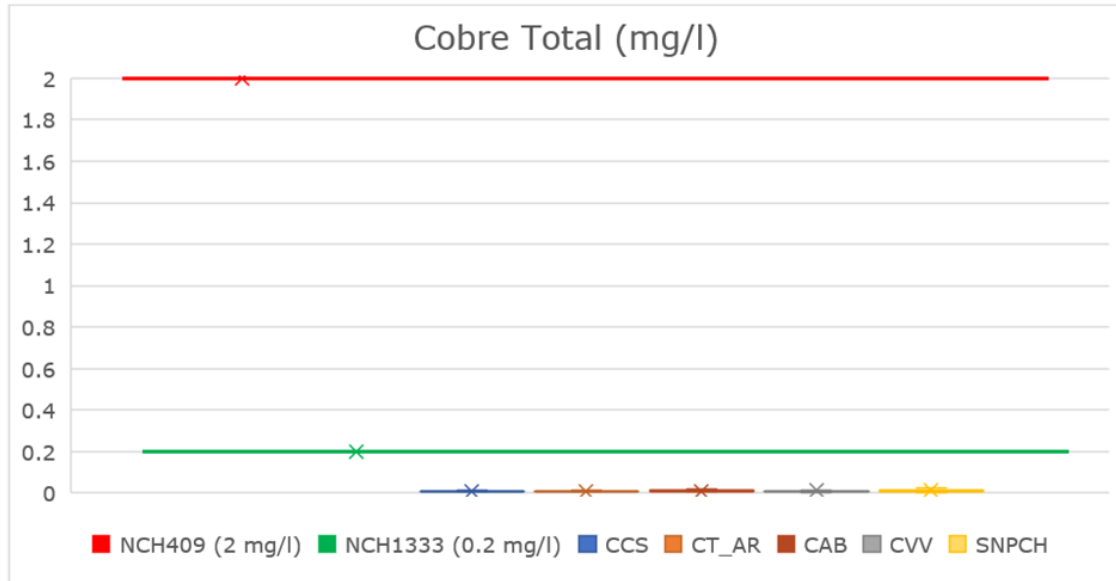
6.1.1 Boxplots agua superficial

Se presentan a continuación las mediciones de cada estación para los diferentes parámetros químicos de relevancia. Los parámetros son seleccionados en función de las normas de agua potable (NCh409/05) y de riego (NCh1333/78). No existen normas secundarias de agua en la cuenca.

Metales

Los metales estudiados en las aguas superficiales en general cumplen con las normas de agua potable y riego. Solo los metales hierro, magnesio y manganeso presentan en algunas estaciones concentraciones sobre la norma NCh409/05, y el molibdeno incumple la norma NCh1333/78 en todas las estaciones.

En el caso particular del cobre total, se observa en la Figura 6-1 que todas las estaciones de la red hidrométrica DGA cumplen tanto con la norma NCh409/05 como con la NCh1333/78. Cabe destacar que los registros corresponden al mínimo valor que el instrumento utilizado puede medir dada su sensibilidad, por lo que las concentraciones reportadas pueden estar sobreestimadas.

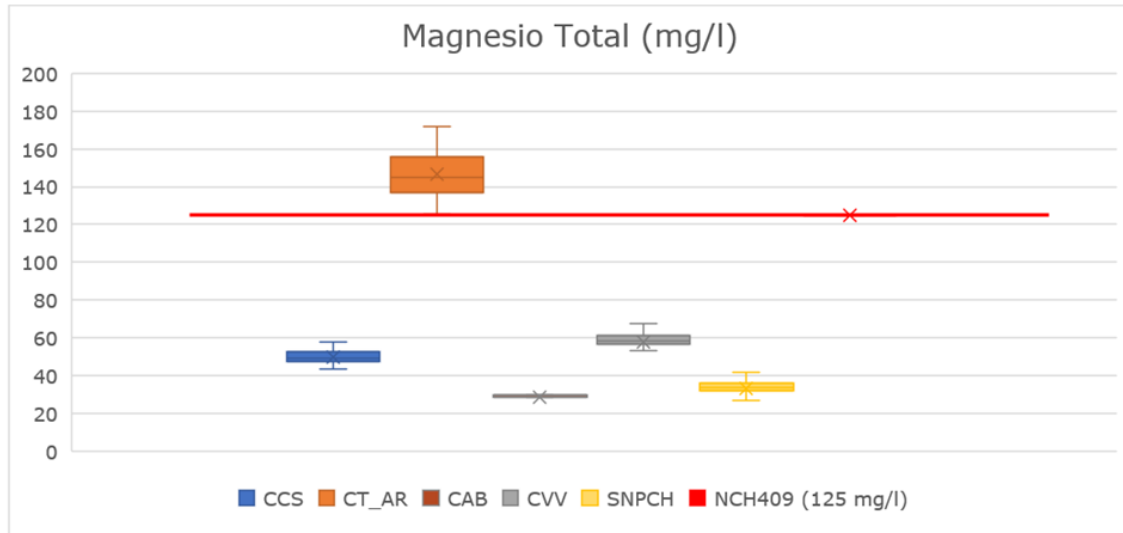


Fuente: Elaboración propia a partir de red hidrométrica DGA

Figura 6–1: Gráfico de cajas - Cu Total (mg/l) en agua superficial.

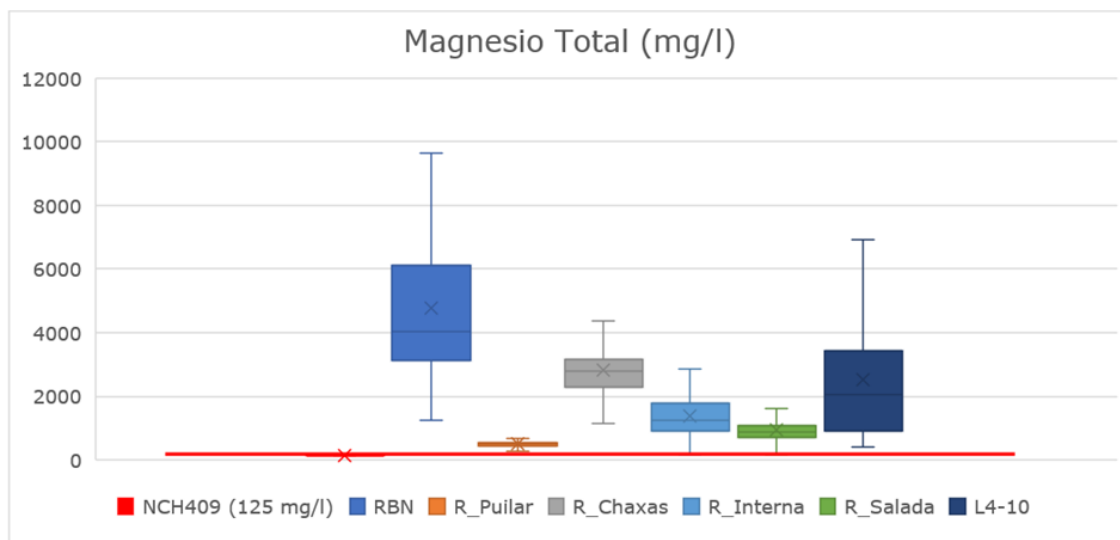
En cuanto al magnesio total, este está regulado solo por la norma NCh409/05 y es representado en dos gráficos con el objetivo de entregar una visualización clara de datos y normas. De la Figura 6–2 se observa que solo la estación Canal Tilomonte antes de represa registra concentraciones sobre la norma. Notar las diferencias de registros entre las estaciones San Pedro en Cuchabrachi y Canal Vilama en Vilama a pesar de la cercanía entre ellas.

De la Figura 6–3, que corresponden solo a estaciones SQM, se tiene que todas registran valores superiores a la norma. Estas estaciones se ubican en la zona media y Sur de la cuenca, cercanas a las estaciones Canal Aguas Blancas en la zona media, Canal Cuno en Socaire y Canal Tilomonte antes de represa en la zona Sur, sin embargo, mantienen una gran diferencia entre sus registros.



Fuente: Elaboración propia a partir de red hidrométrica DGA

Figura 6-2: Gráfico de cajas – Mg Total (mg/l) red DGA en agua superficial.



Fuente: Elaboración propia a partir de red hidrométrica SQM

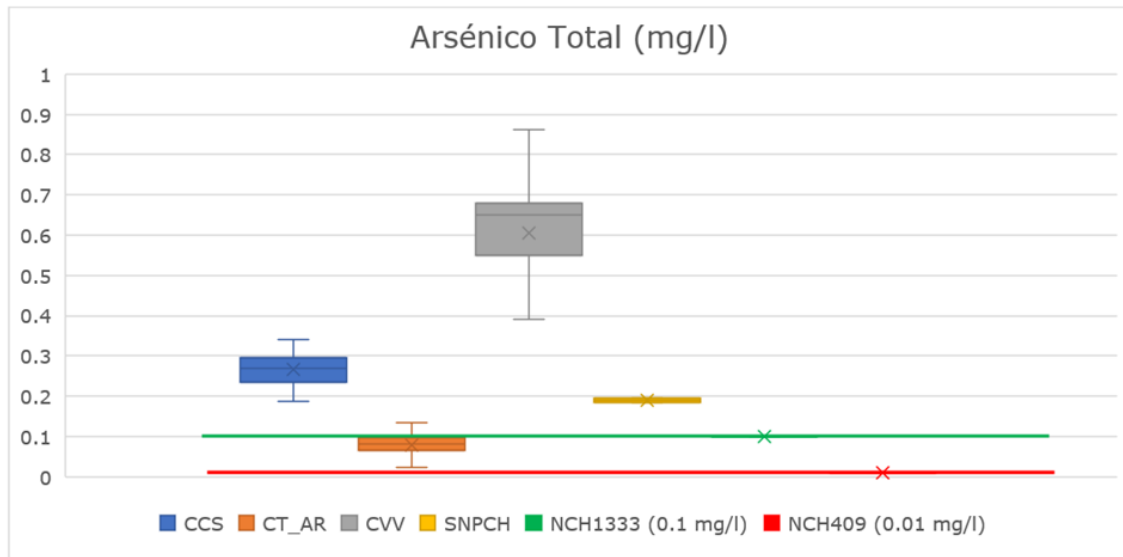
Figura 6-3: Gráfico de cajas – Mg Total (mg/l) red SQM en agua superficial.

Metales

Los únicos metales estudiados son el arsénico y boro, donde ambos presentan en todas las estaciones concentraciones superiores a las establecidas en las normas NCh409/05 y NCh1333/78. En el caso del arsénico total, los gráficos se presentan al igual que el magnesio con tal de entregar una clara visualización de datos y normas. De la Figura 6-4 se observa una diferencia de concentraciones entre las estaciones Canal Vilama en Vilama y San Pedro en Cuchabrachi a pesar su cercanía, donde la primera muestra mayores concentraciones.

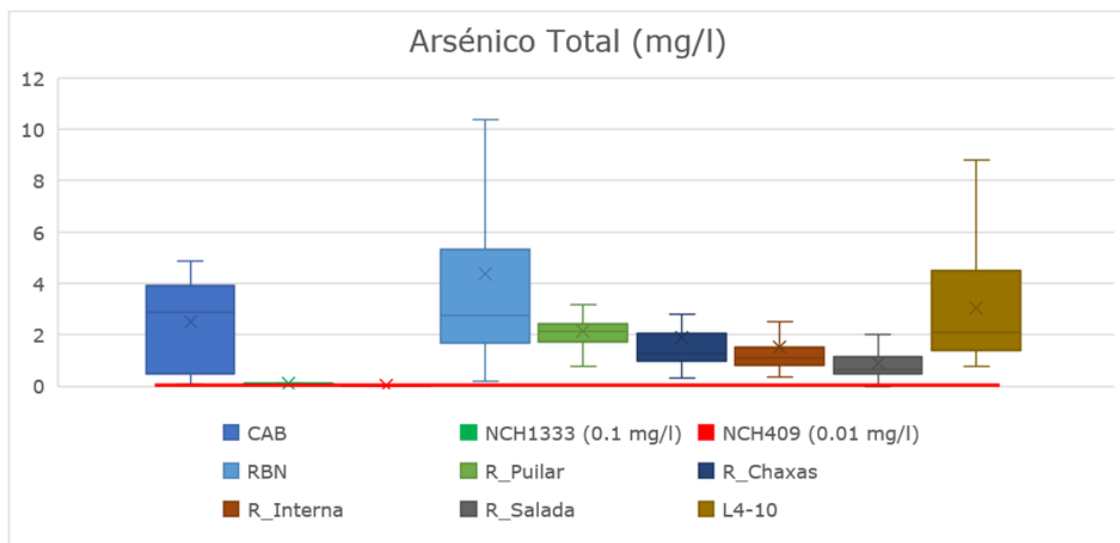
De la Figura 6-5 se desprende una situación similar a la observada en la Figura 4-10, donde las estaciones SQM registran valores superiores que las estaciones DGA, aunque ambas

estén ubicadas cerca entre ellas. Cabe destacar que las estaciones SQM se ubican más cercanas al núcleo del salar, mientras que las DGA miden calidad de aguas de ríos.



Fuente: Elaboración propia a partir de red hidrométrica DGA

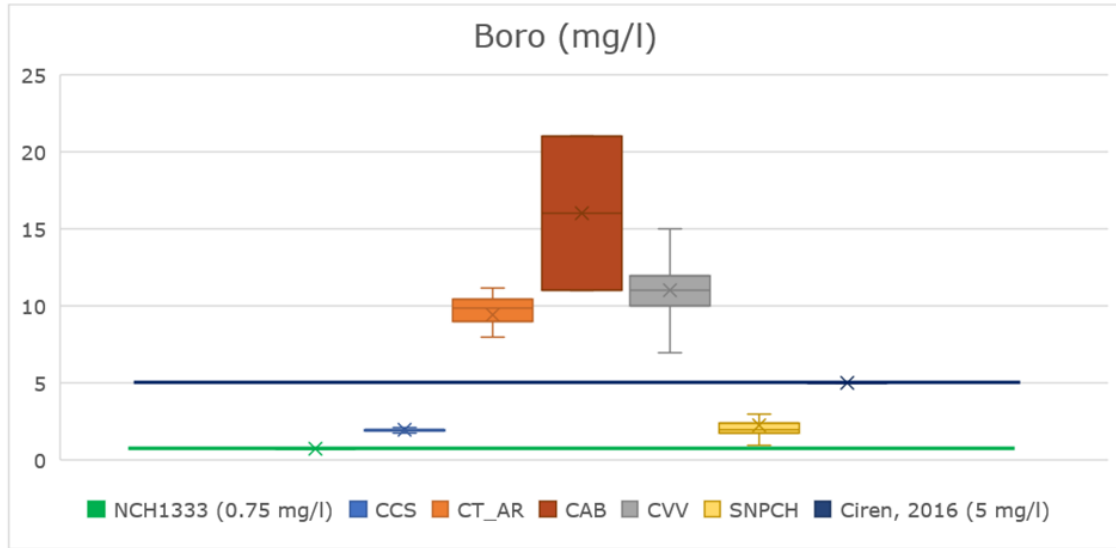
Figura 6-4: Gráfico de cajas – As Total (mg/l) red DGA en agua superficial.



Fuente: Elaboración propia a partir de red hidrométrica SQM

Figura 6-5: Gráfico de cajas – As Total (mg/l) red SQM en agua superficial.

Solamente las estaciones DGA tienen registro de concentraciones de Boro. Si bien la norma NCh409 no regula el boro, CIREN (2016) menciona que no se deben superar los 5 mg/l para considerar un agua como potable. Con esto, solo la estación de San Pedro y Canal Cuno en Socaire cumplen con este máximo para ser consideradas como agua potable. El resto de las estaciones superan tanto la norma de riego como la establecida por CIREN. Por último, notar que Vilama tiene mayores concentraciones de boro que San Pedro.



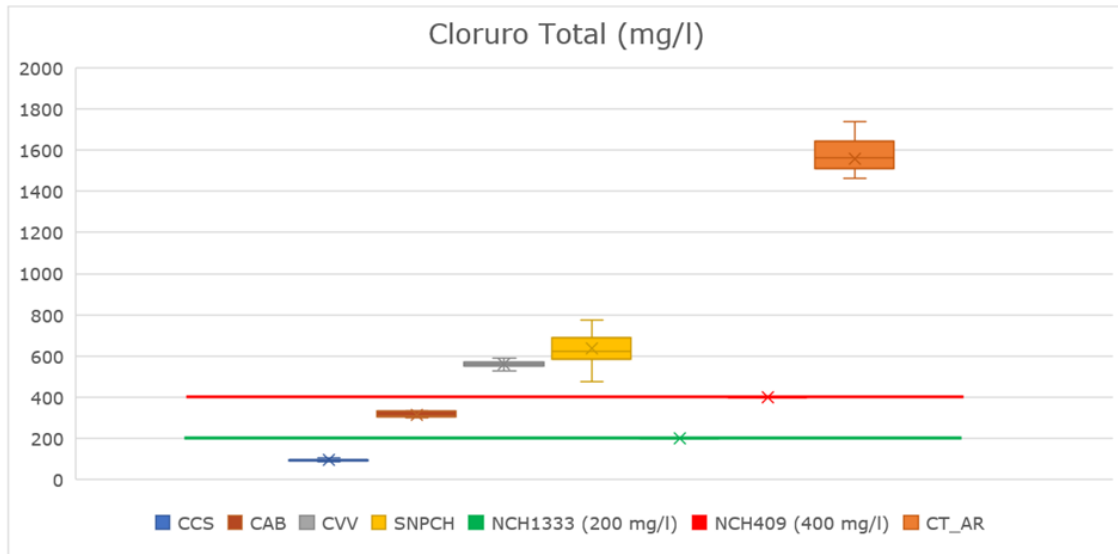
Fuente: Elaboración propia a partir de red hidrométrica DGA

Figura 6-6: Gráfico de cajas – B Total (mg/l) en agua superficial.

Parámetros inorgánicos

Los dos parámetros estudiados son el cloruro y sulfato. El cloruro tiene concentraciones que superan ambas normas en la mayoría de las estaciones. En cambio, el sulfato, aunque hay situaciones de sobrepaso en la norma de agua potable, supera principalmente la norma de riego.

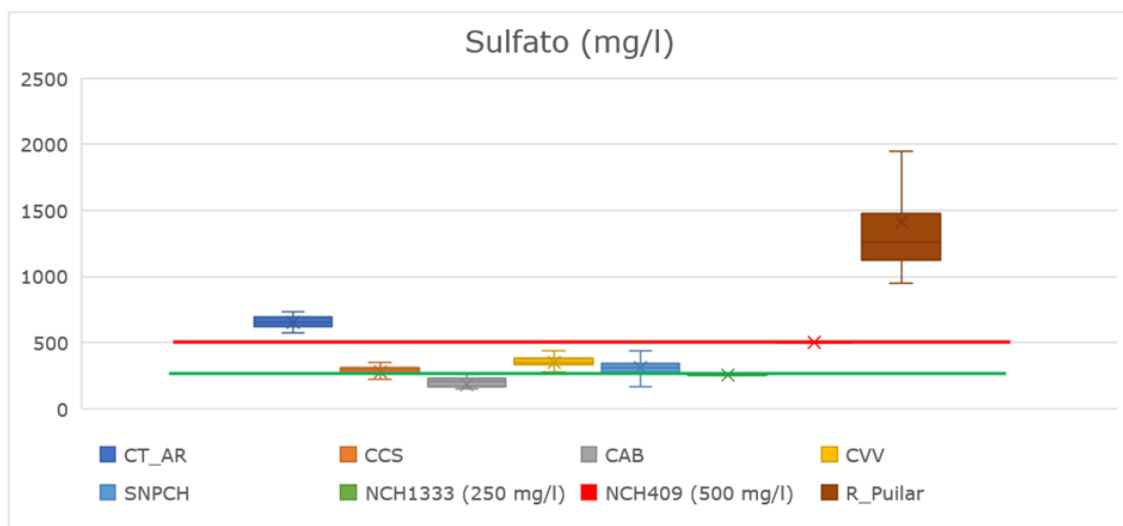
De la Figura 6-7 se observa que los valores registrados en la estación Canal Cuno en Socaire están dentro de lo establecido en ambas normas, mientras que la estación Canal Aguas Blancas supera solo la NCh1333/78. El resto de las estaciones San Pedro en Cuchabrachi, Canal Vilama en Vilama y Canal Tilomonte antes de represa registran valores sobre ambas normas. Además, todas las estaciones SQM, las cuales no se grafican muestran registros sobre los 10.000 mg/l de cloruro total superando claramente las normas.



Fuente: Elaboración propia a partir de red hidrométrica DGA

Figura 6-7: Gráfico de cajas – Cl- Total (mg/l) red DGA en agua superficial.

En cuanto al sulfato, las estaciones Canal Tilomonte antes de represa, Canal Cuno en Socaire, Canal Vilama en Vilama, San Pedro en Cuchabrachi y Reglilla Puilar superan tanto la norma NCh409/05 como la NCh1333/78. En cambio, la estación Canal Aguas Blancas se mantiene bajo la norma de agua potable y cuenta con un solo registro sobre la norma de riego. El resto de las estaciones superficiales de SQM, Reglilla Interna, Salada, Chaxas y Barros Negros, registran valores sobre los 2.000 mg/l de sulfato superando ambas normas.



Fuente: Elaboración propia a partir de red hidrométrica DGA y SQM

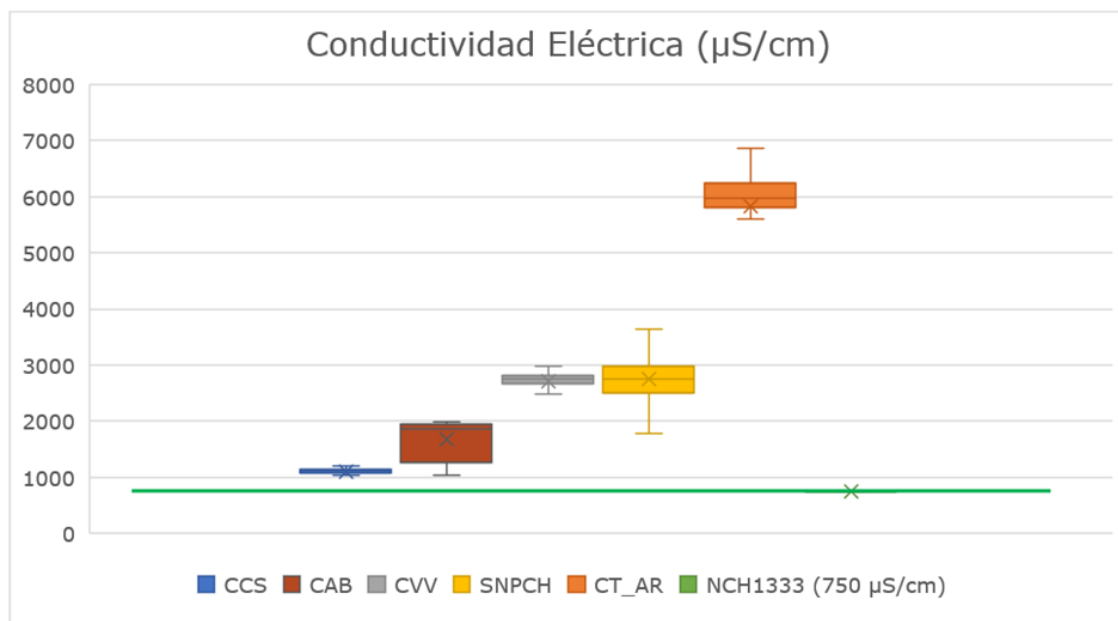
Figura 6-8: Gráfico de cajas – SO4- Total (mg/l) en agua superficial.

Parámetros físico-químicos

La cuenca se caracteriza por tener aguas básicas, donde la mayoría tienen un pH dentro del rango de la norma NCh1333/78, sin embargo, fuera de la NCh409/05. Solo las estaciones Canal Cuno en Socaire y San Pedro en Cuchabrachi registraron valores de pH sobre la norma de riego. En cuanto a la conductividad eléctrica y sólidos disueltos totales

se tiene que todas las estaciones registran concentraciones que superan la clasificación de aguas que no presentan efectos perjudiciales.

Se observa en la Figura 6–9 como todas las estaciones superan la clasificación de aguas sin efectos perjudiciales para cultivos (0-750 $\mu\text{S}/\text{cm}$). La estación Canal Cuno en Socaire se encuentra en la categoría de aguas que pueden tener efectos perjudiciales en cultivos sensibles. Las estaciones Canal Aguas Blancas, Canal Vilama y San Pedro están en el intervalo donde el agua puede tener efectos adversos en muchos cultivos y necesita de métodos de manejo cuidadoso (1.500-3.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$). El resto de las estaciones SQM, las cuales en promedio tienen valores entre los 20.000 y 300.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, junto a la estación Canal Tilomonte, registran aguas que pueden ser usadas en cultivos tolerantes con suelo permeable y métodos de manejo. A partir de la clasificación de Frezze y Cherry (1979) (ver acápite 2.1.1 del cuerpo del informe), estas estaciones registran conductividades eléctricas por sobre el límite asociado a agua fresca (100 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y por debajo del límite asociado para salmuera (500.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$), por lo que corresponde a un agua salobre.

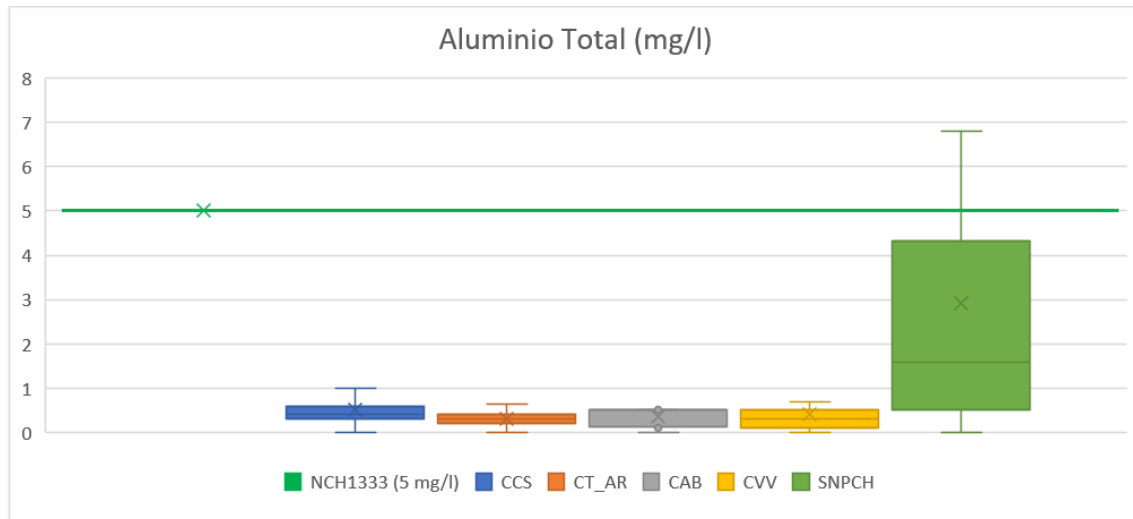


Fuente: Elaboración propia a partir de red hidrométrica DGA

Figura 6–9: Gráfico de cajas – CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$) red DGA en agua superficial.

Por último, en cuanto a los sólidos disueltos totales, solo las estaciones SQM tienen mediciones de este parámetro y todas registran valores sobre los 20.000 mg/l, o incluso algunas sobre los 100.000 mg/l, superando los 500 mg/l exigidos por la NCh1333/78.

Aluminio Total

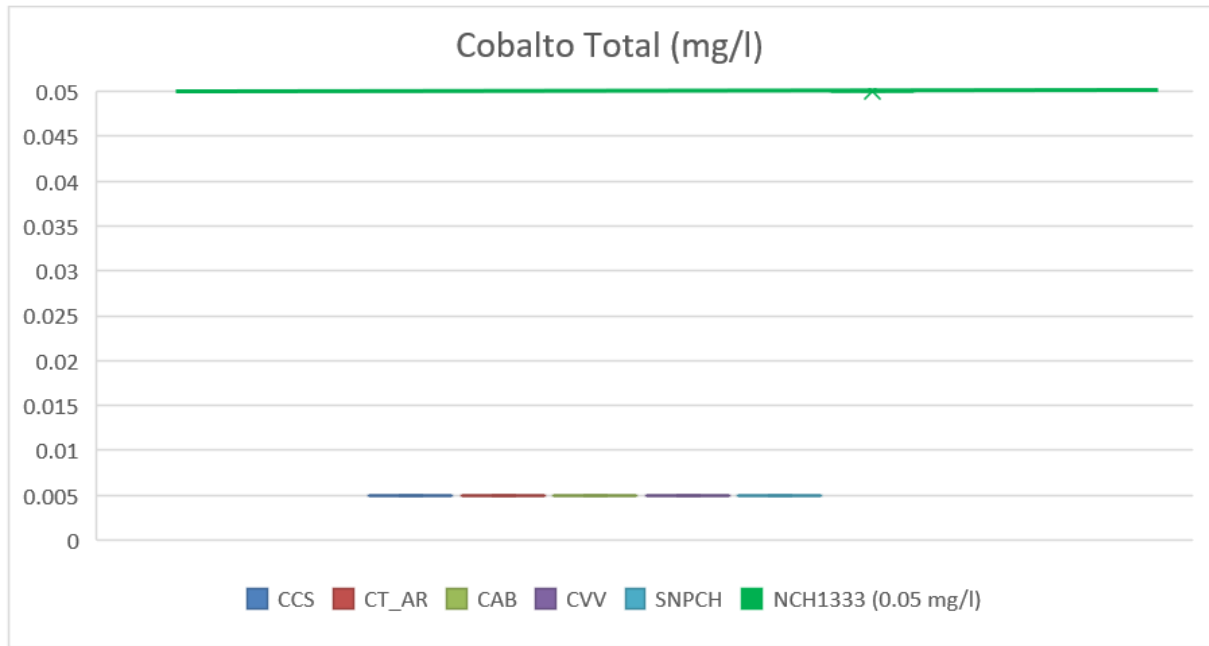


Fuente: Elaboración propia a partir de datos estadísticos DGA

Figura 6-10: Medición de aluminio total en agua superficial.

De las estaciones SQM utilizadas en el estudio, ninguna contaba con mediciones de aluminio, restringiendo el análisis a solo las estaciones DGA. En esta oportunidad todas cumplen con la norma de riego en todos los años de registros.

Cobalto Total



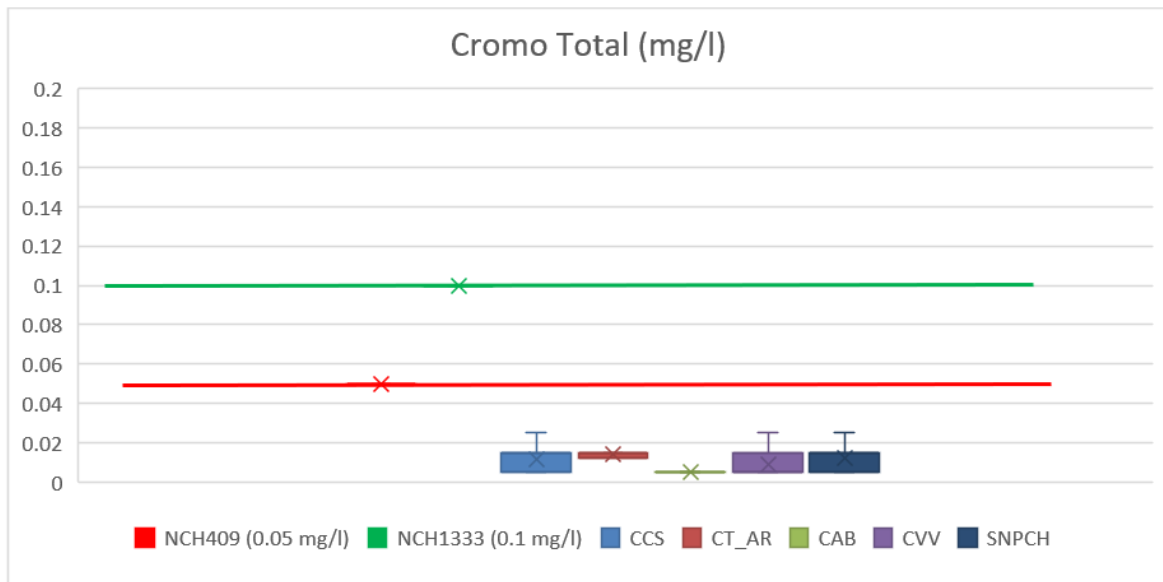
Fuente: Elaboración propia a partir de datos estadísticos DGA

Figura 6-11: Medición de cobalto total en agua superficial.

Nota: En eje principal de la figura, el punto representa separación decimal.

Nuevamente solo con estaciones DGA, donde todas cumplen con la norma de riego. En este caso, en todas predominan los valores iguales a 0,01 mg/l debido a que la medición fue menor a la sensibilidad del instrumento utilizado, por lo que se les asignó la mitad del valor reportado y puede que estos registros estén sobrevalorados.

Cromo Total



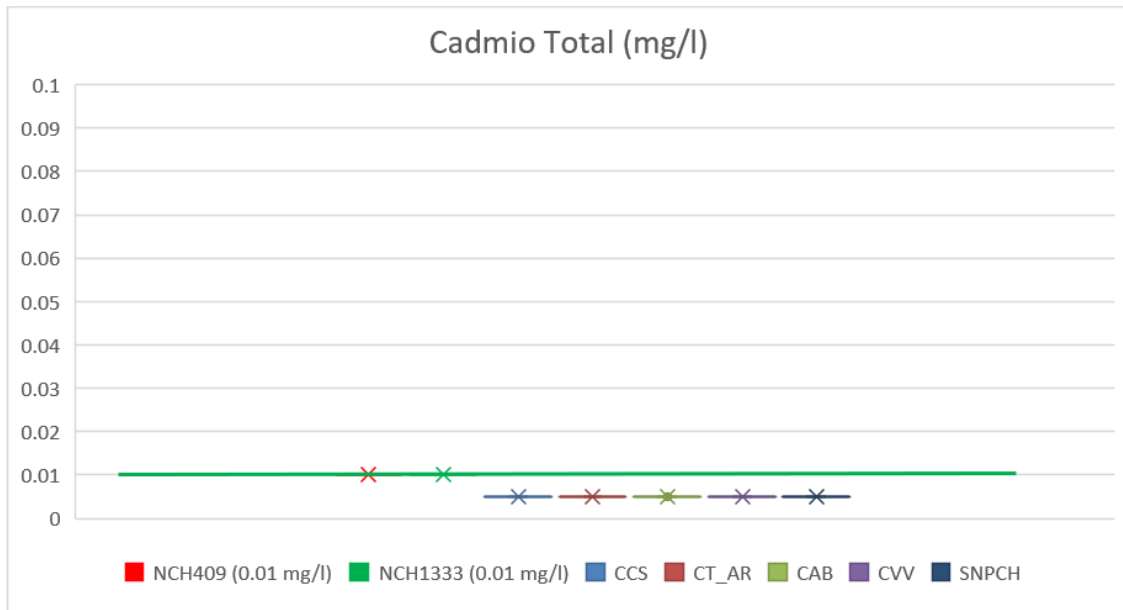
Fuente: Elaboración propia a partir de datos estadísticos DGA

Figura 6-12: Medición de cromo total en agua superficial.

Nota: En eje principal de la figura, el punto representa separación decimal.

De manera análoga al cobalto, solo con estaciones DGA donde todas cumplen con la norma de riego y agua potable, y donde todas tienen valores predominantes iguales a 0,03 o 0,01 mg/l debido a que la medición fue menor a la sensibilidad del instrumento utilizado, por lo que también puede que estos registros estén sobrevalorados.

Cadmio Total



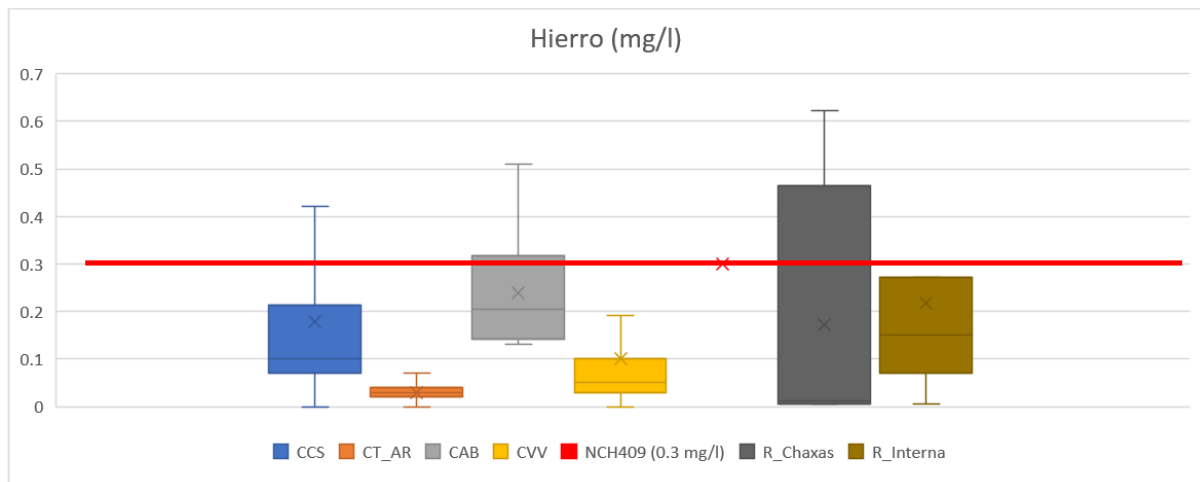
Fuente: Elaboración propia a partir de datos estadísticos DGA

Figura 6-13: Medición de cadmio total en agua superficial.

Nota: En eje principal de la figura, el punto representa separación decimal.

Todas las estaciones DGA tienen valores iguales a 0,01 mg/l debido a que la medición fue menor a la sensibilidad del instrumento utilizado, por lo que al reducir su valor a la mitad se da un contexto donde todas las estaciones mantienen registros que cumplen ambas normas.

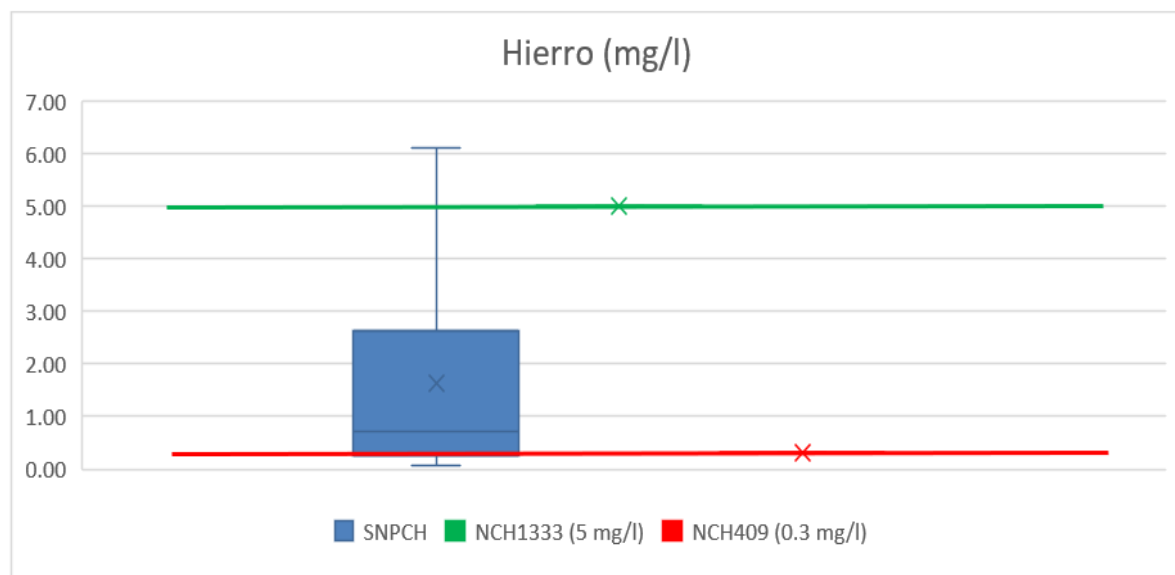
Hierro Total



Fuente: Elaboración propia a partir de datos estadísticos DGA y SQM

Figura 6-14: Medición de hierro total en aguas superficiales.

Nota: En eje principal de la figura, el punto representa separación decimal.

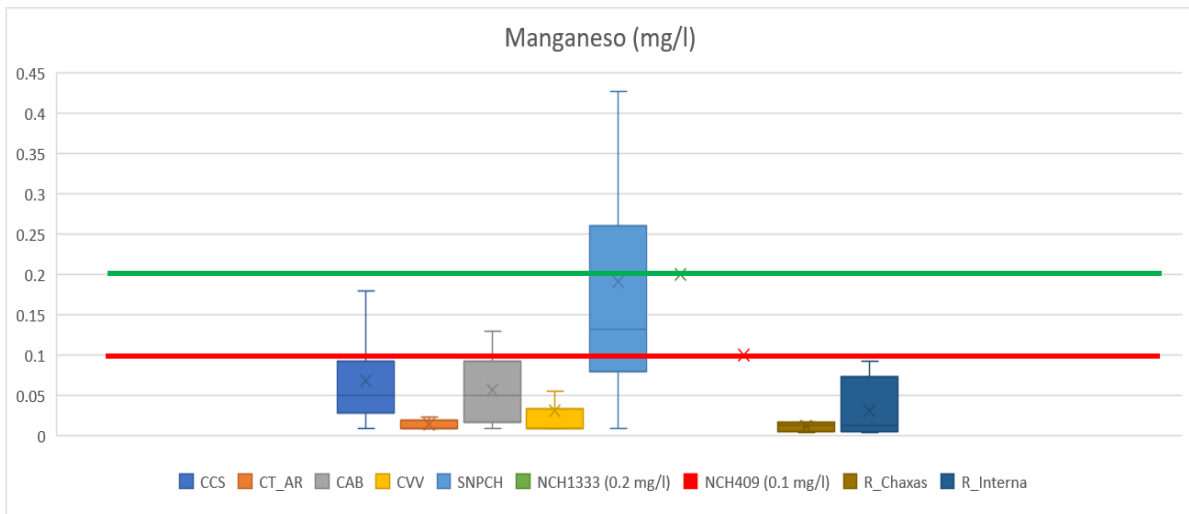


Fuente: Elaboración propia a partir de datos estadísticos DGA.

Figura 6-15: Medición de hierro total en aguas superficiales.

Las aguas medidas por estaciones Canal Tilomonte, Canal Vilama y Reglilla interna cumplen con las normas de agua potable y riego. Estaciones Canal Cuno en Socaire, Canal Aguas Blancas y Reglilla Chaxas cumplen con norma de riego (5 mg/l), pero no así con la de agua potable. San Pedro en Cuchabrachi no cumple con ambas normas. Notar la diferencia entre las estaciones Vilama y San Pedro, siendo que esta última tiene registros sobre los 7 mg/l.

Manganeso Total



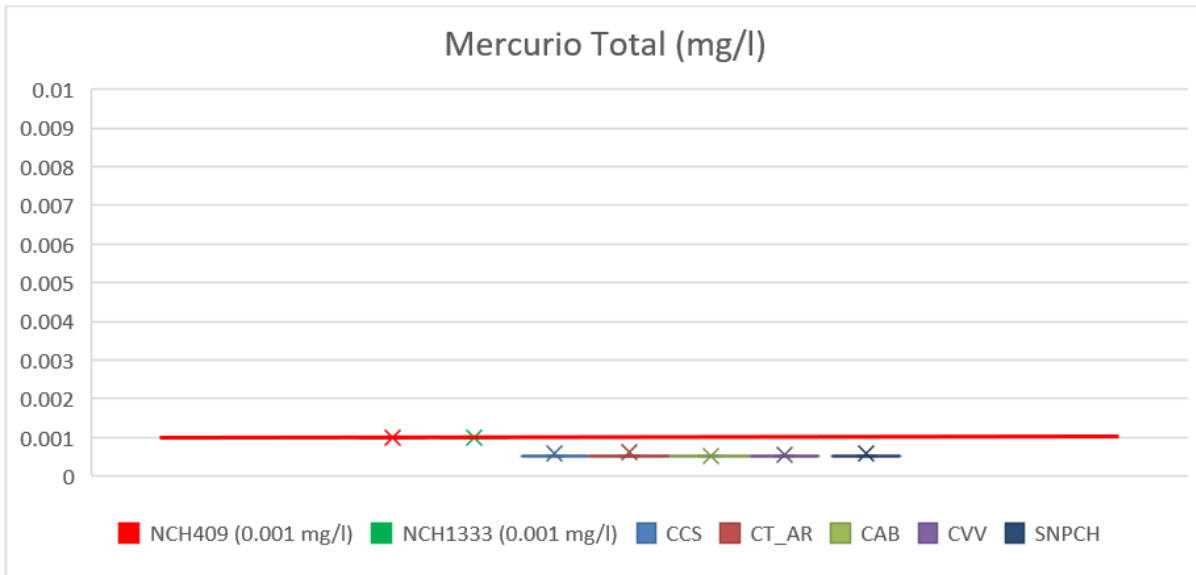
Fuente: Elaboración propia a partir de datos estadísticos DGA y SQM

Figura 6-16: Medición de manganeso total en aguas superficiales.

Nota: En eje principal de la figura, el punto representa separación decimal.

Estaciones Canal Tilomonte, Reglilla Chaxas e Interna cumplen con las normas de agua potable y riego. En cambio, estación San Pedro supera los valores máximos de dichas normas. Las estaciones Canal Cuno en Socaire y Canal Aguas Blancas cumplen con la NCh1333/78, pero no así con la NCh409/05. La estación Canal Vilama tiene la situación en que los datos desde el 2019 cumplen con la de riego, pero no la de agua potable. Notar diferencia entre estaciones Vilama y San Pedro.

Mercurio Total



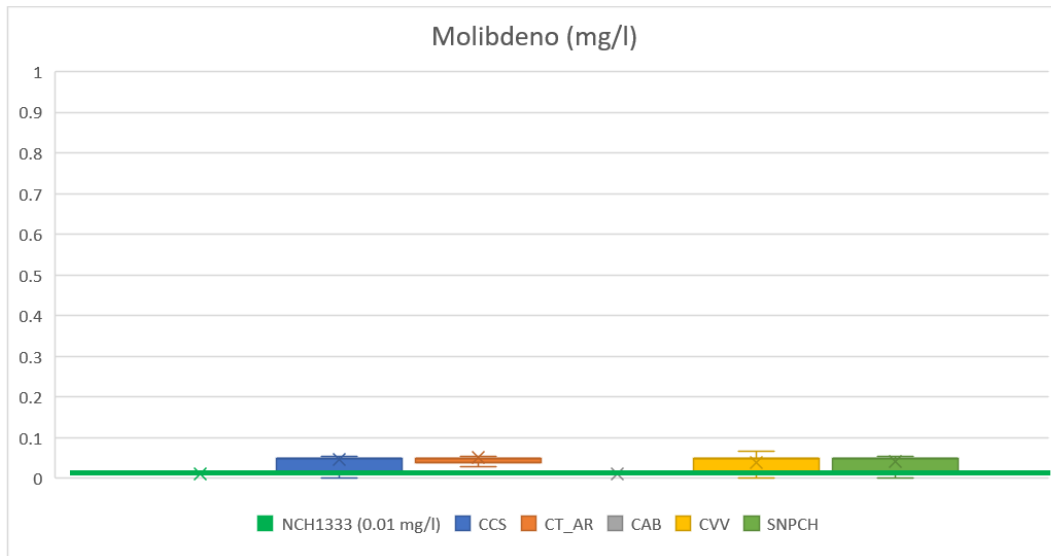
Fuente: Elaboración propia a partir de datos estadísticos DGA

Figura 6-17: Medición de mercurio total en aguas superficiales.

Nota: En eje principal de la figura, el punto representa separación decimal.

Todas las estaciones DGA registran valores predominantes iguales a 0,001 mg/l de mercurio a causa de la sensibilidad del instrumento. Considerando la mitad de su valor, se puede decir que, a través de los años, cada estación a registrado valores que cumplen las normas.

Molibdeno Total



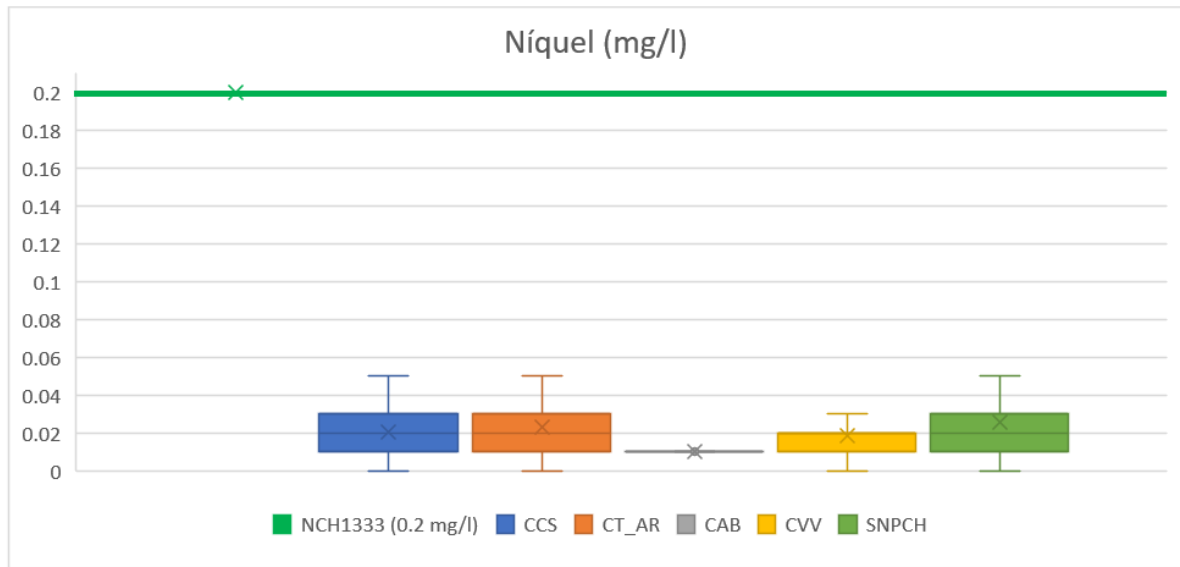
Fuente: Elaboración propia a partir de datos estadísticos DGA

Figura 6-18: Medición de Molibdeno total en aguas superficiales

Nota: En eje principal de la figura, el punto representa separación decimal.

Todas las estaciones, excepto Canal Aguas Blancas, registran valores de molibdeno superiores a los estipulados en la norma de riego. Canal Aguas Blancas cuenta con mediciones de 0,01 mg/l debido a la sensibilidad del instrumento utilizado.

Níquel Total



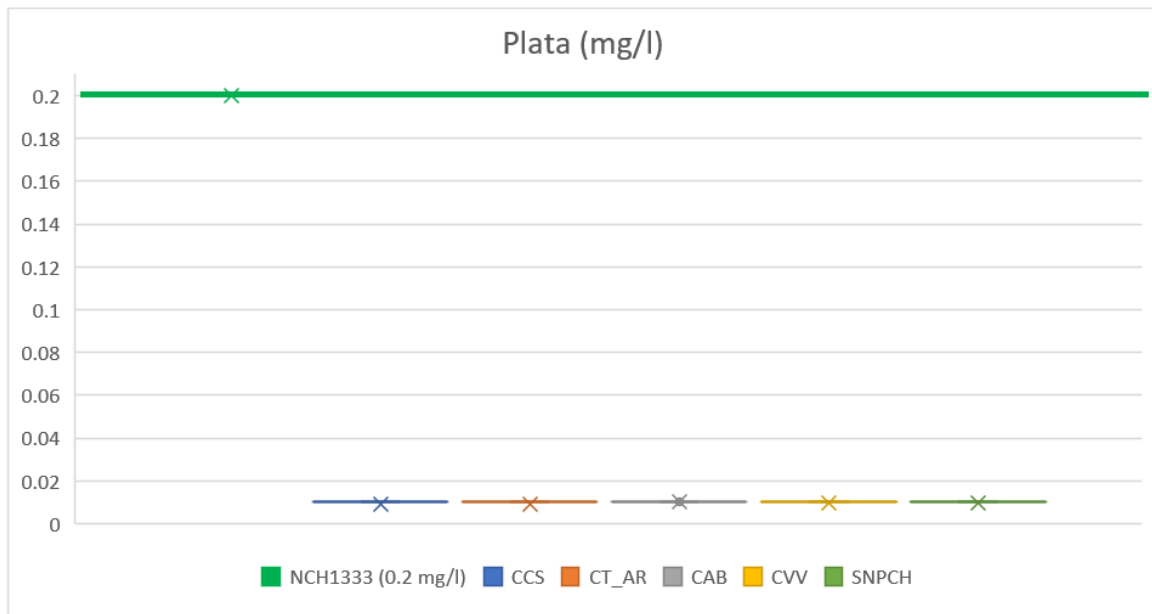
Fuente: Elaboración propia a partir de datos estadísticos DGA

Figura 6-19: Medición de níquel total en aguas superficiales.

Nota: En eje principal de la figura, el punto representa separación decimal.

Todas las estaciones DGA registran valores 0,03 o 0,01 mg/l debido a que la medición fue menor a la sensibilidad del instrumento utilizado, por lo que podría decirse que cumplen con la norma de riego en todo el periodo 1980-2021.

Plata



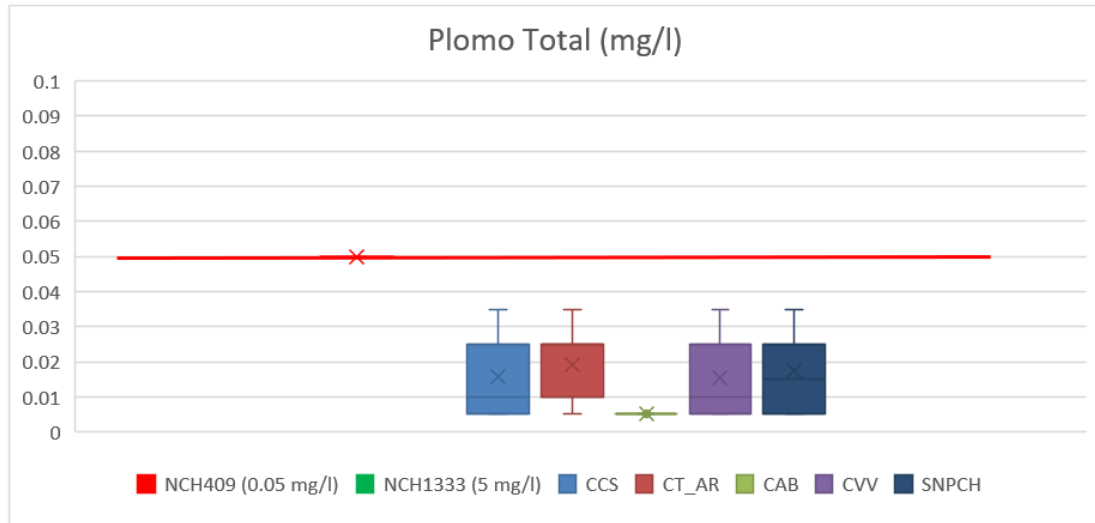
Fuente: Elaboración propia a partir de datos estadísticos DGA

Figura 6-20: Medición de plata total en aguas superficiales.

Nota: En eje principal de la figura, el punto representa separación decimal.

Todas las estaciones DGA registran valores de 0,01 mg/l de plata debido a que la medición fue menor a la sensibilidad del instrumento utilizado, por lo que podría decirse que cumplen con la norma de riego.

Plomo



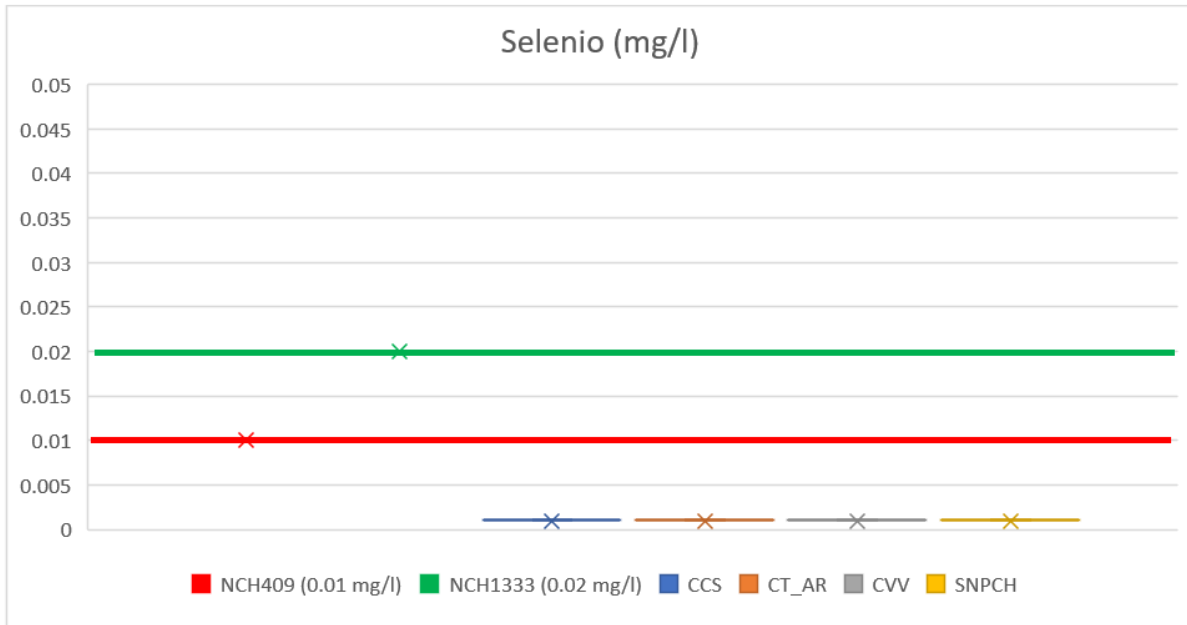
Fuente: Elaboración propia a partir de datos estadísticos DGA

Figura 6-21: Medición de plomo total en aguas superficiales.

Nota: En eje principal de la figura, el punto representa separación decimal.

Todas las estaciones DGA registran valores predominantes de 0,05 o 0,01 mg/l debido a que la medición fue menor a la sensibilidad del instrumento utilizado, por lo que podría decirse que cumplen con las normas de riego y agua potable al reducir cada valor a su mitad. Canal Aguas Blancas solo registra valores 0,01 mg/l.

Selenio



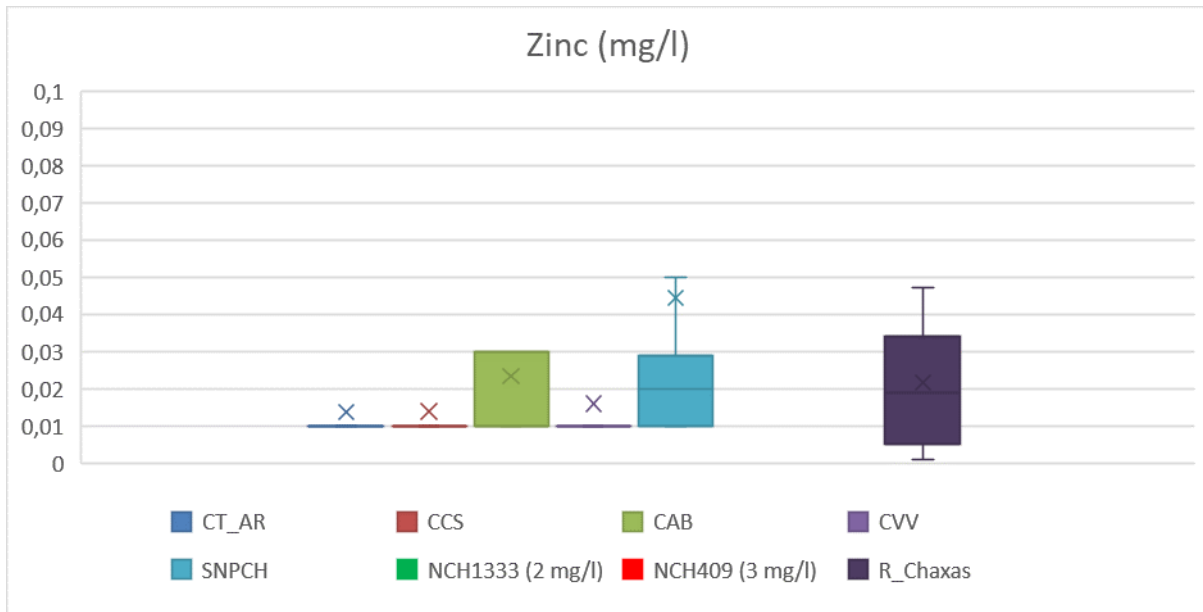
Fuente: Elaboración propia a partir de datos estadísticos DGA

Figura 6-22: Medición de selenio total en aguas superficiales.

Nota: En eje principal de la figura, el punto representa separación decimal.

Nuevamente todas las estaciones DGA registran valores de 0,001 mg/l debido a que la medición fue menor a la sensibilidad del instrumento utilizado. Con esto, todas cumplen con ambos valores exigidos por norma.

Zinc Total



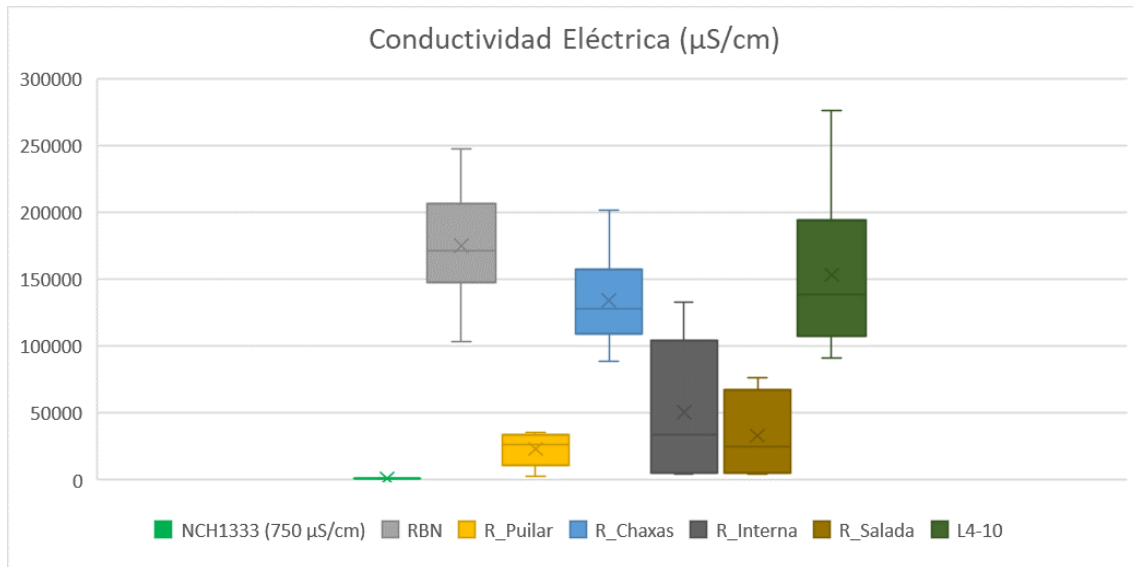
Fuente: Elaboración propia a partir de datos estadísticos DGA y SQM

Figura 6-23: Medición de zinc total en aguas superficiales.

Nota: En eje principal de la figura, la coma representa separación decimal.

Todas las estaciones cumplen tanto con la norma de riego como la de agua potable. Destacar que las estaciones Canal Cuno en Socaire y Canal Tilomonte tienen registros por debajo la sensibilidad del instrumento de medición. Notar que tanto la zona Norte (San Pedro y Canal Vilama en Vilama) y Sur de la cuenca (Canal Tilomonte, Canal Cuno en Socaire y Reglillas Chaxas) tienen niveles bajos de zinc.

Conductividad eléctrica



Fuente: Elaboración propia a partir de datos estadísticos SQM

Figura 6-24: Medición de conductividad eléctrica en aguas superficiales.

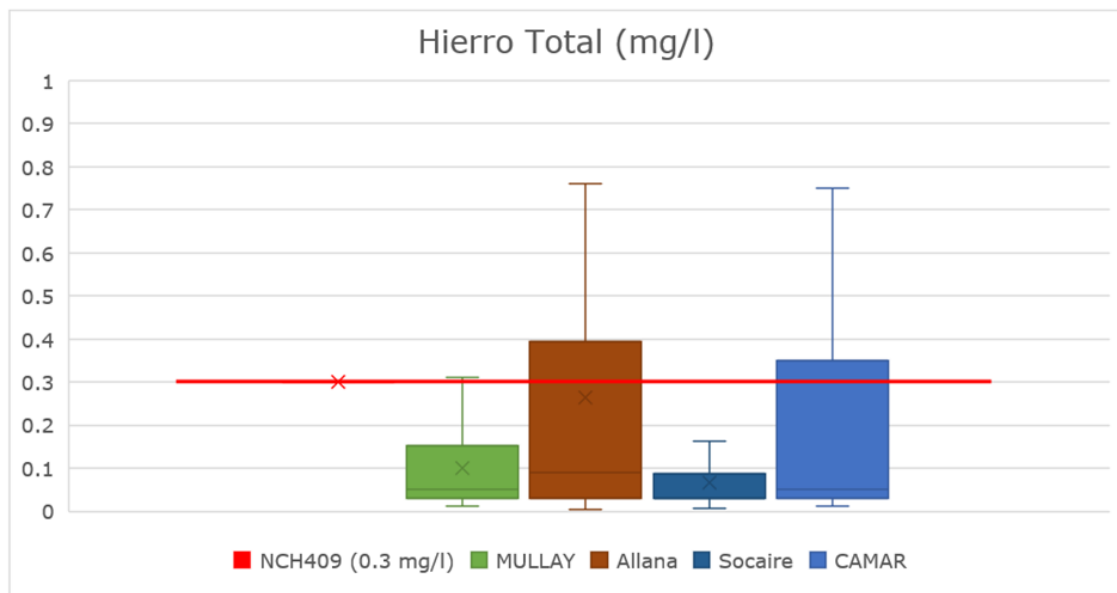
6.1.2 Boxplots agua subterránea

Se presentan a continuación las mediciones de cada estación para los diferentes parámetros, incluyendo las normas de agua potable (NCh409/05) y de riego (NCh1333/78).

Metales

Los metales estudiados en las aguas subterráneas, siendo estos el hierro, magnesio, manganeso y cinc, en general cumplen con las normas de agua potable y riego. Solo los metales hierro y magnesio presentan en algunas estaciones concentraciones sobre las normas.

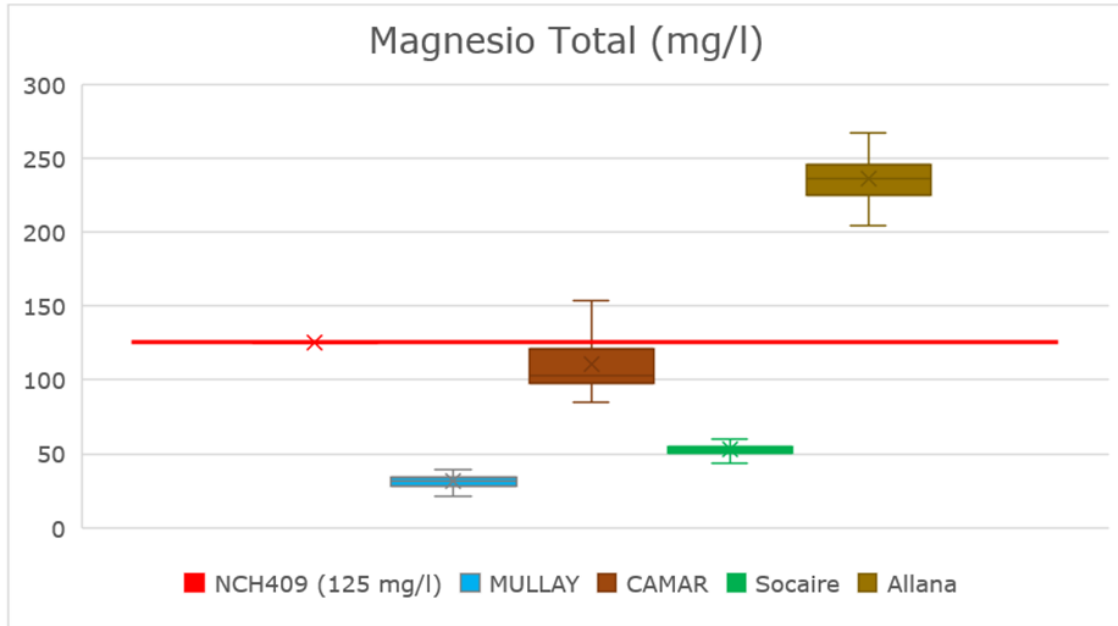
Con respecto al hierro total, se observa en la Figura 6–25 que solo la estación Socaire está dentro de lo establecido en NCh409/05, mientras que el pozo Mullay cuenta con solo un registro sobre la norma. Cabe destacar que el pozo Camar ha registrado valores sobre los 5 mg/l de hierro total desde el 2019 en adelante.



Fuente: Elaboración propia a partir de red hidrométrica SQM

Figura 6–25: Gráfico de cajas – Fe Total (mg/l) en agua subterránea.

En cuanto al magnesio total, de la Figura 6–26 se observa que solo las estaciones Camar y Allana registran concentraciones sobre la NCh409/05. Notar las diferencias de registros entre las estaciones Mullay y Allana, y Camar y Socaire, a pesar de que ambos pares de pozos pertenecen al mismo sistema.

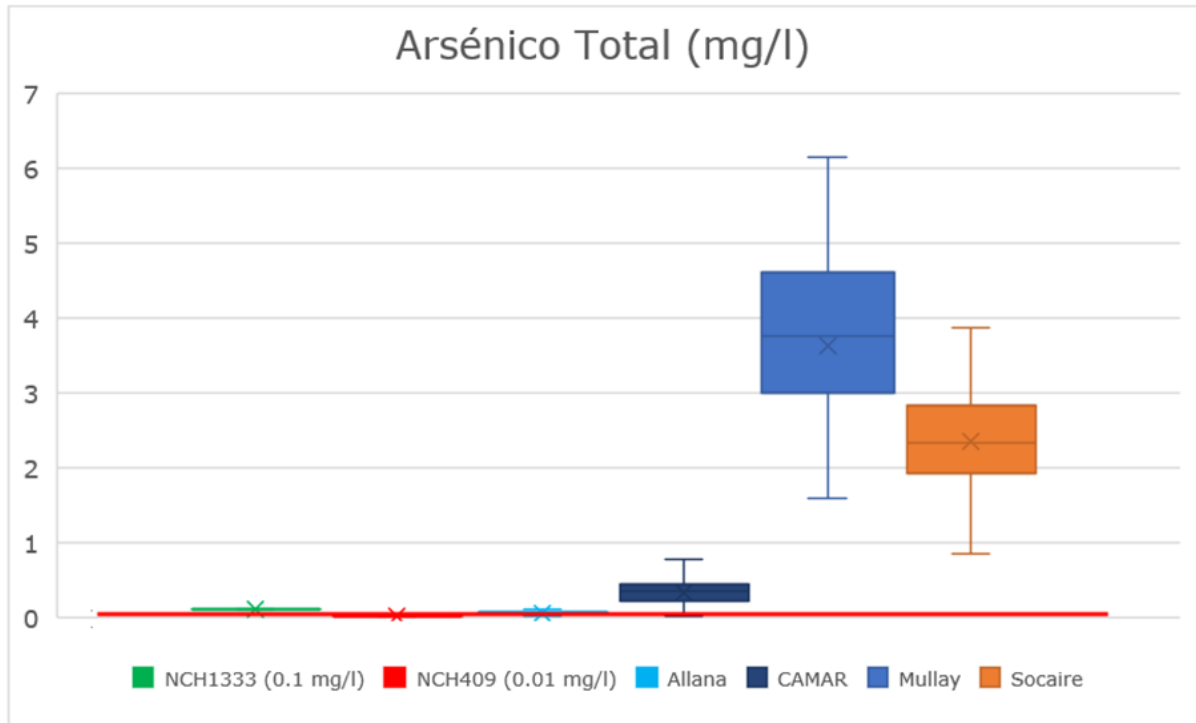


Fuente: Elaboración propia a partir de red hidrométrica SQM

Figura 6–26: Gráfico de cajas – Mg Total (mg/l) en agua subterránea.

Metales

Las estaciones de la red SQM solo presentan registros del arsénico, por lo que es el único metaloide estudiado en este acápite. De la Figura 6–27 nuevamente se observa una diferencia de valores entre los pares del mismo sistema, donde además todas las estaciones superan la NCh409/05. La estación Allana es la única que registra valores bajo la NCh1333/78.



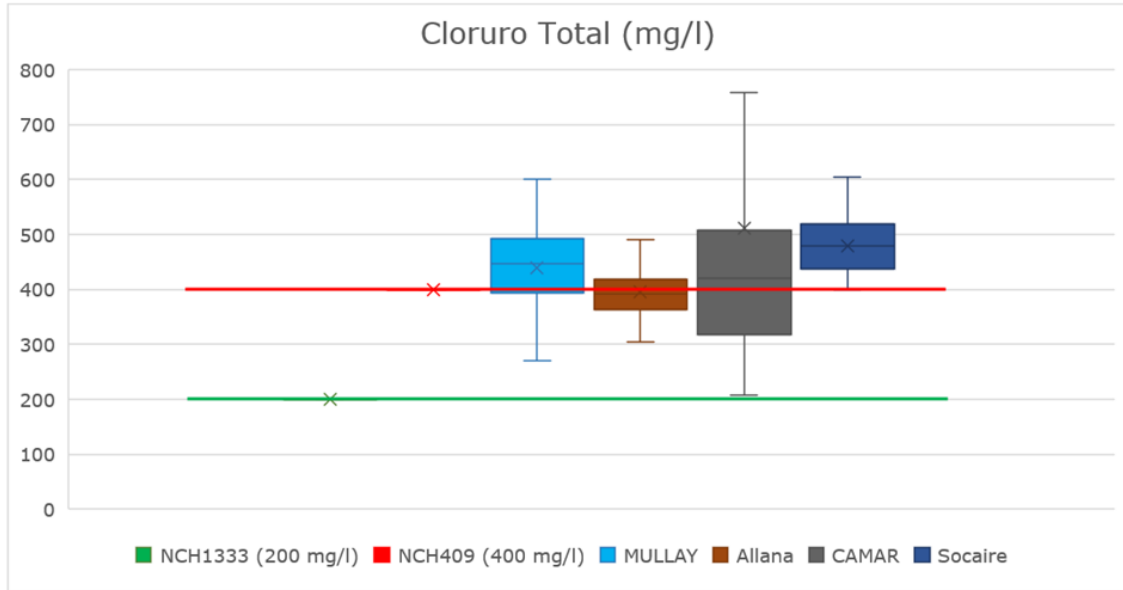
Fuente: Elaboración propia a partir de red hidrométrica SQM

Figura 6–27: Gráfico de cajas – As Total (mg/l) en agua subterránea.

Parámetros inorgánicos

Los dos parámetros estudiados son el cloruro y sulfato. El cloruro tiene concentraciones que superan ambas normas en la mayoría de las estaciones. En cambio, el sulfato, aunque hay situaciones de sobrepaso en la norma de agua potable, supera principalmente la norma de riego.

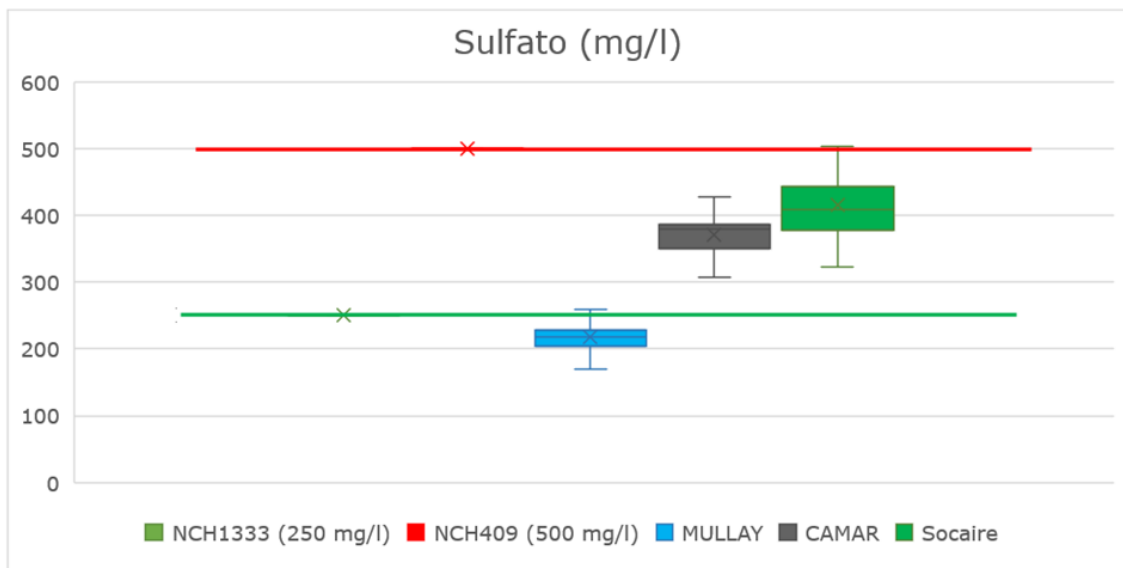
De la Figura 6–28 se observa que todas las estaciones tipo pozo superan tanto la NCh1333/78 como la NCh409/05. En esta oportunidad no se distinguen diferencias de registros entre pares de estaciones.



Fuente: Elaboración propia a partir de red hidrométrica SQM

Figura 6-28: Gráfico de cajas – Cl- Total (mg/l) en agua subterránea.

En cuanto al sulfato, nuevamente todas las estaciones superan la NCh1333/78, sin embargo, las estaciones pozo Mullay, Camar y Socaire tienen registros que cumplen con la NCh409/05. La estación Allana es la única que supera ambas normas, con registros sobre los 1.500 mg/l de sulfato, notando la gran diferencia que mantiene con su par Mullay del sistema Soncor. Cabe mencionar que Mullay se encuentra levemente más al Norte que Allana.



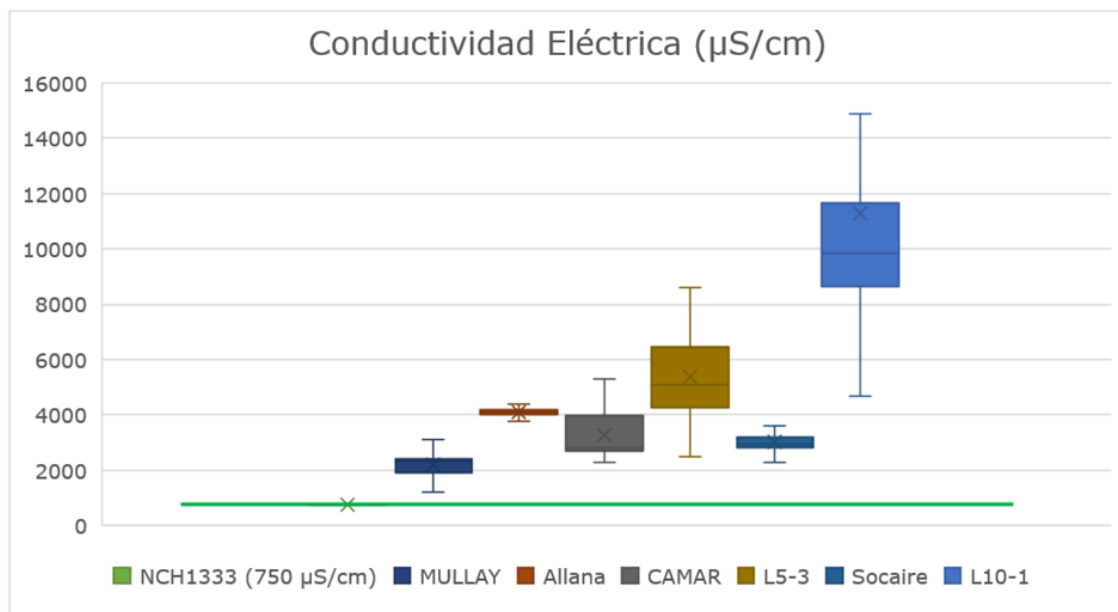
Fuente: Elaboración propia a partir de red hidrométrica SQM

Figura 6-29: Gráfico de cajas – SO4- Total (mg/l) en agua subterránea.

Parámetros físico-químicos

La zona Sur de la cuenca se caracteriza por tener aguas subterráneas básicas, donde todas tienen un pH dentro del rango de la NCh1333/78, y la mayoría dentro de la NCh409/05. Solo las estaciones Mullay y L10-1 registraron valores de pH sobre la norma de agua potable. En cuanto a la conductividad eléctrica y sólidos disueltos totales se tiene que todas las estaciones registran concentraciones que superan la clasificación de aguas que no presentan efectos perjudiciales.

Se observa en la Figura 6-30 como todas las estaciones superan la clasificación de aguas sin efectos perjudiciales para cultivos. La estación Mullay está en el intervalo donde el agua puede tener efectos adversos en muchos cultivos y necesita de métodos de manejo cuidadoso (1.500-3.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Las estaciones Allana, Camar y Socaire, registran aguas que pueden ser usadas en cultivos tolerantes con suelo permeable y métodos de manejo (3.000-7.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$). El resto de las estaciones, L5-3, L10-1, L10-4, 1028 y L4-6, tienen registros sobre los 7.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, e incluso las últimas tres entre los 10.000 y 300.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Notar las diferencias entre los pares L4-6 y L5-3 del mismo sistema Aguas de Quelana. A partir de la clasificación de Frezze y Cherry (1979) (ver acápite 2.1.1 del cuerpo del informe), estas estaciones registran conductividades eléctricas por sobre el límite asociado a agua fresca (100 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y por debajo del límite asociado para salmuera (500.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$), por lo que corresponde a un agua salobre.

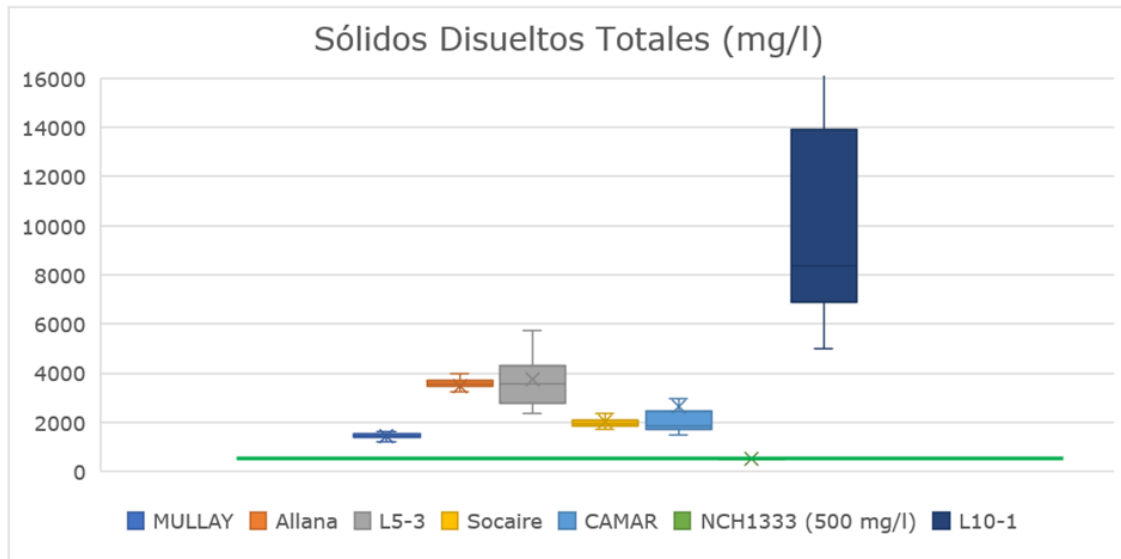


Fuente: Elaboración propia a partir de red hidrométrica SQM

Figura 6-30: Gráfico de cajas – CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$) en agua subterránea.

Por último, en cuanto a los sólidos disueltos totales, en la Figura 6-31 se observa que la estación Mullay se encuentra dentro de la categoría de aguas que pueden tener efectos adversos en muchos cultivos y necesita de métodos de manejo cuidadoso (1.000-2.000 mg/l). Las estaciones Allana, Socaire y Camar registran aguas que pueden ser usadas en cultivos tolerantes con suelo permeable y con métodos de manejo (2.000-5.000 mg/l). El resto de las estaciones, L5.3, L10-1, L10-4, 1028 y L4-6, tienen registros sobre los 5.000

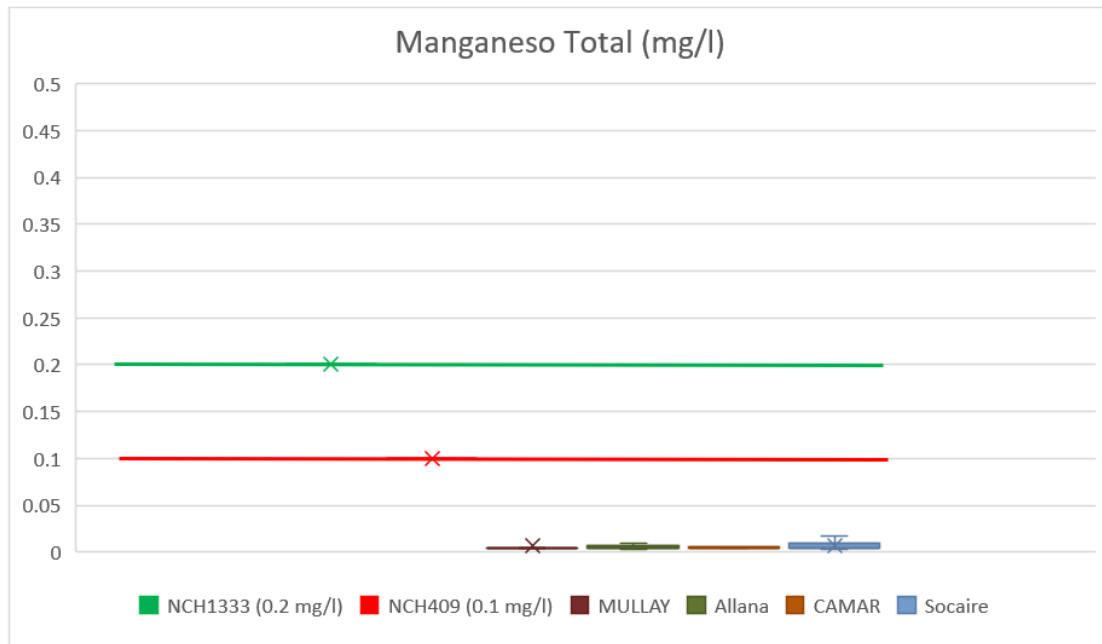
mg/l, e incluso las últimas tres sobre los 100.000 mg/l. Notar las diferencias entre los pares L4-6 y Socaire del mismo sistema Aguas de Quelana.



Fuente: Elaboración propia a partir de red hidrométrica SQM

Figura 6-31: Gráfico de cajas – SDT (mg/l) en agua subterránea.

Manganeso Total



Fuente: Elaboración propia a partir de datos estadísticos SQM

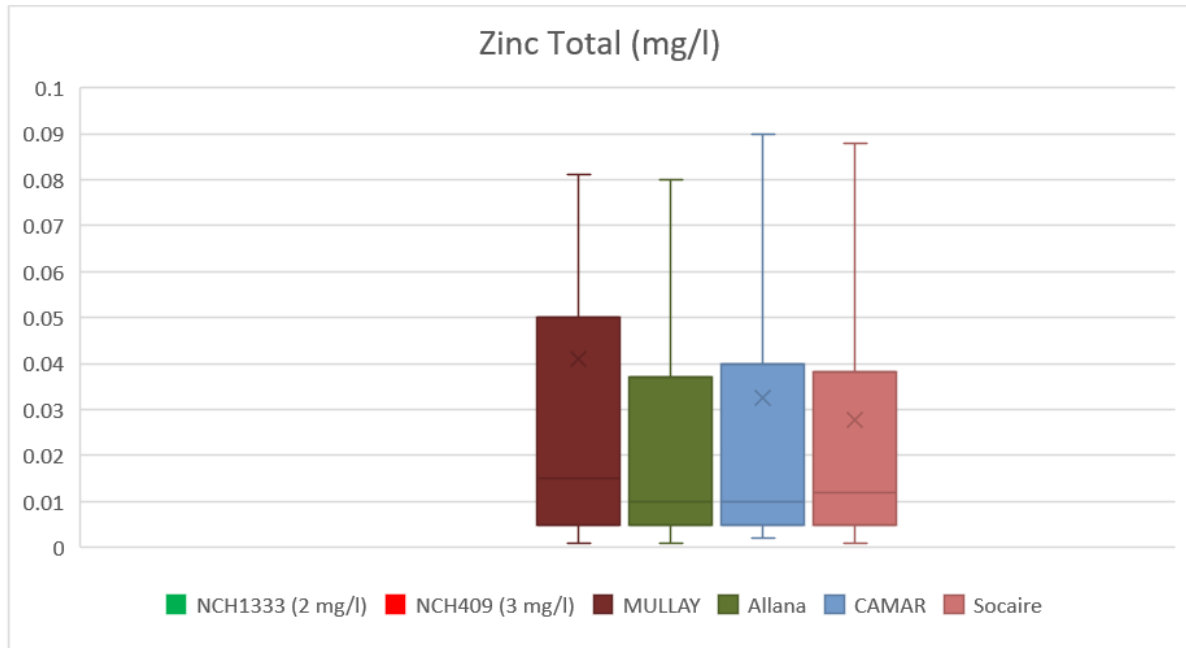
Figura 6-32: Medición de manganeso total en aguas subterráneas.

Nota: En eje principal de la figura, el punto representa separación decimal.

En todas las estaciones predominan los registros 0,01 mg/l por temas de sensibilidad del instrumento, por lo que pasa a tener valor 0,005 mg/l, confirmando de esta manera que cumplen con ambas normas de riego y agua potable. Situación similar que estación Canal

Vilama en Vilama ocurre para Camar, donde las mediciones del primer año (2007) corresponden a valores sobre la norma de riego, mientras que el resto de los años se mantiene por debajo de ambas normas.

Zinc Total



Fuente: Elaboración propia a partir de datos estadísticos SQM

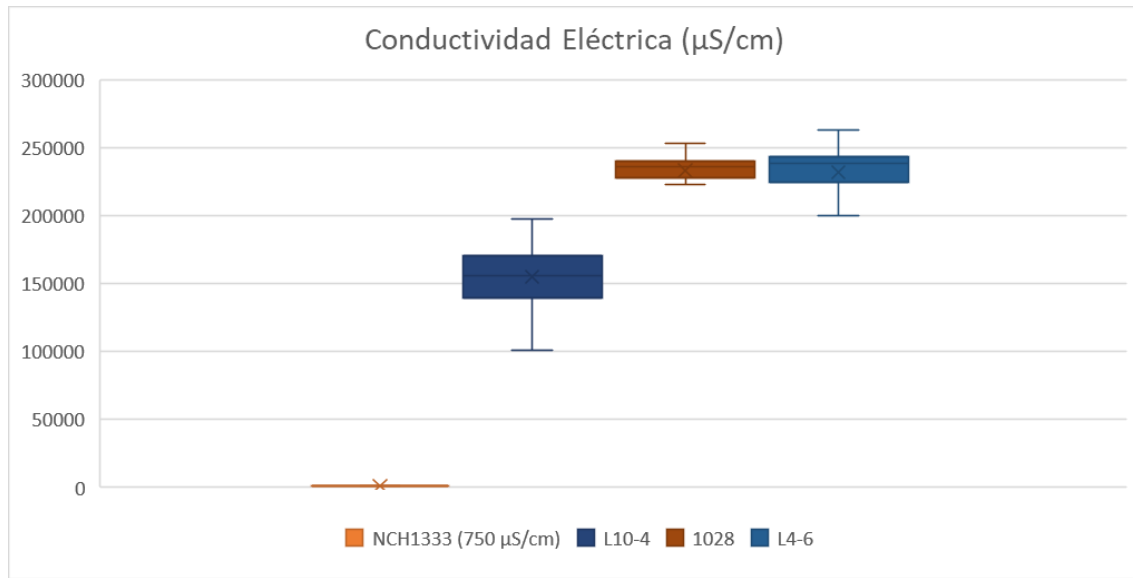
Figura 6-33: Medición de zinc total en aguas subterráneas.

Nota: En eje principal de la figura, el punto representa separación decimal.

Todas las estaciones cumplen tanto con la norma de riego como la de agua potable. Notar que tanto la zona Norte (estaciones San Pedro en Cuchabrachi y Canal Vilama en Vilama) y Sur de la cuenca (estaciones Canal Cuno en Socaire, Canal Tilomonte y Reglilla Chaxas) tienen niveles bajos de zinc (valores por debajo los 0,06 mg/l), en cambio, la zona central (estaciones Allana, Camar, Socaire y Mullay) tiene valores más altos.

Se presenta a continuación una tabla resumen (Tabla 6-1) que incluye los cumplimientos y sobrepasos de cada estación para cada parámetro, según la norma. La celda verde indica que la estación registró valores que cumplen la norma, la celda roja indica que la estación registró valores que no cumplen la norma, y las celdas vacías indican que la estación no mide el parámetro.

Conductividad eléctrica



Fuente: Elaboración propia a partir de datos estadísticos SQM

Figura 6-34: Medición de conductividad eléctrica en aguas subterráneas.

La Tabla 6-1 presenta un resumen de los cumplimientos y sobrepasos para las diferentes normas de agua potable, y la Tabla 6-2 para agua de riego.

Tabla 6-1: Resumen de cumplimientos y sobrepasos para la norma de agua potable.

	NCh409	As	Cl-	Cr	Cd	Cu	Fe	Mg	Mn	Hg	pH	Pb	Se	SO4	Zn
DGA	CCS	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green
	CT_AR	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Red	Green	Green	Red	Green
	CAB	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green
	CVV	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green
	SNPCH	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Red	Green	Red	Green	Green	Green	Green
SQM	Camar	Red	Red	Green	Green	Green	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
	Socaire	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
	L5-3	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
	L4-10	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Red	Green	Green	Red	Green
	L4-6	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
	R_Interna	Red	Red	Green	Green	Green	Red	Red	Green	Green	Red	Green	Green	Red	Green
	R_Salada	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Red	Green	Green	Red	Green
	1028	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green
	L10-4	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
	L10-1	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green
	R_Chaxas	Red	Red	Green	Green	Green	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green
	R_Puilar	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Red	Green	Green	Red	Green
	RBN	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green
	Allana	Red	Red	Green	Green	Green	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green
Mullay	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	

Los parámetros que menos cumplen la norma de agua potable, es decir, aquellos donde más de la mitad del total de estaciones tiene registros que superan lo regulado, son el arsénico, cloruro, hierro, magnesio, pH y sulfato. Destacar eso sí que los dos primeros son los únicos donde la mayoría, sino todas, de las estaciones registran valores sobre la norma.

Tabla 6-2: Resumen de cumplimientos y sobrepasos para la norma de riego.

	NCh1333	As	Cl-	Al	B	Co	Cr	Cd	Cu	CE	Fe	Mn	Hg	Mo	Ni	pH	Ag	Pb	SDT	Se	SO4	Zn
DGA	CCS	Red	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green
	CT_AR	Green	Red	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green
	CAB	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green
	CVV	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green
	SNPCH	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green
SQM	Camar	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Red	Green
	Socaire	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Red	Green
	L5-3	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Red	Green
	L4-10	Green	Red	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Red	Green
	L4-6	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Red	Green
	R_Interna	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Red	Green
	R_Salada	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Red	Green
	1028	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Red	Green
	L10-4	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Red	Green
	L10-1	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Red	Green
	R_Chaxas	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Red	Green
	R_Puilar	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Red	Green
	RBN	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Red	Green
	Allana	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Red	Green
	Mullay	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Red	Green

Los parámetros que menos cumplen la norma de riego (Tabla 6-2) son el arsénico, cloruro, boro, conductividad eléctrica, molibdeno, sólidos disueltos totales y el sulfato. Notar que, para la conductividad eléctrica, boro, molibdeno y SDT todas las estaciones registran valores sobre la norma.