



**TRANSFERENCIA PROGRAMA INTEGRAL DE RIEGO REGIÓN DEL MAULE
(2015 – 2018)**

ESTUDIO

**LÍNEA DE BASE PARA LA GESTIÓN DE LA CALIDAD DE AGUAS DE RIEGO
EN LA REGIÓN DEL MAULE**

INFORME FINAL

JULIO 2019

Contraparte CNR:

Federico Errázuriz Tagle

Secretario Ejecutivo

Mónica Rodríguez Bueno

Jefa División de Estudios, Desarrollo y Políticas

Marianela Matta Lagos

Coordinadora Unidad de Desarrollo

Cristian Salvo Erices

Supervisor

Equipo Consultor:

Diego Varas Contreras

Jefe Estudio

Felipe Suckel Figueroa

Viviana Andaur Pavez

Kristopher Jarabrán Muñoz

Fabiola Flores Pacheco

Pablo Lara Cofré

Profesionales

Francisco Barra Gómez

Pablo Flores Román

Técnicos

Claudia Castro Muñoz

Administrativa

INDICE

I.	INTRODUCCIÓN	I-10
II.	OBJETIVOS	II-12
II.1	OBJETIVO PRINCIPAL DEL PROGRAMA	II-12
II.2	OBJETIVOS GENERAL DE LA LÍNEA DE BASE PARA LA GESTIÓN DE LA CALIDAD DE AGUAS DE RIEGO EN LA REGIÓN DEL MAULE	II-12
II.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	II-12
III.	RESULTADOS	III-13
III.1	RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO	III-13
III.1.1	Recopilación de información ambiental de subterritorios de la región del Maule	III-13
III.1.2	Transferencia tecnológica y seguimiento de calidad de aguas	III-15
III.1.3	Monitoreo de calidad de aguas mediante biocriterios	III-17
III.1.4	Protocolos para el monitoreo de calidad de aguas	III-17
III.1.5	Contaminación difusa	III-19
III.1.6	Resultados del análisis	III-20
III.2	SELECCIÓN DE LOS SISTEMAS DE RIEGO A INTERVENIR Y MONITOREAR	III-21
III.2.1	INFORME, ANÁLISIS Y CONCLUSIONES DEL PROCESO DE SELECCIÓN DE LOS SISTEMAS DE RIEGO	III-21
III.2.1.1	Metodología	III-21
III.2.1.2	Determinación de puntos y de campañas de muestreo	III-25
III.2.1.3	Ajustes de la red de seguimiento de calidad de aguas	III-27
III.2.1.4	Validación de la localización de los puntos de muestreo	III-28
III.2.2	INFORME, ANÁLISIS Y CONCLUSIONES DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MONITOREO DE LOS SISTEMAS DE RIEGO	III-31
III.2.2.1	Elementos metodológicos para la toma de muestras	III-31
III.2.2.2	Ejecución de las campañas de muestreo	III-31
III.3	IMPLEMENTACIÓN DEL MONITOREO DE CALIDAD DE AGUAS	III-36
III.3.1	INFORME, ANÁLISIS Y CONCLUSIONES DE LA EJECUCIÓN DEL PROGRAMA DE MUESTREO DE AGUAS, EN COMPARACIÓN CON INFORMACIÓN SECUNDARIA LEVANTADA EN EL INFORME 1	III-36
III.3.1.1	Antecedentes compartidos por los ocho Sectores de Riego	III-36
III.3.1.2	Análisis por Sector de Riego	III-37
III.3.1.3	Análisis consolidado de calidad de aguas de riego en el área en estudio	III-67
III.3.1.4	Conclusiones	III-73
III.3.2	PROPUESTA DE PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD DE AGUAS PARA OUA	III-75
III.3.3	PLATAFORMA PILOTO WEB DE CALIDAD DE AGUAS	III-90
III.3.3.1	Descripción general de la plataforma	III-90
III.3.3.2	Objetivos de la plataforma	III-90
III.3.3.3	Fuentes de datos	III-90
III.3.3.4	Beneficios	III-91
III.3.3.5	Descripción general de la plataforma	III-91
III.3.4	PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS EN SIG	III-95
III.4	SENSIBILIZACIÓN Y TRANSFERENCIA A ORGANIZACIONES DE USUARIOS	III-96
III.4.1	Introducción	III-96
III.4.2	Plan de difusión ejecutado	III-96

III.4.2.1	Talleres	III-96
III.4.2.2	Video	III-104
III.4.3	Informe, análisis y conclusiones del proceso de sensibilización de todos los sistemas de riego seleccionados.....	III-104
III.4.3.1	Charlas dirigidas a la comunidad educativa de escuelas rurales y urbanas	III-104
III.4.3.2	Curso: “Aspectos de Calidad de Aguas de Riego para Dirigentes y Celadores de Organizaciones de Usuarios de Aguas”	III-108
III.4.3.3	Seminario: “Experiencias nacionales en gestión de calidad de Aguas”	III-112
III.5	ACTIVIDAD DE CIERRE Y DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS DEL ESTUDIO	III-116
III.5.1	Temas abordados	III-116
III.5.2	Participantes, horario y lugar de realización	III-116
III.5.3	Evaluación de la actividad	III-117
III.6	VERIFICADORES DEL PAGO DE REMUNERACIONES Y COTIZACIONES DEL EQUIPO DE TRABAJO	III-118
IV.	BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	IV-119

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA III-1.	ESTACIONES DGA DE CALIDAD DE AGUAS VIGENTES DE LA REGIÓN DEL MAULE	III-24
TABLA III-2.	PUNTOS DE MUESTREO EN CAUCES NATURALES Y ARTIFICIALES DEL PRESENTE ESTUDIO.....	III-26
TABLA III-3.	RESUMEN DE ENCUENTROS PARA LA VALIDACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SEGUIMIENTO DE CALIDAD DE AGUAS	III-29
TABLA III-4.	PROGRAMA DE TOMA DE MUESTRAS EJECUTADO EN LA PRIMERA CAMPAÑA.....	III-32
TABLA III-5.	PROGRAMA DE TOMA DE MUESTRAS EJECUTADO EN LA SEGUNDA CAMPAÑA.....	III-33
TABLA III-6.	PROGRAMA DE TOMA DE MUESTRAS EJECUTADO EN LA TERCERA CAMPAÑA	III-34
TABLA III-7.	PARÁMETROS MUESTREADOS EN EL PRESENTE ESTUDIO	III-36
TABLA III-8.	COMPARATIVO DE CAMPAÑA DE MUESTREO EN RÍO TENO CON PROMEDIO HISTÓRICO DE ESTACIONES DGA, Y APLICACIÓN DE NORMATIVA DE RIEGO 1333.....	III-40
TABLA III-9.	COMPARATIVO DE CAMPAÑA DE MUESTREO EN RÍO LONTUÉ CON PROMEDIO HISTÓRICO DE ESTACIONES DGA, Y APLICACIÓN DE NORMATIVA DE RIEGO 1333	III-41
TABLA III-10.	COMPARATIVO DE CAMPAÑA DE MUESTREO EN RÍO CLARO CON PROMEDIO HISTÓRICO DE ESTACIONES DGA, Y APLICACIÓN DE NORMATIVA DE RIEGO 1333	III-45
TABLA III-11.	COMPARATIVO DE CAMPAÑA DE MUESTREO EN CANAL MAULE NORTE, RÍO LIRCAY (EN BOCATOMA CANAL PENCAHUE) Y CANAL PENCAHUE, CON PROMEDIOS HISTÓRICOS DE ESTACIONES DGA, Y APLICACIÓN DE NORMATIVA DE RIEGO 1333	III-46
TABLA III-12.	COMPARATIVO DE CAMPAÑA DE MUESTREO EN RÍO MAULE EN LONGITUDINAL CON PROMEDIO HISTÓRICO DE ESTACIONES DGA, Y APLICACIÓN DE NORMATIVA DE RIEGO 1333.....	III-49
TABLA III-13.	COMPARATIVO DE CAMPAÑA DE MUESTREO EN CANAL MAULE NORTE Y BOCATOMA EN ÁRMERILLO CON PROMEDIO HISTÓRICO DE ESTACIONES DGA, Y APLICACIÓN DE NORMATIVA DE RIEGO 1333.....	III-50
TABLA III-14.	COMPARATIVO DE CAMPAÑA DE MUESTREO LAGO COLBÚN Y APLICACIÓN DE NORMATIVA DE RIEGO 1333.....	III-53
TABLA III-15.	COMPARATIVO DE CAMPAÑA DE MUESTREO EN RÍO PUTAGÁN CON PROMEDIO HISTÓRICO DE ESTACIONES DGA, Y APLICACIÓN DE NORMATIVA DE RIEGO 1333	III-54
TABLA III-16.	COMPARATIVO DE CAMPAÑA DE MUESTREO EN RÍO ANCOA Y ACHIBUENO CON PROMEDIO HISTÓRICO DE ESTACIONES DGA, Y APLICACIÓN DE NORMATIVA DE RIEGO 1333	III-57
TABLA III-17.	COMPARATIVO DE CAMPAÑA DE MUESTREO EN ESTERO PARRAL CON PROMEDIO HISTÓRICO DE ESTACIONES DGA, Y APLICACIÓN DE NORMATIVA DE RIEGO 1333	III-59
TABLA III-18.	COMPARATIVO DE CAMPAÑA DE MUESTREO EN RÍO LONGAVÍ CON PROMEDIO HISTÓRICO DE ESTACIONES DGA, Y APLICACIÓN DE NORMATIVA DE RIEGO 1333	III-60

TABLA III-19. COMPARATIVO DE CAMPAÑA DE MUESTREO EN RÍO PERQUILAUQUÉN CON PROMEDIO HISTÓRICO DE ESTACIONES DGA, Y APLICACIÓN DE NORMATIVA DE RIEGO 1333	III-62
TABLA III-20. COMPARATIVO DE CAMPAÑA DE MUESTREO EN CANAL MATRIZ MELOZAL (SECTOR MARIMAURA) CON PROMEDIO HISTÓRICO DE ESTACIONES DGA, Y APLICACIÓN DE NORMATIVA DE RIEGO 1333	III-64
TABLA III-21. COMPARATIVO DE CAMPAÑA DE MUESTREO EN CANAL MATRIZ 7 KM BAJO EMBALSE TUTUVÉN (SECTOR PUNTA MOCHA) CON PROMEDIO HISTÓRICO DE ESTACIONES DGA, Y APLICACIÓN DE NORMATIVA DE RIEGO 1333.....	III-66
TABLA III-22. ANÁLISIS CUALITATIVO – COMPARATIVO POR SECTOR DE RIEGO, DESTACANDO EL COMPORTAMIENTO RESPECTO A ESTACIONES DGA REFERENCIALES	III-71
TABLA III-23. ANÁLISIS CUALITATIVO - COMPARATIVO POR SECTOR DE RIEGO, DESTACANDO PARÁMETROS CON SUPERACIÓN DE LA NCh 1333.....	III-73
TABLA III-24. DAA CONCEDIDOS SEGÚN LA CUENCA EN LA REGIÓN DEL MAULE	III-81
TABLA III-25. NÚMERO DE PARTICIPANTES POR TALLER.....	III-99
TABLA III-26. NÚMERO DE PERSONAS INVITADAS VERSUS ASISTENTES EN CADA TALLER.....	III-99
TABLA III-27. PROMEDIOS DE LAS VARIABLES DEL CUESTIONARIO DE AUTOAPLICACIÓN DE LOS TALLERES	III-103
TABLA III-28. ESTABLECIMIENTOS EDUCACIONALES QUE RECIBIERON CHARLAS ACERCA DEL USO Y CUIDADO DEL AGUA.....	III-106
TABLA III-29. NÚMERO DE PERSONAS INVITADAS VERSUS ASISTENTES AL CURSO	III-108
TABLA III-30. PROMEDIOS DE LAS VARIABLES DEL CUESTIONARIO DE AUTOAPLICACIÓN DEL CURSO	III-112
TABLA III-31. NÚMERO DE PERSONAS INVITADAS VERSUS ASISTENTES AL CURSO	III-113
TABLA III-32. PROGRAMA DEL SEMINARIO.....	III-114
TABLA III-33. PROMEDIOS DE LAS VARIABLES DEL CUESTIONARIO DE AUTOAPLICACIÓN DEL SEMINARIO	III-115
TABLA III-34. PROGRAMA DE LA ACTIVIDAD DE CIERRE DEL ESTUDIO	III-117
TABLA III-35. PROMEDIOS DE LAS VARIABLES DEL CUESTIONARIO DE AUTOAPLICACIÓN DEL ACTO DE CIERRE.....	III-117

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA III-1. LOCALIZACIÓN DE PROYECTOS CON RCA RELEVANTES PARA EL PRESENTE ESTUDIO.....	III-22
FIGURA III-2. LOCALIZACIÓN DE SECTORES DE INTERÉS DEL PRESENTE ESTUDIO DONDE SE EFECTUÓ SEGUIMIENTO DE CALIDAD DE AGUAS Y ESTACIONES DGA DE CALIDAD DE AGUAS.....	III-23
FIGURA III-3. LOCALIZACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO DONDE SE EFECTUÓ SEGUIMIENTO DE CALIDAD DE AGUAS, SECTORES DE RIEGO Y ESTACIONES DGA DE CALIDAD DE AGUAS.....	III-28
FIGURA III-4. DISTRIBUCIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO EN EL TERRITORIO EN ESTUDIO	III-35
FIGURA III-5. VISTA AUMENTADA DE PUNTOS DE MUESTREO EN SECTOR DE RIEGO N°1.....	III-37
FIGURA III-6. VISTA AUMENTADA DE PUNTOS DE MUESTREO EN SECTOR DE RIEGO N°2.....	III-43
FIGURA III-7. VISTA AUMENTADA DE PUNTOS DE MUESTREO EN SECTOR DE RIEGO N°3.....	III-48
FIGURA III-8. VISTA AUMENTADA DE PUNTOS DE MUESTREO EN SECTOR DE RIEGO N°4.....	III-52
FIGURA III-9. VISTA AUMENTADA DE PUNTOS DE MUESTREO EN SECTOR DE RIEGO N°5.....	III-55
FIGURA III-10. VISTA AUMENTADA DE PUNTOS DE MUESTREO EN SECTOR DE RIEGO N°6.....	III-58
FIGURA III-11. VISTA AUMENTADA DE PUNTOS DE MUESTREO EN SECTOR DE RIEGO N°7.....	III-63
FIGURA III-12. VISTA AUMENTADA DE PUNTOS DE MUESTREO EN SECTOR DE RIEGO N°8.....	III-65
FIGURA III-13. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE ANALÍTICA DE LA DGA EN RELACIÓN A NCh 1333	III-68
FIGURA III-14. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA ANALÍTICA CONSIDERADA EN LA NCh 1333 EN RELACIÓN A LA ANALÍTICA CONSIDERADA POR DGA.....	III-68
FIGURA III-15. VALORES MÁXIMOS DE CONCENTRACIÓN DE BORO, COBRE Y ZINC EN LOS 8 SECTORES DE RIEGO DURANTE LAS 3 CAMPAÑAS DE TERRENO.....	III-70
FIGURA III-16. VALORES MÁXIMOS DE CONCENTRACIÓN DE LITIO, SODIO PORCENTUAL, BARIO Y BERILIO EN LOS 8 SECTORES DE RIEGO DURANTE LAS 3 CAMPAÑAS DE TERRENO.....	III-72
FIGURA III-17. PRESENCIA DE COLIFORMES FECALIS EN LOS PUNTOS DE MUESTREO EN LAS TRES CAMPAÑAS DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUAS.....	III-74
FIGURA III-18. DISTRIBUCIÓN SEGÚN EL TIPO DE DAA CONCEDIDO POR LA DGA EN LA REGIÓN DEL MAULE	III-80

FIGURA III-19. PROCESO PARA CARACTERIZAR LA CALIDAD DEL AGUA ADMINISTRADA POR OUA.....	III-82
FIGURA III-20. SUBFASES PARA CONSTRUIR UN PLAN DE ACCIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE GESTIÓN	III-83
FIGURA III-21. PROGRAMACIÓN DE LA EJECUCIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD DE AGUAS.....	III-89
FIGURA III-22. VISUALIZACIÓN DEL ACCESO GENERAL A LA PLATAFORMA <i>WEB</i> DE CALIDAD DE AGUAS.....	III-91
FIGURA III-23. VISUALIZACIÓN DE REPORTE GENERADO POR LA PLATAFORMA (1).....	III-92
FIGURA III-24. VISUALIZACIÓN DE REPORTE GENERADO POR LA PLATAFORMA (2).....	III-92
FIGURA III-25. VISUALIZACIÓN DE LOCALIZACIÓN DONDE SE EFECTUÓ MEDICIÓN.....	III-93
FIGURA III-26. VISUALIZACIÓN DE FORMULARIO DE INGRESO DE CAMPAÑAS A LA PLATAFORMA.....	III-93
FIGURA III-27. VISUALIZACIÓN DE MEDICIONES CARGADAS A LA PLATAFORMA.....	III-94

ÍNDICE DE ANEXOS DIGITALES

Anexo A	: Información Secundaria
Anexo B	: Validación Red Monitoreo
Anexo C	: Informe Monitoreo
Anexo D	: Análisis de Resultados
Anexo E	: Plan de Gestión
Anexo F	: Plataforma Piloto Web
Anexo G	: Respaldos SIG
Anexo H	: Sensibilización y Transferencia
Anexo I	: Ceremonia de Cierre
Anexo J	: Verificadores Remuneraciones

GLOSARIO DE SIGLAS

%	: por ciento
°C	: grados Celsius
APR	: Agua Potable Rural
AGIES	: Análisis de Impacto Económico y Social
BNA	: Banco Nacional de Aguas
BPA	: Buenas Prácticas Agrícolas
CA	: Comunidad(es) de Aguas
CE	: Conductividad Específica
CENMA	: Centro Nacional del Medio Ambiente
CF	: Coliformes fecales
CIREN	: Centro de Información de Recursos Naturales
CNR	: Comisión Nacional de Riego
CRR	: Comisión Regional de Riego
DAA	: Derechos de Aprovechamiento de Aguas
DGA	: Dirección General de Aguas
DIA	: Declaración de Impacto Ambiental
DOH	: Dirección de Obras Hidráulicas
DS	: Decreto Supremo
EIA	: Estudio de Impacto Ambiental
FIA	: Fundación para la Innovación Agraria
FIC	: Fondo de Innovación para la Competitividad
FNDR	: Fondo Nacional de Desarrollo Regional
FPA	: Fondo de Protección Ambiental
GORE	: Gobierno Regional
há	: hectárea(s)
IDE	: Instituciones del Estado
INACER	: Índice de Actividad Económica Regional
INE	: Instituto Nacional de Estadísticas
INDAP	: Instituto de Desarrollo Agropecuario
INIA	: Instituto de Investigaciones Agropecuarias
IMPRES	: Estudio Ambiental de Presiones e Impactos
km	: kilómetro(s)
km ²	: kilómetro(s) cuadrado(s)
kw	: kilowatt
L/s	: litro(s) por segundo
m	: metro(s)
m ³	: metro(s) cúbico(s)
m ³ /s	: metro(s) cúbico(s) por segundo
mg/L	: miligramos por litro
mm	: milímetro(s)
MMA	: Ministerio del Medio Ambiente
mL	: mililitro

MOP	: Ministerio de Obras Públicas
m.s.n.m.	: metros sobre el nivel del mar
NCh	: Norma Chilena
NMP	: Número Más Probable
OCDE	: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
OD	: oxígeno disuelto
ODEPA	: Oficina de Estudios y Políticas Agrarias
OUA	: Organización(es) de Usuario(s) de Aguas
OUR	: Organización de Usuarios de Riego
PIB	: Producto Interno Bruto
PMCA	: Plan de Monitoreo de la Calidad del Agua
RCA	: Resolución de Calificación Ambiental
RILES	: Residuos industriales líquidos
RSDA	: Residuos Sólidos Domiciliarios Asimilables
SAG	: Servicio Agrícola y Ganadero
SATEL	: Servicios Auxiliares de Telecomunicación
SEA	: Servicio de Evaluación Ambiental
SEIA	: Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental
SEREMI	: Secretaría Regional Ministerial
SIG	: Sistema de Información Geográfico
SINIA	: Sistema Nacional de Información Ambiental
SNIFA	: Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental
SSM	: Servicio de Salud de la Región del Maule
SUBDERE	: Subsecretaría de Desarrollo Regional
UCSC	: Universidad Católica de la Santísima Concepción
UFC	: Unidades Formadoras de Colonias
UGIT	: Unidad de Gestión de Información Territorial
USEPA o EPA	: <i>United States Environmental Protection Agency</i>
UV	: Ultravioleta

I. INTRODUCCIÓN

El Gobierno Regional del Maule y la Comisión Nacional de Riego, firmaron un convenio de Transferencia para la ejecución del “Programa Integral de Riego en la Región del Maule 2015 - 2018”, que considera la realización de iniciativas de inversión para resolver problemáticas asociadas a la gestión del recurso hídrico en la región y generar las condiciones en los/as pequeños/as productores agrícolas para acceder a los instrumentos de fomento productivo que tienen a su disposición los organismos públicos.

El convenio ha planteado como objetivo principal el “contribuir con recursos regionales al fortalecimiento de las comunidades de aguas y el estudio de la calidad de agua de riego, de manera de aportar a un desarrollo agrícola regional competitivo, sustentable y descentralizado”. A su vez, se han definido tres líneas de productos en el convenio:

1. Implementar un programa que permita **fortalecer el nivel de organización y gestión** de 10 Comunidades de Aguas, seleccionadas en cada una de las provincias de Curicó, Talca y Linares, y una Comunidad de Aguas en la provincia de Cauquenes, a través de capacitaciones a los titulares de derechos de aprovechamiento, directores, celadores y repartidores de aguas, en conocimientos, competencias y habilidades, para entender y analizar el derecho de aguas, de tal forma que puedan aplicarlo en el desempeño de sus funciones, siendo, en total 31 comunidades de aguas beneficiadas.
2. Implementar un programa de **saneamiento de derechos de aprovechamiento de aguas** para los usuarios/as, regularizando la inscripción en el Registro de Propiedad de Aguas de los Conservadores de Bienes Raíces e inscripción en el Catastro Público de Aguas (DGA), en los subterritorios de influencia del Embalse Ancoa, río Teno y sistema Digua en la Región del Maule, teniendo como resultado esperado, el saneamiento de 1.200 derechos de aprovechamiento de aguas.
3. Generar un estudio de **línea de base de la calidad de aguas de riego** que permita el conocimiento y la evaluación del estado de la calidad de agua, tipo de contaminante y principales fuentes de contaminación de los principales cauces y canales, y la elaboración de un plan maestro que ayude al manejo de la calidad de agua de riego y la evaluación práctica de las medidas de monitoreo y mitigación, para las organizaciones de pequeños agricultores de la Región del Maule.

En virtud de estos antecedentes, el presente documento da cuenta de la ejecución de la tercera línea de productos antes mencionados, correspondiente al estudio denominado “**Línea de Base para la Gestión de la Calidad de Aguas de Riego en la Región del Maule 2015 - 2018**”, donde a continuación se presenta el desarrollo del Informe Final.

Así, y de acuerdo a los requerimientos contractuales estipulados por la CNR con este Estudio, el presente informe contiene antecedentes relativos a:

- a) Informe, análisis y conclusiones de la ejecución del programa de muestreo de aguas, en comparación con información secundaria, levantada en el informe 1.
- b) Informe, análisis y conclusiones de la implementación del monitoreo de los sistemas de riego.
- c) Informe, análisis y conclusiones del proceso de selección de los sistemas de riego seleccionados.
- d) Informe, análisis y conclusiones del proceso de sensibilización de todos los sistemas de riego seleccionados.
- e) Presentación de los resultados en SIG.
- f) Actividad de cierre y difusión de los resultados del Estudio.
- g) Verificadores del pago de remuneraciones y cotizaciones del equipo de trabajo.

El presente documento se estructura en la entrega de antecedentes administrativos y técnicos propios de la consultora para la ejecución del Estudio, los cuales tienen por objeto cumplir con lo requerido en el contrato de la presente consultoría.

II. OBJETIVOS

II.1 Objetivo principal del Programa

Contribuir con recursos regionales al fortalecimiento de las comunidades de aguas y el estudio de la calidad del agua de riego, de manera de aportar a un desarrollo agrícola regional competitivo, sustentable y descentralizado.

II.2 Objetivos general de la Línea de Base para la Gestión de la Calidad de Aguas de Riego en la Región del Maule

Generar un estudio de línea base de calidad de aguas de riego que permita el conocimiento y la evaluación del estado de la calidad de agua, tipo de contaminante y principales fuentes de contaminación de los principales cauces y canales, y la elaboración de un plan maestro que ayude al manejo de la calidad de agua de riego y la evaluación práctica de las medidas de monitoreo y mitigación, para las organizaciones de pequeños agricultores de la Región del Maule.

II.3 Objetivos específicos

a) Recopilar información y diagnóstico del estado de la Calidad de Agua de Riego.

Informa fuentes de información y la metodología para realizar el diagnóstico del estado de la calidad del agua en la región del Maule, en una base de datos Excel.

b) Seleccionar los sistemas de riego a intervenir y monitorear.

Metodología ajustada, validada y la selección de los sistemas de riego a intervenir y monitorear, definida.

c) Implementar un Plan de monitoreo de la calidad de aguas.

Propuesta validada de estrategia de monitoreo de calidad de aguas, para todos los sistemas de riego seleccionados.

d) Sensibilizar y transferir a organizaciones de usuarios.

Realizar actividades de sensibilización respecto a la relevancia de gestionar la Calidad de Aguas, considerando buenas prácticas para mitigar o bien evitar la contaminación de los sistemas de riegos, a todos los sistemas de riego seleccionados.

III. RESULTADOS

III.1 Recopilación de información y diagnóstico del estado de la Calidad del Agua de riego

Se llevó a cabo una revisión de estudios y programas ejecutados recientemente en el territorio. En este sentido, se revisó y analizó información proveniente desde distintas fuentes, las que fueron ordenadas de acuerdo a las siguientes temáticas:

- Recopilación de información ambiental de subterritorios de la región del Maule.
- Transferencia tecnológica y seguimiento de calidad de aguas.
- Monitoreo de calidad de aguas mediante biocriterios.
- Protocolos para el monitoreo de calidad de aguas.
- Contaminación difusa.

III.1.1 Recopilación de información ambiental de subterritorios de la región del Maule

a) Diagnóstico y Clasificación de Cursos y Cuerpos de Agua Según Objetivos de Calidad: cuenca del río Mataquito. DGA, 2004.

Este estudio determina criterios de localización de sitios muestrales, puntos de medición en 4 sectores (estaciones de muestreo) con coordenadas: Río Teno, Río Lontué en Panamericana, Río Lontué, Río Mataquito en Puente Lautaro. Parámetros medidos: DBO₅, color aparente, sólidos disueltos, sólidos suspendidos, temperatura, amonio, cianuro, fluoruro, nitrito, sulfuro, estaño, coliformes fecales, coliformes totales.

b) Diagnóstico y Clasificación de Cursos y Cuerpos de Agua Según Objetivos de Calidad: cuenca del río Maule. DGA, 2004.

Este estudio determina criterios de localización de sitios muestrales, puntos de medición en 7 sectores (estaciones de muestreo) con coordenadas: Río Maule en Panamericana, Río Maule en El Forel, Río Claro en Rauquén, Perquilauquén en Estero Lavadero, Longaví en La Quiriquina, Estero Cauquenes en Cauquenes, Río Loncomilla en Las Brisas. Parámetros medidos: DBO₅, color aparente, sólidos disueltos, sólidos suspendidos, temperatura, amonio, cianuro, fluoruro, nitrito, sulfuro, estaño, coliformes fecales, coliformes totales.

c) Estudio de regulación y gestión de las aguas de riego Maule Norte, VII Región. DGA, 2012.

Diagnóstico de la situación actual del uso de los recursos hídricos en el sistema de riego en el sector del Maule Norte, comunas de Talca, San Clemente, Pelarco y Río Claro. Redes de canales existentes y nuevos proyectos de infraestructura de captación y distribución.

d) Análisis Crítico de la Red de Calidad de Aguas Superficiales y Subterráneas de la DGA. DGA, 2014.

Este estudio provee una reformulación de la red de calidad de aguas superficiales y subterráneas de la DGA, y principalmente determina los parámetros relevantes de las cuencas que pueden condicionar la calidad de agua, en función a las presiones antrópicas, uso del recurso y naturaleza de la cuenca.

En la región del Maule, la DGA cuenta con 26 estaciones de calidad de aguas superficiales que se propone aumentar a 28, y 5 estaciones de aguas subterráneas que se propone aumentar a 8. Actualmente la DGA contempla en aguas superficiales, 25 parámetros entre microelementos, macroelementos y nutrientes, los que se propone aumentar a 32. Para aguas superficiales se propone 10 parámetros nuevos (caudal, alcalinidad, sólidos suspendidos totales, bario, fosfatos, nitratos, nitritos, nitrógeno amoniacal (NH_4), bicarbonato y carbonato). En aguas subterráneas, 20 de los parámetros actuales son base, y se deben incorporar 7 nuevos parámetros en esta categoría (nivel, alcalinidad, bario, nitrato, nitrógeno amoniacal (NH_4), bicarbonato y carbonato).

e) Estudio Diagnóstico para Desarrollar Plan de Riego en cuenca del Mataquito. CNR, 2017.

Este estudio provee información actualizada de la descripción general de la cuenca, su caracterización en función de sus recursos naturales e infraestructura de riego y desarrollo agroproductivo y OUA. Anexa información geográfica en archivos digitales de: sitios prioritarios, áreas silvestres privadas protegidas, termoeléctricas, coberturas vegetacionales, estaciones fluviométricas, estaciones meteorológicas, estaciones de calidad de agua, pozos profundos, geología, geomorfología y uso de suelo. Destaca que el uso de las aguas superficiales y subterráneas de la cuenca se encuentra sobreexigido por el desarrollo agrícola alcanzado y las exigencias de incorporar nuevos negocios agrícolas, los cuales indefectiblemente generan una mayor presión sobre él. Se presenta información sobre volumen almacenado en acuíferos, redes de estaciones de monitoreo hidrometeorológico, descripción y análisis del uso multisectorial del recurso hídrico, uso agrícola del agua, otros usos del agua, calidad de aguas y su relación con normas de uso para riego, calidad del agua subterránea, vulnerabilidad del acuífero, caracterización ambiental de la cuenca, ecosistemas presentes y conservación.

f) Estudio Diagnóstico para Desarrollar Plan de Riego en cuenca del Maule. CNR, 2017.

Este estudio provee información actualizada de la descripción general de la cuenca, como su caracterización física: clima, pluviometría, hidrografía, hidrogeología, geomorfología, geología, suelos, vegetación y demografía.

Presenta un capítulo de las características de la cuenca en función de sus recursos naturales, y también presenta la situación actual de la zona de estudio, en cuanto a:

disponibilidad hídrica, evaluación de las redes de estaciones de monitoreo hidrometeorológicas, calidad de aguas superficiales y subterráneas, descripción, análisis y diagnóstico del uso multisectorial del recurso hídrico, calidad de aguas, análisis de la variabilidad climática, capacidad de prevención, respuesta y/o mitigación frente a eventos extremos.

La elección de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos que se usaron en la caracterización de la calidad del agua tanto superficial como subterránea, consideró aquellos que están estipulados directamente en las normas NCh 1333 Of.78 y NCh 409/1 Of.84.

Se indica que el área de estudio no ha sido declarada legalmente agotada, no existe posibilidad de obtener nuevos derechos puesto que organizaciones de usuarios de aguas se oponen constantemente a las nuevas solicitudes. No habría problemas de agotamiento de los recursos subterráneos según los cálculos de extracciones versus tasas de recarga.

g) Estudio Diagnóstico para Desarrollar Plan de Riego en cuenca del Loncomilla. CNR, 2017.

Este estudio provee un completo diagnóstico de la zona. Ofrece una descripción hidrográfica para los sectores Achibueno, Loncomilla, Longaví, Perquilauquén, de la infraestructura de riego, OUA, diagnóstico de los recursos naturales (aguas superficiales y subterráneas), uso del suelo, análisis agroproductivo, análisis de la calidad de agua de 11 estaciones basado en el estudio: “Análisis Crítico de la Red de Calidad de Aguas Superficiales y Subterráneas de la DGA, 2014”, análisis de la variabilidad climática y sus efectos en el sector silvoagropecuario, recursos hídricos, cambio climático, caudales y precipitaciones.

Además, contiene una revisión de pasivos ambientales de la zona, mapas con las faenas industriales de la cuenca, impactos antrópicos, caracterización agropecuaria, gestión y tipos de derechos de aprovechamiento de aguas.

III.1.2 Transferencia tecnológica y seguimiento de calidad de aguas

h) Programa de gestión de la Calidad del agua de riego por parte de organizaciones de usuarios en las regiones del Maule y Biobío. 2009. ACCBBN en Biobío y JV del río Longaví en Maule.

El Programa Gestión de la Calidad del Agua por parte de Organizaciones de Regantes de las Regiones de Maule y Bío-Bío (CNR), fue realizado a través de las siguientes tres líneas estratégicas:

- Transferencia de conocimiento en materia de calidad de aguas.
- Desarrollo de un plan de gestión de la calidad del agua.
- Coordinación con Instituciones e Instrumentos de apoyo.

La calidad del agua de riego juega un rol fundamental en la competitividad del sector agrícola. Sin embargo, actualmente las condiciones de calidad de algunas aguas utilizadas para riego en Chile, no cumplen con la normativa existente, lo que pone en riesgo el desarrollo futuro de importantes zonas agrícolas. Para enfrentar este problema, las organizaciones de usuarios de aguas deben asumir el desafío de incorporar dentro de su quehacer habitual, acciones tendientes al cuidado de la calidad del agua de riego, lo que implica adquirir nuevos conocimientos técnicos y legales e implementar planes de gestión de la calidad del agua que les ayuden en la toma de decisiones. El propósito central del Programa fue contribuir a la protección de la calidad de los recursos hídricos del país, a través de la acción directa de las organizaciones de regantes, capacitándolas junto a sus usuarios, para que puedan gestionar la calidad de sus aguas de riego, de una manera planificada, a nivel de productos y procesos.

i) Capacitación de los usuarios del agua de riego para la gestión de la calidad del recurso hídrico en la Cuenca del Río Maule. Eastman, Catalina, 2011. Memoria de Título U. de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Escuela de Pregrado.

Calidad actual del agua, utilizando datos de monitoreos obtenida en el marco del Proyecto INNOVA y del Plan Director Recursos Hídricos de la Cuenca del río Maule (DGA). Zonificación de canales ubicados en el sector de Maule Norte a partir de Canal Matriz Maule Tronco. Caracterización de actividades productivas. Distribución porcentual de fuentes potenciales de contaminación por canal. Campañas de monitoreo para el parámetro de coliformes fecales.

j) Programa de Transferencia para el Desarrollo del Riego en Ancoa (2013), ejecutado por CNR a través de esta consultora, incluyendo una línea base de calidad de aguas.

El estudio hace hincapié en los antecedentes aportados por la DOH y la DGA, que mencionan que la calidad de aguas de los cauces naturales de la cuenca sobrepasa los requerimientos de la Norma Chilena 1333 de Calidad de Agua para Riego, resaltando “la importancia e impacto de la contaminación al interior de la red de riego”, llamada también re-contaminación, la que se produciría por: descargas domiciliarias de residuos sólidos, descargas domiciliarias de aguas servidas sin tratamiento; vertido de productos agroquímicos; vertido RILES, contaminación y erosión debido a prácticas inadecuadas de riego y de manejo de suelos.

Mediante esta iniciativa se realizaron muestreos en 23 puntos en canales durante dos campañas de terreno en 2011, definidos en función de la representatividad frente a cambios significativos en las presiones de uso o potenciales fuentes contaminantes dentro de la red de monitoreo. Se consideraron principalmente parámetros *in situ* (pH, temperatura y conductividad eléctrica) y coliformes fecales y totales. Se pudo constatar que los sistemas Ancoa, Melado y Achibueno, presentaron concentraciones excesivas de exceso de coliformes fecales y totales.

III.1.3 Monitoreo de calidad de aguas mediante biocriterios

k) Estudio de Seguimiento Ambiental Embalse Ancoa. MOP-Universidad de Talca-EIAS. 2009.

En este estudio se indica que los macroinvertebrados bentónicos ubicados en el río Ancoa aguas abajo de la presa, se pueden ver afectados con el agua entregada por el embalse. Los resultados del seguimiento, muestran una disminución de la riqueza y abundancia de fauna íctica nativa aguas abajo de la presa (incluso con no detección de especies en varias campañas), desde comienzos de la etapa de construcción del embalse. Los factores que podrían estar afectando a estas especies tienen que ver con los cambios de calidad de aguas, arrastre de sedimentos por remoción de fondos y/o un aumento de las poblaciones de truchas introducidas. Sin embargo, no existen estudios que lo avalen; es por ello un punto importante a ser evaluado en este estudio, para verificar si existen anomalías al respecto. Este estudio de seguimiento ambiental indica los puntos de muestreo que hace referencia y se pueden incorporar dentro de la metodología propuesta.

l) Propuesta de Utilización de Biocriterios para la Implementación y Monitoreo de la Norma Secundaria de Calidad Ambiental. CENMA, 2010 (apartado desarrollado para la cuenca del río Mataquito).

Según la propuesta de utilización de biocriterios para la implementación y monitoreo de la Norma Secundaria de Calidad Ambiental (2010), con información proporcionada por la DGA, juntas de vigilancia, entre otras, específicamente en la cuenca del río Mataquito, se propusieron áreas representativas a muestrear, considerando diversos aspectos, tales como la variabilidad espacial, naturaleza ecológica de la cuenca, características físicas como altura, pendiente, afluentes, escurrimientos, actividades de la cuenca (aportes alóctonos), grados de intervención antrópica, accesibilidad al lugar, data disponible de caudales y calidad química, entre otros.

En síntesis, en este estudio se utilizaron las áreas de vigilancia incorporadas en las ANSCA de cada cuenca (o también denominados tramos), como unidad base de estudio, dentro de los cuales se sitúa una estación de muestreo que sea representativa de dicho tramo. En la cuenca del río Mataquito se discriminaron las estaciones de tramos bajos por ser del tipo navegable y por tanto no son comparables a los sistemas presentes de mayor altura.

III.1.4 Protocolos para el monitoreo de calidad de aguas

m) Norma Chilena de Calidad de Aguas para riego y otros usos, NCh 1.333 Of.78, 1978.

Norma de Calidad para el recurso agua según el uso dado en el cuerpo o masa de agua usado como receptor. Fija los límites máximos para los diferentes parámetros considerados como

requisitos de calidad. Posee los requisitos de los parámetros principales a medir: pH, Coliformes Fecales, Conductividad Específica, Sólidos Disueltos, Sólidos Suspendidos, Oxígeno Disuelto, etc.

n) Métodos de Análisis de Aguas para Riego (INIA, 2006).

En este documento se describen los procedimientos destinados al análisis de aguas para riego. Se muestra en extenso como se deben preservar y almacenar las muestras, y metodologías de determinación de pH, conductividad eléctrica, sólidos, metales, no metales inorgánicos y relaciones y estimaciones de dureza, relación de adsorción de sodio (RAS) y sodio porcentual.

o) Manual de normas y procedimientos del Departamento de Conservación y Protección de Recursos Hídricos de la DGA, 2007.

El manual de normas y procedimientos del Departamento de Conservación y Protección de Recursos Hídricos de la DGA, define una serie de criterios y recomendaciones a adoptar para realizar monitoreo de aguas superficiales, subterráneas y en lagunas, lagos y embalses.

Se debe considerar, entre otras, facilidad de acceso, georreferenciar puntos de muestreo, evitar turbulencias, medir *in situ* de parámetros físico-químicos y ceñirse a métodos y protocolos de muestreo.

p) Tecnología de Manejo de Agua para una Agricultura Intensiva Sustentable. Departamento de Recursos Hídricos, Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad de Concepción. Editorial Universidad de Concepción. 2010. Pp. 115-125.

Según Arumi y Rivera (2010), en Tecnología de Manejo de Agua para una Agricultura Intensiva Sustentable, mencionan que en la agricultura de riego existen tres antecedentes básicos relativos a la calidad del agua:

- El agua de riego cumple con los requisitos de calidad establecidos por las normas vigentes.
- Cuál es el impacto de las prácticas agrícolas sobre la calidad de las aguas superficiales y subterráneas.
- Cuál es el impacto que otras prácticas, como por ejemplo la descarga de agua lluvias a los canales de riego o derrames accidentales, pueden tener sobre el agua de riego.

Para responder estas preguntas y realizar este estudio se deben tener en cuenta los siguientes puntos:

- Determinar los objetivos del programa de evaluación.
- Definir la referencia de comparación y los indicadores de calidad.

- Determinar los parámetros a controlar.
- Definición de puntos de control.
- Realización de muestreo y análisis.
- Evaluación de resultados.

III.1.5 Contaminación difusa

q) Ganadería y Contaminación Difusa, Implicancias para el Sur de Chile. Agricultura Técnica, INIA 65 (3): pp. 330-340. Alfaro M. y Salazar F. 2005.

Este estudio considera los impactos de la actividad ganadera sobre el suelo y los recursos hídricos circundantes, reconociendo al pastoreo como una actividad de alto potencial contaminante debido a la cantidad de nutrientes, principalmente nitrógeno (N) y fósforo (P), transferidos al medio ambiente, a través del fenómeno de lixiviación. La introducción de contaminantes a un curso de agua superficial o subterráneo (contaminación difusa), debido a la actividad agropecuaria es reconocida a nivel internacional como una de las principales causas del aumento de los niveles de eutrofización en ríos y lagos (40% de aumento en nitrógeno y 30% de aumento en fósforo aprox., respecto a la concentración normal de un curso de agua).

r) Evaluación del Riesgo de Contaminación con Nitrato de Pozos de Suministro de Agua Potable Rural en Chile. Arumi J. L. *et al.* 2006. Public Health 20(6): 385-392. Disponible en: <http://www.scielosp.org/pdf/rpsp/v20n6/a04v20n6.pdf>

Arumi *et al.*, (2006), realizaron un estudio de contaminación con nitrato de pozos-noria de suministro de agua potable rural en la zona de Parral. Recogieron datos de concentración de nitrato obtenidos de un muestreo de agua de 94 pozos-noria. Concluyeron que es importante tener en cuenta que según la USEPA, es más apropiado usar datos de muestras de agua que estimaciones de concentraciones de exposición, cuando los puntos de exposición (caso de los pozos noria). La USEPA también recomienda precaución al extrapolar los valores de las muestras a otras zonas. Por lo tanto, los mapas elaborados a partir de métodos de interpolación originados en valores de muestras donde el punto de muestreo es el punto de exposición sólo tienen un valor referencial y su utilidad radica en la identificación de zonas hacia donde destinar tiempo y recursos para mejorar y precisar la información disponible.

La concentración de nitrato en los pozos de la zona de estudio presenta una distribución espacial que no puede caracterizarse por los métodos tradicionales de variografía. Ello puede deberse a la existencia de factores antrópicos (métodos constructivos o cercanía de animales) que modifican la continuidad espacial del nitrato en el sistema de aguas subterráneas y alteran la calidad del agua de los pozos-noria. En el 14% de los casos, las concentraciones de nitrato observadas en la zona de estudio se encuentran por encima de las normas chilena e internacionales relativas al agua de bebida. En general, no se espera la aparición de casos de

intoxicación en adultos, pero sí existe riesgo para los lactantes alimentados con fórmulas preparadas con agua extraída de estos pozos-noria.

Por último, en este tipo de análisis, considerando que no existe continuidad espacial del nitrato en el acuífero y que los puntos de contaminación corresponden a puntos de exposición, no es apropiado hablar de zonas o superficies afectadas, sino que corresponde identificar aquellos pozos que presentan concentraciones de nitrato de riesgo.

III.1.6 Resultados del análisis

La principal referencia, dada su calidad oficial, se determinó que es la información proveniente de la DGA. Para este análisis se consideró la aplicación de la NCh 1333, específicamente aguas destinadas a riego, por lo que en base a esta normativa se estudió el comportamiento de cada parámetro durante un periodo de tiempo de nueve años (2009 - 2017), pero siempre teniendo en consideración que dentro de dicho periodo la medición de cada parámetro es independiente y está sujeta a la prioridad que la DGA le otorgue a ese parámetro en específico. Por otra parte, de las 34 estaciones que posee la DGA en la región del Maule, 26 corresponden a aguas superficiales y de ellas, para este estudio, fueron consideradas 21 como fuentes de información a analizar con influencia directa sobre los 8 sectores de riego determinados.

En “Anexo A. Información Secundaria”, se encuentra un resumen de las fuentes secundarias que fueron consultadas en el marco del presente Estudio.

III.2 Selección de los sistemas de riego a intervenir y monitorear

III.2.1 Informe, análisis y conclusiones del proceso de selección de los sistemas de riego

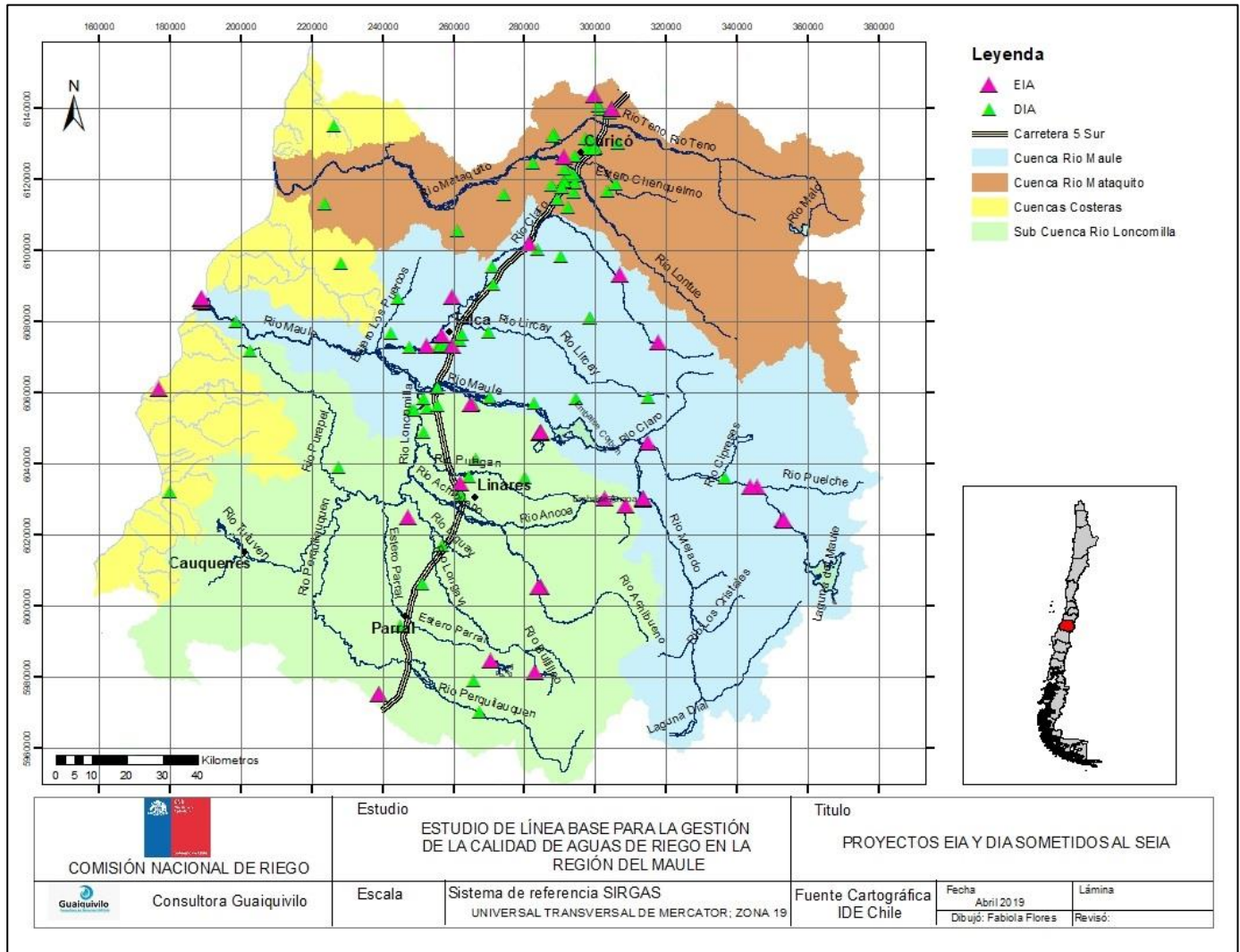
III.2.1.1 Metodología

Analizada la información bibliográfica, y habiendo consensado ciertos aspectos con las principales OUA de orden mayor de la región, se definieron sectores de interés a monitorear la calidad de aguas de riego, de acuerdo a los siguientes criterios:

1. **Zonificación de áreas de riego, bajo jurisdicción de las principales OUA de orden mayor de la región del Maule:** se efectuó una identificación de cauces principales y secundarios, de acuerdo a la localización de las cuencas más importantes de la región y las áreas relevantes bajo riego. Esto permitió identificar que la mayor parte de la actividad agropecuaria se desarrolla en su eje central de la región, en cercanías de los principales centros poblados.
2. **Análisis de sitios con relevante intervención antrópica y áreas cultivadas:** en función de las principales ciudades y áreas de cultivo intensivo con antecedentes de aportes de nitrógeno y fósforo producto de fertilización excesiva, que pudiesen afectar la calidad del recurso hídrico en ríos y esteros. Al igual que en el análisis del criterio anterior, se observa que la mayor presencia e intervención humana se desarrolla a lo largo del eje central de la región.
3. **De acuerdo a la localización de proyectos con Resolución de Calificación Ambiental, RCA (EIA y DIA):** se analizaron y seleccionaron todos aquellos que pudiesen afectar al recurso hídrico, descartándose los proyectos que no tienen mayor incidencia sobre la calidad del agua, tales como líneas de transmisión eléctrica y subestaciones eléctricas. Se observó que los proyectos con RCA de interés para el presente Estudio se emplazan en cercanías de los principales centros poblados y, en muchas ocasiones, contiguos a grandes cauces naturales.
4. **Localización y distribución de estaciones de calidad de aguas de la DGA** en cuencas y subcuencas de la región del Maule.
5. **Zonas sin monitoreo de calidad de aguas** que fuesen de interés incorporar en la estrategia de intervención territorial, de modo que cubrir zonas estratégicas para distintas OUA.

En la siguiente Figura se ilustra la distribución de los proyectos con RCA relevantes para el presente Estudio.

Figura III-1. Localización de proyectos con RCA relevantes para el presente Estudio



Fuente: elaboración propia, 2019

Al relacionar información de los cinco criterios anteriores, se identificaron ocho sectores dentro de la región del Maule, dentro de los cuales se determinaron los puntos de muestreo del presente Estudio.

En la siguiente Figura se ilustra la localización de los ocho sectores de relevancia donde se efectuó el seguimiento de calidad de aguas de riego, y la ubicación de las estaciones DGA de calidad de aguas.

Legenda

- Area Riego 1
- Area Riego 2
- Area Riego 3
- Area Riego 4
- Area Riego 5
- Area Riego 6
- Area Riego 7
- Area Riego 8
- Estaciones DGA
- Carretera 5 Sur

El mapa muestra la red de riego en la Región del Maule, Chile, con áreas de riego numeradas del 1 al 8. Las estaciones de monitoreo DGA están marcadas con puntos verdes. La Carretera 5 Sur es una línea gruesa negra. El mapa incluye una escala en kilómetros (0 a 80) y una inserción de la ubicación en Chile.

En la siguiente Tabla se indica el nombre de las estaciones de calidad de aguas de la DGA, de acuerdo a la nomenclatura (orden alfabético) en que aparecen en la Figura anterior.

Tabla III-1. Estaciones DGA de calidad de aguas vigentes de la región del Maule

Id.	Nombre Estación DGA de calidad de aguas vigente
A	Río Teno en Quebrada Infiernillo
B	Río Claro en Los Queñes
C	Río Teno en Los Queñes
D	Río Lontué en Panamericana
E	Río Lontué en Sagrada Familia
F	Río Teno antes Junta Río Mataquito
G	Río Mataquito en Puente Lautaro (Licantén)
H	Río Lontué después de Junta Río Palos y Colorado
I	Río Claro en Fuente de Agua
J	Río Lircay en Panamericana
K	Río Claro en Talca
L	Río Claro en Rauquén
M	Río Maule en Forel
N	Río Maule en El Medano
O	Río Maule en Armerillo
P	Río Maule en Longitudinal
Q	Río Loncomilla en Las Brisas
R	Río Purapel en Sauzal
S	Río Cauquenes en El Arrayán
T	Río Cauquenes en Desembocadura
U	Río Perquilauquén en Quella
V	Río Achibueno en Panamericana (Ruta 5 Sur)
W	Río Longaví en Panamericana (Ruta 5 Sur)
X	Río Longaví en La Quiriquina
Y	Río Perquilauquén en San Manuel
Z	Río Putagán en Bocatoma Canal Melozal (Ruta 5 Norte)

Fuente: elaboración propia en base a información de la DGA (2018)

III.2.1.2 Determinación de puntos y de campañas de muestreo

Como se mencionó al comienzo de este capítulo, los criterios para determinar el número de puntos y campañas de muestreo se basó estrictamente en la metodología ajustada, que contempló:

1. Zonificación de áreas de riego, bajo jurisdicción de las principales OUA de orden mayor de la región del Maule.
2. Análisis de sitios con relevante intervención antrópica y áreas cultivadas.
3. Localización de proyectos con Resolución de Calificación Ambiental, RCA (EIA y DIA).
4. Localización y distribución de estaciones de calidad de aguas de la DGA en cuencas y subcuencas de la región del Maule.
5. Zonas sin monitoreo de calidad de aguas que fuesen de interés incorporar en la estrategia de intervención territorial.
6. Finalmente, también para la determinación del número de puntos muestreados se tomó en consideración el presupuesto disponible para la analítica de laboratorio del presente Estudio.

En función de lo anterior y su combinación, se cubrieron 22 puntos, realizando tres campañas de muestreo a lo largo del Estudio: la primera se llevó a cabo en periodo de estiaje de los cauces seleccionados, durante el mes de abril de 2018; la segunda hacia inicios de deshielos durante primavera, en octubre del mismo año; y la tercera en periodo estival, a fines de diciembre de 2018.

A partir de la sectorización planteada, junto a OUA de orden mayor se determinó la localización exacta de los puntos de muestreo en cauces naturales y artificiales. Así entonces, se ubicaron puntos de muestreo en los siguientes cauces naturales y canales:

Tabla III-2. Puntos de muestreo en cauces naturales y artificiales del presente Estudio

Punto de Muestreo	Curso de Agua	Coordenadas UTM	
		Norte	Este
1	Río Teno (300 m aguas arriba puente 5 Sur)	6135107	303149
2	Río Teno (Canal La Cañada ciudad Curicó)	6129537	299647
3	Río Lontué	6121627	294716
4	Río Claro (afluente río Maule)	6109844	287979
5	Canal Maule Norte (Matriz sector bajo)	6082145	291805
6	Río Lircay (en bocatoma Canal Pencahue)	6079726	267677
7	Río Maule (300 m aguas arriba puente 5 Sur)	6062415	256485
8	Río Maule (200 m antes junta con Río Claro)	6071049	237558
9	Canal Maule Norte	6060871	291662
10	Canal Melozal (canal matriz en sector Marimaura)	6042485	243323
11	Río Putagán (en bocatoma canal Putagán)	6037616	265910
12	Río Ancoa (200 m antes de bocatomas de canales)	6029352	297459
13	Río Achibueno (sector La Recova)	6013020	279770
14	Río Achibueno (sector Bodega por Palmilla)	6033050	251355
15	Estero Parral (cerca del Cementerio Municipal)	5999370	244136
16	Río Longaví (en bocatoma canal Primera Abajo)	6006299	256505
17	Canal Pencahue (saliendo ciudad Talca)	6077077	255635
18	Río Perquillauquén (Bocatoma Matriz Perquillauquén)	5984110	246043
19	Canal Matriz 7 km bajo Embalse Tutuvén (sector Punta Mocha)	6021559	737192
20	Estero Chanco	6041881	722258
21	Salida lago Colbún (bocatoma Chiburgo)	6053491	284136
22	Lago Colbún	6046592	288091
23	Bocatoma Armerillo	6046789	309583

Fuente: elaboración propia, 2019

Para determinar específicamente la localización de los puntos de muestreo, se consideraron dos criterios orientadores:

1. Interés de las OUA en relación al seguimiento de calidad de aguas en ciertos canales o cauces naturales.
2. Facilidad de acceso para la toma de muestras.

III.2.1.3 Ajustes de la red de seguimiento de calidad de aguas

Originalmente se habían seleccionado los puntos N°1 al N°20. Posteriormente, antes de la ejecución de la segunda campaña de muestreo, se incorporaron dos puntos con el propósito de prospeccionar la calidad del agua en el lago Colbún (puntos N°21 y N°22). Esto, respondiendo a un requerimiento específico que plantearon representantes de la Asociación de Canalistas canal Maule Sur. De este modo, se añadió al seguimiento un punto de muestreo en el lago Colbún y otro en la bocatoma Chiburgo, en la salida del lago Colbún. Estos puntos también fueron considerados en el seguimiento de la tercera campaña de muestreo.

Finalmente, se incorporó el punto N°23, sustituyendo el punto N°5, a solicitud de la Asociación de Canalistas Maule Norte. Dicho requerimiento fue manifestado con fecha 23 de noviembre de 2018, después de la segunda campaña de muestreo, añadiéndose dicho punto de seguimiento de calidad de aguas en la tercera campaña. El punto N°5 se consideró de escaso interés estratégico para la organización antes señalada, mientras que el N°23 constituye un punto de entrada para los sectores de riego N°2 y N°3. No obstante lo anterior, se estima que esta modificación de punto muestreado no alteró el análisis global de la calidad de aguas del presente Estudio, y sumó un punto de muestreo de mayor relevancia para una de las principales OUA de la Región del Maule.

En la siguiente Figura se muestra la localización de los puntos de muestreo, sectores de riego y estaciones de calidad de aguas de la DGA.

[illegible]

III.2.1.4 Validación de la localización de los puntos de muestreo

Previo al inicio de las campañas de muestreo se sostuvieron reuniones de coordinación con representantes de las principales OUA de orden mayor del territorio, con el propósito de presentar, consensuar y ajustar la red de monitoreo de calidad de aguas del presente Estudio. En términos generales, los representantes de las OUA manifestaron conformidad con la ubicación de los sitios de muestreo y los alcances de esta iniciativa. En situaciones puntuales manifestaron requerimientos de incorporación o modificación de lugares de seguimiento de calidad de aguas, ajustes que fueron realizados tal como se mencionó, antes de la realización de la segunda

campaña (incorporación de los puntos N°21 y N°22) y previo a la ejecución de la tercera campaña (sustitución del punto N°5 por el N°23). En la siguiente Tabla se presentan los encuentros sostenidos, de norte a sur, con representantes de OUA para validar puntos de seguimiento de calidad de aguas de este Estudio.

Tabla III-3. Resumen de encuentros para la validación de la implementación del seguimiento de calidad de aguas

N°	Fecha	Actor/Organización	Objetivos	Resultados
1	21/06/2018	<u>Junta de Vigilancia del Río Teno:</u> Eduardo Espinoza (Secretario Ejecutivo); Jaime Silva (Coordinador Vinculación); Viviana Andaur, Fabiola Flores y Diego Varas (Consultores)	Avances del Estudio y validación general de sectores y puntos de muestreo	a. Se presentó el mapa de estaciones DGA de calidad de aguas distribuidas en la Región del Maule. b. Se hizo especial énfasis en los sitios 1 y 2, y en las estaciones DGA de referencia (con las que se compararán los resultados de los sitios ubicados en el río Teno).
2	21/06/2018	<u>Junta de Vigilancia del Río Lontué:</u> Diego Castro (Secretario Ejecutivo); Viviana Andaur, Diego Varas y Fabiola Flores (Consultores)	Avances del Estudio y validación general de sectores y puntos de muestreo	c. Presentación de estaciones DGA de calidad de aguas distribuidas en la Región del Maule y puntos de muestreo del actual Estudio. d. Los sitios 3 y 4 de este Estudio corresponden al río Lontué (el N°4 fue incorporado expresamente a solicitud de esta organización).
3	25/06/2018	<u>Junta de Vigilancia del Río Ancoa:</u> Rosa Alarcón (Administradora); Pedro Pablo Campos (Presidente); Hugo Acuña (Presidente CA Los Álamos); Luis Concha (Presidente CA Los Maitenes); Lorenzo Bethke (Director CA Encina);	Avances del Estudio y validación general de sectores y puntos de muestreo	e. Se presentó mapa de estaciones DGA de calidad de aguas y sitios de muestreo del Estudio. f. Se presenta un punto de muestreo en el río Ancoa (sitio N°12), en donde solicitan ubicar dicho punto aguas abajo de lo propuesto, específicamente en la bocatoma del canal Álamos Lama (primera bocatoma del sistema). Se verificará factibilidad de relocalizar dicho punto de muestreo. g. En términos generales, expresan el deseo que el Estudio sea de utilidad. Entienden que existe una demanda específica de regar con aguas de calidad, pues los importadores de fruta están exigiendo certificaciones en este sentido.

N°	Fecha	Actor/Organización	Objetivos	Resultados
		Fabiola Flores y Diego Varas (Consultores)		
4	05/06/2018	<u>Junta de Vigilancia del Río Achibueno:</u> Said Nome Aguilera (Presidente); Ricardo Escalona (Director); Carola Figueroa (Secretaria Directorio); Fabiola Flores y Diego Varas (Consultores)	Avances del Estudio y validación general de sectores y puntos de muestreo	h. Presentación preliminar de avances del Estudio. i. Presentación de sitios de muestreo y confirmación por el directorio de acuerdo de ubicación de los mismos. j. Presentación de puntos DGA de calidad de aguas cercanos al río Achibueno. k. Presentación de resultados parciales de la campaña de muestreo, centrado en sitios pertenecientes al río Achibueno.
5	31/05/2018	<u>OUR Digua:</u> Jorge Quezada (Jefe Técnico Embalse Digua); Fabiola Flores y Diego Varas (Consultores)	Avances del Estudio y validación general de sectores y puntos de muestreo	l. Presentación de estaciones DGA de calidad de aguas distribuidas en la Región del Maule y puntos de muestreo del actual Estudio. m. Los sitios 15, 16 y 18 de este Estudio corresponden al río Longaví, estero Parral y Río Perquilauquén (el N°18 fue incorporado expresamente a solicitud de esta organización).

Fuente: elaboración propia, 2018

En el “Anexo B. Validación Red Monitoreo” se encuentran verificadores de las reuniones sostenidas con OUA donde se sometió a validación la implementación del plan de muestreo de calidad de aguas, a excepción del encuentro sostenido con la organización del Río Digua que no fue respaldado mediante minuta. Asimismo, en dicho Anexo se encuentra planilla Excel con nombre de los proyectos con RCA y coordenadas de ubicación de los mismos.

III.2.2 Informe, análisis y conclusiones de la implementación del monitoreo de los sistemas de riego

III.2.2.1 Elementos metodológicos para la toma de muestras

Las metodologías para el muestreo de las aguas se encuentran señalados en la NCh 411/1 Of.96, “Guía para el diseño de programas de muestreo”, mientras que las “Técnicas de muestreo y preservación” y “Manejo de las muestras”, se presentan en las normas NCh 411/2 y NCh 411/3, respectivamente. Bajo estas normativas se ejecutaron las tres campañas de muestreo en el presente Estudio.

Se hace presente que el material de muestreo (envases y contenedores, principalmente), fue provisto por el laboratorio contratado para la realización de analítica (Hidrolab). El trabajo de terreno de toma de muestras fue efectuado por integrantes de la consultora. En cuanto a instrumental, se utilizó una sonda multiparámetro HORIBA Modelo PC110-K para análisis *in situ* (pH, temperatura, conductividad eléctrica y TDS) y GPS GARMIN Modelo e-Trex para georreferenciar los sitios muestreados.

Es relevante destacar que algunas muestras enviadas al laboratorio fueron “ciegas”, es decir, sólo se indicaron números correlativos, pero sin señalar procedencia o georreferenciación del punto muestreado, de manera de mantener confidencialidad de la muestra y evitar también posibles manipulaciones de resultados por parte del laboratorio en los siguientes monitoreos. Se modificó la nomenclatura de la codificación en relación a la primera campaña, para resguardar aún más el origen de las muestras, de modo que el laboratorio no pudiese relacionarlas.

III.2.2.2 Ejecución de las campañas de muestreo

Primera campaña de muestreo

La primera campaña de muestreo de calidad de aguas, se realizó entre el lunes 02 y el viernes 06 de abril de 2018, cubriendo los 20 puntos de muestreo validados por la contraparte técnica y por OUA del territorio.

Cabe hacer presente que previamente a la realización de la campaña, se efectuó una visita preliminar a cada sitio con el propósito de estimar tiempos requeridos de desplazamiento y observar estado de los accesos, con la finalidad de ajustar adecuadamente el recorrido y la logística (principalmente, disposición de materiales y despacho de muestras al laboratorio).

En la siguiente Tabla se muestra el programa de toma de muestras ejecutado en la primera campaña.

Tabla III-4. Programa de toma de muestras ejecutado en la primera campaña

Fecha de muestreo	N° punto de muestreo	Curso de agua
02-abril	13	Río Achibueno (sector La Recova)
02-abril	12	Río Ancoa (sector Chupallar)
02-abril	11	Río Putagán (en bocatoma canal Putagán)
02-abril	14	Río Achibueno (sector Bodega por Palmilla)
02-abril	10	Canal Melozal (canal matriz en sector Marimaura)
03-abril	19	Canal Matriz 7 km bajo Embalse Tutuvén (sector Punta Mocha)
03-abril	20	Estero Chanco
03-abril	7	Río Maule (300 m aguas arriba puente 5 Sur)
03-abril	8	Río Maule (200 m antes junta con Río Claro)
04-abril	1	Río Teno (300 m aguas arriba puente 5 Sur)
04-abril	2	Río Teno (Canal La Cañada ciudad Curicó)
04-abril	3	Río Lontué
04-abril	4	Río Claro (afluente río Maule)
05-abril	17	Canal Pencahue (saliendo ciudad Talca)
05-abril	9	Canal Maule Norte (en bocatoma canal Mariposas)
05-abril	5	Canal Maule Norte (Matriz sector bajo)
05-abril	6	Río Lircay (en bocatoma Canal Pencahue)
05-abril	16	Río Longaví (en bocatoma canal Primera Abajo)
06-abril	15	Estero Parral (cerca del Cementerio Municipal)
06-abril	18	Río Perquilauquén (Bocatoma Matriz Perquilauquén)

Fuente: elaboración propia, 2018

Segunda campaña de muestreo

La segunda campaña de muestreo de calidad de aguas se realizó entre el martes 09 y el jueves 11 de octubre de 2018.

Cabe hacer presente que a solicitud de la Junta de Vigilancia del Río Ancoa se trasladó el punto denominado “Río Ancoa sector Chupallar” (punto N°12), en el mismo **río Ancoa**, pero **200 m antes de principales bocatomas**, puesto que para dicha organización esta nueva ubicación resulta de mayor interés y más representativa de la calidad del agua que distribuye a los canales de sus regantes, comuneros o usuarios. No obstante, esta modificación de localización del punto de muestreo no afecta el diseño primario del Estudio, porque también se considera como sector “de entrada”.

Por otra parte, en la segunda campaña se incorporaron **dos puntos de muestreo** con el propósito de prospectar la calidad del agua en el lago Colbún. Esto, respondiendo a un requerimiento específico que plantearon representantes de la Asociación de Canalistas canal Maule Sur. De este modo, se añadió al seguimiento un punto de muestreo en el lago Colbún y otro en la bocatoma Chiburgo, en la salida del lago Colbún. Estos puntos también fueron considerados en el seguimiento de la tercera campaña de muestreo.

En la siguiente Tabla se muestra el programa de toma de muestras llevado a cabo en la segunda campaña.

Tabla III-5. Programa de toma de muestras ejecutado en la segunda campaña

Fecha de muestreo	N° punto de muestreo	Curso de agua
09-octubre	11	Río Putagán (en bocatoma canal Putagán)
09-octubre	16	Río Longaví (en bocatoma canal Primera Abajo)
10-octubre	1	Río Teno (300 m aguas arriba puente 5 Sur)
10-octubre	2	Río Teno (Canal La Cañada ciudad Curicó)
10-octubre	3	Río Lontué
10-octubre	4	Río Claro (afluente río Maule)
10-octubre	5	Canal Maule Norte (Matriz sector bajo)
10-octubre	6	Río Lircay (en bocatoma Canal Pencahue)
10-octubre	7	Río Maule (300 m aguas arriba puente 5 Sur)
10-octubre	8	Río Maule (200 m antes junta con Río Claro)
10-octubre	9	Canal Maule Norte
10-octubre	10	Canal Melozal (canal matriz en sector Marimaura)
10-octubre	12	Río Ancoa (200 m antes de principales bocatomas)
10-octubre	13	Río Achibueno (sector La Recova)
10-octubre	14	Río Achibueno (sector Bodega por Palmilla)
10-octubre	17	Canal Pencahue (saliendo ciudad Talca)
10-octubre	21	Salida lago Colbún (bocatoma Chiburgo)
10-octubre	22	Lago Colbún
11-octubre	15	Estero Parral (cerca del Cementerio Municipal)
11-octubre	18	Río Perquillauquén (Bocatoma Matriz Perquillauquén)
11-octubre	19	Canal Matriz 7 km bajo Embalse Tutuvén (sector Punta Mocha)
11-octubre	20	Estero Chanco

Fuente: elaboración propia, 2018

Tercera campaña de muestreo

La tercera campaña de muestreo de calidad de aguas se realizó entre el jueves 20 y el jueves 27 de diciembre del 2018, cubriendo 22 puntos de muestreo.

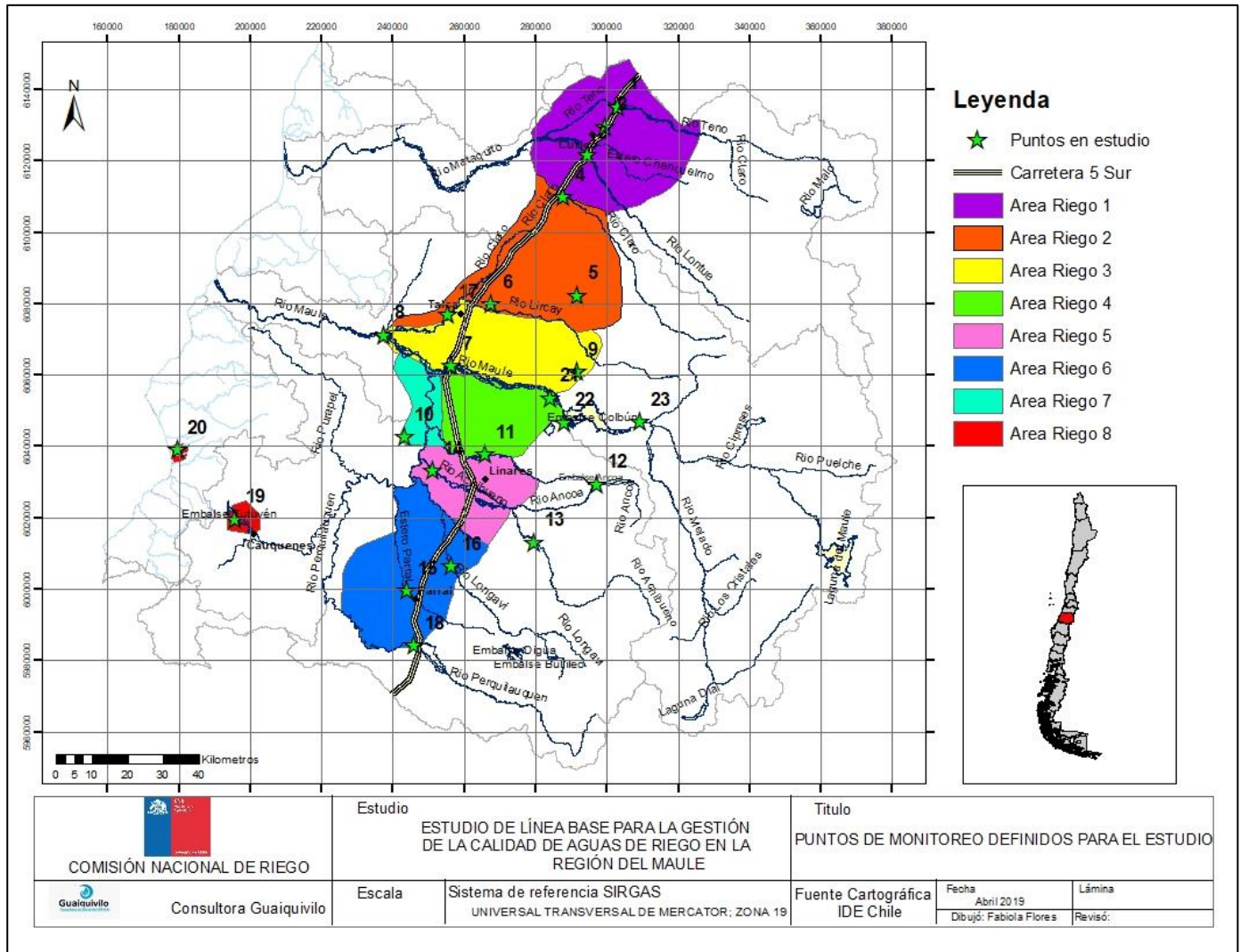
Cabe hacer presente que a solicitud de la Asociación de Canalistas Maule Norte, tal como se expuso anteriormente, se sustituyó el punto de muestreo N°5 por el N°23, puesto que el N°5 se consideró de escaso interés estratégico para la organización antes señalada, mientras que el N°23 aporta un dato de entrada en el propio canal Maule. Se estima que esta modificación no alteró el análisis global de la calidad de aguas del presente Estudio, y sumó un punto de muestreo de mayor relevancia para una de las principales OUA de la Región del Maule. En la siguiente Tabla se muestra el programa de toma de muestras llevado a cabo en la tercera campaña.

Tabla III-6. Programa de toma de muestras ejecutado en la tercera campaña

Fecha de muestreo	N° punto de muestreo	Curso de agua
20 diciembre 2018	16	Río Longaví (en bocatoma canal Primera Abajo)
20 diciembre 2018	11	Río Putagán (en bocatoma canal Putagán)
20 diciembre 2018	13	Río Achibueno (sector La Recova)
20 diciembre 2018	12	Río Ancoa (200 m antes de principales bocatomas)
20 diciembre 2018	22	Lago Colbún
20 diciembre 2018	21	Salida lago Colbún (bocatoma Chiburgo)
20 diciembre 2018	23	Bocatoma Armerillo
20 diciembre 2018	9	Canal Maule Norte
26 diciembre 2018	7	Río Maule (300 m aguas arriba puente 5 Sur)
26 diciembre 2018	6	Río Lircay (en bocatoma Canal Penciahue)
26 diciembre 2018	3	Río Lontué
26 diciembre 2018	1	Río Teno (300 m aguas arriba puente 5 Sur)
26 diciembre 2018	2	Río Teno (Canal La Cañada ciudad Curicó)
26 diciembre 2018	4	Río Claro (afluente río Maule)
26 diciembre 2018	17	Canal Penciahue (saliendo ciudad Talca)
26 diciembre 2018	8	Río Maule (200 m antes junta con Río Claro)
26 diciembre 2018	10	Canal Melozal (canal matriz en sector Marimaura)
26 diciembre 2018	14	Río Achibueno (sector Bodega por Palmilla)
27 diciembre 2018	20	Estero Chanco
27 diciembre 2018	19	Canal Matriz 7 km bajo Embalse Tutuvén (sector Punta Mocha)
27 diciembre 2018	18	Río Perquilauquén (Bocatoma Matriz Perquilauquén)
27 diciembre 2018	15	Estero Parral (cerca del Cementerio Municipal)

Fuente: elaboración propia, 2019

Figura III-4. Distribución de los sitios de muestreo en el territorio en estudio



En el “Anexo C. Informe Monitoreo” se presentan fotografías de las tres campañas de muestreo de calidad de aguas del presente Estudio.

III.3 Implementación del monitoreo de calidad de aguas

III.3.1 Informe, análisis y conclusiones de la ejecución del programa de muestreo de aguas, en comparación con información secundaria levantada en el Informe 1

A continuación, se realiza un análisis de los parámetros de calidad de aguas de las estaciones muestreadas en comparación con la información recopilada de las estaciones DGA (información secundaria levantada en el Informe 1), relacionadas con cada uno de los ocho sectores de riego definidos en el presente Estudio y los resultados de las campañas de calidad de aguas de abril, octubre y diciembre de 2018.

III.3.1.1 Antecedentes compartidos por los ocho Sectores de Riego

- a) De la totalidad de los parámetros analizados en todas las campañas, se encontraron en concentraciones no cuantificables por las técnicas analíticas y, por tanto, sin superación de la NCh 1333 que estipula los parámetros para el agua de riego en todo el país: **cadmio, cianuro, cobalto, cromo, mercurio, molibdeno, arsénico, plomo y selenio**, en sus fracciones **totales**.
- b) Los restantes 37 parámetros que se muestrearon, y que se encontraron en concentraciones cuantificables por las técnicas analíticas, son:

Tabla III-7. Parámetros muestreados en el presente Estudio

Parámetros indicadores de la calidad de agua en terreno			Compuestos orgánicos tóxicos
1. pH	2. Conductividad eléctrica	3. Sólidos Disueltos Totales	4. Cianuro
Iones asociados a la salinidad			
5. Sulfato	6. Cloruro	7. Nitrato	8. Calcio
9. Magnesio	10. Sodio	11. RAS	12. Dureza
13. Alcalinidad	14. Sodio Porcentual	15. Potasio	16. Fluoruro
17. Boro	-	-	-
Metales esenciales para el crecimiento de los vegetales y la vida (micronutrientes)			
18. Zinc	19. Hierro	20. Manganeseo	21. Litio
22. Vanadio	23. Cobalto	24. Selenio	25. Niquel
26. Cobre	27. Molibdeno	-	-
Metales no esenciales para los organismos vegetales			Indicadores de contaminación biológica
28. Arsénico	29. Bario	30. Aluminio	31. Coliformes fecales
32. Plata	33. Plomo	34. Mercurio	-
35. Cromo	36. Cadmio	37. Berilio	-

Fuente: elaboración propia, 2019

III.3.1.2 Análisis por Sector de Riego

Análisis del Sector de Riego N°1

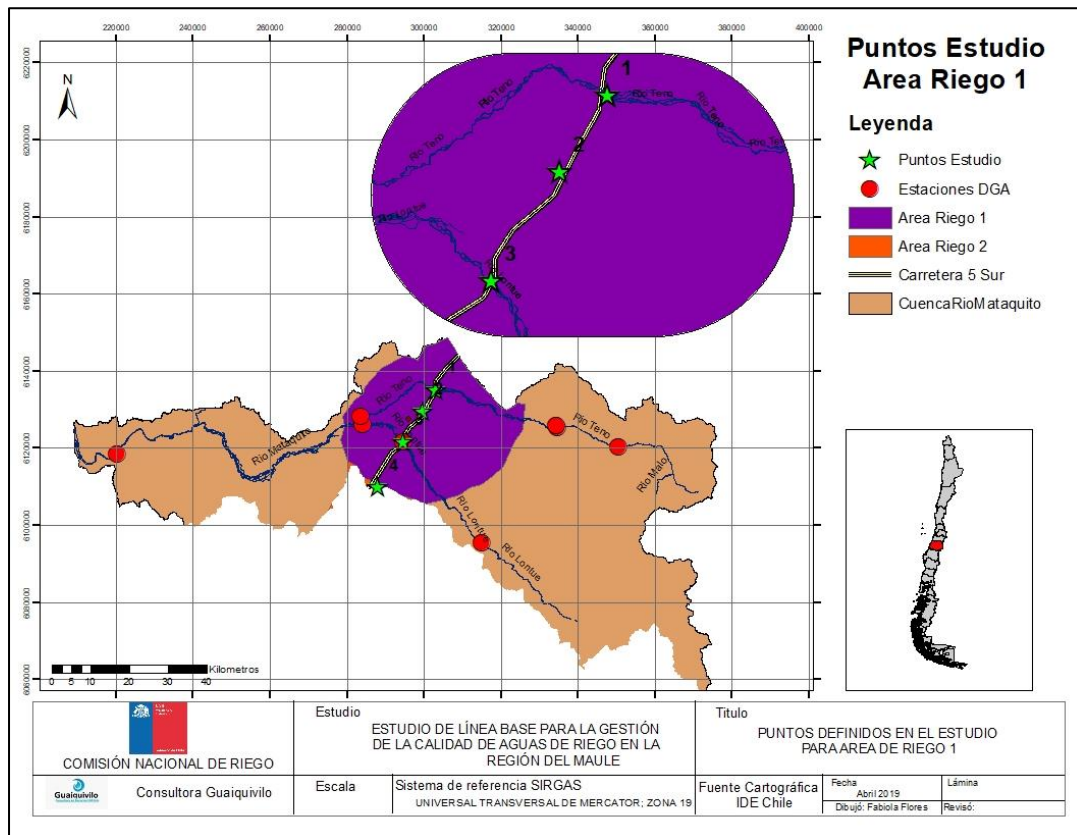
El Sector N°1 corresponde a los sistemas de riego del **río Teno, río Lontué y esteros adyacentes**, cuenca del río Mataquito.

- *Río Teno*

Los puntos de **muestreo 1 y 2** ubicados en **Río Teno (descarga bocatoma justo en Panamericana)** y **Canal la Cañada en la ciudad de Curicó**, respectivamente, se compararon con las estaciones DGA aguas arriba “Río Teno en Los Queñes (C)” y aguas abajo “Río Teno antes de junta Mataquito (F)”.

En la siguiente Figura se observa una imagen ampliada de la localización de los puntos de muestreo de este sector de riego, y las estaciones de referencia DGA de calidad de aguas.

Figura III-5. Vista aumentada de puntos de muestreo en Sector de Riego N°1



Fuente: elaboración propia, 2019

Los parámetros de **conductividad eléctrica (CE)**, **pH**, **hierro total (Fe)**, **cloruro (Cl)** y **sulfato (SO_4^{2-})**, sobrepasaron la NCh 1333 en el punto 2 del río **Teno (Canal la Cañada)** en las campañas de abril y octubre de 2018. Sin embargo, en la **campaña de diciembre** estos parámetros no sobrepasaron la NCh 1333. Específicamente, en el caso de la **conductividad eléctrica** que se relaciona con la cantidad de sales presentes en el agua y resume las sales analizadas anteriormente, lo cual permite entregar una mirada general sobre la cantidad de sales en el agua¹. La conductividad eléctrica en el punto de muestreo 1 del río Teno (descarga Bocatoma), se presentó mayor en la actual campaña en comparación a la anterior, aumentando levemente de 314 a 371 uS/cm. El punto de muestreo 2 del río Teno (Canal La Cañada), presentó un valor de conductividad eléctrica muy menor en relación a la campaña anterior, que no superó la NCh 1333 ni los valores referenciales de las estaciones con 370 uS/cm.

En el caso de los parámetros **aluminio total (Al)**, **arsénico total (As)** y **manganeso total (Mn)**, en los puntos 1 y 2 muestreados en el río Teno, se presentaron en cumplimiento de la NCh 1333 en las tres campañas.

Los **sulfatos** en el punto de muestreo 2 del río Teno, se presentaron en concentración de 86 mg/L, menor en relación a la campaña anterior y por tanto sin superación de la NCh 1333. Normalmente los sulfatos provienen de diversas fuentes, tanto de forma natural en muchos minerales (yeso, anhidrita, azufre orgánico, oxidación de sulfuros), como antrópica, sobre todo formando parte de fertilizantes, pesticidas, colorantes, jabón, papel, vidrio, fármacos, etc., como agentes de sedimentación (sulfato de aluminio) o para controlar algas (sulfato de cobre) en tranques y redes de agua y, por último, como aditivos en los alimentos. Se liberan a las aguas también procedentes de residuos industriales y mediante precipitación desde la atmósfera. No obstante, las concentraciones más altas suelen encontrarse en aguas subterráneas. El **sulfato** es uno de los principales aniones responsables de la **conductividad eléctrica del agua**, y es además nutriente esencial para las plantas, como azufre, absorbido vía radical.

Al igual que en el caso del sulfato, el **cloruro** se presentó en baja concentración en comparación a las campañas anteriores, sin superación de la NCh 1333.

El origen de cloruros es diverso, tanto a partir de fuentes naturales como antrópicas. Las aguas naturales presentan contenidos muy variables en cloruros, dependiendo de las características de los terrenos que atraviesen, pero, en cualquier caso, esta cantidad siempre es menor que las que se encuentran en las aguas residuales. El cloruro de sodio es también ampliamente usado en la producción de químicos industriales tales como soda cáustica, cloro, soda carbonatada, clorito de sodio, bicarbonato de sodio e hipoclorito de sodio. El cloruro de potasio es usado en la producción de fertilizantes. Otras fuentes de cloruro al medio ambiente son disolución de depósitos de sales, efluentes de industrias químicas, **aguas residuales**, **riego**,

¹ Esta mención también es válida para los siguientes sectores de riego.

percolado de desechos, considerando que el cloruro de sodio es común en la dieta y circula inalterado a través del aparato digestivo, es una evidencia de contaminación de aguas residuales. Los contenidos en cloruros de las aguas naturales no suelen sobrepasar los 50-60 mg/L.

En el caso del **pH**, se observó un incremento de su valor en relación a la campaña de octubre, a valor neutral en la campaña de diciembre 2018. Esto contribuyó a las menores concentraciones de **hierro total. Aluminio y arsénico total** en los puntos muestreados en el río Teno, se presentaron en concentraciones menores en relación a las estaciones DGA en el caso del aluminio, y no cuantificables en el caso del arsénico.

En cuanto a las concentraciones de **coliformes fecales** presentadas en las Tablas 1.3 (Anexo A.1), en los puntos 1 y 2 del río Teno se presentaron bajo la NCh 1333 riego (1000 NMP/100 mL), con valores de 240 NMP/100 mL al igual que en la campaña de octubre.

En la siguiente Tabla se comparan resultados de las tres campañas y su contraste con las estaciones DGA de referencia, en el río Teno.

Tabla III-8. Comparativo de campaña de muestreo en río Teno con promedio histórico de estaciones DGA, y aplicación de normativa de riego 1333

Parámetros analizados por DGA	Unidades	Límite NCh 133	Estaciones DGA						Estaciones Proyecto CNR (2018)								Estaciones DGA		
			B			C			Punto 1				Punto 2				F		
			RIO CLARO EN LOS QUEÑES			RIO TENO EN LOS QUEÑES			Rio Teno (Descarga Bocatoma)				Rio Teno (Canal La Cañada)				RIO TENO ANTES JUNTA MATAQUITO		
			Promedio	D.S.	Nº mediciones sobrepasan NCh 1333	Promedio	D.S.	Nº mediciones sobrepasan NCh 1333	abr-18	oct-18	dic-18	Nº mediciones sobrepasan NCh 1333	abr-18	oct-18	dic-18	Nº mediciones sobrepasan NCh 1333	Promedio	D.S.	Nº mediciones sobrepasan NCh 1333
Aluminio Total	mg/l	5	1,1	1,1	0	0,9	1,4	1,0	0,3	0,6	0,4	NO	0,3	1,3	1,2	NO	0,7	1,1	0
Arsenico Total	mg/l	0,1	0,004	0,007	0	0,001	0,001	-	<0,001	0,001	<0,001	NO	<0,001	0,001	0,001	NO	0,001	0,001	0
Cloruro	mg/l	200	13	8	0	74	33	0	62	30	34	NO	87	294	35,5	SI	32	7	0
Conductividad Específica	uS/cm	750	309	187	0	609	204	5	633	314	371	NO	666	1774	370	SI	430	57	0
Hierro Total	mg/l	5	1,9	3,3	3	1,7	2,6	3	0,1	0,3	0,1	NO	0,1	10,4	0,5	SI	0,6	1,0	0
Manganeso Total	mg/l	0,2	0,03	0,03	0	0,1	0,1	4	0,01	0,04	0,01	NO	0,01	0,20	0,04	NO	0,04	0,05	1
pH	□	5,5-9,0	7,9	0,7	2	8,2	0,6	3	7,8	7,3	7,5	NO	7,7	4,5	7,0	SI	8,7	0,7	9
Sulfato	mg/l	250	90	64	0	135	73	0	149	75	80	NO	153	484	86	SI	74	29	0

Fuente: elaboración propia, 2019

- *Río Lontué*

El punto de **muestreo 3** ubicado en *río Lontué* se comparó con las estaciones DGA aguas arriba “Río Lontué después junta Palos y Colorado” (H) y “Lontué en Longitudinal” (D); y aguas abajo “Río Lontué en Sagrada Familia (E)”. Según Ayala (2003), el río Lontué no presenta pérdidas, a lo menos en el sector comprendido entre Pichingal y la Carretera Panamericana, por lo que se puede inferir que los resultados del presente muestreo se deben a efectos de concentración por aumento de escorrentía en la cuenca.

Considerando los resultados de la tercera campaña de diciembre 2018, el **aluminio** y el **hierro total** se presentaron sobre la NCh 1333 en el **punto de muestreo 3** del río Lontué, a diferencia de las campañas anteriores. Este comportamiento fue inusual, si se compara con los resultados promedios de las estaciones DGA, tanto de entrega (H y D) como de salida (E), lo que puede estar evidenciando aportes externos asociados a estos metales.

Tabla III-9. Comparativo de campaña de muestreo en río Lontué con promedio histórico de estaciones DGA, y aplicación de normativa de riego 1333

Parámetros analizados por DGA	Unidades	Límite NCh 1333	Estaciones DGA						Estaciones Proyecto CNR (2018)				Estaciones DGA		
			H			D			Punto 3				E		
			RIO LONTUE DESP. JUNTA PALOS Y COLORADO			RIO LONTUE EN LONGITUDINAL			Rio Lontue				RIO LONTUE EN SAGRADA FAMILIA		
			Promedio	D.S.	N° mediciones sobrepasan NCh 1333	Promedio	D.S.	N° mediciones sobrepasan NCh 1333	abr-18	oct-18	dic-18	N° mediciones sobrepasan NCh 1333	Promedio	D.S.	N° mediciones sobrepasan NCh 1333
Aluminio Total	mg/l	5	0,7	0,8	0	0,41	0,13	0	<0,001	0,2	9,8	SI	0,35	0,09	0
Arsenico Total	mg/l	0,1	0,03	0,02	0	0,02	0,01	0	0,01	0,001	0,013	NO	0,01	0,005	0
Cloruro	mg/l	200	19	7	0	12	3	0	20	14	12	NO	20	6	0
Conductividad Específica	uS/cm	750	197	60	0	172	39	0	204	153	123	NO	280	93	0
Hierro Total	mg/l	5	1,1	1,8	1,0	0,5	1,1	1	<0,002	0,1	9,1	SI	0,4	0,6	0
Manganeso Total	mg/l	0,2	0,05	0,06	1,0	0,03	0,04	1	<0,001	0,01	0,17	NO	0,04	0,05	1
pH	[]	5,5-9,0	8,0	0,5	1,0	8,2	0,8	4	7,9	6,9	7,3	NO	8,4	0,9	7
Sulfato	mg/l	250	30	13	0	38	55	0	26	27	24	NO	38	24	0

Fuente: elaboración propia, 2019

Por otro lado, la **conductividad eléctrica**, disminuyó en relación a las campañas de abril y octubre, al igual que el **sulfato** y el **cloruro**.

En tanto el **arsénico total**, en el mismo punto, se presentó en concentración cuantificable, sin sobrepasar la normativa de riego.

En el caso del **pH**, se observaron valores neutrales con 7,3 unidades en la campaña diciembre 2018, y una leve tendencia al incremento en relación a la campaña de octubre 2018, siendo valores neutros en relación a las estaciones DGA de entrada y salida, con 8,2 y 8,4 unidades en las estaciones D y E, respectivamente.

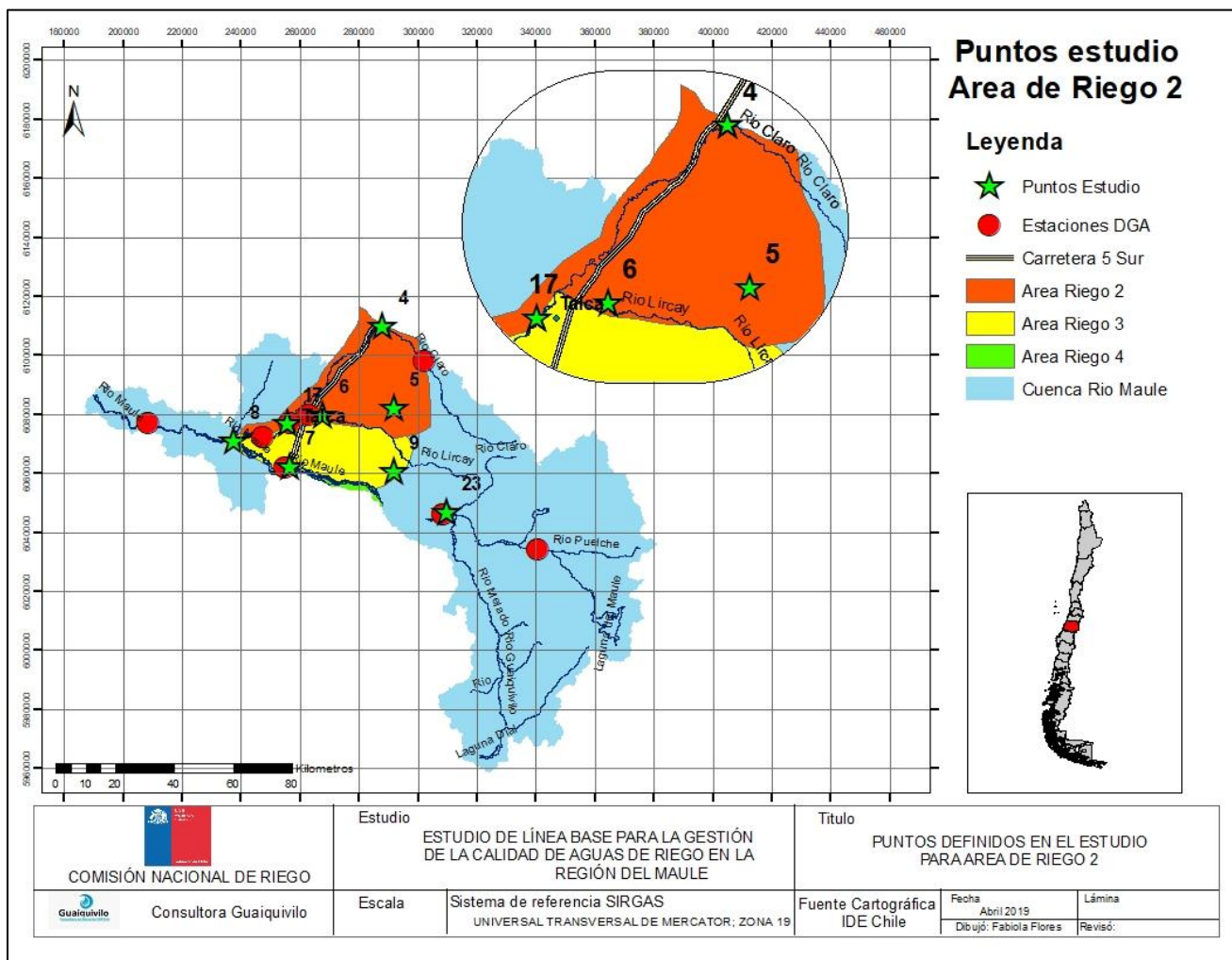
Análisis del Sector de Riego N°2

El Sector N°2 corresponde a los sistemas de riego del **río Claro y río Lircay** e influenciados fuertemente por el **canal Maule Norte**, además del **Sistema de Riego Penciahue**, en la cuenca del río Maule.

- *Río Claro*

El punto de **muestreo 4**, ubicado en **río Claro cerca de la Panamericana**, se comparó con las estaciones DGA aguas arriba “Río Claro en Fuente de Agua” (I), y aguas abajo “Río Claro en Talca” (K), en las tres campañas de muestreo de calidad de aguas. En la siguiente Figura se muestra una visión aumentada de los puntos de muestreo del Sector de Riego N°2 y su localización respecto a las estaciones DGA de referencia.

Figura III-6. Vista aumentada de puntos de muestreo en Sector de Riego N°2



Fuente: elaboración propia, 2019

En el punto de **muestreo 4** ninguno de los parámetros sobrepasó la NCh 1333 durante las tres campañas de muestreo. Sin embargo, se observó un incremento de la **conductividad eléctrica, cloruro y sulfato**, en comparación con “Río Claro en Fuente de Agua” (I) como estación de entrada al sector de riego N°2, y también un incremento en la campaña de diciembre 2018, en relación a la campaña anterior de octubre.

Las concentraciones de **sulfatos** en el punto de muestreo 4 del río Claro, se presentaron bastante bajas en relación a toda la región (22 mg/L). Sin embargo, se incrementaron bastante entre la estación de entrada “Río Claro en Fuente de Agua” (5 ± 3 mg/L), para mantenerse en concentraciones similares hasta la estación “Río Claro en Talca” ($22 \pm 8,8$ mg/L). Esto sugiere que

los mayores aportes se presentaron en el segundo tramo del río Claro después de la Panamericana.

Al igual que en el caso del sulfato, el **cloruro** se presentó en concentraciones menores en el punto de muestreo 4 del río Claro. Se destaca de los datos de la estación DGA de entrada a la zona de riego “Río Claro en Fuente de agua” (I), la existencia de cloruros en concentraciones muy bajas de 2 ± 1 mg/L, en tanto que en el punto de **muestreo 4** disminuyó de 18 a 13,8 mg/L, que se mantiene en la estación DGA de salida “Río Claro en Talca”, en 12 ± 6 mg/L, lo que sugiere el mismo régimen del sulfato, de aportes de cloruro más importantes en el primer tramo del río Claro, que se mantienen con poca variación hacia el río Claro en Talca.

En cuanto a la **conductividad eléctrica**, en la campaña de diciembre 2018, presentó un valor de 158 uS/cm, mayor al observado en la campaña anterior de octubre 2018. Este valor se incrementó desde la estación DGA de entrada a la zona de riego “Río Claro en Fuente de agua” (I) con 70 uS/cm para luego, aguas abajo en la estación de salida “Río Claro en Talca” (K), aumentar a concentraciones promedios a 179 ± 55 uS/cm. Estas condiciones de conductividad eléctrica pese a sus variaciones, muestran aguas con las que generalmente no se observan efectos perjudiciales para el riego.

Por otra parte, las concentraciones de **coliformes fecales** presentadas en las **Tablas 2.3** (Anexo A.1) en este punto del río Claro, estuvieron bajo la NCh 1333 requisito riego, con una concentración menor al muestreo anterior de 49 NMP/100 mL, indicando baja interferencia de contaminantes orgánicos en comparación al Sector de Riego N°1.

Por otra parte, las concentraciones de **hierro total** en el punto de muestreo 4 del río Claro, bajo la norma chilena de riego. Asimismo, el **arsénico total** se presentó en concentraciones que cumplen la NCh 1333 para riego, aunque mayor a la campaña de octubre 2018 con 0,001 mg/L.

En cuanto al **aluminio total**, en la campaña de diciembre 2018 tiende a mantenerse relativamente estable en comparación a la campaña de octubre 2018, presentándose cercano al valor de concentración de la estación DGA “Río Claro en Fuente de Agua” (I).

Por otro lado, el **manganeso total**, en la campaña de diciembre 2018 también presenta una tendencia a la estabilidad, con concentraciones entre 0,01 y 0,02 mg/L en las tres campañas de muestreo en el río Claro. Cabe destacar que, en el caso del manganeso total, en la estación referencial de salida de la zona de riego “Río Claro en Talca” (K), presentó un promedio igual al valor límite normado de 0,2 mg/L, que sobrepasaría 5 veces la norma considerando su desviación estándar, lo cual no ha sido observado en las campañas del presente Estudio.

En el caso del **pH**, se observaron valores neutrales con 7,3 unidades en la campaña diciembre de 2018, que se mantuvieron a lo largo del río Claro.

En la siguiente Tabla se comparan resultados entre las tres campañas y su contraste con las estaciones DGA de referencia, en el río Claro.

Tabla III-10. Comparativo de campaña de muestreo en río Claro con promedio histórico de estaciones DGA, y aplicación de normativa de riego 1333

Parámetros analizados por DGA	Unidades	Límite NCh 1333	I			Punto 4				K		
			Río Claro en Fuente de Agua			Río Claro				Río Claro en Talca		
			Promedio	D.S.	N° mediciones sobrepasan NCh 1333	abr-18	oct-18	dic-18	N° mediciones sobrepasan NCh 1333	Promedio	D.S.	N° mediciones sobrepasan NCh 1333
Aluminio Total	mg/l	5	0,35	0,09	0	0,03	0,28	0,30	NO	0,75	0,72	0
Arsénico Total	mg/l	0,1	0,002	0,003	0	0,007	0,001	0,005	NO	0,001	0	0
Cloruro	mg/l	200	2	1	0	18	12	13,8	NO	12	6	0
Conductividad Específica	uS/cm	750	70	51	0	201	122	158	NO	179	55	0
Hierro Total	mg/l	5	0,3	0,8	0	<0,002	0,2	0,1	NO	0,6	0,6	0
Manganeso Total	mg/l	0,2	0,03	0,04	1	0,01	0,02	0,02	NO	0,23	0,80	1
pH	-	5,5-9,0	7,7	0,8	0	7,8	7,6	7,3	NO	7,8	0,6	0
Sulfato	mg/l	250	5	3	0	24	15	22	NO	22	8,8	0

Fuente: elaboración propia, 2019

- *Canal Maule Norte y río Maule*

El punto de **muestreo 5**, ubicado en **Canal Maule Norte (Matriz sector bajo)**, no fue muestreado durante la campaña de diciembre 2018.

Tabla III-11. Comparativo de campaña de muestreo en Canal Maule Norte, río Lircay (en bocatoma Canal Péncahue) y Canal Péncahue, con promedios históricos de estaciones DGA, y aplicación de normativa de riego 1333

Parámetros analizados por DGA	Unidades	Límite NCh 1333	O			Punto 23	Punto 5				Punto 6				Punto 17				J		
			RIO MAULE EN ARMERILLO. Código BNA: 07321002-K			Bocatoma Armerillo	Canal Maule Norte (Matriz sector bajo)				Río Lircay (en bocatoma Canal Péncahue)				Canal Péncahue(saliendo ciudad de Talca)				Río Lircay en Panamericana		
			Promedio	D.S.	N° mediciones sobrepasan NCh 1333	dic-18	abr-18	oct-18	dic-18	N° mediciones sobrepasan NCh 1333	abr-18	oct-18	dic-18	N° mediciones sobrepasan NCh 1333	abr-18	oct-18	dic-18	N° mediciones sobrepasan NCh 1333	Promedio	D.S.	N° mediciones sobrepasan NCh 1333
Aluminio Total	mg/l	5	0,65	1,00	0	0,41	0,11	0,21	sustituido por 23	NO	0,07	0,38	0,54	NO	0,11	0,33	0,58	NO	0,75	0,63	0
Arsénico Total	mg/l	0,1	0,002	0,002	0	0,004	0,006	<0,001	sustituido por 23	NO	0,003	<0,001	<0,001	NO	0,003	<0,001	<0,001	NO	0,001	0	0
Cloruro	mg/l	200	11	3	0	5	17	9,8	sustituido por 23	NO	16	10,7	13,5	NO	16	10	15	NO	12	5	0
Conductividad Específica	uS/cm	750	191	43	0	105	246	111	sustituido por 23	NO	240	159	204	NO	245	168	200	NO	194	62	0
Hierro Total	mg/l	5	0,4	0,8	0	0,03	0,07	0,11	sustituido por 23	NO	0,16	0,28	0,33	NO	0,18	0,30	0,29	NO	0,52	0,6	0
Manganeso Total	mg/l	0,2	0,03	0,03	0	0,003	<0,001	0,02	sustituido por 23	NO	0,01	<0,005	0,045	NO	0,01	0,04	0,04	NO	0,04	0,05	1
pH	-	5,5-9,0	8,2	0,7	2	7,3	8,0	7,5	sustituido por 23	NO	7,9	7,1	7,6	NO	7,5	7,3	7,3	NO	7,7	0,6	0
Sulfato	mg/l	250	27	5	0	14	38	10	sustituido por 23	NO	33	14	22	NO	33	31	21	NO	25	9	0

Fuente: elaboración propia, 2019

Se debe hacer presente que a solicitud de la Asociación de Canalistas Maule Norte, se sustituyó el punto N°5 por el N°23, puesto que el N°5 se consideró de escaso interés estratégico para la organización antes señalada, mientras que el N°23 constituye un punto de entrada para los sectores de riego N°2 y N°3. No obstante lo anterior, se estima que esta modificación de punto muestreado no alteró el análisis global de la calidad de aguas del presente Estudio, y sumó un punto de muestreo de mayor relevancia para una de las principales OUA de la Región del Maule.

- *Río Lircay y Canal Penciahue*

El punto de **muestreo 6**, ubicado en **Río Lircay (en bocatoma Canal Penciahue)**, se comparó con la estación DGA “Río Maule en Armerillo” (O) ubicada aguas arriba del embalse Colbún y aguas abajo del “Río Lircay en Panamericana” (J).

El punto de **muestreo 17, Canal Penciahue (saliendo ciudad de Talca)**, es representativo del drenaje del área de riego N°2.

Al observar, las concentraciones de **cloruros** en los **puntos de muestreo 6 y 17 en la campaña de diciembre**, se presentaron mayores en relación a la campaña de octubre con 13,5 mg/L y 15 mg/L, respectivamente. En el caso del sulfato, se observaron en concentraciones similares con 22 y 21 mg/L, respectivamente.

En cuanto a la **conductividad eléctrica**, los puntos de muestreo 6 y 17 mostraron valores de 204 y 200 uS/cm respectivamente, incrementándose desde 191 ± 43 mg/L uS/cm en la estación de entrada “Río Maule en Armerillo”.

En cuanto a los **coliformes fecales** presentados en las **Tablas 2.3** (Anexo A.1), los puntos de muestreo 6 y 17 presentaron concentraciones no cuantificables **<1,8 NMP/100 mL**.

Por otra parte, las concentraciones de **hierro, manganeso y aluminio**, en los puntos 6 y 7, se presentaron incrementados en relación a la campaña de octubre de 2018, y fueron igualmente menores en relación a su estación comparable “Río Maule en Armerillo”, excepto para el manganeso total. Sin embargo, no superan las concentraciones en la estación de salida del área de riego N°2 “Río Lircay en Panamericana”, lo que daría cuenta de procesos fisicoquímicos de adsorción de los metales aguas abajo, que mejorarían la calidad de las aguas en cuanto a los metales.

En el caso del **pH** en la campaña de diciembre de 2018, se observaron valores neutrales a alcalinos en los puntos 6 y 17 con 7,6 y 7,3 unidades, respectivamente, manteniéndose prácticamente invariables desde el Maule en Armerillo hasta el Canal Penciahue a la salida de Talca.

- *Bocatoma Canal Armerillo*

El punto de **muestreo 23**, ubicado en la bocatoma del **Canal Armerillo**, se agregó en la actual campaña, a modo de referencia comparativa a la estación DGA “Maule en Armerillo” (O), y se presentó muy similar a los valores de concentración de los parámetros de la estación DGA mencionada.

En el punto de **muestreo 7** ninguno de los parámetros sobrepasó la NCh 1333 y todos los parámetros presentaron concentraciones muy similares a la estación DGA en Longitudinal. Sin embargo, se observó una disminución de la **conductividad eléctrica** en el punto de muestreo 7, mostrando 136 uS/cm, aunque incrementándose hacia el punto de muestreo 8 “Río Maule antes del río Claro” a 156 uS/cm. No obstante, estas condiciones de conductividad eléctrica dan cuenta de aguas en las que generalmente no se observan efectos perjudiciales para el riego según la NCh 1333.

En cuanto a las concentraciones de **coliformes fecales** presentadas en las **Tablas 3.3** (Anexo A.1), estuvieron bajo la NCh 1333 riego, pero presentaron incremento desde 1,8 NMP/100 mL en el punto de muestreo 7, hasta 23 NMP/100 mL en el punto de muestreo 8, antes de la junta con el río Claro, aun cuando no se sobrepasa la NCh 1333 requisito riego.

Por otra parte, las concentraciones de **arsénico y manganeso total** en la extensión del río Maule, se presentaron en concentraciones similares a lo largo del río en relación con las estaciones DGA, al igual que el **aluminio total**, que disminuyeron en ambos puntos de muestreo 7 y 8 durante la campaña de diciembre 2018.

En el caso del **pH** en la campaña de octubre 2018, se observaron valores neutrales a levemente alcalinos con 7,5 y 8,1 unidades en los puntos de **muestreo 7 y 8**, respectivamente.

En la siguiente Tabla se comparan resultados de las tres campañas de muestreo y su contraste con las estaciones DGA de referencia, en el río Maule.

Tabla III-12. Comparativo de campaña de muestreo en río Maule en longitudinal con promedio histórico de estaciones DGA, y aplicación de normativa de riego 1333

Parámetros analizados por DGA	Unidades	Límite NCh 1333	Punto 7				P			Punto 8			
			Río Maule (300 m aguas arriba puente 5 Sur)				RIO MAULE EN LONGITUDINAL			Río Maule 200 m antes junta con Río Claro			
			abr-18	oct-18	dic-18	N° mediciones sobre NCh 1333	Promedio	D.S.	N° mediciones sobre NCh 1333	abr-18	oct-18	dic-18	N° mediciones sobre NCh 1333
Aluminio Total	mg/l	5	0,12	0,51	0,27	NO	0,57	0,56	0	0,04	0,33	0,17	NO
Arsenico Total	mg/l	0,1	0,003	0,001	0,002	NO	0,003	0,001	0	0,002	0,001	0,002	NO
Cloruro	mg/l	200	9	15	8	NO	9	4	0	9	8	10	NO
Conductividad Específica	uS/cm	750	139	159	136	NO	150	29	0	151	112	156	NO
Hierro Total	mg/l	5	<0,002	0,324	0,044	NO	0,3	0,2	0	<0,002	0,312	0,043	NO
Manganeso Total	mg/l	0,2	0,01	0,04	0,01	NO	0,02	0,01	0	0,01	0,04	0,02	NO
pH	-	5,5-9,0	7,4	7,5	7,5	NO	8,2	0,8	3	7,7	7,3	8,1	NO
Sulfato	mg/l	250	15	28	14	NO	20	5	0	12	12	14	NO

Fuente: elaboración propia, 2019

- *Canal Maule Norte*

El punto de **muestreo 9**, ubicado en **Canal Maule**, se comparó con la estación DGA de la cual son tomadas sus aguas en “Río Maule en Armerillo” (O) aguas arriba del embalse Colbún y “Río Maule en Longitudinal (P)” y el punto 23 de la **bocatoma del Canal Armerillo**. El punto 23, no obstante, presenta valores puntuales menores a la estación O, se encontró dentro de los valores históricos de la estación DGA.

Cabe hacer presente que a solicitud de la Asociación de Canalistas Maule Norte, se sustituyó el punto N°5 por el N°23, puesto que el N°5 se consideró de escaso interés estratégico para la organización antes señalada. No obstante lo anterior, se estima que esta modificación de punto muestreado no alteró el análisis global de la calidad de aguas del presente Estudio, y sumó un punto de muestreo de mayor relevancia para una de las principales OUA de la Región del Maule.

En la siguiente Tabla se comparan resultados de las tres campañas y su contraste con las estaciones DGA de referencia, en el Canal Maule.

Tabla III-13. Comparativo de campaña de muestreo en canal Maule Norte y Bocatoma en Armerillo con promedio histórico de estaciones DGA, y aplicación de normativa de riego 1333

Parámetros analizados por DGA	Unidades	Límite NCh 1333	O			Punto 23	Punto 9				P		
			RÍO MAULE EN ARMERILLO			Bocatoma Armerillo	Canal Maule Norte				RÍO MAULE EN LONGITUDINAL		
			Promedio	D.S.	N° mediciones sobrepasan NCh 1333	dic-18	abr-18	oct-18	dic-18	N° mediciones sobre NCh 1333	Promedio	D.S.	N° mediciones sobrepasan NCh 1333
Aluminio Total	mg/l	5	0,65	1,00	0	0,41	0,05	0,17	0,63	NO	0,57	0,56	0
Arsenico Total	mg/l	0,1	0,002	0,002	0	0,004	0,004	0,001	0,004	NO	0,003	0,001	0
Cloruro	mg/l	200	11	3	0	5	31	14	17	NO	9	4	0
Conductividad Específica	uS/cm	750	191	43	0	105	453	223	356	NO	150	29	0
Hierro Total	mg/l	5	0,4	0,8	0	0,03	0,03	0,08	0,07	NO	0,3	0,2	0
Manganeso Total	mg/l	0,2	0,03	0,03	0	0,003	<0,001	0,003	0,007	NO	0,02	0,01	0
pH	-	5,5-9,0	8,2	0,7	2	7,3	8,3	6,6	7,5	NO	8,2	0,8	3
Sulfato	mg/l	250	27	5	0	14	76	29	53	NO	20	5	0

Fuente: elaboración propia, 2019

En cuanto a las concentraciones de **sulfatos** en la campaña de diciembre 2018, en el punto de **muestreo 9**, se presentó mayor en relación a la campaña anterior con 53 mg/L, y mayor también a la estación DGA “Río Maule en Armerillo” (27 ± 5 mg/L) y bocatoma Armerillo. Al igual que en el caso del sulfato, el **cloruro** se presentó en mayor concentración comparada a la campaña anterior, con 17 mg/L. En cuanto a la **conductividad eléctrica**, presentó un mayor valor a la campaña anterior con 356 uS/cm, el cual se incrementó en relación a 191 ± 43 uS/cm observados en la estación de referencia de entrada “Río Maule en Armerillo”.

En cuanto a las concentraciones de **coliformes fecales** presentadas en las **Tablas 3.3** (Anexo A.1) en este punto de muestreo 9, estuvieron bajo la NCh 1333 requisito riego, con una concentración bajo la norma chilena 1333 con $<1,8$ NMP/100 mL, indicando menor interferencia de este tipo de contaminantes orgánicos en este canal de riego en comparación a la campaña de octubre 2018.

Por otra parte, las concentraciones de **hierro, manganeso y arsénico**, en el **punto 9** del Canal Maule Norte, se presentaron en concentraciones mayores en relación a la campaña de octubre, pero menores a su estación comparable “Río Maule en Armerillo”, lo que daría cuenta de procesos fisicoquímicos de adsorción de los metales aguas abajo, que mejorarían la calidad de las aguas en cuanto a los metales.

En el caso del **pH**, se observaron valores alcalinos de 8,3 unidades (campaña abril 2018) que disminuyeron a 7,5 unidades en diciembre.

Análisis del Sector de Riego N°4

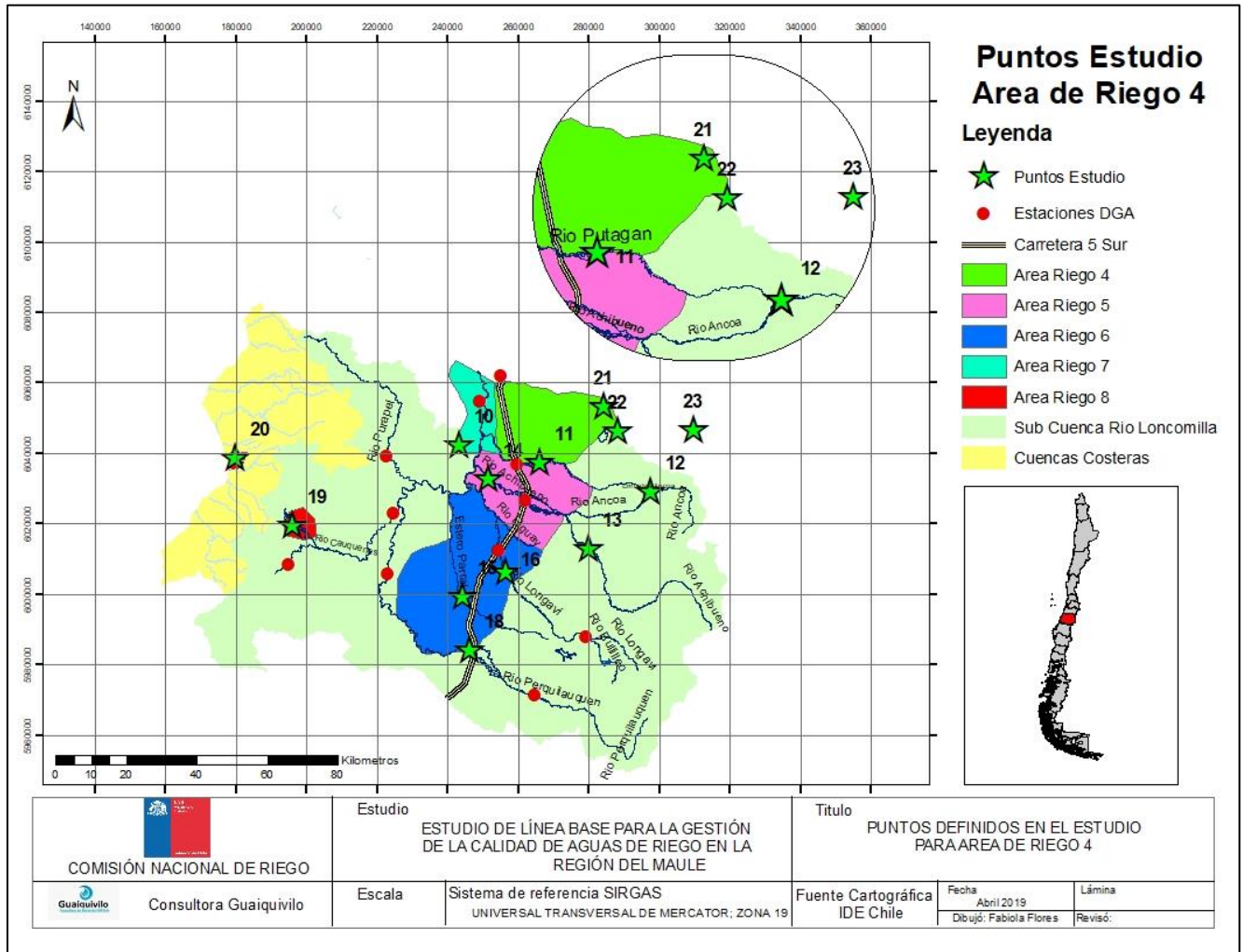
El Sector N°4 corresponde al sistema de riego **del canal Maule Sur** y ribera derecha del **río Putagán**, que forma parte del sistema del Maule.

El punto de **muestreo 11**, ubicado en **río Putagán (en bocatoma canal Putagán)**, se comparó con la estación DGA aguas abajo “Río Putagán en bocatoma Canal Melozal” (Z).

Adicionalmente en la pasada campaña de octubre 2018, se agregaron dos nuevos puntos como estaciones de entrada al sector 4: el **punto de muestreo 21 en la Salida lago Colbún (bocatoma Chiburgo)** y el **punto de muestreo 22 que representa el Lago Colbún**.

En la siguiente Figura se muestra una visión aumentada de los puntos de muestreo del Sector de Riego N°4 y su localización respecto a las estaciones DGA de referencia.

Figura III-8. Vista aumentada de puntos de muestreo en Sector de Riego N°4



Fuente: elaboración propia, 2019

Los puntos de muestreo del **Lago Colbún** presentaron valores de conductividad eléctrica similares en relación al punto de **muestreo 11 (Río Putagán en bocatoma canal Putagán)** que variaron entre 121 a 145 uS/cm y ninguno de los parámetros sobrepasó la NCh 1333. Todos los parámetros presentaron concentraciones muy similares a la estación DGA Putagán en Bocatoma canal Melozal. Sin embargo, la salida del Lago Colbún se presentó conductividad eléctrica mayor en la campaña de diciembre 2018 con 350 uS/cm.

No obstante, estas condiciones de la **conductividad eléctrica** indicaron aguas con las que generalmente no se observan efectos perjudiciales para el riego según la NCh 1333.

En cuanto a las concentraciones de **coliformes fecales** presentadas en las **Tablas 4.2** (Anexo A.1), estuvieron bajo la NCh 1333 riego, con <1,8 NMP/100 mL en los puntos de muestreo 11, 21 y 22.

Por otra parte, las concentraciones de **arsénico y manganeso total** en el punto de muestreo 11, se presentaron bajas con 0,001 y 0,045 mg/L, respectivamente. Igualmente lo fueron en el caso del **arsénico** en los **puntos de muestreo 21 y 22**, con 0,003 mg/L y el manganeso total en concentraciones de 0,01 mg/L. En el caso del **aluminio y hierro total**, se presentaron mayores concentraciones en la campaña de diciembre 2018, para el caso del aluminio, y menores para el caso del hierro en relación a la campaña de octubre 2018. Aun cuando, han sido menores que las determinadas en la estación DGA “**Río Putagán en bocatoma canal Melozal**” (Z). Estos mismos parámetros químicos se presentaron en valores de concentraciones similares en la campaña de octubre 2018 en los nuevos puntos de muestreo 21 y 22 del **Lago Colbún, sin superación de la NCh 1333 requisito riego**.

En el caso del **pH**, se observaron valores neutrales en todos los puntos de muestreo, entre 7,0 hasta 7,8 unidades.

En la siguiente Tabla se comparan resultados de las campañas efectuadas en octubre y diciembre de 2018 y su contraste con las estaciones DGA de referencia, en el lago Colbún. Se hace presente que estos puntos de muestreo se incorporaron en la segunda campaña, por lo tanto, no existen datos de monitoreo de la primera campaña en dicho sector (abril de 2018).

Tabla III-14. Comparativo de campaña de muestreo Lago Colbún y aplicación de normativa de riego 1333

Parametros analizados por DGA	Unidades	Límite NCh 1333	Punto 21			Punto 22		
			Salida Lago Colbún (bocatoma Chiburgo)			Lago Colbún		
			oct-18	dic-18	Nº mediciones sobre NCh 1333	oct-18	dic-18	Nº mediciones sobre NCh 1333
Aluminio Total	mg/l	5	0,32	0,37	NO	0,16	0,18	NO
Arsenico Total	mg/l	0,1	0,001	0,003	NO	0,001	0,003	NO
Cloruro	mg/l	200	11	31	NO	8	6	NO
Conductividad Específica	uS/cm	750	140	350	NO	140	106	NO
Hierro Total	mg/l	5	0,24	0,02	NO	0,07	<0,002	NO
Manganeso Total	mg/l	0,2	0,02	0,01	NO	0,02	0,01	NO
pH	-	5,5-9,0	7,4	7,8	NO	7,1	7,5	NO
Sulfato	mg/l	250	16	50	NO	14	10	NO

Fuente: elaboración propia, 2019

Tabla III-15. Comparativo de campaña de muestreo en río Putagán con promedio histórico de estaciones DGA, y aplicación de normativa de riego 1333

Parametros analizados por DGA	Unidades	Límite NCh 1333	Punto 11				Z		
			Río Putagan (en bocatoma canal Putagan)				RIO PUTAGAN EN BOCATOMA Canal MELOZAL. Código BNA: 07358004-8		
			abr-18	oct-18	dic-18	N° mediciones sobre NCh 1333	Promedio	D.S.	N° mediciones sobrepasan NCh 1333
Aluminio Total	mg/l	5	0,1	0,27	0,34	NO	0,5	0,3	0
Arsenico Total	mg/l	0,1	<0,001	0,001	0,001	NO	0,001	0	0
Cloruro	mg/l	200	4	4	6	NO	7	2	0
Conductividad Específica	uS/cm	750	145	121	143	NO	151	33	0
Hierro Total	mg/l	5	0,1	0,4	0,2	NO	1,5	3,3	2
Manganeso Total	mg/l	0,2	<0,001	0,06	0,045	NO	0,06	0,10	1
pH	-	5,5-9,0	7,8	7,1	7,0	NO	7,5	0,8	1
Sulfato	mg/l	250	16	12	11	NO	15	6	0

Fuente: elaboración propia, 2019

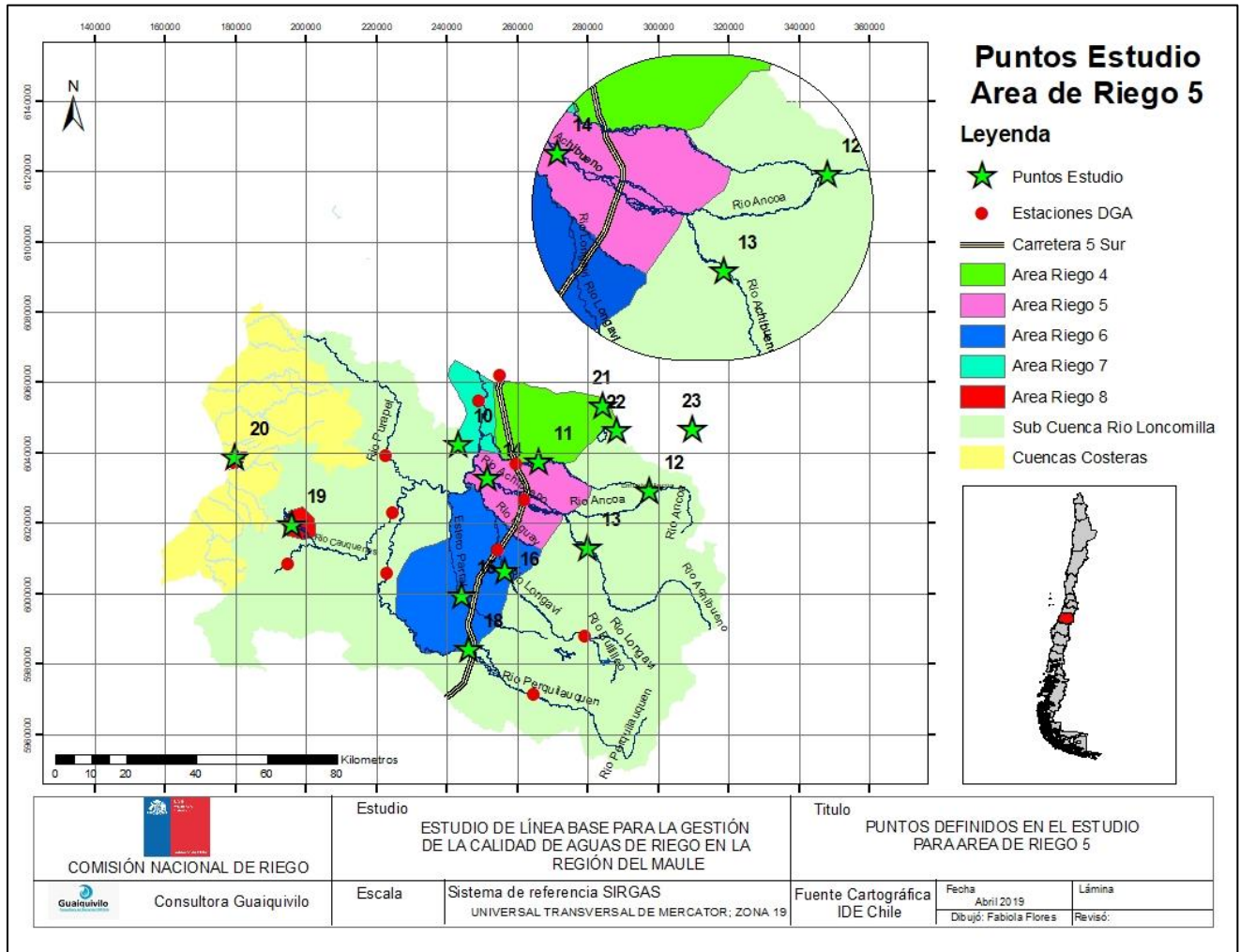
Análisis del Sector de Riego N°5

El Sector N°5 corresponde al sistema de riego del río Achibueno, del río Ancoa, influenciados ambos transversalmente por el canal Putagán y el canal Melado, subcuenca del río Loncomilla.

Los puntos de **muestreo 12 (río Ancoa, sector Chupallar)** y de **muestreo 13 (río Achibueno, sector La Recova)** son consideradas estaciones de calidad de ingreso al área de riego N°5, y son comparadas con la estación DGA aguas abajo “Río Achibueno en Panamericana” (**V**). En tanto, la estación “Río Achibueno, Sector Bodega por Palmilla” (**Z**), se considera estación de calidad de agua comparable a la estación de salida del área de riego: punto de **muestreo 14 (Río Achibueno, Sector Bodega por Palmilla)**.

En la siguiente Figura se muestra una visión aumentada de los puntos de muestreo del Sector de Riego N°5 y su localización respecto a las estaciones DGA de referencia.

Figura III-9. Vista aumentada de puntos de muestreo en Sector de Riego N°5



Fuente: elaboración propia, 2019

En los puntos de **muestreo 12 y 13 en los ríos Achibueno y Ancoa**, ninguno de los parámetros sobrepasó la NCh 1333. Sin embargo, se presentó un incremento en las concentraciones de cloruro y conductividad eléctrica desde la estación de entrada del **Punto 13** en el río Achibueno (Sector La Recova) hacia el **punto 14** en el Río Achibueno (Sector Bodega por Palmilla).

Las condiciones de la **conductividad eléctrica** en la campaña de diciembre 2018, en ambos ríos se presentaron mayores a la campaña octubre 2018, excepto en el **punto 13**. No obstante, estas aguas no presentan efectos perjudiciales para el riego según la NCh 1333, siendo de las más bajas de toda la cuenca del Maule.

En cuanto a las concentraciones de **coliformes fecales** presentadas en las **Tablas 5.2** (Anexo A.1) durante la campaña de diciembre 2018, se observaron bajo la NCh 1333 requisito riego, siendo de <1,8 NMP/100 mL en los puntos de **muestreo 12 y 13**, y de 240 NMP/100 mL en el punto de **muestreo 14** del río Achibueno en el sector bodega por Palmilla, es decir, sin presencia de contaminación biológica.

Por otra parte, las concentraciones de **hierro total**, en los puntos de muestreo 12, 13 y 14, se presentó en concentraciones no cuantificables (<0,002 mg/L) a diferencia de la campaña de octubre 2018. En el caso del **manganeso total**, también se presentaron menores concentraciones en la campaña de diciembre 2018 en los puntos de muestreo 12, 13 y 14, en relación a la campaña de octubre 2018. **Aluminio total**, en tanto presentó similar patrón de comportamiento a excepción de la estación Río Ancoa (Sector Chupallar), que presentó mayor concentración en relación a la campaña de octubre con 0,12 mg/L.

En el caso del **arsénico** se presentaron concentraciones que se mantuvieron en 0,001 mg/L y <0,001 mg/L en los puntos 12, 13 y 14.

En el caso del **pH**, se observaron valores neutrales de 7,2 y 7,3 unidades en los puntos 12 y 13, respectivamente, comparables con la estación DGA (V), que muestra un valor alcalino de $8,1 \pm 0,7$ unidades. En tanto, el **punto de muestreo 14** presentó un leve incremento de pH en la actual campaña alcanzando 7,6 unidades, manteniéndose en condición neutra.

En la siguiente Tabla se comparan resultados de las tres campañas y su contraste con las estaciones DGA de referencia, en los ríos Ancoa y Achibueno.

Tabla III-16. Comparativo de campaña de muestreo en río Ancoa y Achibueno con promedio histórico de estaciones DGA, y aplicación de normativa de riego 1333

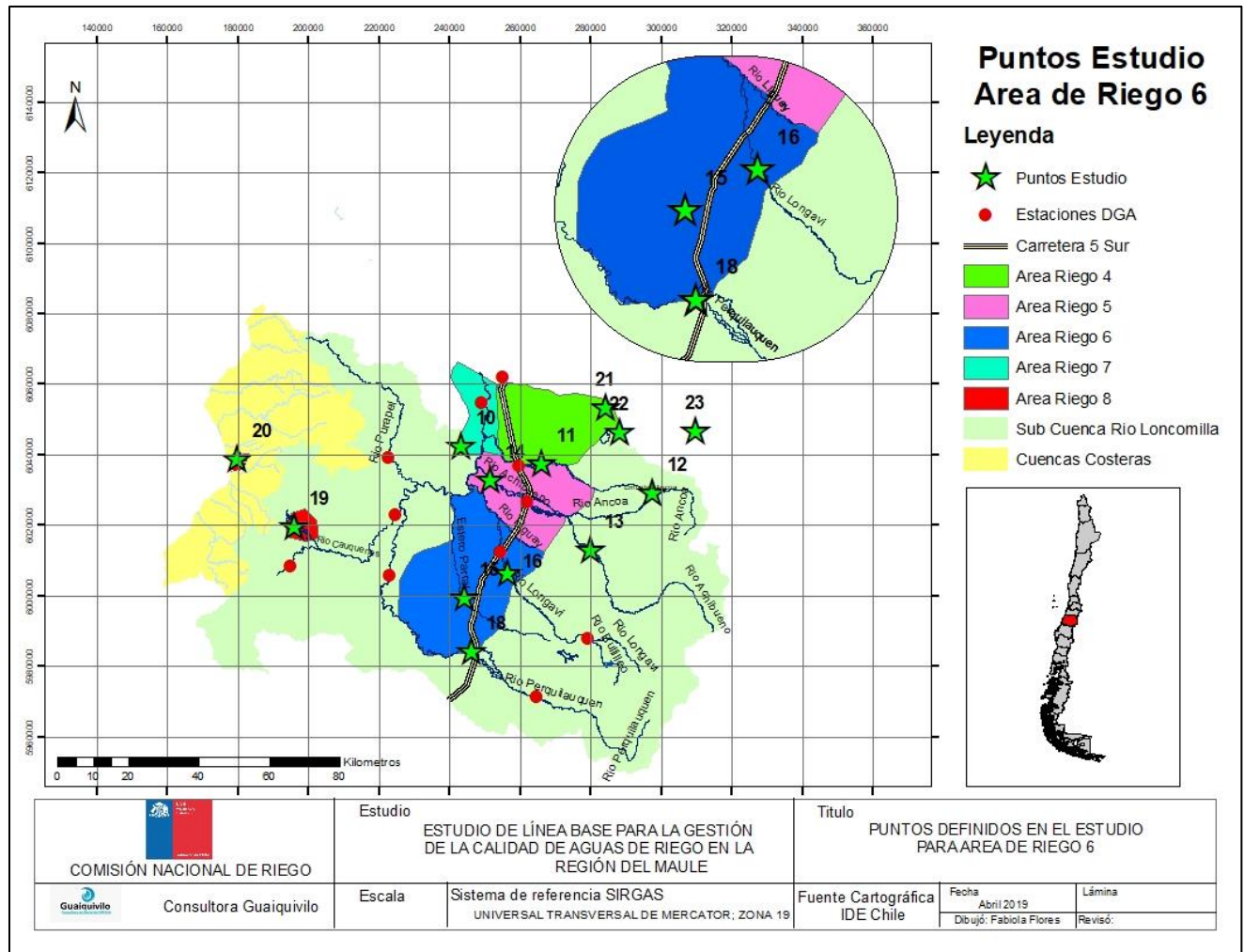
Parametros analizados por DGA	Unidades	Límite NCh 1333	Punto 12				Punto 13				V			Z			Punto 14			
			Río Ancoa (Sector Chupallar)				Río Achibueno (Sector La Recova)				Río Achibueno en Panamericana			RIO PUTAGAN EN BOCATOMA Canal MELOZAL. Codigo BNA: 07358004-8			Río Achibueno (Sector Bodega por Palmilla)			
			abr-18	oct-18	dic-18	N° mediciones sobre NCh 1333	abr-18	oct-18	dic-18	N° mediciones sobre NCh 1333	Promedio	D.S.	N° mediciones sobrepasan NCh 1333	Promedio	D.S.	N° mediciones sobrepasan NCh 1333	abr-18	oct-18	dic-18	N° mediciones sobre NCh 1333
Aluminio Total	mg/l	5	<0,010	0,05	0,12	NO	<0,010	0,07	0,05	NO	1,2	1,6	0	1,9	4,8	0	<0,010	0,17	0,04	NO
Arsenico Total	mg/l	0,1	0,003	0,001	<0,001	NO	<0,001	0,001	0,001	NO	0,002	0,002	0	0,001	0	0	<0,001	0,001	<0,001	NO
Cloruro	mg/l	200	1,2	3,0	<3	NO	2,2	1,9	1,4	NO	2,2	2,3	0	6,6	2,5	0	5,2	3,0	3,9	NO
Conductividad Específica	uS/cm	750	112	56	60	NO	72	62	49	NO	67	16	0	151	33	0	102	65	111	NO
Hierro Total	mg/l	5	<0,002	0,029	<0,002	NO	<0,002	0,012	<0,002	NO	0,8	1,5	1	1,5	3,3	2	<0,002	0,165	<0,002	NO
Manganeso Total	mg/l	0,2	<0,001	0,01	<0,001	NO	<0,001	0,004	0,004	NO	0,04	0,04	0	0,06	0,10	1	<0,001	0,02	0,01	NO
pH	-	5,5-9,0	7,9	7,6	7,2	NO	7,7	7,1	7,3	NO	8,1	0,7	1	7,5	0,8	1	8,4	7,5	7,6	NO
Sulfato	mg/l	250	15	5	6	NO	3	10	-	NO	6	4	0	15	6	0	7	10	5	NO

Fuente: elaboración propia, 2019

Análisis del Sector de Riego N°6

El Sector N°6 corresponde al sistema de riego del **río Perquilauquén, río Longaví y esteros adyacentes**, subcuenca del río Loncomilla.

Figura III-10. Vista aumentada de puntos de muestreo en Sector de Riego N°6



Fuente: elaboración propia, 2019

- **Estero Parral**

El punto de **muestreo 15 (Estero Parral, cercanía al cementerio)**, se comparó con la estación DGA de entrada a la zona de riego “**Río Longaví en la Quiriquina**” (X).

En el Estero Parral, ninguno de los parámetros sobrepasó la NCh 1333. Sin embargo, en comparación con la estación de referencia de entrada “**Río Longaví en la Quiriquina**”, se presentaron concentraciones de **cloruro y conductividad eléctrica** más elevadas en el punto de muestreo 15 del Estero Parral.

Las condiciones de **conductividad eléctrica** en el Estero Parral se presentaron levemente mayor en comparación con la campaña de octubre 2018, con 257 uS/cm. No obstante, no se deberían observar efectos perjudiciales para el riego según la NCh 1333.

En cuanto a las concentraciones de **coliformes fecales** presentadas en las **Tablas 6.4** (Anexo A.1), se observaron por debajo de la NCh 1333 requisito riego, con <1,8 NMP/100 mL.

Por otra parte, las concentraciones de **arsénico** en el punto 15 del Estero Parral y durante la campaña de diciembre 2018, se presentaron menores en relación a la estación referencial **Río Longaví en la Quiriquina (X)**. Por otro lado, **aluminio y hierro totales**, presentaron disminución de la concentración en la campaña de diciembre 2018 en relación a la anterior, siendo menores a los observados en la estación referencial de **Río Longaví en la Quiriquina (X)**.

En el caso del **pH**, se presentó en rangos neutrales en el punto 15 en la campaña de diciembre 2018, con 7,3 unidades, valor más bajo que el observado en la estación DGA **Río Longaví en la Quiriquina**, donde se aprecian $7,9 \pm 0,7$ unidades.

Tabla III-17. Comparativo de campaña de muestreo en Estero Parral con promedio histórico de estaciones DGA, y aplicación de normativa de riego 1333

Parámetros analizados por DGA	Unidades	Límite NCh 1333	X			Punto 15			
			RIO LONGAVI EN LA QUIRIQUINA. Código BNA: 07350001-K			Estero Parral (Cerca de Cementerio Municipal)			
			Promedio	D.S.	N° mediciones sobrepasan NCh 1333	abr-18	oct-18	dic-18	N° mediciones sobre NCh 1333
Aluminio Total	mg/l	5	0,4	0,1	0	0,2	0,44	0,36	NO
Arsenico Total	mg/l	0,1	0,01	0,01	0	0,002	0,002	0,002	NO
Cloruro	mg/l	200	5	2	0	13	17	42	NO
Conductividad Específica	mhos/cm	750	98	53	0	212	191	257	NO
Hierro Total	mg/l	5	0,4	1,7	0	0,3	0,707	0,042	NO
Manganeso Total	mg/l	0,2	0,03	0,07	0	0,04	0,07	0,04	NO
pH	-	5,5-9,0	7,9	0,7	1	7,0	6,9	7,3	NO
Sulfato	mg/l	250	19	10	0	16	18	19	NO

Fuente: elaboración propia, 2019

- *Río Longaví*

El punto de **muestreo 16**, que representa calidad del agua en la zona de riego N°6, en **Río Longaví (en Bocatoma canal Primera Abajo)** presentó una **conductividad eléctrica** menor a la estación de entrada a la zona de riego en la actual campaña de muestreo, DGA “**Río Longaví en la Quiriquina**”. Las concentraciones de cloruro y sulfato en la campaña diciembre, se presentaron menores a la estación DGA de entrada y en relación a la campaña de octubre 2018.

Los metales **aluminio, manganeso y arsénico total**, en el río Longaví punto de **muestreo 16**, en la campaña diciembre, se presentaron en concentraciones cuantificables y levemente superiores a la campaña pasada en el caso del aluminio y arsénico, y en la misma concentración en el caso del manganeso con 0,01 mg/L. En tanto que el **hierro total**, presentó una concentración menor en comparación a la campaña de octubre con 0,002 mg/L. Estos 4 parámetros metálicos se presentaron menores en comparación a la estación DGA, **Río Longaví en la Quiriquina**.

Por otro lado, las concentraciones de **coliformes fecales** presentadas en las **Tablas 6.4** (Anexo A.1), estuvieron bajo la NCh 1333 requisito riego, en concentraciones <1,8 NMP/100 mL, es decir, sin presencia de contaminación biológica.

Tabla III-18. Comparativo de campaña de muestreo en río Longaví con promedio histórico de estaciones DGA, y aplicación de normativa de riego 1333

Parametros analizados por DGA	Unidades	Límite NCh 1333	X			Punto 16				W		
			RIO LONGAVI EN LA QUIRIQUINA. Código BNA: 07350001-K			Río Longaví (en Bocatoma canal Primera Abajo)				RIO LONGAVI EN LONGITUDINAL. Código BNA: 07351001-5		
			Promedio	D.S.	N° mediciones sobrepasan NCh 1333	abr-18	oct-18	dic-18	N° mediciones sobrepasan NCh 1333	Promedio	D.S.	N° mediciones sobrepasan NCh 1333
Aluminio Total	mg/l	5	0,4	0,1	0	<0,010	0,02	0,04	NO	0,6	0,5	0
Arsenico Total	mg/l	0,1	0,01	0,01	0	0,005	0,001	0,01	NO	0,09	0,40	1
Cloruro	mg/l	200	5	2	0	4	3	2	NO	3	1	0
Conductividad Específica	uS/cm	750	98	53	0	116	77	96	NO	112	39	0
Hierro Total	mg/l	5	0,4	1,7	0	0,03	0,02	0,002	NO	0,4	0,7	0
Manganeso Total	mg/l	0,2	0,03	0,07	0	<0,001	0,01	0,01	NO	0,02	0,01	0
pH	-	5,5-9,0	7,9	0,7	1	7,3	6,8	7,2	NO	7,9	0,7	1
Sulfato	mg/l	250	19	10	0	14	11	10	NO	10	3	0

Fuente: elaboración propia, 2019

- *Río Perquilauquén*

El punto de **muestreo 18**, que representa calidad del agua del **río Perquilauquén (bocatoma matriz Digua)**, se presenta comparable con la estación DGA aguas arriba “**Río**

Perquillauquén en San Manuel” (Y) y aguas abajo, que presenta la calidad de agua a la salida de la zona de riego en **“Río Perquillauquén en Quella” (U)**.

La **conductividad eléctrica** en el punto de **muestreo 18** fue de 78 uS/cm en la campaña de diciembre 2018, siendo menor a la observada en la campaña de octubre 2018, que fue la menor conductividad eléctrica apreciada en toda la cuenca del Maule. En campaña de diciembre, esta conductividad eléctrica se presentó mayor a la estación de entrada de la zona de riego **“Río Perquillauquén en San Manuel” (Y)**, con 33 ± 13 uS/cm, la que se considera bastante baja. Se presentó un incremento importante de la concentración de **cloruro** respecto a la campaña de octubre 2018, pasando de 1 mg/L a 10 mg/L de sulfatos.

Hacia la estación DGA de salida de la zona de riego **“Río Perquillauquén en Quella” (U)**, continúa incrementándose la conductividad eléctrica, hasta llegar a 99 ± 34 uS/cm. Sin embargo, este incremento se ve acompañado por ascensos y descensos del sulfato y cloruro, que influyen en la conductividad eléctrica del agua.

Los metales **aluminio** y **manganeso total** en el **punto de muestreo 18** del río Perquillauquén, se presentaron en los rangos de concentración de la **estación DGA (Y)** referencial. En tanto, las concentraciones de **arsénico** y **pH**, se presentaron prácticamente invariables en las últimas dos campañas y también en comparación a la estación de entrada Y. Se infiere, por tanto, que no existen aportes asociados a estos elementos en este tramo del río. En cuanto al **hierro total**, se presentó disminución en la campaña de diciembre en relación a la campaña octubre en el **punto 18**. En resumen, ninguno de ellos se presentó sobre la NCh 1333 referencia para riego.

Por otro lado, las concentraciones de **coliformes fecales** presentadas en las **Tablas 6.4** (Anexo A.1), estuvieron muy por debajo del límite de la NCh 1333 riego, en concentraciones de <1,8 NMP/100 mL, es decir, sin presencia de contaminación biológica.

En la siguiente Tabla se comparan resultados de las tres campañas y su contraste con las estaciones DGA de referencia, en el río Perquillauquén.

Tabla III-19. Comparativo de campaña de muestreo en río Perquilauquén con promedio histórico de estaciones DGA, y aplicación de normativa de riego 1333

Parametros analizados por DGA	Unidades	Límite NCh 1333	Y			Punto 18				U		
			RIO PERQUILAUQUEN EN SAN MANUEL. Codigo BNA; 07330001-0			Río Perquilauquen (Bocatoma matriz Digua)				RIO PERQUILAUQUEN EN QUELLA. Codigo BNA: 07335001-8		
			Promedio	D.S.	N° mediciones sobrepasan NCh 1333	abr-18	oct-18	dic-18	N° mediciones sobrepasan NCh 1333	Promedio	D.S.	N° mediciones sobrepasan NCh 1333
Aluminio Total	mg/l	5	0,42	0,20	0	0,05	0,71	0,28	NO	1,39	1,76	0
Arsenico Total	mg/l	0,1	0,001	0	-	0,001	0,001	0,001	NO	0,001	0,000	0
Cloruro	mg/l	200	2	1	0	9	1	10	NO	4	2	0
Conductividad Específica	uS/cm	750	33	13	0	88	44	78	NO	99	34	0
Hierro Total	mg/l	5	0,1	0,2	0	0,2	0,4	<0,002	NO	1,0	1,1	0
Manganeso Total	mg/l	0,2	0,02	0,01	0	0,03	0,02	0,01	NO	0,20	0,57	1
pH	-	5,5-9,0	7,7	0,7	1	7,5	6,9	7,6	NO	7,6	0,6	0
Sulfato	mg/l	250	3	2	0	11	2	<5	NO	6	4	0

Fuente: elaboración propia, 2019

La **conductividad eléctrica** en el **punto de muestreo 10** se incrementó en la campaña de diciembre 2018 desde 112 a 162 uS/cm. Es decir, se encuentra dentro del rango que indica la estación de entrada a la zona de riego, DGA “**Río Putagán en bocatoma Canal Melozal**” (Z), con 151 ± 33 uS/cm. Este incremento puede estar asociado a un aumento en las concentraciones de sulfatos y de otros iones con influencia en la conductividad eléctrica del agua.

El **arsénico total**, en el **punto 10** del Canal Matriz Melozal, se presentó en concentraciones no cuantificables (<0,001 mg/L), mientras que **manganeso total**, fue detectado en concentración cuantificable en la campaña actual, con 0,07 mg/L. En tanto, las concentraciones de **aluminio** y **hierro total** se presentaron prácticamente invariables en relación a la campaña anterior de octubre 2018, presentándose menores en relación a la estación DGA del “Río Putagán en bocatoma del canal Melozal”. Por lo tanto, ninguno de ellos se presentó sobre la NCh 1333 para riego.

Por otro lado, las concentraciones de **coliformes fecales** presentadas en las **Tablas 7.2** (Anexo A.1), estuvieron bajo la NCh 1333, en concentraciones de 23 NMP/100 mL, es decir, sin presencia de contaminación biológica en las tres campañas.

Tabla III-20. Comparativo de campaña de muestreo en Canal Matriz Melozal (Sector Marimaura) con promedio histórico de estaciones DGA, y aplicación de normativa de riego 1333

Parámetros analizados por DGA	Unidades	Límite NCh 1333	Z			Punto 10			
			RÍO PUTAGÁN EN BOCATOMA CANAL MELOZAL			Canal Matriz Melozal (Sector Marimaura)			
			Promedio	D.S.	N° mediciones sobrepasan NCh 1333	abr-18	oct-18	dic-18	N° mediciones sobrepasan NCh 1333
Aluminio Total	mg/l	5	1,9	4,8	0	0,07	0,33	0,39	NO
Arsenico Total	mg/l	0,1	0,001	0	1	<0,001	0,001	<0,001	NO
Cloruro	mg/l	200	7	2	0	5	8	9	NO
Conductividad Específica	uS/cm	750	151	33	0	248	112	162	NO
Hierro Total	mg/l	5	1,5	3,3	2	0,03	0,3	0,3	NO
Manganeso Total	mg/l	0,2	0,06	0,10	1	<0,001	0,04	0,07	NO
pH	-	5,5-9,0	7,5	0,8	1	7,8	7,3	7,1	NO
Sulfato	mg/l	250	15	6	0	15	12	16	NO

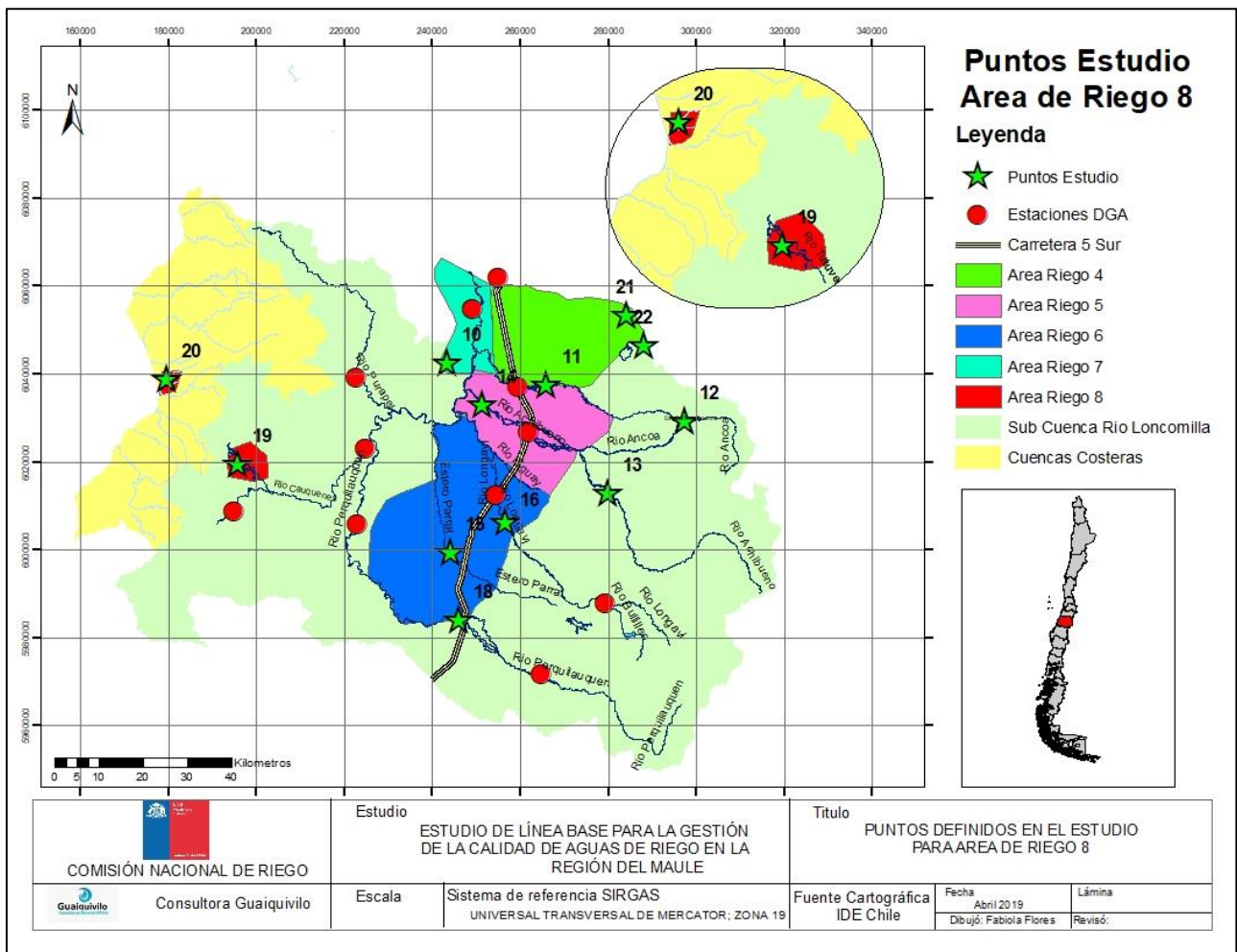
Fuente: elaboración propia, 2019

Análisis del Sector de Riego N°8

El Sector N°8 se encuentra dentro del área de riego asociada al **Embalse Tutuvén** y **pequeñas zonas de riego de las comunas de Chanco y Pelluhue**, en la provincia de Cauquenes. Se ubica, por lo tanto, en la subcuenca del río Loncomilla y asociada a otros sectores de cuencas costeras. Cabe hacer presente que no existen datos de calidad de aguas de la DGA para cuencas costeras.

Las dos estaciones DGA de referencia para el Sector de Riego N°8 son “Cauquenes en el Arrayán” y “Cauquenes en Desembocadura”. Estas estaciones corresponden a las identificadas con las letras **S y T del mapa de estaciones DGA y de sectores de riego**. La estación **S** representa **entrada** al sector de riego, mientras que la estación **T**, la **salida** del sector de riego.

Figura III-12. Vista aumentada de puntos de muestreo en Sector de Riego N°8



Fuente: elaboración propia, 2019

La **conductividad eléctrica** en el **punto de muestreo 19** fue de 154 uS/cm en la actual campaña diciembre 2018, mayor a la campaña anterior y a la estación de entrada referencial de la zona de riego, DGA “**Cauquenes en el Arrayán**” (**S**), con 99 uS/cm. Se presentaron levemente menores las concentraciones de **cloruro**.

El **arsénico total**, en el mismo **punto de muestreo 19**, se presentó en concentraciones bajas de <0,001 mg/L en las tres campañas, y se mantuvo igual en relación a sus estaciones comparativas DGA (**S** y **T**). En tanto, el **manganeso total** se incrementó levemente en la campaña de diciembre 2018, de 0,02 mg/L a 0,03 mg/L, y estuvo dentro de los rangos de concentración que presentan las estaciones de entrada y salida **S** y **T**.

Por otra parte, las concentraciones de **aluminio** y **hierro total** en la campaña de diciembre, se presentaron también menores en relación a la campaña anterior de octubre 2018, siendo también menores a los valores promedio de la estación referencial **T**, **Cauquenes en desembocadura**. Ninguno de ellos se presentó sobre la NCh 1333 requisito riego.

Asimismo, las concentraciones de **coliformes fecales** presentadas en las **Tablas 8.2 (Anexo A.1)**, en el punto de muestreo 19, estuvieron cumpliendo el requisito de la NCh 1333 riego, en concentración de 23 NMP/100 mL en la campaña de diciembre 2018, al igual que el punto de **muestreo 20** del **Estero Chanco**, que presentó <1,8 NMP/100 mL.

Tabla III-21. Comparativo de campaña de muestreo en Canal Matriz 7 km bajo Embalse Tutuvén (Sector Punta Mocha) con promedio histórico de estaciones DGA, y aplicación de normativa de riego 1333

Parámetros analizados por DGA	Unidades	Límite NCh 1333	S			Punto 19				T		
			Cauquenes en el Arrayán			Canal Matriz 7 km bajo Embalse Tutuven (Sector Punta Mocha)				Cauquenes en desembocadura		
			Promedio	D.S.	N° mediciones sobrepasan NCh 1333	abr-18	oct-18	dic-18	N° mediciones sobrepasan NCh 1333	Promedio	D.S.	N° mediciones sobrepasan NCh 1333
Aluminio Total	mg/l	5	0,7	1,0	0	0,6	0,28	0,20	NO	0,8	0,69	0
Arsenico Total	mg/l	0,1	0,001	0	0	<0,001	0,001	<0,001	NO	0,001	0	0
Cloruro	mg/l	200	11	23	0	7	9	8	NO	12	1	0
Conductividad Específica	uS/cm	750	99	30	0	83	149	154	NO	142	63	0
Hierro Total	mg/l	5	1,0	0,9	0	1,2	0,2	<0,002	NO	1,0	0,9	0
Manganeso Total	mg/l	0,2	0,1	0,1	3,0	0,1	0,02	0,03	NO	0,1	0,1	1
pH	-	5,5-9,0	7,4	0,6	0	7,3	7,2	7,2	NO	7,8	0,7	0
Sulfato	mg/l	250	5,7	5,7	0	7	6	<5	NO	6,3	6,9	0

Fuente: elaboración propia, 2019

III.3.1.3 Análisis consolidado de calidad de aguas de riego en el área en estudio

De este modo, y en virtud de los antecedentes analizados con la información disponible del BNA de la DGA, y de acuerdo a la NCh 1333, el mayor porcentaje (38% de los parámetros) no es comparable con los límites normados, debido a que las técnicas analíticas utilizadas no son capaces de alcanzar dichos límites, lo que deja en evidencia que se torna urgente la implementación de técnicas analíticas acordes a las normativas. Este porcentaje en que no se tiene información de la calidad de riego involucra **11 elementos químicos**, entre ellos: **boro, cadmio, cobalto, cobre, cromo, mercurio, molibdeno, plata, plomo, selenio y zinc**, antecedentes importantes que el presente Estudio levantó en las tres campañas de seguimiento de calidad de aguas.

Los resultados mostraron que la mayor parte de estos elementos se encontraron en concentraciones no cuantificables por la técnica analítica en todos los sectores de riego, entre ellos: **cadmio, cianuro, cobalto, cromo, mercurio, molibdeno, arsénico, plomo y selenio**. Sin embargo, algunos de ellos como: **boro, cobre y zinc**, presentaron concentraciones detectables.

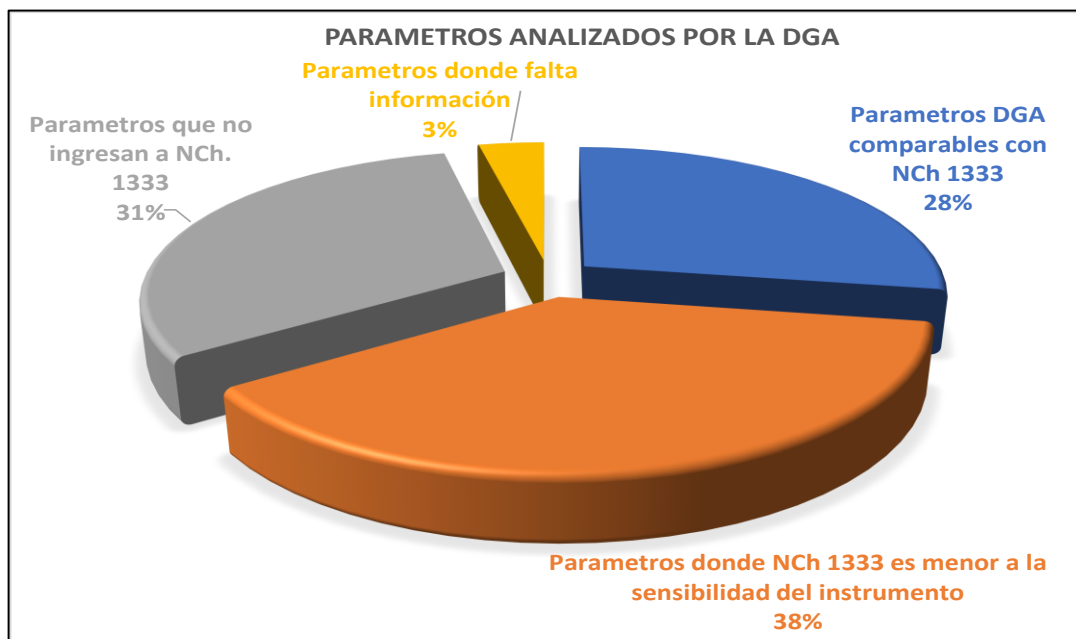
Se ha constatado que las concentraciones de **coliformes fecales** en cauces naturales y artificiales de la región, representan una amenaza detectada específicamente en los **sectores de riego 2**, (río Lircay y Canal Pencahue) y para el **sector de riego 8**, (canal Matriz 7 Km bajo Embalse Tutuvén, sector Punta Mocha y estero Chanco). Estos análisis no estaban disponibles para las OUA bajo muestreos de la DGA.

Los parámetros que no ingresan a la NCh 1333 y que mide la DGA, corresponden al 31% de la información del BNA, entre ellos: **calcio, demanda química de oxígeno (DQO), ortofosfato, magnesio, nitrato, oxígeno disuelto, potasio, sodio y temperatura**. Estos parámetros son característicos de cada cuenca fluvial y cuerpos de aguas lacustres, y puesto que no ingresan al listado de riego, fueron presentados en el Anexo A.1 de forma referencial.

En tanto, la información de la DGA comparable con la NCh 1333 alcanzó **al 28%** de los parámetros, que se analizaron en el presente Estudio, correspondiendo a 8: **aluminio, arsénico, cloruro, conductividad específica, hierro, manganeso, pH y sulfato**.

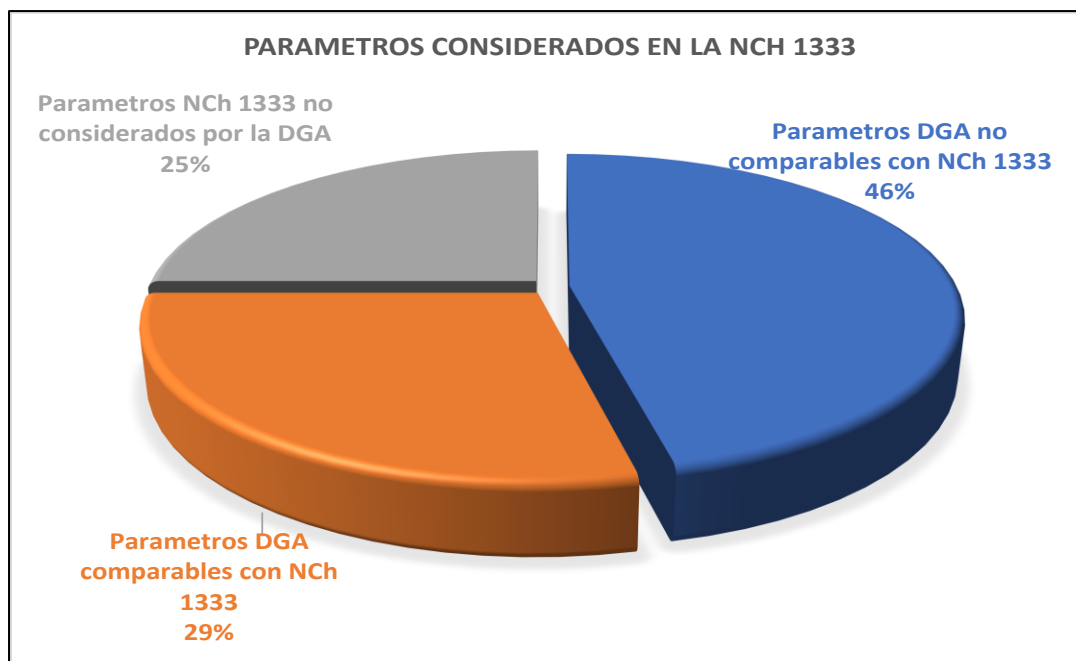
En la siguiente Figura se muestra de distribución porcentual de la analítica de calidad de aguas que realiza históricamente DGA, en relación a la NCh 1333.

Figura III-13. Distribución porcentual de analítica de la DGA en relación a NCh 1333



Fuente: elaboración propia, 2018

Figura III-14. Distribución porcentual de la analítica considerada en la NCh 1333 en relación a la analítica considerada por DGA



Fuente: elaboración propia, 2018

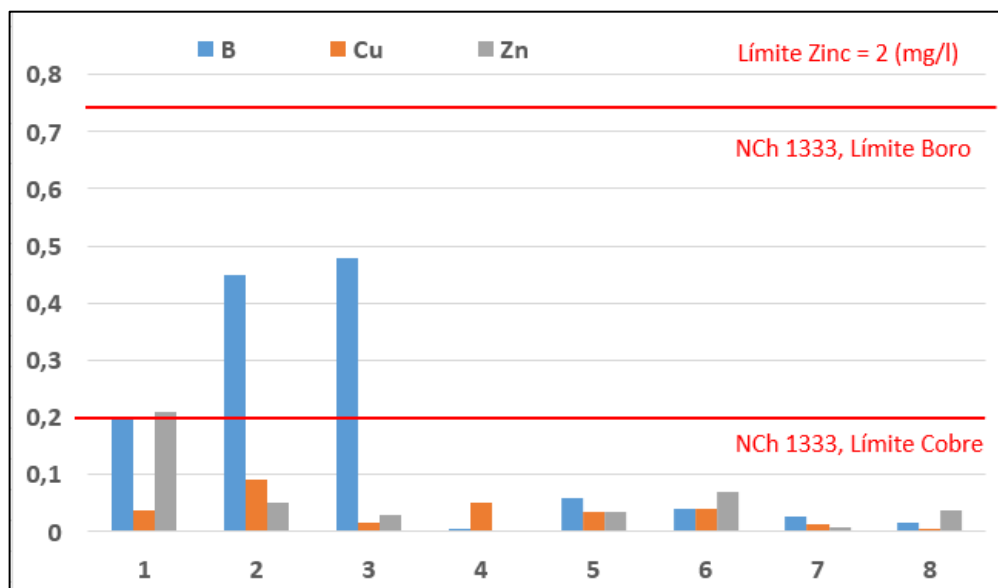
Por lo tanto, como advierte la Figura anterior, el seguimiento de calidad de aguas a través de la presente iniciativa abordó el **71% de elementos de los que no se tenía información**, que corresponde al **46% de los parámetros DGA no comparables con la NCh 1333** (debido a que la norma suele ser más sensible que la técnica analítica DGA), y al **25% de los parámetros NCh 1333 no considerados por DGA**. Esta importante fracción no cubierta con analítica bajo la NCh 1333, justificaría por sí misma la necesidad de estructurar un plan de monitoreo de la calidad del agua para la región del Maule, y se debe sumar a ello la intensidad y la densidad de las estaciones de monitoreo para este futuro plan.

En relación al 46% de los parámetros DGA no comparables con la norma de referencia, se incluyeron: **boro, cadmio, cobalto, cobre, cromo, mercurio, molibdeno, plata, plomo, selenio, níquel y zinc**. De ellos, la mayor parte resultaron no cuantificables, excepto el **boro, cobre y zinc**. No obstante, ninguno de ellos superó el valor norma de **0,75 mg/L, 0,2 mg/L y 2 mg/L**, respectivamente.

El boro es un elemento esencial para las plantas y entra en el medio ambiente sobre todo mediante la **meteorización de las rocas, la volatilización de ácido bórico del agua del mar y la actividad volcánica**. También se desprende de la actividad del hombre, como la quema de productos agrícolas, de basuras y de leña, la producción de energía utilizando carbón y petróleo, la fabricación de productos de vidrio, la utilización de boratos/perboratos en el hogar y en la industria, la extracción/elaboración de borato, la lixiviación de madera/papel tratados y la eliminación de aguas residuales/fangos de alcantarillado. Es absorbido por la planta en distintas formas de ácido bórico, pero puede ser tóxico en elevadas concentraciones, razón por la cual la NCh 1333 agua de riego, indica que no debe sobrepasar los 0,75 mg/L. Por tanto, es en estos puntos de muestreo de los Sectores de Riego N°1, 2 y 3 donde se sugiere vigilar en cuanto a este parámetro de calidad de aguas. A continuación, la siguiente Figura destaca las concentraciones más elevadas de boro en los primeros sectores de riego específicamente en el río Lontué del Sector N°1, canal Penciahue del Sector N°2 y canal Maule Norte (en bocatoma Canal Mariposas) en el Sector N°3, siendo la más elevada con 0,48 mg/L, sin alcanzar el límite del valor normado.

En cuanto al cobre, el Sector N°2 presentó la más alta concentración con 0,091 mg/L, en el punto Bocatoma Armerillo, el que se encuentra muy por debajo de la NCh 1333. Y, por último, el zinc, en el Sector N°1, presentó el valor de concentración más elevado más elevado en el punto de muestreo Río Teno (Canal La Cañada en la ciudad de Curicó), con 0,21 mg/L. Es conocido que ambos elementos, provienen de la escorrentía asociada a las actividades urbanas y rurales de una cuenca.

Figura III-15. Valores máximos de concentración de boro, cobre y zinc en los 8 Sectores de Riego durante las 3 campañas de terreno



Fuente: elaboración propia, 2018

En cuanto al análisis global de calidad del agua de las campañas de abril, octubre y diciembre 2018 en los 8 Sectores de Riego, en comparación a las estaciones DGA referenciales, se observaron algunos parámetros de calidad de aguas en concentraciones más elevadas, que en las estaciones DGA, sobre todo en el Sector N°1, principalmente **sulfato, cloruro, conductividad eléctrica y hierro** en el río Teno, durante la estacionalidad de primavera. También se presentó un patrón de incremento respecto a las estaciones DGA en el río Lontué con el **aluminio y hierro**, sobre la NCh 1333 en la campaña de la estacionalidad verano. Dichos resultados, se resumen en la siguiente Tabla. Los restantes Sectores de Riego, se presentaron sin diferencias observables respecto a las estaciones DGA referenciales, es decir en concentraciones similares considerando sus desviaciones estándar.

Tabla III-22. Análisis cualitativo – comparativo por sector de riego, destacando el comportamiento respecto a estaciones DGA referenciales

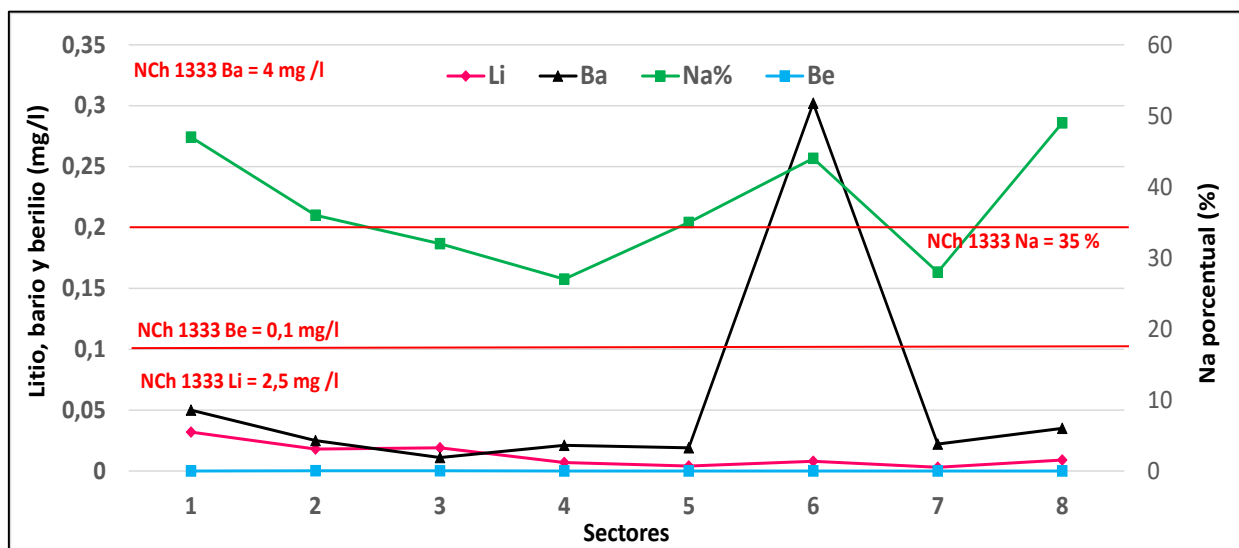
Sector de riego	Punto de muestreo	Superan a estaciones DGA	
		Parámetros	Campaña
1	Teno	Cloruro	Octubre
		Conductividad eléctrica	
		Hierro	
		Sulfato	
	Lontué	Aluminio	Diciembre
		Hierro	

Fuente: elaboración propia, 2019

En relación al 25% de parámetros no considerados por DGA, que sí analizó el presente Estudio y que son **cianuro, flúor, litio, sodio porcentual, vanadio, bario y berilio**, la mayor parte de éstos fueron encontrados en concentraciones no cuantificables.

Aquellos que presentaron concentraciones cuantificables fueron: **litio, sodio porcentual, bario y berilio**. La siguiente Figura representa los valores de dichos parámetros químicos en los que sus valores norma fueron de 2,5 mg/L para litio, 35% para sodio porcentual, 4 mg/L para bario y 0,1 mg/L para berilio, donde únicamente el sodio porcentual, fue sobrepasando el valor normado en los sectores 1 en el río Teno, Sector N°2 en bocatoma en Armerillo, en el Estero Parral del Sector N°6 y en estero Chanco. El sodio, es un parámetro importante en aguas de riego, en su valor porcentual corresponde a su relación con los iones sodio, calcio, magnesio y potasio expresadas en miliequivalentes por litro. Por tanto, a **mayores concentraciones de sodio**, se produce una mayor competencia con los otros iones, y esto **provocará una desagregación del suelo**, reduciendo la infiltración del agua en el suelo.

Figura III-16. Valores máximos de concentración de litio, sodio porcentual, bario y berilio en los 8 sectores de riego durante las 3 campañas de terreno



Fuente: elaboración propia, 2019

Finalmente, la siguiente Tabla presenta aquellos parámetros que fueron encontrados en alguna campaña sobre NCh 1333 riego, y **sobre los cuales se recomienda poner atención**. Si bien los episodios sobre normativa de hierro y aluminio en el Sector N°1 fueron puntuales, mientras que aquellos asociados a coliformes fecales, fueron más frecuentes en los Sectores N°2 y 8. Cabe destacar que **aluminio, hierro y manganeso**, se asocian a la composición básica del suelo, producto del arrastre de sedimentos.

Tabla III-23. Análisis cualitativo - comparativo por sector de riego, destacando parámetros con superación de la NCh 1333

		Parámetros que superan la NCh 1333 en los sectores de riego estudiados	
Sector de riego	Punto de muestreo	Parámetros	Campaña
1	Río Teno	Hierro	Octubre
	Río Lontué	Aluminio	Diciembre
		Hierro	
2	Río Claro	Na %	Octubre
	Río Lircay	Coliformes fecales	
	Canal Pencahue		
6	Estero Parral	Na %	Abril
			Diciembre
8	Canal matriz 7 Km bajo embalse Tutuven	Coliformes fecales	Abril
	Estero Chanco	Coliformes fecales	
		Na %	

Fuente: elaboración propia, 2019

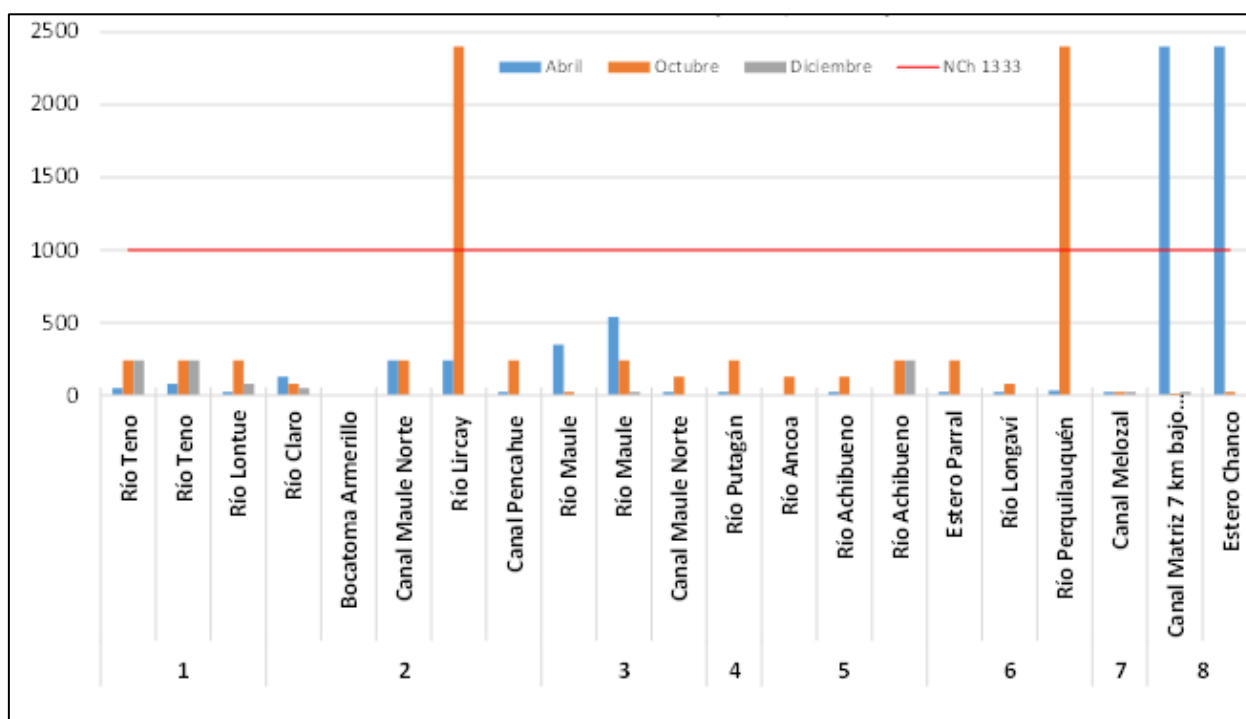
III.3.1.4 Conclusiones

La calidad del agua medida presentó los parámetros **cadmio, cianuro, cobalto, cromo, mercurio, molibdeno, arsénico, plomo y selenio** en sus fracciones **totales** en concentraciones no cuantificables, por tanto, no superaron la NCh 1333 en ninguno de los Sectores de Riego analizados en las tres campañas estudiadas.

Por su parte, en los restantes elementos que representan la calidad de agua, se observaron diferencias en comparación a las estaciones DGA referenciales en el río Lontué del Sector de Riego N°1, específicamente en el caso de **aluminio y hierro total**, los cuales sobrepasaron el valor norma de riego 1333, durante la última campaña de muestreo. Estos cambios pueden estar asociados a la incorporación de sales de origen natural en el caso del río Lontué, en que ambos elementos son esenciales en la composición del suelo. También en el río Teno y en la campaña de octubre 2018, se sobrepasó la norma en las variables **cloruro, sulfato, hierro y conductividad eléctrica**, esta vez asociado probablemente a la incorporación de sales producto de la escorrentía en las cuencas y al incremento de caudales debido a deshielos. Los restantes resultados se presentaron en valores similares a las estaciones DGA.

En cuanto al análisis en relación a la NCh 1333, se recomienda poner atención al Sector de Riego N°8, en particular en las estaciones Canal Matriz 7 km bajo Embalse Tutuvén (sector Punta Mocha) y Estero Chanco, pues en la primera campaña de muestreo (abril 2018), se observaron sobre la NCh 1333 los **coliformes fecales y el sodio porcentual**. Junto con ello, en el Sector de Riego N°2, también se presentaron los mismos parámetros sobre norma en los ríos Claro, Lircay y Canal Pencahue. También es recomendado poner atención al Sector de Riego N°1, a los parámetros: hierro y aluminio. Los restantes Sectores de Riego N°s3, 4 y 7, no presentaron concentraciones fuera de los requisitos de riego recomendados por la NCh 1333.

Figura III-17. Presencia de coliformes fecales en los puntos de muestreo en las tres campañas de monitoreo de calidad de aguas



Fuente: elaboración propia, 2019

En el “Anexo D. Análisis de Resultados” se encuentran los resultados de laboratorio de cada punto de muestreo, gráficos ilustrativos de las Tablas presentadas en el presente capítulo y el Anexo A.1 que muestra análisis detallados entre campañas de muestreo.

III.3.2 Propuesta de Plan de Gestión de Calidad de Aguas para OUA

1. Diagnóstico

a. Definición del problema

En la actualidad el agua es un recurso escaso y limitado. Su uso, en general, se presenta como generador de tensiones: los usos que extraen el agua de su ciclo natural por largos periodos de tiempo y los que lo hacen por tiempo breve o simplemente no la extraen, sino que la utilizan en su fuente de origen. En términos legales, los usos del agua pueden clasificarse en dos:

- Usos extractivos o consuntivos: son los que extraen o consumen agua desde el lugar de origen (ríos, lagos y aguas subterráneas).
- Usos no extractivos, *in situ* o no consuntivos: corresponden a los usos que ocurren en el ambiente de la fuente de agua sin extracción o consumo del recurso.

En el caso de Chile, entre los usos consuntivos más frecuentes se encuentran: usos industriales, usos vinculados al abastecimiento de agua potable y saneamiento, agricultura y minería. Estos usos representan un 32% del total de las aguas disponibles en el país. El 68% restante corresponde a usos no consuntivos. De los usos consuntivos la agricultura utiliza el 73% (principalmente riego), la industria utiliza el 12%, la minera el 9% y los usos municipales, entendidos como el abastecimiento de agua para uso público, utilizan el 6% (Banco Mundial, 2010).

Como es posible observar, la agricultura es el uso consuntivo más relevante del país, por lo que en su condición de principal sector usuario consuntivo, se vuelve fundamental. Respecto a la gestión de la calidad del agua, entendiendo ésta como el resguardo del conjunto de características físicas, químicas y biológicas que permiten un determinado uso del agua, en este caso agrícola, en Chile no existe un instrumento legal que defina claramente obligaciones y responsabilidades, sobre todo en la calidad del agua de cauces artificiales (canales de riego), existiendo solo la Norma Chilena 1333 “Requisitos de Calidad para Diversos Usos”, que fue promulgada Norma Oficial de la República de Chile por el Decreto N°867 del 15 de junio de 1978 del Ministerio de Obras Públicas, y modificada en 1987. Dicha Norma determina un criterio de calidad de agua para determinados usos, no existiendo en el país algún decreto o ley que indique o sugiera cómo resguardar ese criterio y las obligaciones de los diversos actores para llegar a ese objetivo.

Por otra parte, en Chile existen quince instrumentos que norman la calidad del agua para sus distintos usos. Ante esta compleja arquitectura legislativa, la aplicación concreta de normas y herramientas de gestión en cauces naturales y artificiales por parte de la institucionalidad pública resulta poco funcional y operativa. En este escenario, surgen las Organizaciones de

Usuarios de Aguas como las entidades con la mayor responsabilidad de hacerse cargo de la gestión de la calidad del agua, principalmente en acueductos bajo su administración. Si bien es cierto las OUA no poseen responsabilidad legal de la calidad del agua que distribuyen, están facultadas para tener tuición sobre ésta al ejercer las funciones que les asigna el Código de Aguas en el Título III, con el objeto de mejorar no sólo el reparto de las aguas, sino también la calidad de los derechos de aprovechamiento de aguas de los titulares.

En el país el agua está definida legalmente como un Bien Nacional de Uso Público de aprovechamiento privado, considerando que resulta esencial para la vida de sus habitantes, para el desarrollo económico-social de la Nación y el medio ambiente (DGA, 1999). Ante esta compleja representación (bien nacional de uso público, pero de aprovechamiento privado) el Código de Aguas plantea la figura de las OUA, entidades encargadas de administrar y gestionar el recurso y que se representan como una herramienta para sostener la gestión del agua a un nivel “asociativo” y que son conformadas por derechos de aprovechamiento superficiales y subterráneos, según corresponda.

Las OUA son “aquellas entidades, con personalidad jurídica, reglamentadas por el Código de Aguas, y que tienen por objeto, fundamentalmente, administrar las fuentes de aguas y las obras a través de las cuales éstas son extraídas, captadas y/o conducidas; distribuir las aguas entre sus miembros; y resolver conflictos entre éstos, entre sí o entre éstos y la organización”. El objetivo principal de las OUA es el de tomar las aguas de cauces naturales y de canales matrices y repartirlas entre los titulares de derechos de manera oportuna y en cantidad y calidad requerida. También les corresponde construir, explotar, conservar y mejorar las obras de captación, acueductos y otras que sean necesarias para el aprovechamiento y beneficio común (CNR-UDEC, 2004).

Para un uso eficiente del agua de riego, se debe cumplir con dos condiciones fundamentales: **oportunidad** y **calidad**. Oportunidad, en tanto que se debe contar con el recurso en el momento en que es necesario para el uso que se le va a destinar; y **calidad**, tomando en cuenta que el recurso debe cumplir con las condiciones necesarias para satisfacer el uso que se le desea dar. No obstante lo anterior, en la actualidad el recurso hídrico cumple reducidamente la condición de “oportunidad” -con una tendencia creciente a la escasez- y cada vez menos la condición de “calidad”, en tanto sus características no permiten satisfacer a todos los usos y usuarios demandantes. En este segundo aspecto, surge la variable antrópica como causante de la disminución de calidad del agua.

De esta manera, el agua dulce en sus diversos usos se ve afectada por prácticas que impactan de manera directa en la calidad y disponibilidad futura del recurso. Las fuentes de contaminación se pueden clasificar según su origen en:

- **Contaminación por aguas servidas domésticas:** procedentes de viviendas y baños independientes sin conexión a red de alcantarillado, generadas principalmente por el metabolismo humano y las actividades domésticas. Las aguas servidas incluyen aguas negras y grises. Contienen cargas biológicas perjudiciales para la salud humana y animal.
- **Contaminación por residuos líquidos industriales:** vertidos originados desde actividades industriales como la forestal (aserraderos, papeleras, etc.), agroindustria (queserías, conserveras, etc.) o la minería. Pueden generar residuos industriales líquidos (riles) con alta concentración de materia orgánica en descomposición, metales pesados (zinc, plomo, cadmio, etc.), productos químicos tóxicos o compuestos orgánicos sintéticos a las redes de alcantarillado, al suelo o directamente a los cursos de agua.
- **Contaminación por mal uso de servidumbres de canales de riego:** por construcción de infraestructura en la servidumbre de acueducto, habilitación de abrevaderos o uso como desagüe de aguas residuales.

En consecuencia, la contaminación del agua, que es principalmente de origen humano tanto por habitabilidad del territorio como por deficientes prácticas productivas, es un problema que requiere ser asumido por todos los componentes de la sociedad. Dado que no existe la base cultural para que ello ocurra en forma espontánea, el Estado debe impulsar la ejecución de un plan que aborde el cuidado de la calidad del recurso hídrico destinado a riego, conforme a su dirección estratégica y a la disponibilidad de recursos financieros. Asimismo, en un escenario donde el mercado tiende a diferenciarse y todos los sectores productivos deben velar por agregar valor a sus productos mediante atributos vinculados a la calidad y a la sustentabilidad ambiental de su actividad productiva, abordar el problema de contaminación del agua de riego se presenta como una necesidad para avanzar en asociar la producción regional no solo a la diversidad geográfica-productiva, sino que también a conceptos como la “naturaleza sana” de sus productos, a la inocuidad y a relevar al sector agroalimentario como un nicho de negocios rentable y sostenible en el tiempo.

b. Diagnóstico de la necesidad de la propuesta

En cuanto a la calidad del agua de riego de la Región del Maule, en la cabecera de las fuentes naturales y muchas veces en las bocatomas de los canales se cumple muy satisfactoriamente con la normativa nacional. No obstante, a medida que avanza el recorrido por los canales, cruzando explotaciones agropecuarias y zonas pobladas, se ha identificado como situación recurrente de contaminación la presencia de coliformes fecales², asociada a deyecciones directas de aguas servidas, descargas fuera de norma provenientes de plantas de

² Existe una carga natural mínima que está dada por las deposiciones de la fauna silvestre.

tratamiento de aguas servidas y, por cierto, producto de la actividad pecuaria sin estrategias para dotar de manera adecuada bebida animal.

Si bien en general la calidad del agua monitoreada en la región se mantiene en estándares aceptables bajo la norma, en muchos casos los parámetros de calidad de aguas se encuentran cercanos a los límites normados, por ejemplo, Unidades de Formación de Colonias (UFC) de Coliformes Fecales (CF) próximos al límite de la NCh1.333 *Of.* 78 de 1.000 UFC por cada 100 mL de agua. Ello representa un riesgo potencial de sobrepasar el estándar y es un ejemplo donde se debe dirigir la atención.

De manera más detallada, en las principales cuencas de la Región el Maule los parámetros **cianuro, plata, berilio, cadmio, cromo, mercurio, níquel, plomo y selenio** en sus fracciones **totales**, se han observado en concentraciones no cuantificables, por tanto, sin superar los límites de la NCh 1333. En cuanto a los restantes elementos que representan la calidad de agua, en el río Lontué se observado al **aluminio** y al **hierro total** sobrepasando el valor norma de riego 1333 en alguna ocasión. Esta situación puede estar asociada a la incorporación de sales de origen natural, donde ambos elementos son esenciales en la composición del suelo. Por su parte, las aguas del río Teno también se han visto sobrepasando la norma en las variables **cloruro, sulfato, hierro, pH y conductividad eléctrica** en ciertos periodos del año, situación probablemente asociada a la incorporación de sales debido al incremento de caudales producto de deshielos, generando aumento de la escorrentía en las cuencas. Finalmente, bajo el Embalse Tutuvén y en el estero Chanco, se han observado coliformes **fecales** sobre la NCh 1333. No obstante, esta situación se observó de manera puntual, ya que no se volvió a presenciar este comportamiento en otras campañas de muestreo de calidad de aguas.

Por otra parte, en las actividades de sensibilización y difusión desarrolladas en el transcurso de este Estudio, los usuarios de diversas OUA de la región plantearon de manera recurrente que la normativa de calidad de aguas destinadas a riego -NCh 1333- actualmente resulta insuficiente para garantizar efectivamente que el recurso hídrico utilizado en sus actividades productivas se encuentra en condiciones óptimas para su aprovechamiento, considerando además que los mercados de destino cada vez exigen con mayor rigurosidad proveer productos agrícolas que cumplan numerosos protocolos orientados a asegurar la inocuidad de los alimentos, la protección al medio ambiente y al personal que labora en la unidad productiva.

Esta debilidad en la normativa vigente de calidad de aguas destinada a riego, se verifica en situaciones donde la institucionalidad muchas veces se ve sobrepasada para monitorear y fiscalizar y, por su parte, las propias OUA no han asumido a cabalidad un rol de vigilancia de la calidad del agua, muchas veces por falta de recursos humanos y financieros para llevarlo a cabo, considerando, por lo demás, que estas atribuciones se encuentran fuera de sus facultades estatutarias. No obstante, el quehacer de estas organizaciones se encuentra próximo a las

fuentes de contaminación del agua destinada a riego y podrían realizar acciones de manera efectiva. Asimismo, son los propios asociados quienes demandan a sus organizaciones denunciar ante la autoridad actos de contaminación de cauces naturales y artificiales, junto con requerirles asumir un rol más protagónico en esta materia.

En la Región del Maule existen experiencias donde distintas OUA han efectuado seguimiento de la calidad del agua destinada al riego, pero son iniciativas puntuales, dispersas y con escasa continuidad en el tiempo. Dichos seguimientos se han centrado en monitoreo de contaminaciones de tipo bacteriológico en canales, esteros y, en general, cauces con bajo caudal, donde se han verificado eventos de contaminación en centros poblados, aguas abajo de las fuentes de origen.

Por lo tanto, surge como necesidad transferir capacidades a las OUA para realizar gestión en calidad del recurso hídrico destinado al riego, mediante una metodología de trabajo sistemática. Asimismo, se requiere acompañar este trabajo con difusión en el cuidado de la calidad del agua dirigido a la comunidad en general. En función de estos antecedentes, a continuación, se propone un Modelo de Gestión de Calidad de Aguas destinadas al riego, para ser ejecutado por OUA de la Región del Maule.

2. Objetivos

a) Objetivo General

Implementar un Modelo de Detección y Gestión de Calidad de Aguas destinadas a riego por parte de Organizaciones de Usuarios de Aguas de la Región del Maule.

b) Objetivos Específicos

b.1) Caracterizar el agua destinada a riego a partir de sus características físicas, químicas y biológicas, permitiendo planificar la implementación de un Modelo de Detección y Gestión de Calidad de Aguas.

b.2) Instalar capacidades en dirigentes, celadores y usuarios de OUA, para evaluar la implementación de dicho Modelo.

3. Poblaciones

La población que se define para este prototipo sería la perteneciente a la Región del Maule; así de acuerdo a la información suministrada por el INE del censo 2017, la población es la siguiente.

a) Población de referencia

La región del Maule según el censo 2017 (INE) la población total corresponde a 1.044.950 personas, de los cuales 511.624 corresponden a Hombres y 533.326 corresponden a Mujeres.

b) Población Potencial

La población potencial para este programa correspondería a la población urbana, cuyo total es de 765.131 y la población rural correspondiente a 279.819 personas.

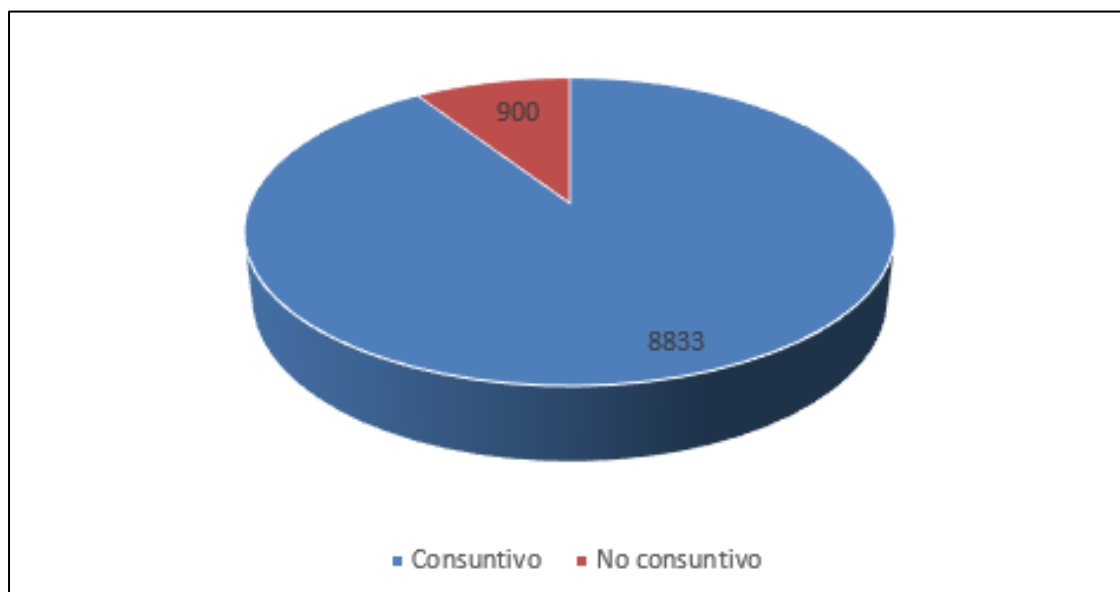
c) Población Objetivo

La población objetivo correspondería a la población rural con un total de 279.819 personas, con acceso al riego.

d) Beneficiarios

Los beneficiarios del programa corresponderían a los que tienen derechos de aguas concedidos (DGA), correspondientes a 9.733 usuarios, los cuales están distribuidos de la siguiente forma según el tipo de derecho y según la cuenca a la que pertenecen.

Figura III-18. Distribución según el tipo de DAA concedido por la DGA en la Región del Maule



Fuente: DGA, 2019

Tabla III-24. DAA concedidos según la cuenca en la Región del Maule

Cuenca	N° DAA concedidos
Costeras entre límite Región y R. Mataquito	53
Costeras Mataquito-Maule	81
Costeras Maule y Limite Región	328
Costeras Rapel-E. Nilahue	24
Río Mataquito	2045
Río Maule	7089
Río Rapel	75
No identificada	38
TOTAL	9733

Fuente: DGA, 2019

En el “Anexo E. Plan de Gestión”, se adjunta planilla Excel con detalle de DAA concedidos por la DGA (2019) en la Región del Maule.

e) Estrategia de Intervención

a) Componentes del programa

Como alternativa de solución se propone la ejecución de un **Modelo de Detección y Gestión de Calidad de Aguas**, entendiéndose el mismo como un conjunto de herramientas (tecnológicas, metodológicas y estratégicas), procedimientos y estructuras normativas que permiten resolver un problema al interior de una organización.

b) Actividades del componente

De acuerdo a lo señalado precedentemente, este modelo se compondría de cuatro fases:

- Caracterización del agua destinada a riego a partir de sus características físicas, químicas y biológicas.
- Planificación para implementar un sistema de detección y gestión de calidad de aguas.
- Implementación del sistema de detección y gestión de calidad de aguas.
- Evaluación del sistema de detección y gestión.

c) Estrategia de intervención

1. Caracterización del agua destinada a riego a partir de sus características físicas, químicas y biológicas.

La caracterización de la calidad del agua administrada por OUA y conducido mediante sistemas de riego, que en muchos casos integran sistemas de cauces artificiales y naturales, la Directiva Marco del Aguas plantea el proceso señalado en la siguiente Figura.

Figura III-19. Proceso para caracterizar la calidad del agua administrada por OUA



Fuente: Centro Regional de Estudios Ambientales de la UCSC, 2016

Como se observa, el proceso integra tres subfases para el estudio de la red. A continuación, se señalan los pasos a seguir en cada etapa propuesta para caracterizar la calidad del agua en un sistema de riego (río y/o acueducto).

- a) Inspección y caracterización de cuerpos de aguas
 - Segmentación de la red hidrográfica
 - Generar categorías de fuentes de contaminación
 - Recorrido de la red de canales
 - Sistematización de información de terreno
- b) Estudio ambiental de presiones e impactos: IMPRES
 - Clasificación de información de terreno en inventarios. Contaminación puntual y difusa
 - Análisis de vulnerabilidad y riesgo de contaminación, para cada tramo definido
 - Control de vigilancia, control de calidad de aguas para comprobar impactos de las fuentes de contaminación encontradas
 - Clasificación de tramos según estado de calidad: malo, bueno, muy bueno
 - Sistematización del proceso: fichas IMPRES
- c) Programa de monitoreo de la calidad del agua
 - Control de vigilancia
 - Control operativo
 - Control de investigación

2. Planificación para implementar un Modelo de Detección y Gestión de Calidad del Agua

Una vez resuelta la fase de caracterización de la red hídrica, que permite identificar y precisar los problemas de contaminación que realmente impactan la calidad de aguas de los

cauces bajo estudio, es necesario iniciar un proceso de planificación al interior de la organización, con el objetivo de establecer prioridades y definir estrategias.

Para esto se sugiere, en primer lugar, definir el objetivo de este proceso de planificación, el que debe orientar las acciones de la OUA. En este contexto, se sugiere como referencia, el siguiente: *“Mantener la calidad del agua en los tramos que se encuentren en buen estado, previniendo su deterioro adicional. En tramos cuya calidad no alcanza el buen estado, el objetivo es mejorar la calidad mediante su protección y restauración, buscando satisfacer las demandas de las diferentes actividades socioeconómicas derivadas de los múltiples usos del recurso”*³.

Este objetivo debe ser validado y co-construido con los estamentos decisionales de la organización, siendo el camino más factible y operativo que se construya con el directorio y posteriormente se valide en Asamblea General Extraordinaria de accionistas de la OUA, en conjunto con el resto de las decisiones que se tomen y como una manera de ratificar el compromiso de toda la organización con las acciones a desarrollar en esta materia.

Una vez concluida esta definición, se propone iniciar la construcción de un plan de acción que facilite la implementación del modelo de gestión. Para esto se proponen cuatro subfases, donde lo principal es que el plan de acción sea validado y conocido por todos los estamentos de la organización (usuarios, celadores, técnicos y administrativos).

Figura III-20. Subfases para construir un plan de acción para la implementación del modelo de gestión



Fuente: Centro Regional de Estudios Ambientales de la UCSC, 2016

El enfoque de concentrar los esfuerzos en la instalación de la Unidad de Gestión de Calidad de Aguas al interior de la OUA, se sostiene en la idea de preparar primero internamente a la organización para enfrentar el desafío de gestión de calidad, y desde ahí generar una cartera de iniciativas en distintos ámbitos que permitan la vinculación con otros actores y sobre todo la generación de acciones de difusión orientadas a los diversos usuarios de aguas vinculados a la organización. En este contexto, se presupone que una organización fortalecida internamente está más preparada para gestiones con actores externos.

³ La definición de objetivo de calidad se ha adaptado de la indicada en la Directiva Marco de Aguas de la Unión Europea.

3. Implementación del Modelo de Detección y Gestión de Calidad del Agua

En la implementación lo fundamental es fortalecer las capacidades de la propia OUA para facilitar la permanencia de lo desarrollado, incorporando a todos los estamentos y logrando que la gestión de la calidad del agua sea un elemento que atraviese la gestión. Para la implementación del modelo de gestión de calidad de aguas se sugieren los pasos que se presentan a continuación:

- Difusión y sensibilización.
- Instalación de capacidades en materias de toma de muestras y de parámetros de calidad *in situ*, interpretación de resultados básicos y toma de decisiones en torno a la calidad de aguas, dirigidas a dirigentes, celadores y usuarios de OUA.
- Organización de la información.
- Elaboración de protocolos de operación de la unidad de gestión de calidad.
- Revisión y adecuación de la normativa.
- Ejecución de cartera de proyectos.

4. Evaluación del Modelo de Detección y Gestión

La evaluación del Modelo de Detección y Gestión instalado debe ser permanente, facilitando la generación de mejoras continuas que aporten a los objetivos de la OUA. Sin embargo, se recomienda generar un proceso de evaluación de todo lo realizado y de los cambios posibles de observar en el territorio cada 5 años. La evaluación quinquenal se debe realizar frente al plan de acción definido y las metas de calidad establecidas.

Se recomienda que la instancia sirva para que se reinicie el proceso de gestión, asumiendo que las condiciones varían en ese horizonte de tiempo, tanto por medidas tomadas como por variaciones en el entorno, por lo que se debe actualizar la caracterización y la planificación, considerando nuevos riesgos y definiendo nuevos objetivos que mantengan en operación y con nuevos desafíos a la Unidad de Gestión de Calidad de Aguas.

Finalmente, resulta de fundamental importancia comprender que el compromiso con la calidad de aguas debe ser permanente para obtener resultados, entendiendo que involucra cambios culturales cuyos efectos pueden ser apreciados y valorados en mediano o largo plazo.

d) Articulaciones y complementariedades

Las articulaciones y complementariedades se producirán entre actores públicos y privados con nivel de interés, poder e importancia en torno al recurso hídrico. Esto se sustenta en los análisis de Mapas de Actores que se desarrollaron en los Planes de Riego que llevó a cabo la CNR (2017) en las principales cuencas de la región: de los ríos Loncomilla, Mataquito y Maule.

A partir de estos estudios y de manera transversal se desprende que los actores claves en las cuencas corresponden a:

- i. Organizaciones de Usuarios de Aguas (Juntas de Vigilancia, Asociaciones de Canalistas y Comunidades de Aguas).
- ii. Agricultores y empresas agrícolas.
- iii. Empresas generadoras eléctricas.
- iv. Instituciones vinculadas al Ministerio de Agricultura (INDAP, CNR, SAG, CONAF, CRR).
- v. Instituciones vinculadas al Ministerio de Obras Públicas (DGA, DOH).
- vi. Instituciones vinculadas al Ministerio del Medio Ambiente (SEREMI, SEA).
- vii. Gobierno Regional.
- viii. Gobiernos Comunales.

Por lo tanto, esta iniciativa deberá generar alianzas, primeramente, con los usuarios de aguas, dado que son los beneficiarios de la misma, y en segundo término con servicios públicos relacionados con el recurso hídrico y, en particular, aquellos vinculados con la calidad del agua destinada a riego.

5. Indicadores

Componente	Actividades	Indicadores
2. Muestreo y ponderación de la información	a. Revisión de información secundaria	i. N° de fuentes secundarias consultadas
	b. Prospección de posibles sitios a muestrear en base a IMPRES	i. Fichas con caracterización de sitios visitados
	c. Definición de puntos de muestreo en base a información secundaria y sitios prospectados	i. SIG
	d. Realización de campañas de muestreo de prospección	i. N° campañas de muestreo ii. Registros fotográficos iii. Información levantada <i>in situ</i> iv. Informes de laboratorio
	e. Análisis y conclusiones de acuerdo a NCh 1333 y fuentes secundarias	i. N° y frecuencia de parámetros a seguir
	f. Validación de información con OUA	i. Actas firmadas ii. Registros fotográficos
3. Implementación Modelo de Gestión	a. Organización de la información y elaboración de protocolos de operación	i. N° de protocolos
	b. Ejecución de campañas de muestreo en base a protocolos	i. N° campañas de muestreo ii. Registros fotográficos iii. Información levantada <i>in situ</i> iv. Informes de laboratorio
	c. Retroalimentación con OUA	i. Actas firmadas

Componente	Actividades	Indicadores
		ii. Registros fotográficos
3. Instalación de capacidades para la operación	a. Desarrollo de Talleres acerca de implementación del Modelo de Gestión	iii. Presentación(es) ppt iv. Listas de asistencia v. Registro fotográfico vi. Encuestas de evaluación
	b. Realización de Curso para toma de muestras de calidad de aguas, dirigido a celadores	vii. Presentación(es) ppt viii. Listas de asistencia ix. Registro fotográfico x. Encuestas de evaluación
	c. Realización de Seminario	xi. Presentación(es) ppt xii. Listas de asistencia xiii. Registro fotográfico xiv. Encuestas de evaluación
4. Evaluación y mejoras del Modelo de Gestión: acompañamiento a OUA en implementación del Modelo	a. Ejecución de campañas de muestreo en base a protocolos	xv. N° campañas de muestreo xvi. Registros fotográficos xvii. Información levantada in situ xviii. Informes de laboratorio
	b. Retroalimentación con OUA	xix. Actas firmadas xx. Registros fotográficos
	c. Ajustes al Modelo	xxi. Informe con Modelo Ajustado

6. Presupuesto

a) Presupuesto global

Se estima que el presupuesto requerido para ejecutar el Modelo de Detección y Gestión de Calidad de Aguas en sus tres fases y a lo largo de dos años, alcanza \$250.000.000 (doscientos cincuenta millones de pesos).

b) Presupuesto detallado

Ítem	Unidad de Medida	Cantidad	Precio Unitario (M\$)	Costo Total (M\$)
Contratación del Programa				
Profesional 1: jefe/a de Programa	HP	2.160	12.000	25.920.000
Profesional 2: Responsable Metodologías	HP	2.160	10.500	22.680.000
Profesional 3: Responsable Analítico	HP	1.080	10.500	11.340.000
Profesional 4: Responsable Capacitaciones	HP	1.080	10.500	11.340.000
Técnico 1: Encargado de terreno	HP	4.320	5.500	23.760.000
Técnico 2: Encargado toma de muestras	HP	2.160	5.500	11.880.000
Administrativo: secretaria	HP	4.320	2.500	10.800.000
Costos de Talleres, Capacitaciones y Seminario	Sesión	20	500.000	10.000.000
Analítica de laboratorio	GL	1	40.000.000	40.000.000
Costos difusión (pendón, trípticos, actividades públicas)	GL	1	5.000.000	5.000.000
Gastos generales (arriendo oficina, servicios, combustible)	Mes	24	1.950.000	46.800.000
Artículos de oficina	Mes	24	40.000	960.000
Adquisición de equipos	GL	1	2.500.000	2.500.000
Otros gastos administrativos	Mes	24	150.000	3.600.000
Utilidades (10%)	GL	1	23.420.000	23.420.000
Total General				250.000.000

c) Cronograma

Se estima que esta iniciativa debe desarrollarse en un periodo de 24 meses, de acuerdo a la siguiente Carta Gantt.

Figura III-21. Programación de la ejecución del Sistema de Gestión de Calidad de Aguas

Fases	Año 1 (Mes)												Año 2 (Mes)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1. Muestreo y ponderación de la información																								
2. Implementación Modelo de Gestión																								
3. Instalación de capacidades para la operación																								
4. Evaluación y mejoras del Modelo de Gestión																								

III.3.3 Plataforma Piloto *web* de Calidad de Aguas

III.3.3.1 Descripción general de la plataforma

A continuación, se presenta el diseño de un sistema de información piloto basado en tecnologías *web*, que permite almacenar datos para luego de un procesamiento, ser presentados de forma gráfica e histórica. La información ingresada corresponderá a campañas y mediciones puntuales referentes a la NCh 1333 para aguas destinadas a riego y otros usos. Esta plataforma permitirá a los usuarios acceder a información de diversas estaciones y puntos de muestreo que cuenten con datos validados por las OUA de la calidad de aguas de las cuencas hidrográficas de la Región del Maule, permitiendo vincular datos con otras organizaciones e instituciones ya sean públicas o privadas. Este sistema de información apunta a la vinculación entre la comunidad y la institucionalidad, por lo tanto, puede llegar a ser muy importante en el diseño y planificación de la gestión de las OUA.

III.3.3.2 Objetivos de la plataforma

1. Diseñar una plataforma piloto que permita a las OUA gestionar la información de los componentes que transitan en el agua de riego para presentarlos de una forma accesible al usuario común.
2. Diseñar una herramienta de acceso simple que sirva de apoyo en la toma de decisiones para las organizaciones de usuarios de aguas.
3. Mantener datos de Calidad de Aguas del cauce en comparación inmediata a la normativa que se le indique.
4. Diseñar una base de datos que permita almacenar datos provenientes de muestreos y estaciones, para estandarizar la forma en que procesan esos datos.
5. Disponibilizar la información almacenada en la plataforma, para ser compartida con quien la organización lo decida. De esta forma los datos podrán ser presentados de forma pública, privada o con quien la organización decida disponer.
6. Generar un espacio de difusión para compartir datos de calidad de aguas en la región donde participen entes públicos y/o privados.

III.3.3.3 Fuentes de datos

Como ya se comentó anteriormente, la plataforma fue construida para almacenar datos referentes a la calidad de aguas de la región del Maule. Sin embargo, eso no excluye que se haya diseñado para almacenar otros tipos de datos referentes a otras normas. En concordancia a esto,

si la iniciativa lo ameritara, se podrían vincular bases de datos, documentos o estudios realizados previamente o posteriores a la implementación de la plataforma, por lo tanto, no existe una limitación procedente al origen de la información.

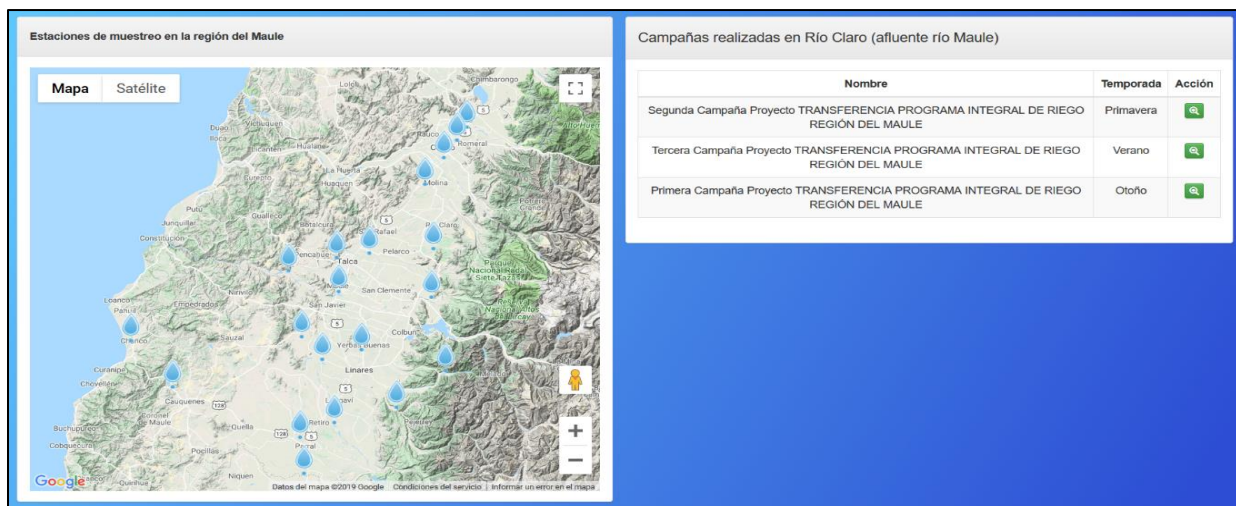
III.3.3.4 Beneficios

1. Se implementa una base datos de carácter permanente que permite estandarizar y respaldar los datos en función de los hallazgos y criterios de las organizaciones de agua. Esto brinda la ventaja de poder generar tendencias, históricos y gestión de los datos almacenados.
2. Las organizaciones son capaces de hacer gestión de los datos almacenados, para compartir de forma pública, parcial o con quien la organización lo determine.
3. La plataforma permite el acceso de forma transversal al alcance de la gran mayoría de las organizaciones, ya que una vez instalada, es accesible por medio de celulares, *tablets*, computadores y/o *notebooks*.
4. Generación de reportabilidad inmediata por medio de los datos históricos almacenados en la plataforma. Contando con el respaldo de los documentos de laboratorio es posible entregar información respaldada por estudios de laboratorio.

III.3.3.5 Descripción general de la plataforma

1. Permitirá al usuario inspeccionar la totalidad de estaciones o puntos de muestreo y campañas mediante una interfaz con georreferencia satelital.

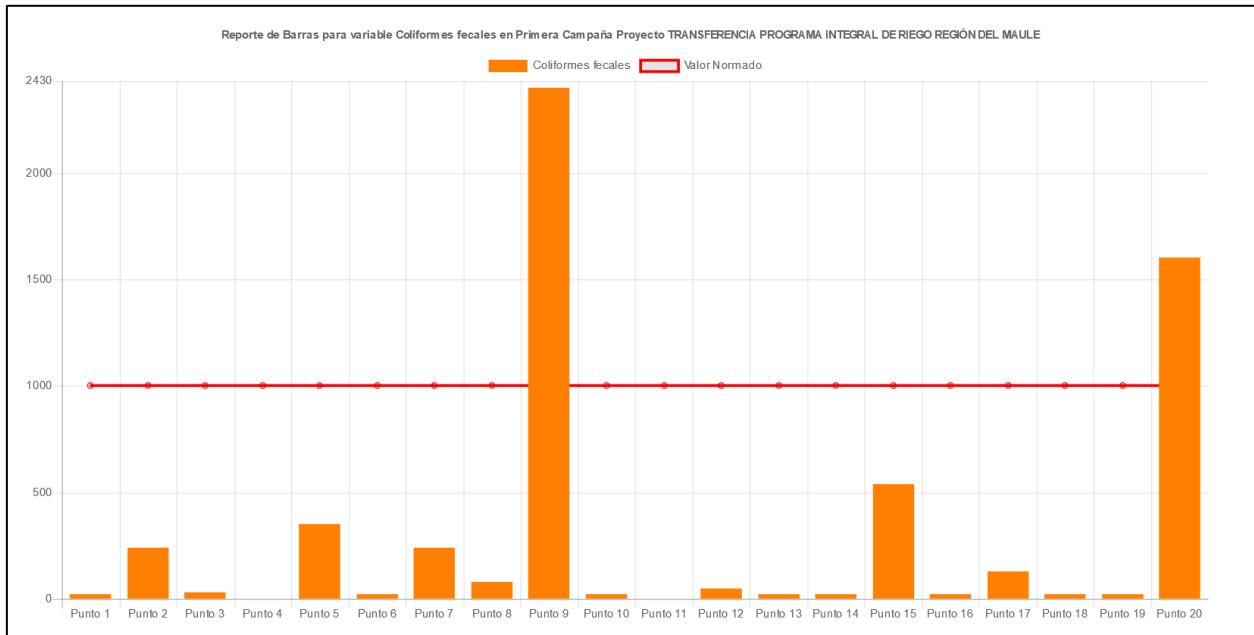
Figura III-22. Visualización del acceso general a la plataforma web de calidad de aguas



Fuente: elaboración propia, 2019

- La plataforma permitirá generar reportes en base a las mediciones ingresadas en la misma plataforma.

Figura III-23. Visualización de reporte generado por la plataforma (1)



Fuente: elaboración propia, 2019

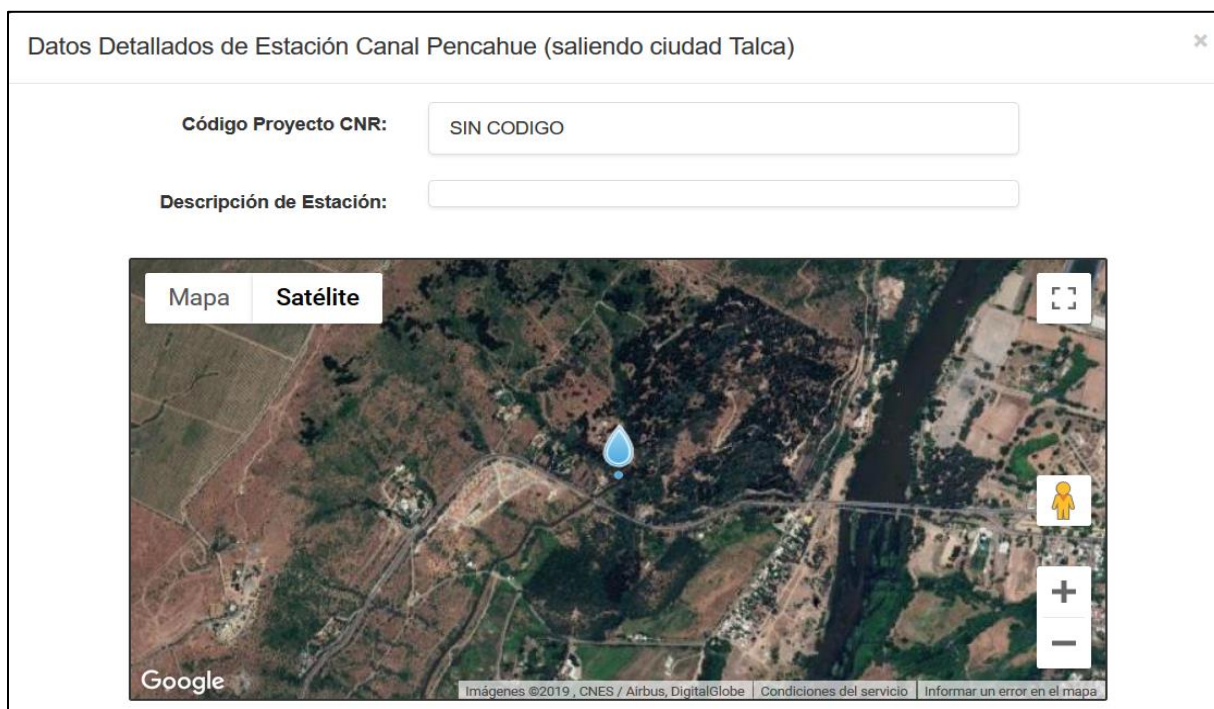
Figura III-24. Visualización de reporte generado por la plataforma (2)

↓ Punto	🏠 Estación	📋 Medición	📋 Límite
Punto 1	📍 Canal Matriz 7 km bajo Embalse Tutuvén (sector Punta Mocha)	✅ 0.008 mg/l	2.5 mg/l
Punto 2	📍 Río Ancoa (sector Chupallar)	✅ 0.003 mg/l	2.5 mg/l
Punto 3	📍 Río Teno (300 m aguas arriba puente 5 Sur)	✅ 0.031 mg/l	2.5 mg/l
Punto 4	📍 Canal Maule Norte (en bocatoma canal Mariposas)	✅ 0.019 mg/l	2.5 mg/l
Punto 5	📍 Canal Pencahue (saliendo ciudad Talca)	✅ 0.005 mg/l	2.5 mg/l
Punto 6	📍 Río Maule (200 m antes junta con Río Claro)	✅ 0.005 mg/l	2.5 mg/l
Punto 7	📍 Río Lontue	✅ 0.019 mg/l	2.5 mg/l
Punto 8	📍 Río Claro (afluente río Maule)	✅ 0.014 mg/l	2.5 mg/l
Punto 9	📍 Río Putagán (en bocatoma canal Putagán)	✅ 0.003 mg/l	2.5 mg/l
Punto 10	📍 Río Achibueno (sector La Recova)	✅ 0.003 mg/l	2.5 mg/l
Punto 11	📍 Estero Chanco	✅ 0.003 mg/l	2.5 mg/l

Fuente: elaboración propia, 2019

3. Asimismo, permitirá inspeccionar detalladamente el lugar en el que se realizaron las mediciones mediante ubicación satelital.

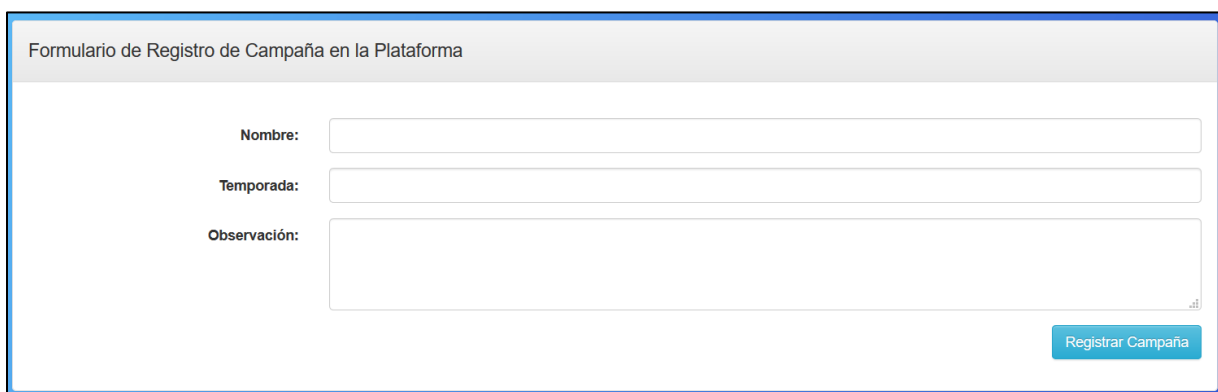
Figura III-25. Visualización de localización donde se efectuó medición



Fuente: elaboración propia, 2019

4. Será posible agregar nuevas campañas y mediciones a la plataforma, que permitan ser inspeccionadas a lo largo del tiempo.

Figura III-26. Visualización de formulario de ingreso de campañas a la plataforma



Fuente: elaboración propia, 2019

5. Será posible respaldar las mediciones cargadas en la plataforma mediante informes oficiales, documentos de laboratorio o procedimientos asociados a una medición, para luego poder descargarlos en caso de ser necesario.

Figura III-27. Visualización de mediciones cargadas a la plataforma

Documentos almacenados para campaña Primera Campaña Proyecto TRANSFERENCIA PROGRAMA INTEGRAL DE RIEGO REGIÓN DEL MAULE			
Atención: Los documentos almacenados en la plataforma, sirven como respaldo de los datos ingresados en la plataforma. Los datos subidos son de exclusiva responsabilidad de la entidad que tomó las muestras y no de esta plataforma o sus administradores.			
Subir Documentos Respaldo			
#	Nombre	Fecha de Almacenamiento	Acción
1	Primera Campaña Proyecto TRANSFERENCIA PROGRAMA INTEGRAL DE RIEGO REGIÓN DEL MAULE_494851-01_26102018190530.pdf.PDF	10/04/2019 16:22:59	Descargar
2	Primera Campaña Proyecto TRANSFERENCIA PROGRAMA INTEGRAL DE RIEGO REGIÓN DEL MAULE_494856-01_23102018143719.pdf.PDF	10/04/2019 16:22:59	Descargar
3	Primera Campaña Proyecto TRANSFERENCIA PROGRAMA INTEGRAL DE RIEGO REGIÓN DEL MAULE_494857-01_23102018143742.pdf.PDF	10/04/2019 16:22:59	Descargar
4	Primera Campaña Proyecto TRANSFERENCIA PROGRAMA INTEGRAL DE RIEGO REGIÓN DEL MAULE_Punto 1.PDF	16/04/2019 12:20:35	Descargar
5	Primera Campaña Proyecto TRANSFERENCIA PROGRAMA INTEGRAL DE RIEGO REGIÓN DEL MAULE_Punto 2.PDF	16/04/2019 12:20:35	Descargar
6	Primera Campaña Proyecto TRANSFERENCIA PROGRAMA INTEGRAL DE RIEGO REGIÓN DEL MAULE_Punto 3.PDF	16/04/2019 12:20:35	Descargar
7	Primera Campaña Proyecto TRANSFERENCIA PROGRAMA INTEGRAL DE RIEGO REGIÓN DEL MAULE_Punto 4.PDF	16/04/2019 12:20:35	Descargar
8	Primera Campaña Proyecto TRANSFERENCIA PROGRAMA INTEGRAL DE RIEGO REGIÓN DEL MAULE_Punto 6.PDF	16/04/2019 12:20:35	Descargar
9	Primera Campaña Proyecto TRANSFERENCIA PROGRAMA INTEGRAL DE RIEGO REGIÓN DEL MAULE_Punto 7.PDF	16/04/2019 12:20:35	Descargar

Fuente: elaboración propia, 2019

En el “Anexo F. Plataforma Piloto Web” se encuentra el Manual Operativo y el Manual de Usuario de dicha plataforma.

III.3.4 Presentación de los resultados en SIG

Para la confección de los mapas presentados durante el desarrollo de este Estudio se utilizó ArcMap, de acuerdo al formato que solicita la Comisión Nacional de Riego. Las capas usadas fueron descargadas de los sitios www.ide.cl/descarga/capas.html y www.dga.cl (mapoteca digital). Las capas preparadas fueron las siguientes:

- Límites y fronteras
- Polígonos regionales de Chile
- Cuencas y subcuencas hidrográficas
- Capitales provinciales
- Carretera 5 Sur
- Embalses y lagunas
- Ríos
- Esteros
- Límites prediales
- Estaciones DGA

Una vez que se dispuso de todas las capas anteriores se elaboraron las áreas o sectores de riego según los ríos, cauces principales y límites prediales. A su vez, se tomaron en cuenta los criterios de actores claves que conocen los sectores y las áreas de jurisdicción de las OUA de orden mayor (juntas de vigilancia, asociaciones de canalistas) y de las comunidades de agua.

En cuanto a los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) y Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA), para determinar la ubicación de los puntos de muestreo, la ubicación de los EIA y DIA se descargaron desde la plataforma del Servicio de Evaluación Ambiental <http://sig.sea.gob.cl/mapaLineasBaseEIA/>.

Cada capa utilizada se trabajó de acuerdo a lo que se requiere mostrar, es decir, en base a la Región del Maule o a las cuencas de la Región. Los mapas se trabajaron en el sistema de referencia SIRGAS, Universal Transversal de Mercator; Zona 19.

En el “Anexo G. Respaldos SIG” se presenta la cartografía en SIG del presente Estudio. También se presentan archivos KMZ para ser visualizados en *Google Earth*.

III.4 Sensibilización y transferencia a organizaciones de usuarios

III.4.1 Introducción

La gestión de la calidad del agua de riego es un trabajo que debe involucrar principalmente a funcionarios y líderes de OUA, pues ellos tienen la responsabilidad de administrar el recurso hídrico destinado a riego y a otras actividades productivas. Secundariamente, se debe involucrar a productores hortícolas y frutícolas de la región; docentes y líderes ambientales de establecimientos educacionales vecinos a sectores definidos como críticos; y a gobiernos locales, en tanto alcaldes, concejos comunales y jefes de servicios de comunas de los sectores de riego identificados, área de influencia del presente Estudio.

En función de lo anterior, se realizaron encuentros de difusión, sensibilización y transferencia de conocimientos. En este sentido, se realizaron **charlas** en temáticas ambientales y de cuidado del agua dirigidas a preescolares y escolares de establecimientos educacionales rurales y urbanos de las cuatro provincias de la región. Paralelamente, se llevaron a cabo **talleres** dirigidos a la comunidad en general, y en especial a OUA del área en estudio, con el propósito de dar a conocer avances del monitoreo de calidad de aguas del Estudio y la presentación de una plataforma piloto *web* para consulta de información relacionada. Finalmente se realizó un **curso** y un **seminario** con el propósito de profundizar temas relacionados con la gestión de la calidad del recurso hídrico, dirigido a representantes de OUA, funcionarios de servicios públicos y a la comunidad en general.

III.4.2 Plan de difusión ejecutado

III.4.2.1 Talleres

Durante el desarrollo del Estudio, la actividad de difusión más relevante fue la realización de cuatro talleres, uno en cada provincia de la Región del Maule, cuyos propósitos fueron dar a conocer resultados de la primera campaña de muestreo de calidad de aguas del Estudio -y su contraste con información secundaria de referencia- y la estructura de la plataforma piloto *web*. Esto, con el propósito de obtener retroalimentación desde los usuarios para efectuar mejoras al desarrollo de la iniciativa y, en definitiva, a los resultados de la misma.

Aspectos Metodológicos

Presentación de Resultados del Monitoreo de Calidad de Aguas

En el primer momento del taller, se presentaron resultados del monitoreo de calidad de aguas. Los contenidos específicos fueron:

a) Diagnóstico de calidad de aguas en estaciones DGA de referencia.

Se presentaron los principales resultados históricos de calidad de aguas de las estaciones DGA de referencia en el área de influencia del Estudio. Se hizo énfasis en difundir tendencias de concentraciones de parámetros establecidos en la NCh 1333.

b) Proceso de estructuración de red de monitoreo de calidad de aguas del Estudio.

Se presentaron los criterios que se utilizaron para definir la red de monitoreo de calidad de aguas del Estudio, en función de las actividades antrópicas desarrolladas en el territorio, zonas no cubiertas con estaciones DGA de calidad de aguas, entre otras.

c) Resultados de campaña(s) de monitoreo de calidad de aguas del Estudio.

Se dieron a conocer los resultados más destacados de la primera campaña de monitoreo de calidad de aguas del Estudio. Los resultados se compararon con los de las estaciones de calidad de aguas DGA de referencia.

Presentación de Plataforma Dinámica Piloto (PDP)

a) Necesidad de implementar la plataforma.

Se dieron a conocer las principales razones que llevan a la convergencia de las tecnologías digitales, físicas y sociales para establecer una vía de comunicación instantánea e interactiva. En este contexto, se ideó la PDP. Se expusieron sus objetivos, beneficios y quiénes la generan.

b) Estructura de la plataforma.

Se dio a conocer la arquitectura del sistema de información, fuentes de origen de datos y el rol de los usuarios.

c) Demostración de operación de la plataforma.

Se hizo una demostración de la funcionalidad de la plataforma, dando énfasis a reportes y georreferenciación, y la utilización de datos de calidad de aguas levantados en el Estudio.

Logística

- Se realizaron 4 talleres, uno por provincia. Se llevaron a cabo en la capital provincial respectiva. Todas las actividades se realizaron en jornada de la mañana.
- La convocatoria se hizo fundamentalmente mediante envío de invitaciones vía correo electrónico.
- Cada taller tuvo una duración de 3 horas pedagógicas (2 horas cronológicas y 15 minutos) por sesión, intermedio incluido.
- En cada actividad se dispuso *coffee break*.

- La modalidad de los talleres fue presencial, impartida por profesionales del Estudio.
- Se entregó material de apoyo (presentaciones impresas) para consulta y revisión de los participantes.
- Al final de cada taller se evaluó la actividad midiendo el nivel de satisfacción de los asistentes, a través de una encuesta de evaluación definida previamente con la contraparte.

Desarrollo Metodológico

1ª Parte: Recepción

- a) **Inscripción y registro de participantes (20 minutos).** Cada participante se registró en la lista de asistencia, de acuerdo con el formato facilitado por la CNR. A cada uno se le hizo entrega de carpeta con presentaciones impresas.
- b) **Encuadre (5 minutos).** Antes de iniciar la actividad, el jefe del Estudio saludó a los participantes y presentó al equipo. Encuadró de acuerdo a los contenidos generales a abordar, explicando los momentos de la jornada.

2ª Parte: Desarrollo del Taller

- c) **Presentación de Resultados del Monitoreo de Calidad de Aguas (30 minutos).** La profesional expuso los contenidos señalados anteriormente. La presentación de contenidos se realizó utilizando soporte *Power Point*, entregando información técnica en lenguaje adecuado para el público presente. Se procuró que existiera intercambio de opiniones con los participantes, respondiendo consultas en el desarrollo de la exposición.
- d) **Integración (10 minutos).** En este intermedio, se ofreció un momento de integración a los participantes. Esta instancia permitió el descanso antes de retomar el segundo módulo y final del taller. Se compartieron refrigerios (bebestibles y alimentos livianos) e intercambiaron opiniones.
- e) **Presentación de Plataforma Dinámica Piloto (20 minutos).** El profesional informático del estudio expuso los contenidos señalados anteriormente. La presentación de contenidos se realizó utilizando soporte *Power Point* e internet, entregando información técnica en lenguaje adecuado para el público presente. Se procuró que existiese intercambio de opiniones con los participantes, respondiendo consultas en el desarrollo de la exposición.
- f) **Ronda de preguntas y respuestas (45 minutos).** A modo de espacio de retroalimentación, se realizó una ronda de consultas entre los participantes y los profesionales del Estudio. Se recibieron preguntas no formuladas anteriormente. Este espacio resultó útil para

debatir ideas y conceptos, aclarar dudas, asumir compromisos y solicitar apoyo en temas específicos de los usuarios. Además, se invitó a los participantes a responder el Cuestionario de Evaluación de la jornada (formato facilitado por la CNR).

3ª Parte: Cierre de la actividad

- g) **Despedida (5 minutos).** El jefe del Estudio agradeció la participación y atención prestada en la actividad e instó a participar en las siguientes actividades del Estudio. Aprovechó de difundir otras instancias que se van a ejecutar en el marco de esta iniciativa.

Participantes

Tabla III-25. Número de participantes por taller

Localidad	Fecha	N° Mujeres	N° Hombres	N° total participantes
Linares	17/10/2018	3	12	15
Cauquenes	19/10/2018	3	7	10
Talca	24/10/2018	3	7	10
Curicó	26/10/2018	4	13	17
TOTAL		13	39	52

Fuente: elaboración propia, 2018

En cuanto a desagregación por sexo, el 75% de participantes fueron hombres, y el 25% restante, mujeres. Respecto a procedencia de los concurrentes, hubo representantes de OUA, de establecimientos educacionales, de equipos PRODESAL, de algunos servicios públicos y agricultores.

Se hace presente que a estos talleres fueron invitadas 129 personas, de las cuales concurrieron el 40% de éstas a los cuatro talleres. En la siguiente Tabla se muestra el número de personas invitadas y que asistieron, por Provincia.

Tabla III-26. Número de personas invitadas versus asistentes en cada taller

Provincia	Invitados	Asistentes	Concurrencia
Curicó	33	17	51,5%
Linares	28	15	53,6%
Cauquenes	15	10	66,7%
Talca	53	10	18,9%
Total	129	52	40,3%

Fuente: elaboración propia, 2019

Resumen de participación en los talleres

Un aspecto central fue recoger las impresiones de los participantes respecto a las temáticas abordadas, recogiendo opiniones transversales en los cuatro talleres. A continuación se presentan comentarios planteados en cada taller.

Taller de Linares

a) Presentación avances monitoreo de calidad de aguas de riego

- Se manifestó inquietud respecto a la localización de los puntos de muestreo. Perciben que algunos de ellos no resultan representativos. Se explicó la metodología utilizada para definir los puntos de muestreo, indicando además que se realizó presentación de los mismos a las principales OUA del área en estudio para corregir y validar sus ubicaciones.
- Usuarios del canal Melozal indicaron que la Universidad Católica de la Santísima Concepción realizó un estudio de calidad de aguas en su canal, observándose exceso de nitratos y coliformes fecales, relacionados estos últimos con descargas provenientes de plantas de tratamiento de aguas servidas.
- Existe preocupación por posible presencia de coliformes fecales en exceso, en los ríos Ancoa y Achibueno.
- Se planteó que el Estudio no aborda los principales problemas de calidad de aguas de las cuencas, y además se indica que las metodologías de muestreo que utiliza la DGA se encuentran obsoletas al no considerar, por ejemplo, utilización de bioindicadores para detectar anomalías en la calidad del recurso hídrico. Se plantea además que existe degradación del recurso hídrico que no se percibe mediante la utilización de la NCh 1333, de modo que se requiere la implementación de normas secundarias de calidad de aguas en las cuencas.
- Se indicó que mediante la calidad del agua de riego, se podría apuntar a certificar producción a nivel predial.
- Se señaló que los problemas de calidad de aguas de riego son más evidentes en cauces artificiales (canales) que en cuencas naturales, sobre todo aguas abajo.

b) Presentación de la Plataforma Piloto *web*

- Se cree necesario que existan protocolos que permitan el resguardo de la información de la plataforma.
- Se planteó inquietud acerca de quién administrará la plataforma una vez que finalice el Estudio. Asimismo, se cree que las propias OUA podrían hacerse cargo de la mantención y operación de la plataforma, a futuro.

Taller de Cauquenes

a) Presentación avances monitoreo de calidad de aguas de riego

- Se consultó por qué no se incluyó al estero Perquilauquén en el seguimiento de calidad de aguas. Se responde que en esta zona de riego se hizo énfasis al seguimiento en torno al embalse Tutuvén.
- Se planteó poner en valor lo positivo que se levante en torno a la calidad del recurso hídrico.
- Se propuso que se tomen muestras en cercanías de industrias.
- Se indicó que existen afluentes del embalse Tutuvén que poseerían altos índices de contaminación de sus aguas.

Taller de Talca

a) Presentación avances monitoreo de calidad de aguas de riego

- Se destacó las exigencias de mercados internacionales en calidad de aguas, para la exportación de la fruta, la que cada vez se está haciendo más primordial y por ello comentan que se debe seguir realizando este tipo de estudios y verificar su sustentabilidad.
- Se comentó acerca de la utilización de sondas químicas para calidad de aguas al entrar el huerto, para verificar y exigir calidad en los predios.
- Se indicó que existen muchas plantas de tratamiento de aguas servidas que no realizan su función y hay coliformes presentes en las aguas, en exceso. Este es un tema que se ha tratado en casi todas las reuniones con las juntas de vigilancia.
- Mostraron inquietud respecto a que consideran que son muy pocos puntos de monitoreo para determinar calidad de aguas en la Región del Maule, pero se responde que se trata de un estudio de línea de base y luego se deberá evaluar su continuidad en el tiempo.

b) Presentación de Plataforma Piloto

- Manifestaron interés en la plataforma piloto, pero su preocupación está en quién verificará si los datos ingresados de análisis de agua, son verídicos y además están muy interesados en mantener esta plataforma, ya que es una herramienta necesaria. Indican que en otras oportunidades se realiza fiscalización, en cualquier sistema en general, se encuentran problemas y/o defectos, pero estos no son solucionados, es por ello que manifiestan la inquietud de fiscalización de la plataforma, para que perdure en el tiempo.

Taller de Curicó

a) Presentación avances monitoreo de calidad de aguas de riego

- Se planteó cuestionamiento a la falta de recursos municipales para abordar problemáticas en torno a la calidad del agua de riego y el cuidado del medio ambiente. También se critica la utilidad de los resultados de este tipo de iniciativas.
- Se indicó que existen plantas de tratamiento de aguas servidas que no funcionan adecuadamente.
- Se planteó que la temática de la contaminación se debe abordar desde la educación.
- Se señaló que en la “cola” de los canales se pueden observar parámetros de calidad de aguas fuera de la NCh 1333.
- Se sostuvo que resultaría útil tomar muestras en cercanías del vertedero de Lontué.

b) Presentación de Plataforma Piloto

- Se planteó que las OUA deberían asumir la continuidad de la operación de la plataforma piloto. Se propone que el Gobierno Regional debería decidir la continuidad de dicha plataforma.

Conclusiones

Analizando las observaciones que se realizaron en los cuatro talleres, se identifican algunos elementos comunes que se señalan a continuación.

a) En cuanto a avances de monitoreo de calidad de aguas:

- Se percibe deficiencia en la fiscalización de plantas de tratamiento de aguas servidas, lo que incidiría sobre la calidad de las aguas de riego. Esta percepción se agudiza al referirse a cauces artificiales (canales).
- Se manifiesta que la NCh 1333 no resulta suficiente para garantizar información fidedigna sobre la calidad de aguas de riego. Se percibe obsolescencia de esta normativa y que, por lo demás, no se vincula con atribuciones que permitan fiscalizar.
- Por tratarse de un estudio de prospección, se cree que los puntos de muestreo son escasos. No obstante, si se sigue avanzando en esta temática se cree que debiese ampliarse el número de sitios de muestreo de calidad de aguas.
- Existen dudas respecto a hacer público los resultados de estos estudios, ya que podrían llegar a afectar las exportaciones.

b) Respecto a la plataforma piloto *web*:

- Se manifiesta interés por esta herramienta y se estima necesario que existan protocolos que permitan el resguardo de la información que se ponga a disposición.
- Se planteó inquietud acerca de quién administrará la plataforma una vez que finalice el Estudio.

Evaluación de los talleres

Al finalizar los talleres, se solicitó a los participantes responder un *Cuestionario de Autoaplicación* con el propósito de medir satisfacción de la actividad realizada. Fueron respondidos 33 cuestionarios en los cuatro talleres.

Analizados los resultados, se obtuvieron promedios que fluctuaron entre 5,9 y 6,6 con una media global de 6,4 (nota mínima 1 y máxima 7), de modo que se concluye que hubo satisfacción respecto a la organización, medios y contenidos dispuestos para esta actividad. En la siguiente Tabla se presenta el detalle de resultados.

Tabla III-27. Promedios de las variables del Cuestionario de Autoaplicación de los talleres

Afirmación	Promedio Obtenido (rango de valores de 1 a 7)
a) La convocatoria a la actividad fue adecuada.	5,9
b) Recibí previamente información del objetivo de la actividad.	6,1
c) El lugar donde se realizó la actividad fue adecuado.	6,2
d) El horario en que se realizó la actividad fue adecuado.	6,5
e) La información entregada en la actividad fue clara y comprensible.	6,5
f) Los medios audiovisuales de apoyo (data) mejoraron la presentación.	6,5
g) Fueron aclaradas las dudas que se presentaron en la comunidad.	6,6
h) La duración de la actividad fue adecuada.	6,6

Fuente: elaboración propia, 2018

Si bien la evaluación general resultó satisfactoria, los promedios más bajos se observaron en los ítems “*la convocatoria a la actividad fue adecuada*”, “*recibí previamente información del objetivo de la actividad*” y “*el lugar donde se realizó fue adecuado*”, en las siguientes actividades se procuró mejorar la asistencia mediante invitaciones efectuadas por distintas vías (impresas, telefónica y correos electrónicos), cuando se invitó se explicó claramente el propósito de la actividad y se buscó recintos con fácil acceso y cómodos.

En el “Anexo H. Sensibilización y Transferencia”, carpeta “Difusión” se encuentra el material de trabajo y verificadores de los talleres ejecutados.

III.4.2.2 Video

De acuerdo a lo solicitado en bases de licitación, oferta técnica y contrato, en el “Anexo H. Sensibilización y Transferencia”, carpeta “Difusión” se adjunta video de 5 minutos que da cuenta del desarrollo y resultados del presente Estudio.

III.4.3 Informe, análisis y conclusiones del proceso de sensibilización de todos los sistemas de riego seleccionados.

Se realizaron tres actividades de sensibilización durante el desarrollo del presente Estudio:

- Veintiocho **Charlas** acerca de la calidad y el cuidado del agua, dirigidas a estudiantes de educación pre básica y básica de distintos establecimientos educacionales urbanos y rurales de la región, desarrolladas entre los meses de junio y agosto de 2018;
- Un **Curso** denominado “*Aspectos de Calidad de Aguas de Riego para Dirigentes y Celadores de Organizaciones de Usuarios de Aguas*” durante el mes de marzo de 2019;
- Un **Seminario** acerca de “*Experiencias nacionales en gestión de calidad de Aguas*”, durante el mes de abril de 2019. A continuación, se presentan alcances de estas actividades.

III.4.3.1 Charlas dirigidas a la comunidad educativa de escuelas rurales y urbanas

Como estrategia de vinculación de la gestión de la calidad del agua que hacen el Estado y las OUA con la comunidad y hacer concurrir su interés hacia ella, se propuso realizar charlas dirigidas a educandos rurales y urbanos, así como docentes y centros de padres respectivos, para sensibilizar sobre el cuidado de la calidad del agua, acerca del trabajo que desarrollan las OUA y el Estado en ello y la importancia para la salud humana, la convivencia, el trabajo y la producción agrícola, el medio ambiente y la economía local. Cabe hacer presente que todos los establecimientos donde se realizaron estas actividades poseen Certificación Ambiental que otorga el Sistema Nacional de Certificación Ambiental de Establecimientos Educacionales (SNCAE).

Aspectos metodológicos

Cada charla tuvo una duración de 40 minutos teóricos y 40 minutos prácticos, intermedio incluido. Se realizaron preferentemente en el segundo bloque de la mañana (09:30 hrs. a 11:50 hrs.), adecuándolas a los requerimientos de los colegios, para apoyar el proceso formativo de los alumnos. Los contenidos desarrollados fueron:

- Identificación de contaminantes y fuentes de contaminación.

- Principales problemas de contaminación en el territorio (línea base) y sus consecuencias inmediatas y futuras.
- Importancia de la prevención de la contaminación.
- Medidas de mitigación a pequeña escala: a escala predial, escolar, vecinal y domiciliaria.
- Separación en origen y gestión de residuos sólidos domiciliarios.

La presentación abordó los 5 temas indicados con figuras coloridas, de modo de facilitar la comprensión de los estudiantes y para hacer lúdica la entrega de contenidos.

El material fue recopilado y preparado por el equipo profesional de la Consultora y fue ejecutado por el equipo técnico de terreno. Como material de apoyo para el equipo ejecutor, se confeccionaron minutas con contenidos específicos para cada una de las 5 temáticas.

Cabe hacer presente que se investigó sobre los objetivos de aprendizaje en Ciencias Naturales de los respectivos programas de estudio para trabajar acorde a ellos y a sus contenidos, consultando www.curriculumnacional.cl para cada uno de los niveles que participaron en las charlas. Los temas entregados se idearon de acuerdo a su nivel de vocabulario y apoyado por trabajos prácticos y exposiciones interactivas, siempre procurando participación de los alumnos. De este modo, por nivel, se consideró lo siguiente:

- El programa de estudios de 3° básico considera incluir combinaciones didácticas (trabajo grupal, individual, rincones) y materiales diversos (visuales y concretos) del ciclo del agua.
- El programa de estudios de 4° básico analiza los efectos de la actividad humana en ecosistemas de Chile, proponiendo medidas para protegerlos (parques nacionales, vedas, entre otras). Por ejemplo, disminuir al máximo la producción de basura, evitar el consumo innecesario de agua y energía eléctrica, formar áreas protegidas como parques nacionales, etc. Luego explican por qué cada una de estas acciones favorece el cuidado del medio ambiente.
- El programa de estudios de 5° básico considera investigar y explicar efectos positivos y negativos de la actividad humana en los océanos, lagos, ríos, glaciares, entre otros, proponiendo acciones de protección de las reservas hídricas en Chile, comunicando sus resultados.
- En el programa de estudios de 6° básico los estudiantes responden preguntas como, ¿qué problemas enfrentarán las generaciones futuras con el agua, el aire y los suelos si no se adoptan hoy medidas que evitan o reduzcan la contaminación ambiental?
- El programa de estudios de 7° básico propone investigar y explicar la clasificación de la materia en sustancias puras y mezclas (homogéneas y heterogéneas), los procedimientos de separación de mezclas (decantación, filtración, tamizado y

destilación), considerando su aplicación industrial en la metalurgia, la minería y el tratamiento de aguas servidas, entre otros.

- El programa de estudios de 8° básico considera entre sus objetivos, reconocer la importancia del entorno natural y sus recursos, y manifestar conductas de cuidado y uso eficiente de los recursos naturales y energéticos en favor del desarrollo sustentable y la protección del ambiente.

Un aspecto relevante de mencionar es que los programas educacionales del MINEDUC no diferencian contenidos de los colegios urbanos y rurales. Sin embargo, se adecuó la metodología de participación y enseñanza a los alumnos según el colegio en que se realizase la charla y los medios disponibles en cada uno, principalmente durante la ejecución de actividades prácticas.

Contenidos de la presentación (en formato *Power Point*)

Se hacen presentes las siguientes consideraciones a modo de relevar los contenidos abordados, mediante la utilización de presentación en formato *Power Point*.

- Introducción en el tema de agua (diapositivas 3 a la 8).
- Identificación de contaminantes y fuentes de contaminación (diapositivas 9 a la 18).
- Principales problemas de contaminación en el territorio (diapositivas 12 a la 19).
- Importancia de la prevención de la contaminación del agua (esto se habla y queda implícito en toda la presentación).
- Medidas de mitigación a pequeña escala (diapositivas 20 a la 25).
- Separación en origen y gestión de residuos sólidos domiciliarios (diapositivas 26 a la 29).

En la siguiente Tabla se presentan los establecimientos educacionales, de norte a sur, donde se llevaron a cabo las charlas.

Tabla III-28. Establecimientos educacionales que recibieron charlas acerca del uso y cuidado del agua

Fecha	Nombre Establecimiento, Comuna	N° participantes	Curso(s)	Rural/Urbano
29-06-2018	Colegio Ramón Freire, Romeral	43	4° Básico	Urbano
29-06-2018	Escuela Luis Escobar Lara, Romeral	23	3° a 8° Básico	Urbano
14-08-2018	Escuela El Porvenir, Curicó	26	Varios Niveles	Urbano
14-08-2018	Escuela El Maitenal, Curicó	11	4° a 6° Básico	Rural
16-08-2018	Colegio Los Conquistadores, Curicó	41	3° a 5° Básico	Urbano
16-08-2018	Escuela Holanda Los Guindos, Curicó	38	Varios niveles	Rural
21-08-2018	Colegio Uruguay, Curicó	61	4° Básico	Urbano

Fecha	Nombre Establecimiento, Comuna	N° participantes	Curso(s)	Rural/Urbano
21-08-2018	Escuela Grecia E-15, Curicó	38	3° Básico	Urbano
02-08-2018	Escuela de Párvulos Luis Sylvester de Artozón, Talca	12	Kínder	Urbano
06-08-2018	Centro Educacional IRIS, Talca	41	Prekínder y kínder	Urbano
31-08-2018	Escuela Sargento 2° Daniel Rebolledo, Talca	32	4° y 7° Básico	Urbano
27-06-2018	Escuela Diferencial San Clemente, San Clemente	42	Diferentes niveles	Rural
17-08-2018	Escuela María Olga Vega, Empedrado	14	7° y 8° Básico	Rural
27-08-2018	Escuela Pedro Antonio Tejos, Empedrado	30	5° y 6° Básico	Rural
26-07-2018	Escuela F 504 Maitencillo, Yerbass Buenas	39	5° y 6° Básico	Rural
26-07-2018	Escuela Luis Ambrosio Concha, Yerbass Buenas	34	4° a 6° Básico	Rural
13-08-2018	Escuela Especial de Lenguaje Polhuín, Chanco	8	Prekínder	Urbano
13-08-2018	Escuela Los Héroes, Chanco	45	7° Básico	Urbano
28-06-2018	Colegio Margot Loyola (Rep. de Francia), Linares	32	6° Básico	Urbano
28-06-2018	Escuela Pdte. Carlos Ibáñez del Campo, Linares	48	6° Básico	Urbano
25-07-2018	Escuela Las Violetas, Linares	37	Varios Niveles	Urbano
20-06-2018	Colegio Manso de Velasco, Cauquenes	53	3° Básico	Urbano
20-06-2018	Escuela Claudina Urrutia, Cauquenes	50	8° Básico	Urbano
09-08-2018	Escuela Aníbal Pinto, Cauquenes	60	4° y 6° Básico	Urbano
09-08-2018	Escuela Los Conquistadores, Cauquenes	40	4° y 5° Básico	Urbano
27-07-2018	Escuela de Lenguaje Palabras de Cristal, Longaví	32	Prekínder y Kínder	Urbano
21-06-2018	Escuela Francisco Maureira, Parral	31	5° a 8° Básico	Rural
21-06-2018	Escuela Santiago Urrutia Benavente, Parral	28	4° Básico	Urbano

Fuente: elaboración propia, 2018

Como se puede apreciar en la Tabla anterior, participaron 989 personas, entre alumnos, directores, profesores, inspectores y asistentes de aulas, de 28 establecimientos educacionales, promediando 35 participantes por actividad.

A modo de comentarios, se observó alta participación y entusiasmo por parte de los estudiantes en los temas abordados, principalmente entre alumnos de establecimientos urbanos de 3° y 4° básico. También, se puede destacar el apoyo prestado por docentes y paradocentes en todos los establecimientos para lograr desarrollar las actividades de manera exitosa.

En el “Anexo H. Sensibilización y Transferencia”, carpeta “Sensibilización” se encuentra el material utilizado y levantado en las charlas.

III.4.3.2 Curso: “Aspectos de Calidad de Aguas de Riego para Dirigentes y Celadores de Organizaciones de Usuarios de Aguas”

III.4.3.2.1 **Objetivos**

Objetivo general

Instalar conocimientos generales relacionados con la calidad de recurso hídrico destinado al riego, en función de la normativa nacional vigente.

Objetivos específicos

1. Desarrollar una actividad teórica donde se difundan aspectos generales sobre la calidad de recurso hídrico destinado a riego.
2. Llevar a cabo actividades prácticas que permitan profundizar conocimientos adquiridos en aula.

Materiales y Métodos

a) Público objetivo

Esta actividad estuvo dirigida a celadores, dirigentes y usuarios de organizaciones de usuarios de aguas de la Región del Maule, contando con la participación de 13 personas, principalmente celadores de la provincia de Curicó.

Se hace presente que a este curso fueron invitadas 52 personas de distintas OUA de la Región del Maule, de las cuales concurrieron el 25% de éstas, pertenecientes a las provincias de Curicó y Linares. En la siguiente Tabla se muestra el número de personas invitadas y que asistieron, por Provincia.

Tabla III-29. Número de personas invitadas versus asistentes al curso

Provincia	Invitados	Asistentes	Concurrencia
Curicó	21	11	52,4%
Linares	11	2	18,2%
Cauquenes	3	0	0,0%
Talca	17	0	0,0%
Total	52	13	25,0%

Fuente: elaboración propia, 2019

b) Lugares donde se realizaron las actividades

La fase teórica se llevó a cabo en el salón del cuarto piso de la Gobernación de Curicó, lugar de fácil acceso y con instalaciones apropiadas para 30 personas. Se ofreció servicio de *coffee break* (intermedios). Por su parte, la fase práctica, se llevó a cabo en el acueducto del Derivado Canal La Cañada, dentro de la ciudad de Curicó.

c) Fecha y duración del curso

El curso se llevó a cabo los días viernes 22, sábado 23, viernes 29 y sábado 30 de marzo de 2019, utilizando para esto trabajo teórico y práctico durante jornadas de mañana y tarde, totalizando 32 horas cronológicas para el desarrollo de esta actividad.

d) Equipo profesional, técnico y de apoyo

- Diego Varas, responsable del curso.
- Viviana Andaur, profesional relatora.
- Fabiola Flores, profesional relatora.
- Felipe Suckel, profesional relator.
- Pablo Flores, técnico y apoyo logístico.
- Francisco Barra, técnico y apoyo logístico.
- Claudia Castro, apoyo logístico.

e) Materiales

- Convocatoria: invitación dirigida a celadores, dirigentes y usuarios.
- Registros: listas de asistencia y encuesta de evaluación.
- Operación: Presentación en formato .ppt, computador, proyector, alargador, cinta *masking tape*, papel kraft, marcadores, hojas en blanco.
- Material entregado: carpeta con presentaciones impresas y material de apoyo.
- Servicio de *coffee break*.
- Almuerzo.
- Para la actividad práctica: molinete análogo, huincha de medir, kit de envases para toma de muestras de agua, instrumental para medir parámetros de calidad de aguas *in situ*, pozómetro, planillas de registro.

f) Metodología

Se dividió el curso en una parte de ponencias teóricas y otra, de actividades prácticas en terreno. A continuación, se señalan los temas abordados.

f.1) Fase de capacitación teórica

a) **Normativa vigente en materia de calidad de aguas de riego (NCh 1333).**

Sólo se abordó esta normativa, pues es la que se encuentra vigente para el agua destinada al riego y, por lo tanto, dirigida a los usuarios del presente Estudio.

b) **Conceptos básicos de calidad de aguas.**

Se hizo una descripción general de los principales conceptos utilizados en calidad de aguas destinadas a riego, con el propósito de nivelar el conocimiento en esta materia.

c) **Definición e identificación de fuentes de contaminación puntual y difusa en el territorio.**

En función de las principales actividades productivas identificadas en la Región del Maule, se efectuó una explicación de cuáles eventualmente podrían transformarse en fuentes de contaminación puntual o difusa.

d) **Buenas prácticas para prevenir y mitigar la contaminación del recurso hídrico destinado a riego.**

Se abordaron aspectos generales acerca de cómo evitar la ocurrencia de eventos de contaminación y, en caso que estén presentes, se dieron a conocer medidas para mitigarlos.

e) **Conceptos para la medición de caudales y niveles freáticos estáticos.**

Estos contenidos se consideraron relevantes de abordar puesto que, a mayor caudal, mayor dilución de contaminantes y viceversa. Por otra parte, el nivel freático en aguas subterráneas da cuenta del volumen del agua en el acuífero y, por lo tanto, también de dilución de elementos en ese cuerpo de agua.

f) **Instrumentación y medición de calidad de aguas *in situ*.**

Se abordaron en función del instrumental de campo de propiedad de la consultora y utilizado para medir parámetros en terreno (pH, temperatura, CE, entre otros), enfatizando que son complementarios a aquellos elementos y parámetros que se analizan en laboratorio.

g) **Identificación de puntos de muestreo y técnicas para la toma de muestras.**

Se dieron a conocer los principales criterios para definir sitios representativos para la toma de muestras, y la normativa respectiva para la extracción de las mismas en cuerpos de aguas.

h) **Interpretación de resultados básicos.**

Se dieron a conocer algunos criterios para efectuar interpretación de parámetros, principalmente enfocado a aquellos que se levantan *in situ*.

i) **Principales hallazgos identificados en las campañas de muestreo de calidad de aguas efectuadas del presente Estudio.**

Se mostraron los principales resultados de las tres campañas de calidad de aguas levantadas en el marco del presente Estudio, haciendo énfasis a los principales hallazgos identificados. Asimismo, se discutieron posibles efectos sobre al medioambiente, cultivos y animales.

f.2) Fase de capacitación práctica

a) **Medición de calidad de aguas *in situ* (parámetros medibles en terreno).**

Se usó instrumental para toma de muestras *in situ* (pH, T°, CE). El sentido de esta actividad, fue ilustrar los parámetros básicos de calidad de aguas que un celador o dirigente puede levantar en terreno, de manera complementaria a las muestras de aguas que se deben tomar para analizar en laboratorio. Asimismo, se mostró un kit de toma de muestras para laboratorio, compuesto por una serie de envases con y sin reactivos para preservar apropiadamente los elementos que se analizarán posteriormente.

b) **Mediciones de caudales relacionándolos con calidad de aguas destinadas a riego.**

En esta actividad se relevó el efecto de dilución que posee el agua sobre elementos físicos, químicos y/o biológicos que se encuentran en cuerpos de aguas. Se efectuó junto a la actividad anterior (medición de calidad de aguas *in situ*).

Evaluación del Curso

Al finalizar el Curso, se solicitó a los participantes responder un *Cuestionario de Autoaplicación* con el propósito de medir satisfacción de la actividad realizada. Fueron respondidos 10 cuestionarios en los cuatro talleres. Se obtuvieron promedios que fluctuaron entre 5,8 y 6,8 con una media global de 6,5 (nota mínima 1 y máxima 7), de modo que se concluye que hubo satisfacción respecto a la organización, medios y contenidos dispuestos para esta actividad. En la siguiente Tabla se presenta el detalle de resultados.

Tabla III-30. Promedios de las variables del Cuestionario de Autoaplicación del Curso

Afirmación	Promedio Obtenido (rango de valores de 1 a 7)
a) La convocatoria a la actividad fue adecuada.	5,8
b) Recibí previamente información del objetivo de la actividad.	5,9
c) El lugar donde se realizó la actividad fue adecuado.	6,7
d) El horario en que se realizó la actividad fue adecuado.	6,8
e) La información entregada en la actividad fue clara y comprensible.	6,8
f) Los medios audiovisuales de apoyo (data) mejoraron la presentación.	6,7
g) Fueron aclaradas las dudas que se presentaron en la comunidad.	6,7
h) La duración de la actividad fue adecuada.	6,8

Fuente: elaboración propia, 2019

III.4.3.3 Seminario: “Experiencias nacionales en gestión de calidad de Aguas”

Generalidades

El Seminario se definió en función de los intereses en materia de calidad de aguas que han manifestado los usuarios que participaron en los talleres y en otras instancias de difusión del Estudio. En virtud de esto, se propuso que se llevasen a cabo tres presentaciones con una temática transversal: gestión de calidad de aguas ejecutadas por organizaciones de usuarios de aguas.

Objetivo

Establecer un espacio de exposición y debate en torno a la gestión de la calidad del recurso hídrico.

Materiales y Métodos

a) Público objetivo

Esta actividad estuvo dirigida fundamentalmente a directores, funcionarios y usuarios de OUA. No obstante, también se invitó a funcionarios de servicios públicos, a la academia y a la comunidad en general. Asistieron 15 personas, fundamentalmente provenientes de la provincia de Curicó.

Se hace presente que a este curso fueron invitadas 52 personas de distintas OUA de la Región del Maule, de las cuales concurrieron el 28,8% de éstas, pertenecientes a las provincias

de Curicó, Linares y Talca. En la siguiente Tabla se muestra el número de personas invitadas y que asistieron, por Provincia.

Tabla III-31. Número de personas invitadas versus asistentes al curso

Provincia	Invitados	Asistentes	Concurrencia
Curicó	21	12	57,1%
Linares	11	2	18,2%
Cauquenes	3	0	0,0%
Talca	17	1	5,9%
Total	52	15	28,8%

Fuente: elaboración propia, 2019

b) Lugar donde se efectuó la actividad

Esta actividad se llevó a cabo en la ciudad de Talca, en dependencias de “Talca Centro Eventos, ubicado en Avenida 2 Sur N°971.

c) Fecha y duración de la actividad

El Seminario se realizó el miércoles 17 de abril de 2019, en jornada de la mañana.

d) Temáticas presentadas

Se abordaron tres experiencias del ámbito de la gestión de calidad de aguas, desarrolladas por organizaciones de usuarios de aguas. A continuación, se señala una breve reseña de cada una de ellas.

- **Gestión Participativa de los Recursos Hídricos: aspectos técnicos, organizacionales y ambientales. Caso aplicado a organización de regantes de pequeños productores de la Asociación de Canalistas del Canal Biobío Negrete.**

Esta iniciativa fue ejecutada por la propia Asociación de Canalistas del Canal Biobío Negrete para la CNR (2008). En el seminario se pretende conocer alcances de la dimensión calidad del agua y medioambiente, sobre la base de dos niveles de acción: propuesta de construcción de una política ambiental de la organización; y una propuesta de un programa de trabajo que asumiese el desafío de una certificación ambiental en el territorio de influencia de la OUA.

- **Desarrollo y Aplicación de un Modelo de Gestión para el Mejoramiento de la Calidad de Agua de Riego para Empresario Agrícolas y OUA de la Provincia del Biobío.**

Esta iniciativa fue desarrollada por el Centro Regional de Estudios Ambientales (CREA) de la Universidad Católica de la Santísima Concepción (UCSC), en el marco de un proyecto CORFO (2016). Esta iniciativa propone una forma de enfrentar un problema de especial relevancia para todas las OUA del país: la contaminación de sus aguas producto de la acción de todos aquellos que conviven con un canal de riego. En él, se reconoce el rol público de estas organizaciones privadas que llevan décadas administrando y distribuyendo el agua para las más diversas labores productivas, siendo la principal la agricultura. Se trabajó con dos OUA de la Provincia de Biobío: la Asociación de Canalistas del Laja y la Asociación de Canalistas del Canal Biobío Negrete.

- **Seguimiento Ambiental Integral en la Cuenca del Río Choapa.**

Esta iniciativa, actualmente en ejecución, comenzó en el año 2011 mediante un convenio entre la Junta de Vigilancia del Río Choapa y Minera Los Pelambres, en la Región de Coquimbo. En el Seminario se conoció el contexto en que se gestó este proyecto, cómo se ha desarrollado a lo largo de siete años, y se dio cuenta de sus principales resultados y proyecciones.

Tabla III-32. Programa del Seminario

Horario	Hito
08.45 - 09.30	Inscripción de participantes
09.30 – 09.35	Palabras de bienvenida: Sr. Cristian Salvo, supervisor CNR del Estudio.
09.35 – 10.30	“Gestión Participativa de los Recursos Hídricos: dimensión calidad del agua y medioambiente”. Asociación de Canalistas del Canal Biobío Negrete - CNR. Expositor: Sr. Juan Vallejos.
10.30 – 11.30	“Seguimiento Ambiental Integral en la Cuenca del Río Choapa”. Equipo del Estudio. Expositores: Sr. Felipe Suckel y Srta. Viviana Andaur.
11.30 – 12.00	Intermedio (<i>coffee break</i>)
12.00 – 13.00	“Desarrollo y Aplicación de un Modelo de Gestión para el Mejoramiento de la Calidad de Agua de Riego para Empresario Agrícolas y OUA de la Provincia del Biobío”. CREA de la UCSC. Expositor: Sr. Andrés Arriagada.
13.00 – 13.30	Espacio de debate, consultas y respuestas
13.30 – 13.35	Palabras de despedida: Srta. Mónica Rodríguez, Coordinadora Unidad de Desarrollo de la CNR.
13.35 – 15.00	Cóctel de Finalización

Fuente: elaboración propia, 2019

Evaluación del Seminario

Al finalizar el Seminario, se solicitó a los participantes responder un *Cuestionario de Autoaplicación* con el propósito de medir satisfacción de la actividad realizada. Fueron respondidos 13 cuestionarios. Se obtuvieron promedios que fluctuaron entre 6,4 y 7 con una media global de 6,8 (nota mínima 1 y máxima 7), de modo que se concluye que hubo alta satisfacción respecto a la organización, medios y contenidos dispuestos para esta actividad. En la siguiente Tabla se presenta el detalle de resultados.

Tabla III-33. Promedios de las variables del Cuestionario de Autoaplicación del Seminario

Afirmación	Promedio Obtenido (rango de valores de 1 a 7)
a) La convocatoria a la actividad fue adecuada.	6,6
b) Recibí previamente información del objetivo de la actividad.	6,8
c) El lugar donde se realizó la actividad fue adecuado.	6,8
d) El horario en que se realizó la actividad fue adecuado.	7
e) La información entregada en la actividad fue clara y comprensible.	7
f) Los medios audiovisuales de apoyo (data) mejoraron la presentación.	6,4
g) Fueron aclaradas las dudas que se presentaron en la comunidad.	6,8
h) La duración de la actividad fue adecuada.	6,9

Fuente: elaboración propia, 2019

En el “Anexo H. Sensibilización y Transferencia”, carpeta “Sensibilización” se encuentran las presentaciones y verificadores del Curso y del Seminario.

III.5 Actividad de cierre y difusión de los resultados del Estudio

III.5.1 Temas abordados

La actividad de cierre constituye un hito relevante dentro del Estudio, pues es el momento cúlmine de la iniciativa donde se dan a conocer los resultados de la misma. En este sentido, durante la esa jornada se dieron cuenta de las actividades realizadas y de los productos desarrollados a lo largo del Estudio, haciendo énfasis en:

a) Resultados de campañas de muestreo de calidad de aguas.

Se mostró una síntesis de los principales resultados y hallazgos a partir de las tres campañas de monitoreo realizadas. Se apuntó a una caracterización de la calidad del agua de cada uno de los ocho sectores de riego definidos en el presente Estudio.

b) Plataforma piloto *web* de calidad de aguas.

Se mostraron los alcances de dicho instrumento *web*, mediante “pantallazos” de sus aplicaciones y usos, fundamentalmente destacando su principal característica que es consolidar información de calidad de aguas en puntos determinados de las cuencas y entregar reportes.

III.5.2 Participantes, horario y lugar de realización

Se invitó a participar de esta actividad a dirigentes, funcionarios y usuarios de OUA, así como también a profesionales de servicios públicos, de la academia y a la comunidad en general. La convocatoria se efectuó mediante correo electrónico e invitaciones impresas. En la ceremonia participaron 37 personas, desagregado en 30 hombres y 7 mujeres.

La ceremonia de cierre se llevó a cabo en la ciudad de Curicó, en dependencias del Hotel Villa El Descanso ubicado en Longitudinal Sur Km 187, el jueves 16 de mayo de 2019 en jornada de la tarde.

En la siguiente Tabla se presenta el programa de los distintos momentos del acto de cierre.

Tabla III-34. Programa de la actividad de cierre del Estudio

Horario	Hito	Encargado
15.00 - 15.30	Acreditación de asistentes	Consultora
15.30 – 15.40	Palabras de bienvenida SEREMI Agricultura	Carolina Torres Pirazzoli
15.40 – 16.10	Presentación de resultados de Estudio Básico de Calidad de Aguas	Cristian Salvo
16.10 – 16.20	Ronda de consultas y respuestas	Cristian Salvo
16.20 – 16.45	Entrega de Certificados a Participantes del Curso	Maestro de Ceremonias
16.45 – 16.55	Palabras de agradecimiento y cierre	Cristian Salvo
16.55 – 17.00	Cóctel de Finalización	Consultora

Fuente: elaboración propia, 2019

III.5.3 Evaluación de la actividad

Al finalizar la ceremonia, se solicitó a los participantes responder un *Cuestionario de Autoaplicación* con el propósito de medir satisfacción de la actividad realizada. Fueron respondidos 31 cuestionarios. Se obtuvieron promedios que fluctuaron entre 5,9 y 6,8 con una media global de 6,5 (nota mínima 1 y máxima 7), de modo que se concluye que hubo alta satisfacción respecto a la organización, medios y contenidos dispuestos para esta actividad. En la siguiente Tabla se presenta el detalle de resultados.

Tabla III-35. Promedios de las variables del Cuestionario de Autoaplicación del Acto de Cierre

Afirmación	Promedio Obtenido (rango de valores de 1 a 7)
a) La convocatoria a la actividad fue adecuada.	6,3
b) Recibí previamente información del objetivo de la actividad.	5,9
c) El lugar donde se realizó la actividad fue adecuado.	6,8
d) El horario en que se realizó la actividad fue adecuado.	6,8
e) La información entregada en la actividad fue clara y comprensible.	6,7
f) Los medios audiovisuales de apoyo (data) mejoraron la presentación.	6,6
g) Fueron aclaradas las dudas que se presentaron en la comunidad.	6,2
h) La duración de la actividad fue adecuada.	6,7

Fuente: elaboración propia, 2019

En el “Anexo I. Ceremonia de Cierre”, se encuentra la presentación, fotografías y cuestionarios autoaplicados.

III.6 Verificadores del pago de remuneraciones y cotizaciones del equipo de trabajo

Respecto a este apartado, en “Anexo J. Verificadores Remuneraciones” se encuentran los respaldos del pago de remuneraciones y cotizaciones del equipo de trabajo, correspondiente al periodo en curso.

IV. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- 1.- ACCBBN en Biobío y JV del río Longaví en Maule. 2009. Programa de gestión de la Calidad del agua de riego por parte de organizaciones de regantes de las regiones del Maule y Biobío.
- 2.- AENOR. 2004. Calidad del Agua. Guía para el muestreo en rutina y el pretratamiento de diatomeas bentónicas de ríos. 2004. UNE-EN 13946.
- 3.- ARUMI, J.L., Núñez, J., Salgado, L. y Claret, M. 2006. Evaluación del Riesgo de Contaminación con Nitrato de Pozos de Suministro de Agua Potable Rural en Chile. Rev Panam Salud Publica/Pan Am J Public Health 20(6).
- 4.- CENMA. 2010. Propuesta de Utilización de Biocriterios para la Implementación y Monitoreo de la Norma Secundaria de Calidad Ambiental (apartado desarrollado para la cuenca del río Mataquito).
- 5.- CIREN. 2016. Catastro Frutícola Principales Resultados, Región del Maule.
- 6.- CNR. 2013. Programa de Transferencia para el Desarrollo del Riego en Ancoa.
- 7.- CNR. 2007. Diagnóstico del Riego y Drenaje de la VII Región. Diagnóstico actual del Riego y Drenaje en Chile y su proyección.
- 8.- DGA, 2004. Diagnóstico y Clasificación de Cursos y Cuerpos de Agua Según Objetivos de Calidad: cuenca del río Maule.
- 9.- DGA. 2004. Diagnóstico y Clasificación de Cursos y Cuerpos de Agua Según Objetivos de Calidad: cuenca del río Mataquito.
- 10.- DGA. 2007. Manual de Normas y Procedimientos. Departamento de Conservación y Protección de Recursos Hídricos.
- 11.- DGA. 2012. Estudio de Regulación y Gestión de las Aguas de Riego Maule Norte, VII Región.
- 12.- DGA. 2014. Análisis Crítico de la Red de Calidad de Aguas Superficiales y Subterráneas de la DGA.
- 13.- Dorronsoro, C. 2001. Contaminación de suelos por sales solubles. Universidad de Granada.

- 14.- Eastman, Catalina. 2011. Capacitación de los Usuarios del Agua de Riego para la Gestión de la Calidad del Recurso Hídrico en la Cuenca del Río Maule. Memoria de Título U. de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Escuela de Pregrado.
- 15.- INE. 1987. Norma Chilena 1333 Sobre Requisitos de Calidad de Agua para Diferentes Usos. Instituto Nacional de Normalización. Santiago, Chile. 9 pp.
- 16.- INIA. 2005. Ganadería y Contaminación Difusa, implicancias para el Sur de Chile. Agricultura Técnica, INIA 65 (3): pp. 330-340. Alfaro M. y Salazar F.
- 17.- INIA. 2006. Métodos de Análisis de Aguas para Riego.
- 18.- MOP – DGA Departamento de Conservación de Recursos Hídricos. 2014. Análisis crítico de la red de calidad de aguas superficiales y subterráneas de la DGA.
- 19.- MOP - Universidad de Talca – EIAS. 2009. Estudio de Seguimiento Ambiental Embalse Ancoa.
- 20.- NCh 1333 Of.78. 1987. Norma Chilena de Calidad de Aguas para Riego y Otros Usos.
- 21.- NORMATIVA CEN TC 230. 2005. Guidance for Routine Sampling of Benthic Algae in Shallow Swift Running Waters.
- 22.- OMS. 2003. Sulfate in drinking-water. Documento de referencia para la elaboración de las Guías de la OMS para la calidad del agua potable. Ginebra (Suiza), Organización Mundial de la Salud (WHO/SDE/WSH/03.04/114).
- 23.- Universidad de Concepción, Departamento de Recursos Hídricos, Facultad de Ingeniería Agrícola. 2010. Tecnología de manejo de agua para una agricultura intensiva sustentable. Editorial Universidad de Concepción.
- 24.- USEPA. 1992. United States Environmental Protection Agency. Supplemental Guidance to RAGS: Calculating the concentration term. Intermittent Bulletin, Vol 1, No. 1. Washington. Hallado en: <http://www.deq.state.or.us/wmc/tank/documents/epa-ucls.pdf>. Acceso el 16 de agosto de 2006.

