

CNR-0403_V1

“MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA”

CANAL BUZETA

INFORME EJECUTIVO

Santiago, diciembre de 2015





“MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA”

CANAL BUZETA

INFORME EJECUTIVO

Santiago, diciembre de 2015



**COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO
MINISTERIO DE AGRICULTURA**

**“MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y
BUZETA”**

N° 4184-3000-GA-INF-008_0

INFORME EJECUTIVO CANAL BUZETA

REV.		Ejecutor	Revisor	Aprobador	DESCRIPCIÓN
B	Nombre Firma	C. Sandoval/ S. Perez /P. Muñoz / S. Rivano /P. Murua / R. Suarez	P. Zúñiga	D. González	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	27.02.15	27.02.15	27.02.15	
0	Nombre Firma	C. Sandoval/ S. Perez /P. Muñoz / S. Rivano /P. Murua / R. Suarez	P. Zúñiga	D. González	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	17.12.15	17.12.15	17.12.15	

“MEJORAMIENTO CANALES BELLAVISTA, VILLALÓN Y BUZETA”

INFORME EJECUTIVO CANAL BUZETA

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	5
2	REVISIÓN DE ANTECEDENTES EXISTENTES	6
2.1	ANTECEDENTES	6
2.2	ÁREA DE ESTUDIO	8
3	ANTECEDENTES BÁSICOS GENERADOS PARA EL ESTUDIO	9
3.1	CATASTRO Y ESTADO DE INFRAESTRUCTURA	9
3.2	TOPOGRAFÍA	9
3.3	CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA	10
3.4	DETERMINACIÓN DE PÉRDIDAS POR FILTRACIÓN	11
3.5	PROBLEMAS IDENTIFICADOS POR LOS REGANTES – PARTICIPACIÓN CIUDADANA	11
3.6	INSPECCIÓN DE TÚNELES	13
3.7	RESUMEN DEL ESTADO DE LOS REVESTIMIENTOS Y DE LAS OBRAS CATASTRADAS	13
4	ESTUDIOS BÁSICOS	16
4.1	HIDROLOGÍA	16
4.1.1	Caudales de Crecida	17
4.2	ANÁLISIS HIDRÁULICO	19
4.2.1	Modelación en Operación Normal	20
4.2.2	Modelación de la capacidad máxima del canal	20
4.2.3	Modelación en eventos de precipitación	22
4.3	GEOTECNIA	23
4.3.1	Prospecciones	23
4.3.2	Calicatas	23
4.3.3	Programa de Ensayos	23
4.3.4	Ensayos In situ	23
4.3.5	Prospecciones Complementarias	24
4.3.6	Conclusiones	24
4.4	GEOLOGÍA	25
5	DIAGNÓSTICO INFRAESTRUCTURA DE RIEGO	26
5.1	ORGANIZACIÓN DE USUARIOS	26
5.2	OPERACIÓN NORMAL	26
5.2.1	Operación Normal	26
5.2.2	Operación en Época de Sequía	26
5.3	PROBLEMAS IDENTIFICADOS	27
5.3.1	Problemas en la Operación del Riego	27
5.3.2	Problemas en la Seguridad Física	31
5.3.3	Otros Problemas	32
5.4	PROPOSICIÓN ALTERNATIVAS DE OBRAS	33
5.5	SITUACIÓN AMBIENTAL	36

6	PRESUPUESTO MEJORAMIENTOS.....	37
6.1	PRECIOS UNITARIOS	37
6.2	PRESUPUESTO	38
7	EVALUACIÓN ECONÓMICA	43
7.1	RENTABILIDAD DEL PROYECTO RIEGO.....	43
7.2	RECOMENDACIÓN SOBRE EL TAMAÑO DEL PROYECTO RIEGO	44
7.3	MOMENTO ÓPTIMO DE INVERSIÓN.....	45
8	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46

LISTADO DE TABLAS

Tabla 3-1:	Participación en actividades de PAC, según género	12
Tabla 3-2	Estado de Revestimientos en canal Buzeta	13
Tabla 3-3	Obras de cruce deficientes.....	13
Tabla 3-4:	Compuertas en mal estado.....	14
Tabla 4-1:	Estimación de caudales afluentes al canal Buzeta.....	18
Tabla 5-1	Obras de cruce deficientes.....	27
Tabla 5-3:	Diagnóstico sistema de aforos en canal Buzeta	28
Tabla 5-4	Clasificación de obras de cruce de quebrada.....	32
Tabla 5-5	Alternativas de Obras – Operación de Riego	33
Tabla 5-6	Alternativas de Obras – Seguridad Física del Canal	34
Tabla 5-7:	Relación del Proyecto y elementos ambientales	36
Tabla 6-1:	Costos de mejoramiento del canal Buzeta	38
Tabla 8-1:	Tipo de Mejoramiento Considerado por Tramo de Canal (km).....	46

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1-1	Compuertas Canal Buzeta	5
Figura 3-1	Monolito PR de Concreto con placa de aluminio ubicado en ruta D37-E	10
Figura 3-2:	Gráfico comparativo de pérdidas de caudal	11
Figura 4-1:	Ubicación general área de estudio	16
Figura 4-2:	Perfil topográfico canal Buzeta con niveles de escurrimiento.....	20
Figura 4-3:	Secciones de desborde del canal Buzeta para distintos caudales.....	21
Figura 4-4:	Caudal acumulado en el canal bajo el escenario de lluvia de T=2 años	22
Figura 4-5:	Ubicación sondajes canal Buzeta.....	24
Figura 5-3	Pérdida de caudal acumulada en Buzeta	29
Figura 5-4:	Ubicación Mayores Pérdidas en el Canal Buzeta.....	30
Figura 5-5:	Ubicación Problemas Geotécnicos.....	31
Figura 5-6:	Ubicación Extracciones en el Canal	32

Figura 7-1: Curva del VAN a Precios Sociales	44
Figura 7-2: Curva del VAN a Precios Privados	44

1 INTRODUCCIÓN

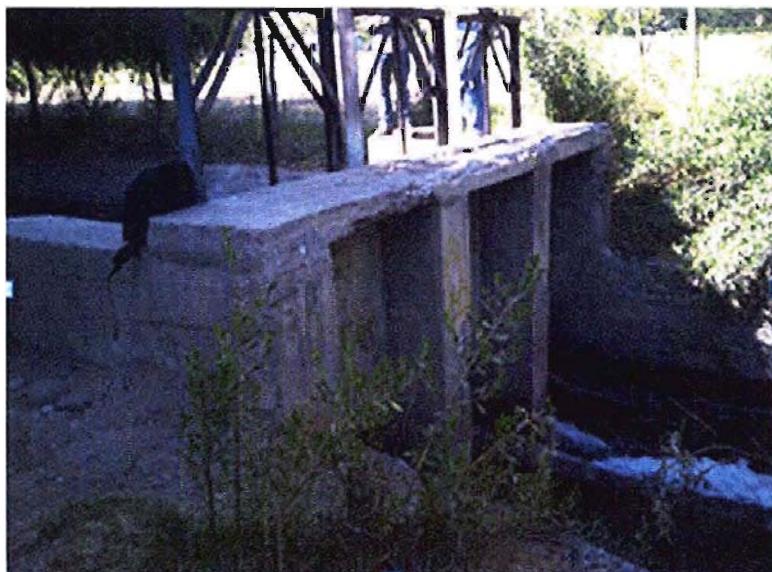
La presente consultoría corresponde a la elaboración del Estudio de Prefactibilidad para el Proyecto “Mejoramiento Canales Bellavista, Villalón y Buzeta”, encargado a ARCADIS Chile por la Comisión Nacional de Riego (en adelante CNR) del Ministerio de Agricultura. Este estudio tiene por objetivo realizar una propuesta de mejoramiento y optimización para los sistemas de riego de los canales. Dicha propuesta se debe realizar a nivel de prefactibilidad, considerando obras con criterio de optimización de las inversiones y que se justifiquen económicamente.

En forma preliminar, es necesario realizar un diagnóstico respecto del estado actual de la infraestructura de cada canal y de su estado de conservación general, proponiendo las obras que permitan reducir pérdidas de agua (ya sea por filtración o mal estado de obras) y generar las mejoras en la seguridad física del canal y sus obras anexas (colapso en cruces de quebradas, mejoras en la estabilidad de túneles, cortes de ladera, etc) así como de la operación del sistema, de modo que las aguas se distribuyan de acuerdo a derecho, asegurando la entrega del recurso a los usuarios en la cantidad y oportunidad que les corresponde.

Además se incorporará el concepto de multiuso de las aguas para riego con potencial de hidrogenación eléctrica, aprovechando las aguas de riego y los desniveles que la topografía de cada canal presenta. Se analizará y evaluará económicamente la posibilidad de generación, con los recursos de cada canal y supeditado a la operación del riego. El conjunto de obras propuestas debe evaluarse económicamente, considerando que las inversiones realizadas en el mejoramiento de cada canal, permitirá generar beneficios agrícolas producto de la mayor seguridad que cada usuario percibirá al tener una sistema de riego que permita la entrega de las aguas en la cantidad y oportunidad de acuerdo a derecho y disponibilidad hidrológica del recurso.

El presente documento corresponde al informe ejecutivo del Canal Buzeta.

Figura 1-1 Compuertas Canal Buzeta



2 REVISIÓN DE ANTECEDENTES EXISTENTES

2.1 ANTECEDENTES

Los antecedentes revisados para este estudio han sido los siguientes:

- Información Estadística Hidrológica en Línea, www.dga.cl.
- “Balance hídrico de Chile”. DGA. 1987
- “Investigación de Recursos Hidráulicos IV Región”. SERPLAC, DGA, ONU y CORFO: 1978.
- “Análisis Uso Actual y Futuro de los Recursos Hídricos de Chile”. IPLA LTDA. 1996.
- “Catastro de Usuarios de Aguas de la Cuenca del Río Choapa”. Solano Vega y Asociados Ingenieros Consultores Ltda. 1987
- “Levantamiento de Información Sobre Derechos No Inscritos Susceptibles de Regularizar. Cuenca de los Ríos Huasco, Elqui, Limarí y Choapa”. AC Ingenieros Consultores Ltda. 2006.
- Registro de Derechos de Aprovechamiento de Aguas. www.dga.cl.
- Actualización Uso Actual y Futuro de los Recursos Hídricos Zona I Norte, Regiones I a V Sur
- “Consultoría OME-30. Mejoramiento Canal Buzeta”. AC Ingenieros Consultores. 1993.
- Mejoramiento Integral de Canales de la Cuenca del Río Elquí, IV Región
- Consultoría OME-04 Mejoramiento Sistema Paloma
- Estudio de Prefactibilidad Construcción Embalse Canelillo
- “Estudio Integral de Riego Proyecto Choapa”. Ingendesa. 1995
- “Evaluación del Programa de Obras de Riego Medianas y Menores – PROMM”. Cima Consultores S.A. 1998.
- “Diagnostico Actual del Riego y Drenaje en Chile y su Proyección. Diagnóstico del Riego y Drenaje en la IV Región”. AC Ingenieros Consultores. 2003.
- “Diagnóstico Base de los Embalses El Bato y Corrales, IV Región”. Cuenca Ingenieros Consultores. 2004.
- “Optimización del Sistema de Riego Embalse Corrales Río Choapa”. Cuenca Ingenieros Consultores. 2006.
- OME-30. Mejoramiento Canal Buzeta. AC Ingenieros Consultores. OME 30. 1993.
- Optimización del Sistema de Riego Embalse Corrales Río Choapa
- Estudio Integral de Riego Valle del Río Elqui
- Estudio Integral de Riego Proyecto Choapa
- Diagnóstico de los Embalses el Bato y Corrales, IV Región
- Estudio de los Recursos Hídricos en el Secano de la IV Región, para una Propuesta de Desarrollo Agrícola
- Estudios de Suelos de los Valles del Elqui, Limari y Choapa
- Hoja Illapel, Región de Coquimbo. Carta geológica de Chile N° 69 escala 1:250.000. Chile, 1991.
- Programa Desarrollo Territorial de Áreas Productivas Bajo Riego para Pequeños Agricultores de las Comunas de Illapel y Salamanca, Provincia de Choapa
- Propuesta de Modificación a Metodologías de Evaluación de Proyectos de Riego
- Diagnóstico Actual del Riego y Drenaje en Chile y su Proyección

- Diagnóstico y Caracterización de los Problemas de Drenaje en Chile
- Prodesadales y Departamentos de Desarrollo Rural (DDR) existentes en cada Municipalidad. Dentro de las I. Municipalidades a consultar se encuentran la de Coquimbo, La Serena, Ovalle, Illapel y Salamanca.
- VI y VII Censo Nacional Agropecuario. INE (1997 y 2007)
- Centro Información Recursos Naturales (CIREN)
- Manual de Obras Menores de Riego, año 1996. Comisión Nacional de Riego – CIREN – CORFO.
- Directorio de Infraestructura y Agroindustria Frutícola IV Región.
- Cálculo y Cartografía de la Evapotranspiración Potencial en Chile (CIREN-CNR).
- Políticas Agrarias (ODEPA)
- Atlas Agroclimático y Atlas Bioclimático de Chile de la Universidad de Chile
- FAO N° 24 y N° 56
- Diagnóstico Perfil Agroeconómico Mediante Estándares de Producción. CNR 2013
- Compendio de Información Ambiental, Socioeconómica y Silvoagropecuaria de la IV Región de Coquimbo del año 2001 . Universidad de Chile
- III Curso Interamericano Diseño de Proyectos de Riego y Drenaje, 1995. Este estudio sirve se guía en la adecuación predial de riego en el área del presente proyecto.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA): “Coeficientes técnicos de producción de las principales hortalizas del país”, 1990 y “Coeficientes técnicos de producción de los principales frutales del país”, 1990.
- Horacio Merlet, Evapotranspiración potencial y necesidades netas de agua de riego en Chile, 1986.
- Hugo Faiguenbaum, Producción de Cultivos en Chile, 1988.
- Vicente Giaconi, Cultivo de Hortalizas, 1998.
- Estándares Técnicos Programa Fortalecimiento de las Capacidades de Formulación y Evaluación de Proyectos para la Pequeña Agricultura. . 1993. ODEPA
- Manual de Producción de Hortalizas. Prodecop-Fida-INIA-INDAP. 1998.
- Revista Agroeconómico, Fundación Chile (Diversos Números).
- Manual Fitosanitario Online, año 2013, AFIPA A.G.
- Red de Canales. Recuperado el 04 de 12 de 2013, de Junta de Vigilancia del Río Choapa y sus Afluentes. Junta de Vigilancia del Río Choapa y sus Afluentes. <http://www.riochoapa.com/red-canales>.
- “Análisis de la Disponibilidad del Recurso Hídrico Superficial en Cauces Controlados de las Cuencas de los Ríos Elqui, Limarí y Choapa Alfaro Contreras, C. A., & Honores Urquieta, C. A”. Universidad de La Serena. 2001.
- “Estudio Catastro para Regularizar Derechos de Agua Embalse Corrales”. Junta de Vigilancia Río Choapa. 2009.

El contenido de cada uno de estos queda especificado en Anexo 1: Revisión de Antecedentes.

2.2 ÁREA DE ESTUDIO

El canal Buzeta es uno de los más importantes de la cuenca del río Choapa debido a su extensión, la que alcanza 91 km aproximadamente. Tiene su captación en la ribera izquierda del río, a 2 km aguas arriba aproximadamente de la localidad de Salamanca.

De acuerdo al Catastro de Usuarios de Aguas de la Cuenca del Río Choapa (Solano Vega y Asociados Ingenieros Consultores Ltda), 1987, el canal Buzeta riega los sectores de El Tambo, Tahuinco, Limáhuida, Los Loros y Las Cañas, con 473 usuarios.

Este canal deriva por la ribera sur del río Choapa a 4 km aguas arriba de la ciudad de Salamanca, recorre una extensión de 100 km, regando diversos sectores como El Tambo, Tahuinco, Limáhuida y Las Cañas, abarca una superficie del orden de las 3.720 ha.

El área de riego del Canal Buzeta se extiende en las comunas de Illapel y Salamanca. De esta manera cabe señalar que en la comuna de Illapel la población, entre 1970 y 1982, aumentó desde 21.822 a 25.584 habitantes, lo que significó una tasa interanual de crecimiento de 1,33%; entre el período 1982 y 1992 se incrementó en 13,4%, totalizando 29.007 personas, lo que implicó una tasa interanual del orden de 1,26%; finalmente, entre 1992 y 2002 la tasa de crecimiento ascendió en 0,46% anual, lo que derivó en una población total en 2002 de 30.355 habitantes.

La comuna de Salamanca, por su parte, entre los años 1970 y 1982 exhibió un crecimiento del 11,4%, al pasar desde 18.783 a 20.928 habitantes, lo que implicó una tasa interanual de crecimiento de 0,91%; en 1992 la población anotó 23.126 personas, monto 10,5% más elevado que el registrado en 1982, equivalente a una tasa de crecimiento de 1% anual. En el año 2002 la población totalizó 24.494 habitantes, lo que revela una tasa interanual de crecimiento respecto de 1992 de 0,58%.

Sumando la población de las comunas de Illapel y Salamanca se tiene que la población del área de estudio entre 1970 y 1982, aumentó desde 40.605 a 46.512 habitantes, lo que arroja una tasa interanual de crecimiento de 1,14%; entre el período 1982 y 1992 se incrementó en 12,1%, totalizando 52.133 personas, lo que significó una tasa interanual del orden de 1,15%; finalmente, entre 1992 y 2002 la tasa de crecimiento fue de 0,51% anual, lo que derivó en una población total en 2002 de 54.849 habitantes.

En Planos Generales se muestra el trazado del canal Buzeta y el área de estudio.

3 ANTECEDENTES BÁSICOS GENERADOS PARA EL ESTUDIO

3.1 CATASTRO Y ESTADO DE INFRAESTRUCTURA

Se ha recorrido el canal de tal forma de identificar y ubicar georeferencialmente toda la infraestructura (ver Anexo 2 Catastro), a continuación se presenta un resumen:

Resumen Catastro Canal Buzeta

Obra	Núm. de Obras
Aforador	5
Alcantarilla	12
Bocatoma	1
Canoa	5
Compuerta	290
Marco partidor	2
Puente	11
Sifón	2
Túnel	3
Vertedero	5
Total	336

En donde el 27 % se encuentra en estado deficiente, 18% en estado regular y 55 % en buen estado. La definición de estado de cada una de la infraestructura se especifica en Fichas de catastro elaboradas para cada obra donde se incorpora su ubicación y monografía correspondiente que se detallan en Anexo 2: Catastro. El criterio para definir estado de obras se detalla a continuación:

En el canal se observa deterioro y pérdida de agua en diferentes tramos, embanques por algas, obstrucción del canal en el cruce de quebradas por crecidas de éstas, inestabilidad por caídas de rocas, derrumbes permanentes en el cerro Colliguay zona El Bato entre otros.

3.2 TOPOGRAFÍA

Los trabajos topográficos realizados y que se detallan en Anexo 3 de este Informe comprenden la realización de los siguientes trabajos:

- Red de vinculación GPS primaria y Red GPS secundaria realizada para el control de los futuros trabajos de topografía.
- Nivelación geométrica corriente para el total de vértices monumentados en terreno, para ello se consideraron cuarenta y un (41) Hitos o vértices PRs. Todos los trabajos realizados se encuentran normados por las Especificaciones Técnicas Topográficas ETT-DOH Año 2011.
- Levantamiento Aerofotogramétrico realizado para el Proyecto "Mejoramiento Canales Bellavista, Villalón y Buzeta, Región de Coquimbo". Para ello, se realizaron nuevos

vuelos Color a escala 1:8.000 y 1:20.000 para obtener una restitución escala 1:2.000 y 1:5.000 respectivamente.

- Planos de Planta y Perfiles transversales a lo largo del Canal Buzeta, de una franja de 20 m de ancho del canal y las Obras de Arte que se encuentren en el Canal. Para ello se entregan planos en escala 1:500.
- Además se realizó un balizado a lo largo de todo el Canal, de manera de que cualquier visitante pueda ubicar las obras existentes y proyectadas.
- Todos los productos topográficos se entregan en formato dwg, pdf en el caso de los planos y .xls para las planillas de cálculo de nivelaciones, coordenadas y procesamiento de datos. El Sistema de Referencia utilizado es Datum SIRGAS, UTM 19 ETT_DOH 2011.

Figura 3-1 Monolito PR de Concreto con placa de aluminio ubicado en ruta D37-E



3.3 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

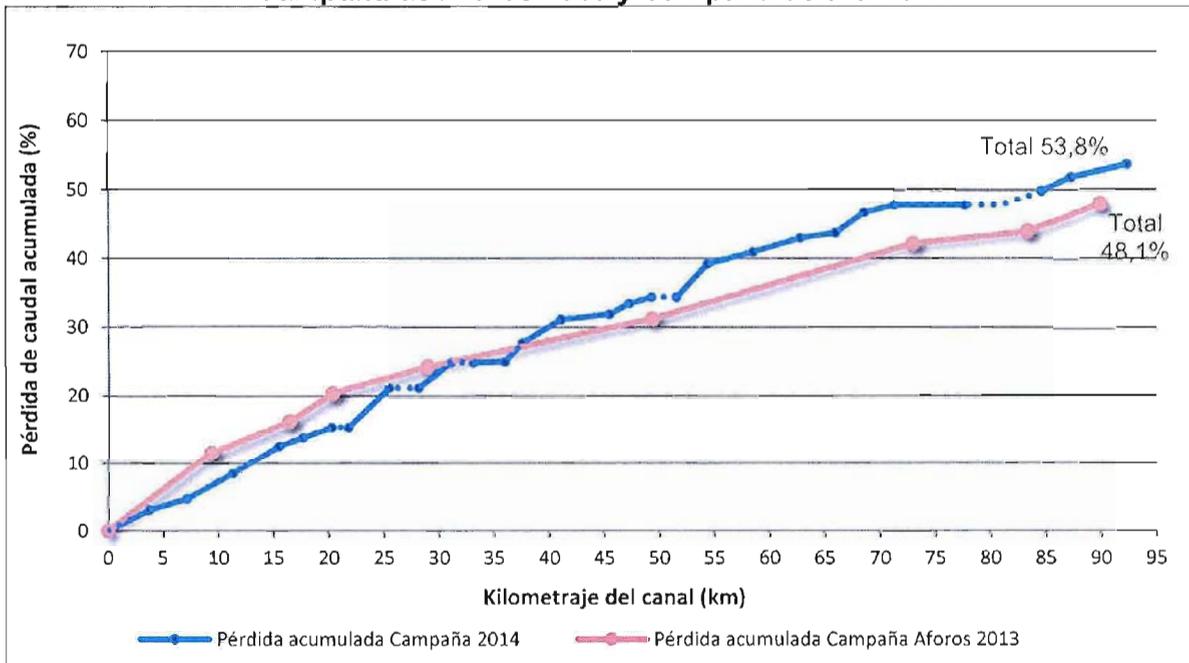
Se ha realizado una caracterización geotécnica del canal Buzeta describiendo los principales hallazgos del recorrido del canal, según los aspectos geotécnicos asociados a caída de rocas, filtraciones, contaminaciones locales, fallas en taludes, etc. Esta caracterización se detalla en Anexo 5.

3.4 DETERMINACIÓN DE PÉRDIDAS POR FILTRACIÓN

En consideración a los criterios estipulados en las bases del estudio, se establecieron secciones de aforos cada 2 km, de manera de medir el caudal en cada tramo del canal.

Al analizar las pérdidas de cada tramo sobre el valor acumulado, se obtiene una pérdida total de 58,3% en la totalidad del canal, valor mayor a las pérdidas de 48,1% estimado en la Campaña de aforos del 2013, como se observa en la Figura 3-2. Al comparar la campaña actual y la realizada el 2013, en general se tiene una tendencia similar en el primeros 20 kms. y en los últimos 20 kms., sin embargo en la zona intermedia no son comparables producto que la campaña anterior no se encuentra al mismo nivel de segmentación en las secciones de aforo.

**Figura 3-2: Gráfico comparativo de pérdidas de caudal
Campaña de Aforos 2013 y Campaña de aforos 2014**



Finalmente, de la tendencia de las pérdidas acumuladas se puede inferir que las pendientes más pronunciadas del gráfico corresponden a los sectores Tahuinco, los Loros, Socavón y las Cañas II, quedando como tramos prioritarios para el mejoramiento y así disminuir las pérdidas por infiltración.

3.5 PROBLEMAS IDENTIFICADOS POR LOS REGANTES – PARTICIPACIÓN CIUDADANA

Para cerrar el levantamiento básico de los problemas en el canal, se realizaron reuniones de participación ciudadana en el transcurso del año 2014, que se detalla en Anexo 13.

Las actividades de participación ciudadana desarrolladas para el canal Buzeta en el marco del estudio contaron con una participación promedio de 59 personas. La primera actividad de PAC fue la que concitó mayor participación, alcanzando el doble del promedio de asistentes (118 personas). En la segunda y tercera actividad, en cambio, la participación llegó solo al 54% (32 personas) y al 45% (27 personas) de ese promedio, respectivamente.

Tabla 3-1: Participación en actividades de PAC, según género

Actividad	Hombres	%	Mujeres	%	Total	%
Primera PAC	96	81,4%	22	18,6%	118	100%
Segunda PAC	31	96,9%	1	3,1%	32	100%
Tercera PAC	18	66,7%	9	33,3%	27	100%
Promedio	48	81,4%	11	18,6%	59	100%

Fuente: Elaboración propia

Del punto de vista del género, la participación femenina promedio fue de un 18,6%, aunque cabe destacar que en la segunda actividad de PAC prácticamente no hubo participación femenina.

Respecto de la baja participación que, en general, se observó después de la primera actividad de PAC, cabe señalar que podría estar relacionada con la naturaleza del estudio y las expectativas y necesidades de los regantes. En efecto, estos señalan enfrentar actualmente diversas dificultades para el desarrollo de la actividad agrícola. Entre ellas, destacan el que la agricultura debe competir con la minería en la captación de mano de obra, lo cual representan una dificultad importante dado que la agricultura presentaría, en general, bajos niveles de rentabilidad. Conjuntamente con ello, la crisis hídrica que se vive en la cuenca estaría condicionando fuertemente las posibilidades que tienen los pequeños agricultores de desarrollar la actividad agrícola.

Así, las preocupaciones de los regantes, especialmente de los pequeños agricultores, están en la actualidad volcadas a lograr soluciones de corto plazo para la obtención de acceso al recurso agua. Dado aquello, es probable que el interés por participar de reuniones para informarse del presente estudio haya disminuido considerablemente tras la primera actividad de PAC, una vez que se informaron de sus objetivos y alcances, verificando que las urgentes necesidades de agua que tienen los pequeños agricultores no se relacionan con los tiempos y plazos de ejecución de las soluciones que se propone en el marco del estudio.

En tal sentido, si bien parte importante de las observaciones realizadas por los participantes de las actividades de PAC fueron acogidas e incorporadas en el estudio, varias de ellas dicen relación con aspectos que exceden los alcances del presente estudio, en particular la extracción no autorizada de agua. Abordar los problemas que expresan los regantes exigiría apoyos específicos para el desarrollo de inversiones que, destinadas a mejorar la seguridad del riego, sean posibles de implementar en el corto plazo.

3.6 INSPECCIÓN DE TÚNELES

Se realizaron inspecciones de todos los túneles del canal Buzeta, indicando su estado geotécnico.

3.7 RESUMEN DEL ESTADO DE LOS REVESTIMIENTOS Y DE LAS OBRAS CATASTRADAS.

Se ha determinado que existen aproximadamente 23 km con algún tipo de revestimiento en el canal (25% de la longitud total del canal), de los cuales un 78% se encuentra en buen estado, un 13% en estado regular, y un 9% en estado deficiente. El detalle según tipo de revestimiento y estado se presenta en la Tabla 3-2.

Tabla 3-2 Estado de Revestimientos en canal Buzeta

Revestimiento		Estado (km)		
Material	Ubicación o tipo	Bueno	Regular	Deficiente
Hormigón	Sección Completa	0,81	0,31	-
	Ribera Izquierda	-	-	-
	Ribera Derecha	0,70	-	-
	Canal Abovedado	-	-	-
Mampostería	Sección Completa	7,17	0,13	1,22
	Ribera Izquierda	-	-	-
	Ribera Derecha	8,41	2,61	0,84
Geomembrana	Sección Completa	1,16	-	-
Mixto Mampostería y Shotcrete	Fondo y ribera derecha	-	0,04	-
Sin Revestimiento	-	-	-	68,61

Con respecto a los tramos sin revestir, cabe señalar que la mayoría presenta un estado deficiente, ya que han perdido la geometría y requieren de un profundo proceso de limpieza. Actualmente no existen sellos de fondo en el canal por lo que muchas de sus secciones no pueden ser re-perfiladas.

Dentro de las obras de cruce del canal con necesidad de mejoramiento, se identificaron 2 sifones y 1 puente. En la tabla siguiente se presenta la ubicación de las obras con la nomenclatura correspondiente al catastro realizado y a continuación se presenta su respectiva falencia técnica.

Tabla 3-3 Obras de cruce deficientes

Nomenclatura	Tipo de Obra	Km	Problema Detectado
SF1	Sifón	15,59	Sin rejilla, riesgo de caída
PT9	Puente	37,75	Mal estado del hormigón. Este puente está constituido por madera y hormigón.
SF2	Sifón	56,59	Sin rejilla, riesgo de caída.

Ambos sifones se encuentran desprotegidos en la entrada, por lo que se pueden generar obstrucciones del flujo por el ingreso de elementos mayores.

El puente PT9 se encuentra en muy mal estado y podría afectar la inestabilidad del canal, además de ser un peligro para las personas que transitan por él. Cabe hacer notar que el puente PT10, que ha sido identificado en catastro en estado deficiente, no se ha incluido a este mejoramiento ya que corresponde a un cruce no autorizado de un propietario, el cual el año 2014 la junta de vigilancia estaba comunicándose con el dueño de manera de eliminarlo.

Dentro de las obras de descarga del canal en estado deficiente se identificó el vertedero VT4, ubicado en el km 36,18. El vertedero se encuentra fuera de servicio al estar completamente cubierto por material y sedimentos de la quebrada.

Se identificaron 71 compuertas de entrega o descarga en estado deficiente. Las principales deficiencias encontradas fueron:

- Compuertas de acero en mal estado.
- Embancamiento de sedimentos en la entrada de la compuerta.
- Obstrucciones de vegetación en la entrada de la compuerta.
- Mal encauce del canal hacia la compuerta debido a inexistencia o mal estado de los muros de ala de la compuerta produciendo filtraciones laterales.

El resumen de las 71 compuertas en mal estado se muestra en la Tabla 3-4.

Tabla 3-4: Compuertas en mal estado

Compuerta	Tipo	Tipo de Problema		
		Compuerta de Acero en Mal Estado	Mal Encausamiento a la Compuerta	Obstrucción con Vegetación o Embancamiento
CP14	R	X		X
CP15	R	X		
CP16	R	X		X
CP26	R		X	X
CP35	R		X	X
CP65	R		X	
CP66	R		X	
CP67	R			X
CP69	R		X	
CP70	R		X	X
CP72	D			X
CP97	R		X	
CP98	R		X	
CP99	R		X	X
CP100	R		X	
CP101	R		X	X
CP102	D		X	X
CP103	D	X	X	X
CP117	D			X
CP122	R		X	
CP147	D	X		
CP158	R	X		
CP159	R	X		
CP164	R	X		
CP166	R	X		
CP170	R	X	X	
CP171	R	X		
CP176	R	X		

Compuerta	Tipo	Tipo de Problema		
		Compuerta de Acero en Mal Estado	Mal Encausamiento a la Compuerta	Obstrucción con Vegetación o Embancamiento
CP180	R	X	X	
CP182	R	X		
CP183	R	X		
CP184	R	X		
CP185	R	X		
CP187	R	X		
CP191	R	X		
CP192	D		X	
CP193	R	X		X
CP194	R	X		
CP195	R	X		
CP196	R	X		
CP197	R	X		
CP199	R	X		
CP204	R	X		
CP207	R	X		
CP210	R	X		
CP212	R	X		
CP213	R	X		
CP214	R	X		
CP216	R	X		
CP217	R	X		
CP218	R	X	X	
CP230	R	X		
CP237	R			X
CP250	R	X		
CP251	R	X		X
CP256	R	X		
CP257	R	X		
CP259	R	X		
CP260	R	X		
CP261	R	X		
CP262	R	X		
CP275	R	X		
CP276	R	X	X	
CP277	R	X	X	
CP278	R	X		
CP279	R	X	X	
CP281	R	X	X	
CP282	R	X	X	
CP283	R	X	X	
CP284	R	X	X	
CP286	R	X	X	

R: Compuerta de Riego o Entrega; D: Compuerta de Descarga

4 ESTUDIOS BÁSICOS

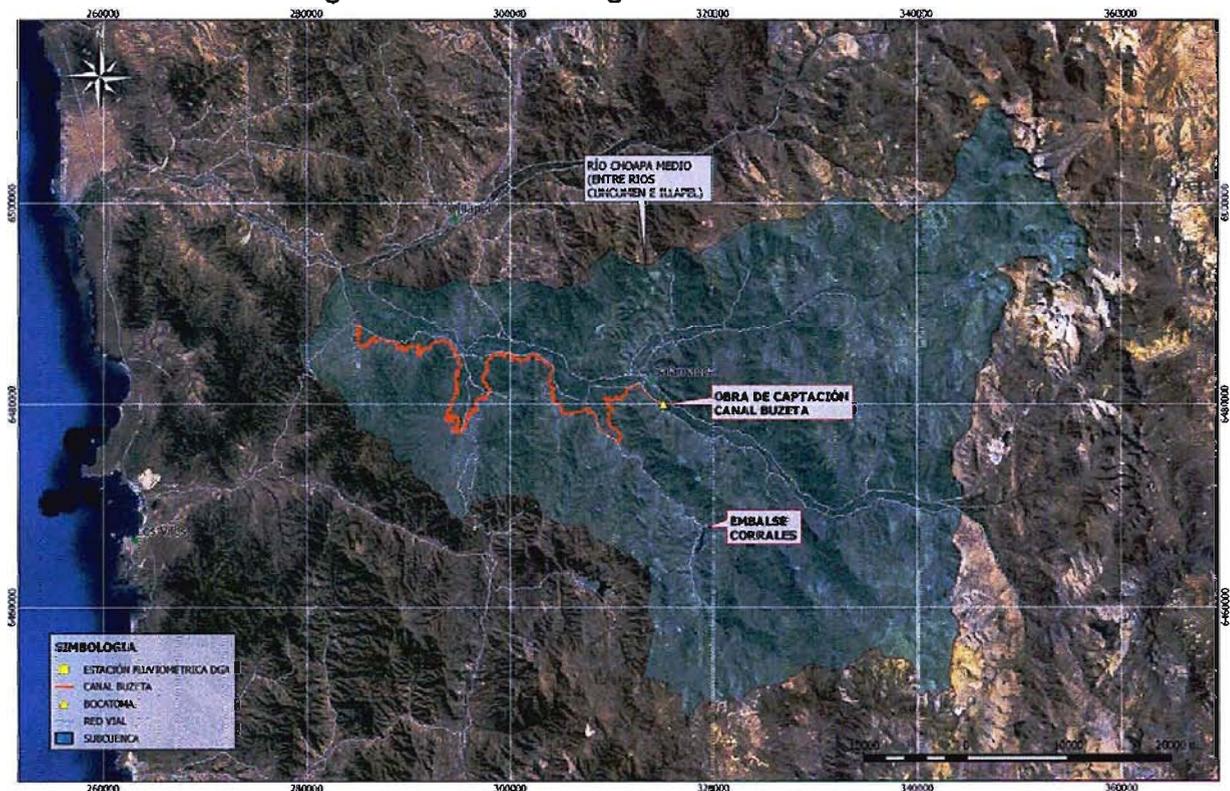
4.1 HIDROLOGÍA

El canal Buzeta se localiza en la cuenca del río Choapa, provincia de Choapa en la IV región de Coquimbo. Esta cuenca se forma de la confluencia de los ríos Totoral y Chicharra en la cordillera de Los Andes, recibiendo hacia aguas abajo los aportes del río Cuncumén desde el norte. Adicionalmente, aguas abajo de la ciudad de Salamanca, el Choapa recibe el aporte del río Chalinga por su margen derecha. El río Illapel, el cual drena el sector Norte de la cuenca, es el afluente más importante, con su descarga al río Choapa unos 30 km aguas arriba de su desembocadura en el Océano Pacífico en el sector de Huentequén.

El canal Buzeta se emplaza específicamente en la subcuenca del río Choapa Medio, la que comprende a la parte de cuenca limitada por la junta del río Choapa con los ríos Cuncumén e Illapel. Esta zona posee una superficie de 2248 km².

En la figura se muestra la ubicación general del área de estudio.

Figura 4-1: Ubicación general área de estudio



Con la finalidad de determinar los recursos hídricos en el cauce del río Choapa se procedió a conformar la curva de variación estacional para distintas probabilidades de excedencia, en base a los caudales medios mensuales de la estación más cercana a la bocatoma del canal.

Se identificaron las estaciones fluviométricas de la Dirección General de Aguas (DGA) existentes en el río Choapa. A partir de esto, se revisaron los registros de las estaciones para comparar que efectivamente el comportamiento de las precipitaciones fuese similar (acorde a la zona homogénea IV.5), y cuyos eventos máximos registrados fueran coincidentes.

4.1.1 Caudales de Crecida

Se han determinado los caudales de crecida de las quebradas aportantes al canal Buzeta bajo el escenario de eventos precipitaciones asociadas a 2, 5, 10, 50 y 100 años de periodo de retorno. Esta información es de utilidad para analizar las capacidades de conducción máximas del canal.

Se definieron 64 quebradas aportantes al canal Buzeta, en base a imágenes satelitales del Google Earth, escogiendo aquellas que presentaran un cauce definido afluente al canal.

De esta selección, actualmente existen 11 quebradas que presentan obra de cruce, ya sea que el canal Buzeta cruza la quebrada en forma subterránea, a través de una alcantarilla o a través de una canoa, permitiendo el paso de la descarga de la quebrada por sobre el canal.

En la tabla siguiente se indica la estimación de caudales de las quebradas afluentes al canal Buzeta utilizando el método racional (los detalles morfológicos de la cuenca se adjuntan en el Anexo 9). Los cálculos se realizaron para distintos periodos de retorno.

Para la estimación de los tiempos de concentración de cada quebrada se utilizó la expresión de Giandotti, cuyo valores finales fueron redondeados a 15, 30, 45 o 60 minutos para obtener directamente la intensidad de lluvia de las curvas IDF.

Tabla 4-1: Estimación de caudales afluentes al canal Buzeta

Código	Km	Nombre quebrada	Obra existente	A (km ²)	Tc Giandotti (min)	Tc (m/in)	c	T=2 años		T=5 años		T=10 años		T=50 años		T=100 años	
								I (mm/hr)	Q (m ³ /s)	I (mm/hr)	Q (m ³ /s)						
MC Q01	4768			0.8	30	30	0.48	5.4	0.6	11.0	1.1	15.9	1.6	31.0	3.2	39.3	4.1
MC Q02	5170			0.8	27	30	0.56	5.4	0.7	11.0	1.4	15.9	2.0	31.0	3.9	39.3	5.0
MC Q03	5647			0.5	23	30	0.56	5.4	0.4	11.0	0.9	15.9	1.3	31.0	2.6	39.3	3.2
MC Q04	11231		CP N°27	2.7	46	60	0.48	4.5	1.6	9.1	3.3	13.2	4.8	25.7	9.3	32.6	11.8
MC Q05	13057			0.3	26	30	0.48	5.4	0.2	11.0	0.4	15.9	0.6	31.0	1.2	39.3	1.5
MC Q06	14739	La Higuera		4.2	55	60	0.48	4.5	2.5	9.1	5.0	13.2	7.3	25.7	14.2	32.6	18.1
MC Q07	17448		CP N°52	5.0	56	60	0.44	4.5	2.8	9.1	5.6	13.2	8.1	25.7	15.8	32.6	20.0
MC Q08	19222			0.4	22	30	0.56	5.4	0.3	11.0	0.6	15.9	0.9	31.0	1.8	39.3	2.3
MC Q09	20836			0.4	28	30	0.48	5.4	0.3	11.0	0.6	15.9	0.9	31.0	1.7	39.3	2.1
MC Q10	21944		AL N°1	4.1													
MC Q11	24148		AL N°2 CP N°84	40.5													
MC Q12	26082	El Canelillo	CP N°93	4.3	56	60	0.48	4.5	2.6	9.1	5.2	13.2	7.5	25.7	14.6	32.6	18.5
MC Q13	26819	El Litre	AL N°3	2.7													
MC Q14	28939		CP N°102	0.6	26	30	0.56	5.4	0.5	11.0	1.1	15.9	1.5	31.0	3.0	39.3	3.8
MC Q15	29843	El Palto		1.4	33	30	0.56	5.4	1.2	11.0	2.4	15.9	3.4	31.0	6.7	39.3	8.4
MC Q16	30115			0.2	18	15	0.56	6.3	0.2	12.7	0.4	18.3	0.5	35.7	1.1	45.2	1.3
MC Q17	30807	El Orrego		0.3	19	15	0.56	6.3	0.3	12.7	0.5	18.3	0.8	35.7	1.5	45.2	1.9
MC Q18	32412			0.1	13	15	0.56	6.3	0.1	12.7	0.2	18.3	0.3	35.7	0.5	45.2	0.6
MC Q19	33351	Guallecán	VT N°2	1.3	36	30	0.48	5.4	0.9	11.0	1.9	15.9	2.8	31.0	5.4	39.3	6.9
MC Q20	35154	Los Maitenes		0.6	26	30	0.56	5.4	0.5	11.0	0.9	15.9	1.4	31.0	2.7	39.3	3.4
MC Q21	36182	Los Loros	VT N°4 CP N°117	3.4	51	60	0.48	4.5	2.0	9.1	4.1	13.2	6.0	25.7	11.6	32.6	14.7
MC Q22	37665			0.2	20	15	0.56	6.3	0.2	12.7	0.5	18.3	0.7	35.7	1.3	45.2	1.6
MC Q23	37901	La Mora	CN N°3	1.1													
MC Q24	39372	El Álamo	CP N°121	0.4	21	15	0.56	6.3	0.4	12.7	0.8	18.3	1.1	35.7	2.2	45.2	2.8
MC Q25	40205			0.0	11	15	0.56	6.3	0.0	12.7	0.1	18.3	0.1	35.7	0.2	45.2	0.3
MC Q26	40728	Lo Castillo		0.1	16	15	0.56	6.3	0.1	12.7	0.3	18.3	0.4	35.7	0.7	45.2	0.9
MC Q27	41613	Paso El Lanco		0.2	19	15	0.56	6.3	0.2	12.7	0.4	18.3	0.6	35.7	1.1	45.2	1.4
MC Q28	42675	Seca		0.6	30	30	0.48	5.4	0.4	11.0	0.9	15.9	1.3	31.0	2.5	39.3	3.2
MC Q29	43206			1.0	33	30	0.48	5.4	0.7	11.0	1.4	15.9	2.1	31.0	4.1	39.3	5.1
MC Q30	44041	Huicoco		2.6	49	60	0.44	4.5	1.4	9.1	2.9	13.2	4.2	25.7	8.1	32.6	10.3
MC Q31	45670			0.1	14	15	0.56	6.3	0.1	12.7	0.1	18.3	0.2	35.7	0.3	45.2	0.4
MC Q32	46021			0.2	22	15	0.48	6.3	0.2	12.7	0.3	18.3	0.5	35.7	1.0	45.2	1.2
MC Q33	47152	Calicanto	AL N°6 CP N°137	13.1													
MC Q34	47657	El Lanco	CP N°139	4.2	58	60	0.48	4.5	2.5	9.1	5.1	13.2	7.5	25.7	14.5	32.6	18.4
MC Q35	48361			0.7	41	30	0.48	5.4	0.5	11.0	1.0	15.9	1.5	31.0	2.9	39.3	3.7
MC Q36	48555			0.5	38	30	0.48	5.4	0.4	11.0	0.7	15.9	1.1	31.0	2.1	39.3	2.7

Código	Km	Nombre quebrada	Obra existente	A (km ²)	Tc Giandotti (min)	Tc (min)	C	T=2 años		T=5 años		T=10 años		T=50 años		T=100 años	
								I (mm/hr)	Q (m ³ /s)	I (mm/hr)	Q (m ³ /s)						
MC Q37	51213		AL N°7	2.1													
MC Q38	52459			0.3	38	30	0.48	5.4	0.2	11.0	0.4	15.9	0.6	31.0	1.2	39.3	1.6
MC Q39	54240			0.4	38	30	0.48	5.4	0.3	11.0	0.6	15.9	0.8	31.0	1.6	39.3	2.0
MC Q40	55218			1.6	43	45	0.48	4.8	1.0	9.7	2.1	14.0	3.0	27.3	5.8	34.6	7.4
MC Q41	55944			0.4	45	45	0.42	4.8	0.2	9.7	0.4	14.0	0.6	27.3	1.2	34.6	1.5
MC Q42	57176		AL N°8	57.7													
MC Q43	58898		AL N°10	31.6													
MC Q44	64623		AL N°12	8.5													
MC Q45	65766		AL N°11	2.5													
MC Q46	70485			3.7	52	45	0.48	4.8	2.4	9.7	4.8	14.0	6.9	27.3	13.5	34.6	17.1
MC Q47	71465		AL N°9	1.2													
MC Q48	72952	Las Diucas	CP N°215	0.8	31	30	0.48	5.4	0.6	11.0	1.1	15.9	1.6	31.0	3.2	39.3	4.0
MC Q49	73837			0.3	19	15	0.56	6.3	0.3	12.7	0.6	18.3	0.8	35.7	1.6	45.2	2.0
MC Q50	74741			0.3	19	15	0.56	6.3	0.3	12.7	0.6	18.3	0.8	35.7	1.6	45.2	2.0
MC Q51	75064			0.1	13	15	0.56	6.3	0.1	12.7	0.2	18.3	0.3	35.7	0.6	45.2	0.7
MC Q52	75933			0.5	26	30	0.56	5.4	0.5	11.0	0.9	15.9	1.3	31.0	2.6	39.3	3.3
MC Q53	76991			0.3	20	15	0.56	6.3	0.3	12.7	0.5	18.3	0.8	35.7	1.5	45.2	1.9
MC Q54	78271	La Higuera	CP N°224	1.6	42	45	0.48	4.8	1.0	9.7	2.1	14.0	3.0	27.3	5.8	34.6	7.3
MC Q55	79032	El Ahorcado		1.3	37	30	0.48	5.4	0.9	11.0	1.9	15.9	2.8	31.0	5.4	39.3	6.8
MC Q56	79878	Las Capachas		0.6	27	30	0.56	5.4	0.5	11.0	1.1	15.9	1.6	31.0	3.1	39.3	3.9
MC Q57	80448	El Quique		9.4	81	60	0.48	4.5	5.7	9.1	11.5	13.2	16.6	25.7	32.4	32.6	41.0
MC Q58	83981			3.9	55	60	0.48	4.5	2.4	9.1	4.8	13.2	6.9	25.7	13.5	32.6	17.1
MC Q59	85098	Los Peumos	CP N°255	3.0	53	60	0.48	4.5	1.8	9.1	3.6	13.2	5.2	25.7	10.2	32.6	13.0
MC Q60	85833		CP N°258	0.4	27	30	0.48	5.4	0.3	11.0	0.6	15.9	0.9	31.0	1.8	39.3	2.2
MC Q61	87134			0.9	32	30	0.48	5.4	0.6	11.0	1.3	15.9	1.8	31.0	3.5	39.3	4.5
MC Q62	88020			0.9	34	30	0.48	5.4	0.6	11.0	1.3	15.9	1.9	31.0	3.6	39.3	4.6
MC Q63	90416			0.0	14	15	0.56	6.3	0.0	12.7	0.1	18.3	0.1	35.7	0.3	45.2	0.3
MC Q64	91810	El Álamo		0.5	31	30	0.44	5.4	0.3	11.0	0.6	15.9	0.9	31.0	1.8	39.3	2.3

Nomenclatura:

AL Alcantarilla

CN Canoa

CP Compuerta de descarga

4.2 ANÁLISIS HIDRÁULICO

El eje hidráulico del canal Buzeta se realizó con el software HEC-RAS versión 4.1.0, que cuenta con un procedimiento computacional unidimensional, basado de la ecuación de la energía. Las pérdidas friccionales son evaluadas a través de la ecuación de Manning y las contracciones/expansiones se determinaron según un coeficiente y la altura de velocidad.

Se utilizó el software ante citado, el cual utiliza datos de entrada de archivos que contienen toda la información relativa a perfiles transversales del canal, rugosidades para cada subsección, pendiente longitudinal y caudales de cálculo. Como resultados entrega los niveles de escurrimiento, área de flujo, velocidad media, altura media, altura crítica, altura normal y el número de Froude, en cada sección y para cada caudal analizado.

La metodología incluye la revisión de las singularidades que pudieran tener efectos sobre las condiciones de escurrimiento de canal. Para ello se incorporaron las obras y elementos singulares, tanto a partir del levantamiento topográfico como del levantamiento monográfico de las obras de arte existentes (puentes, túneles, alcantarillas y sifones), a fin de evaluar adecuadamente las restricciones hidráulicas y puntos críticos que se presenten en cada sección del canal.

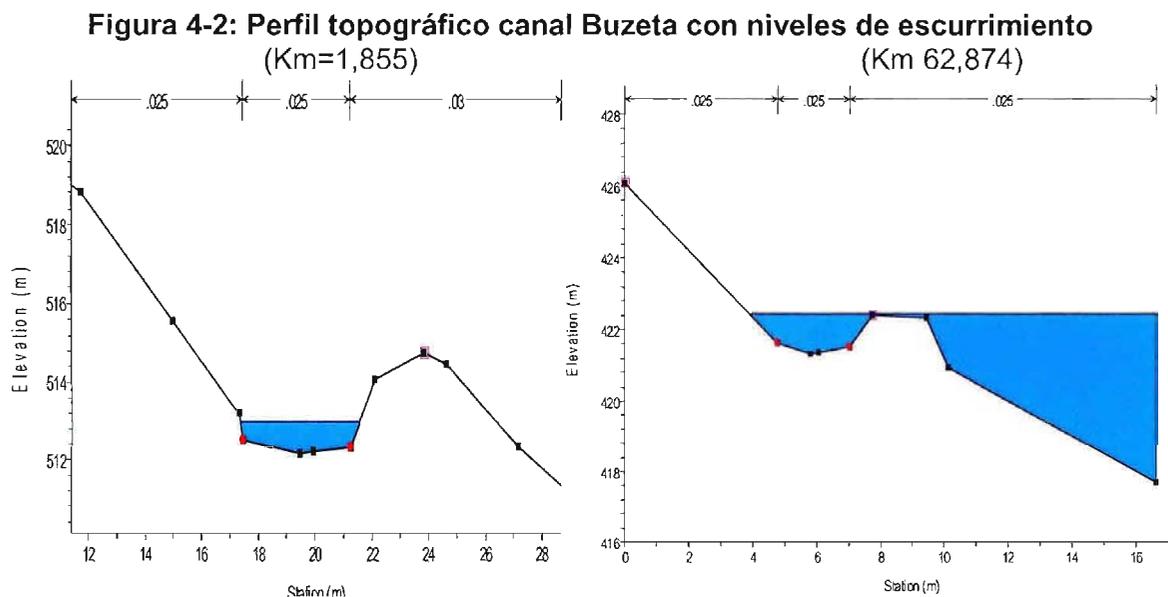
Debido a que el canal Buzeta presenta un régimen mixto, se consideró como condición de borde tanto de agua arriba como de aguas abajo altura normal.

La modelación en el canal Buzeta consideró 3 escenarios de evaluación:

- Transporte hidráulico con caudales en operación normal
- Transporte hidráulico en capacidad máxima del canal
- Transporte hidráulico en crecidas para periodo de retorno de 2 años

4.2.1 Modelación en Operación Normal

El canal Buzeta presenta un comportamiento estable en el caso del transporte hidráulico para un caudal máximo de derecho de 3 m³/s. Existen puntos de desborde que son puntuales y que podrían ser mejorados en términos de aumentar la capacidad hidráulica. La Figura 4-2 compara 2 perfiles del canal con condiciones de escurrimiento sin y con desborde.

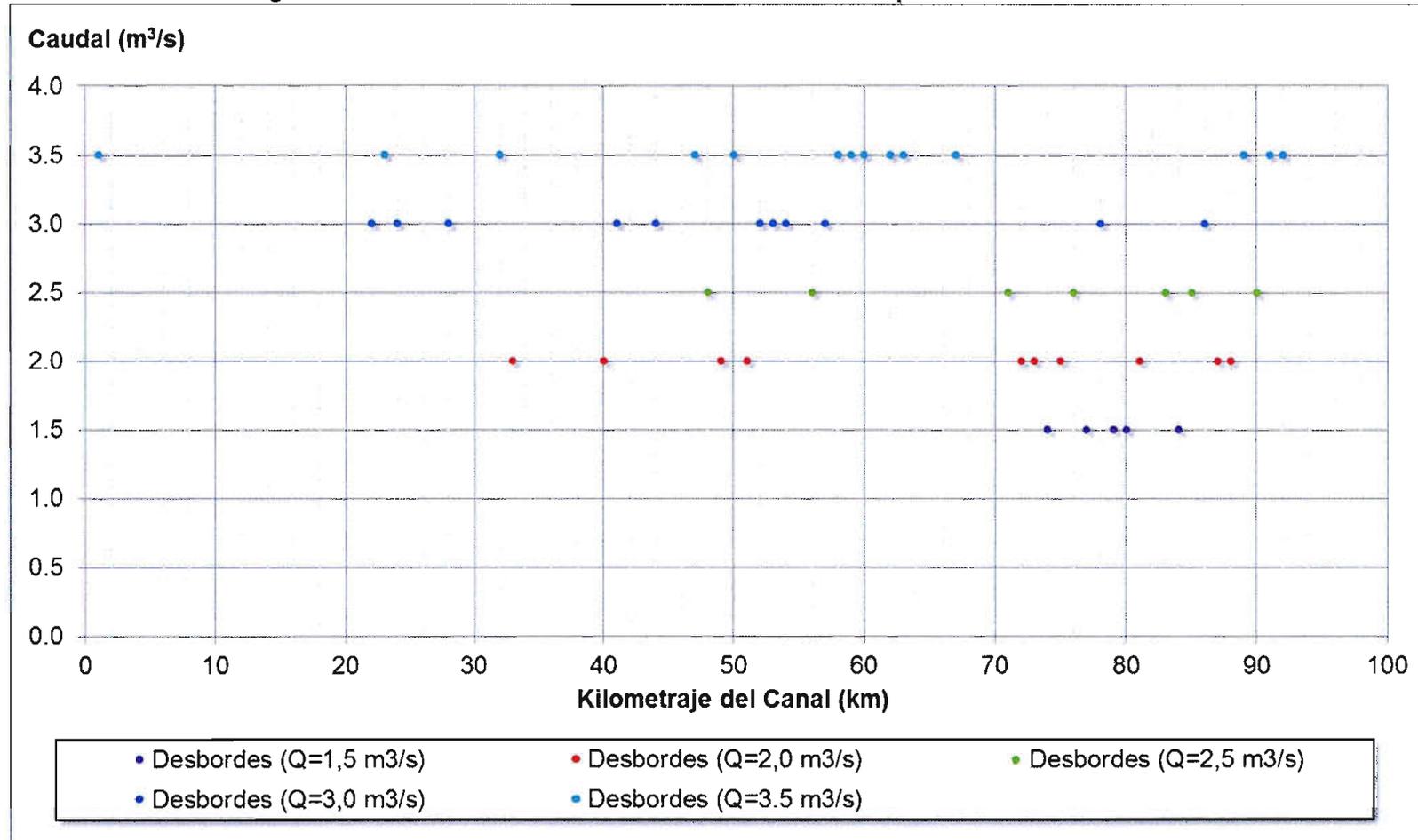


En el Anexo 10.1 se adjunta el perfil longitudinal del canal y las características de escurrimiento de las secciones para un caudal de 3 m³/s.

4.2.2 Modelación de la capacidad máxima del canal

Se modeló el eje hidráulico del canal considerando que éste portea caudales de 1,5 m³/s, 2,0 m³/s, 2,5 m³/s, 3,0 m³/s y 3,5 m³/s. En cada caso se identificaron las secciones en que el canal no tiene la capacidad suficiente para conducir el caudal modelado, generando, en consecuencia, los puntos de desborde que se muestran en la siguiente figura.

Figura 4-3: Secciones de desborde del canal Buzeta para distintos caudales



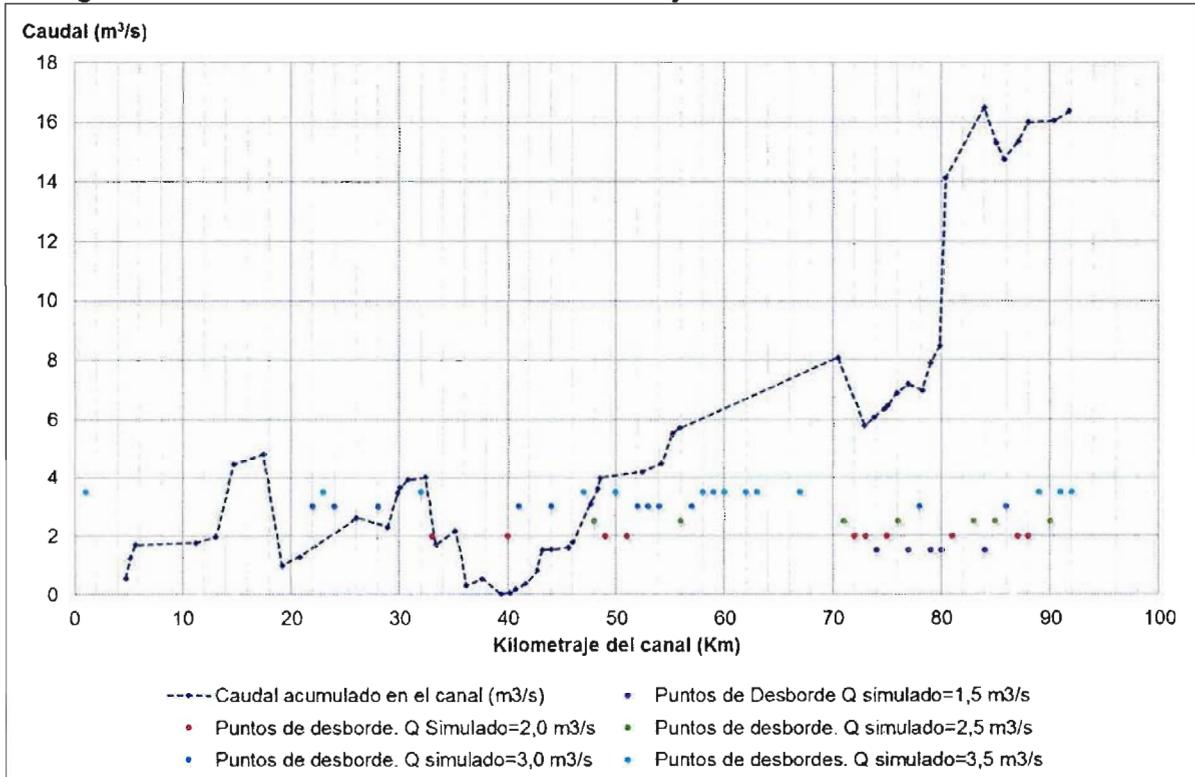
4.2.3 Modelación en eventos de precipitación

Para analizar el comportamiento de canal Buzeta durante eventos de crecida se ha considerado que las compuertas de bocatoma se cierran ante dichos eventos, por lo que los caudales a ser transportados por el canal corresponden únicamente a aquellos que ingresan por las quebradas laterales.

Se ha definido un periodo de retorno de 2 años para la identificación de puntos de desborde en periodo de crecidas, pues corresponde a un evento recurrente, cuyo caudal debiese ser portado sin problemas por el canal, limitándose las mantenciones a crecidas mayores. No se considera para análisis una crecida de mayor periodo de retorno, puesto que el canal tiene como objeto realizar la distribución de los caudales de riego, no el control de crecidas.

En la Figura 4-4 se contrastan los caudales de crecida acumulados en el canal Buzeta (aportes de las quebradas laterales), con la capacidad hidráulica del mismo e incluyendo las obras evacuadoras existentes.

Figura 4-4: Caudal acumulado en el canal bajo el escenario de lluvia de T=2 años



4.3 GEOTECNIA

4.3.1 Prospecciones

La campaña de prospecciones efectuadas como parte de los estudios de apoyo a la Ingeniería de prefactibilidad en el canal Buzeta, se desarrolló entre los días 20 de Mayo y 9 de Junio de 2014 y consideró la excavación por medios manuales de 31 calicatas ubicadas a lo largo del trazado del canal, de hasta 3 m de profundidad.

Estas prospecciones, fueron supervisadas en forma permanente por un Técnico Laboratorista de Arcadis, apoyado en forma parcial por Ingenieros Geotécnicos y prevencionista de riesgo, quienes efectuaron visitas técnicas a terreno durante su ejecución.

4.3.2 Calicatas

Como parte de la campaña se proyectó inicialmente la excavación de 32 calicatas, luego, debido a las condiciones del terreno se excavaron solo 31 (calicatas cbz-06, cbz-30 y cbz-31 fueron reemplazadas por las calicatas cbz-06A y cbz-06B), con un máximo de 3,0 m de profundidad mediante excavación manual. Cabe destacar que la profundidad nominal de excavación propuesta inicialmente en función de la profundidad del lecho del canal, no se logró en la totalidad de las calicatas debido a la presencia de roca y/o nivel freático.

En cada calicata se efectuó la descripción estratigráfica de las unidades reconocidas y se procedió a la recolección de muestras representativas de los distintos estratos detectados para la ejecución de ensayos de laboratorio.

4.3.3 Programa de Ensayos

Con el propósito de caracterizar los materiales sobre los cuales se apoya el canal, se programaron ensayos de laboratorio sobre muestras representativas de suelos extraídas de las calicatas, los cuales fueron ejecutados por el laboratorio Andino.

El resumen de los resultados de los ensayos granulométricos efectuados sobre las muestras extraídas de las calicatas, las cuales exceptuando las muestras Cbz-8 y Cbz-9 (0,25 – 1,00) que corresponde a una arcilla limosa inorgánica de baja a media plasticidad (CL-ML), clasifican como arenas y gravas.

De los resultados de los ensayos ejecutados para este estudio, se deduce que las unidades de suelo corresponden básicamente a gravas y arenas, las cuales presentan contenidos de finos variables entre un 6 a 48% de plasticidad baja, un contenido de arenas entre 27 a 69%, un contenido de gravas entre 0 y 66% y un contenido de sobretamaño entre 0 y 16%. Los certificados de estos ensayos se adjuntan en el Anexo 5.

4.3.4 Ensayos In situ

Se realizaron ensayos de densidad in situ mediante el método de cono de arena en 19 calicatas.

4.3.5 Prospecciones Complementarias

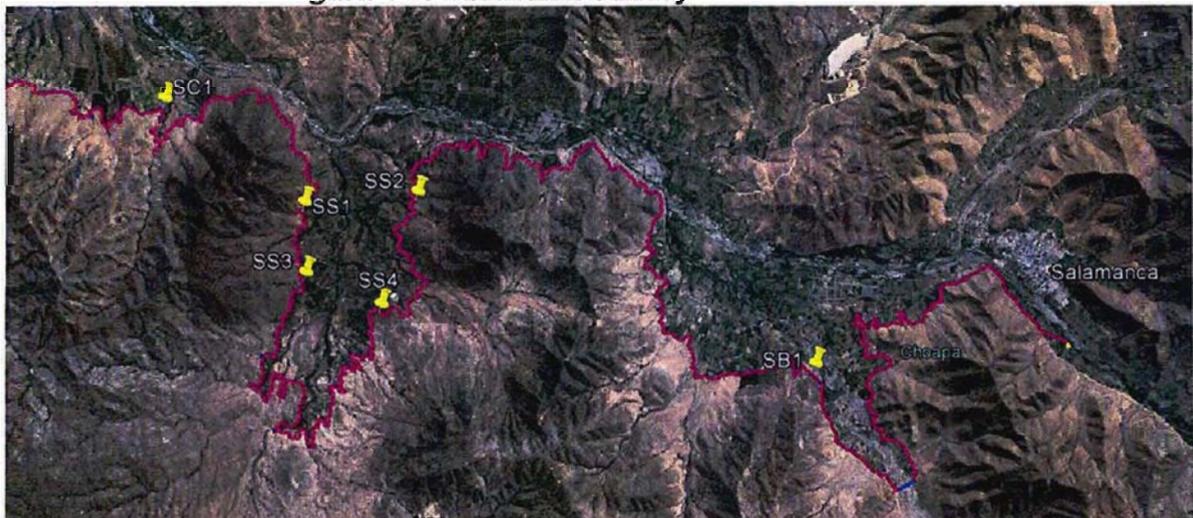
Esta campaña complementaria se efectúa a fin de poder efectuar una validación de los supuestos y consideraciones geotécnicas adoptadas en etapas anteriores del proyecto. Las prospecciones complementarias tienen por objetivo evaluar posibles puntos de alternativas de reducción de filtraciones para distintos sectores del canal Buzeta.

La campaña se compone por las siguientes prospecciones:

- Sector El Bato:
 - o 1 sondaje geotécnico inclinado en 45° de rotación diamantina en HQ3 de 25 m de profundidad
 - o 1 perfil geofísico de 220 m de longitud.
- Sector Socavón:
 - o 4 sondajes geotécnicos verticales de rotación diamantina en HQ3 de 15 m de profundidad
 - o 5 perfiles geofísicos que alcanzaron 1.723 m de longitud
- Sector Las Cañas:
 - o 1 sondaje geotécnico vertical de rotación diamantina en HQ3 de 15 m de profundidad
 - o 1 perfil geofísico de 220 m de longitud.

En el Anexo 5 del presente informe se encuentra el detalle del informe de prospecciones complementarias. Dentro la campaña complementaria se llevaron a cabo 6 sondajes geotécnicos de rotación diamantina en diámetro HQ3, muestreador 96 mm de diámetro y 63.5 mm de diámetro de testigo. La campaña fue realizada durante los meses de Septiembre y Octubre de 2014. En la siguiente Figura se muestra una vista en planta de la ubicación de los sondajes.

Figura 4-5: Ubicación sondajes canal Buzeta.



4.3.6 Conclusiones

- Los depósitos superficiales que componen las unidades de suelo corresponden principalmente a rocas y/o materiales granulares del tipo arenas limosas, arenas

gravosas y gravas arenosas con presencia de finos de baja a nula plasticidad de compacidad baja a media y localmente alta. La potencia de los estratos que es variable a lo largo del trazado del canal. Los depósitos de suelo se consideran excavable con maquinaria convencional.

- En base a las prospecciones mediante calicatas y a la información disponible, se ha podido estimar los parámetros geotécnicos preliminares de las unidades de suelo donde se emplaza el canal. Esta estimación deberá ser verificada con ensayos de laboratorio para futuras etapas de ingeniería del proyecto.
- En base a las prospecciones complementarias mediante sondajes y perfiles geofísicos, ha sido posible establecer las características de puntos de interés donde se proyectan futuras obras de mejoramiento. Estas obras de mejoramiento serán evaluadas en las futuras etapas del proyecto. Para efectos cualitativos, los materiales superficiales de los sectores estudiados, se presentan altamente meteorizados permitiendo efectuar obras de movimiento de tierras para el mejoramiento del canal.

4.4 GEOLOGÍA

El Canal Buzeta se localiza en la parte sur de la Cuarta región Coquimbo, en la provincia del Choapa, extendiéndose a lo largo de 94 Km aproximadamente, en el flanco sur del valle del río homónimo. Administrativamente se localiza en las comunas de Salamanca e Illapel.

Desde el punto de vista geológico, el canal se desarrolla en rocas intrusivas del Cretácico agrupadas en la Súperunidad Illapel, la que está compuesta por las unidades Chalinga y Limáhuida.

En su recorrido el canal se excavó mayoritariamente en rocas intrusivas con diferentes grados de meteorización y eventualmente en variados tipos de suelos asociados a la erosión de las rocas mencionadas y tales como cubiertas regolíticas, depósitos coluviales y/o de conos de deyección, además de los suelos correspondientes a depósitos cuaternarios recientes asociados a la llanura aluvial del río Choapa y a las quebradas afluentes.

Existen zonas o sectores en los cuales el canal históricamente ha sufrido importantes pérdidas por filtraciones específicamente en los sectores de El Tambo y en el valle del río Limahuida.

También se reconocen sectores en los cuales el canal se ha visto afectado por remociones en masa directamente en el sector del canal o por remociones en masa provenientes desde la parte alta de las laderas, que han afectado temporalmente el riego aguas abajo.

Las eventuales caídas de roca desde las laderas hacia el canal, en el caso de los túneles la erosión de los portales y el desprendimiento bloques desde la clave constituyen otra fuente de posibles amenazas a la estabilidad física del canal.

La actividad de familias de roedores de la especie *Spalacopus Cyanus* (Cururo) es actualmente un problema para la estabilidad del pretil o muro a valle en los sectores en que éste se construyó fundamentalmente a base de materiales arenoso.

Para mayor detalle ver Informe Anexo 8: Estudio Geológico y Plano Geológico confeccionado.

5 DIAGNÓSTICO INFRAESTRUCTURA DE RIEGO

5.1 ORGANIZACIÓN DE USUARIOS

La Comunidad de Aguas Canal Buzeta, Rut 72.280.100-8, es representada por Sr. John Paul Furniss Maillet, Rut: 11.828.266-3, con domicilio en Blas Vial N°441, Salamanca. De los tres canales en estudio, es el de menor desarrollo, de mejor disposición al proyecto y que requiere de mayor apoyo de la CNR. Posee 512 regantes con un derecho total de 100 acciones (3.000 l/s).

En cuanto a su organización, el canal Buzeta requiere un particular apoyo en varios ámbitos. Por una parte se verifican entre 7 a 10 títulos con duplicidad, en donde existen empresas involucradas con el mismo título, y que viene de regularizaciones hechas por el SAG año 1988, tal como por ejemplo el caso Agroligure, o el de Agrícola Calle Larga. En este último caso la controversia se sometió a arbitraje, el cual está pronto a notificarse al Canal Buzeta e inscribirse en el Conservador de Bienes Raíces. A este mismo procedimiento de arbitraje, deberían someterse los otros casos de superposición de títulos, con el apoyo de la CNR.

Otro tema en el cual requieren de apoyo corresponde a la circunstancia que sólo hace 2 a 3 años han acogido y aplicado los Estatutos del Canal. El Directorio requiere de una capacitación en la materia. Pero no sólo el directorio, ya que el canal con una extensión de aproximadamente 100 km, está dividido en segmentos, por lo que el Tesorero no es capaz de recorrerlo completamente, delegando en "dirigentes de hecho" (dirigentes vecinales), algunas de las funciones, en particular las cobranzas. Ellos sin embargo adolecen de conocimientos tanto en el Código de Aguas, como en materia de Estatutos del canal. Por tanto solicitan apoyo de CNR a esta iniciativa.

5.2 OPERACIÓN NORMAL

5.2.1 Operación Normal

La Obra de Toma en forma continua es abierta al 50-70% en invierno (caudales aportantes del río) y en verano al 70 -90% (aporte más agua del embalse).

A cada regante se le entrega el recurso semanalmente, para ello los celadores abren sus compuertas un periodo que va entre 30 min a 3 hr., dependiendo de su derecho y prorrateado por sector y descontando las perdidas por filtración 40%.

5.2.2 Operación en Época de Sequía

En época de sequía actual la compuerta se abre continuamente un 20% en invierno (caudales aportantes del río) y un 40 % en verano (aporte del embalse).

A cada regante se le entrega el recurso cada 8 a 10 días, para ello los celadores abren sus compuertas un periodo que va entre 30 min a 3 hr, haciendo un recorrido de aberturas en función de la necesidad (dan prioridad). Dependiendo su derecho y prorrateado por sector Buzeta y descontando las perdidas por filtración 40%.

Operación en Eventos Extremos

Se cierra Obra de Toma y se abren ciertas compuertas de evacuación en función de la crecida. En época Normal existe sector de quebrada que se desbordan y cortan el canal (Los Loros, El tambo, etc.), donde cada 2 a 4 años tienen que reponer talud. Los sectores sufren embancamientos importantes debido a la caída de piedras y lodo.

5.3 PROBLEMAS IDENTIFICADOS

En términos generales, los trabajos realizados identificaron que el canal presenta problemas tanto en la Operación Normal de Riego como en la Seguridad Física del Canal. A continuación se detallan cada uno de estos problemas.

5.3.1 Problemas en la Operación del Riego

5.3.1.1 *Mantenimiento de Obras*

Como parte del catastro de obras realizado para el canal Buzeta, se identificaron las obras hidráulicas que se encontraban en estado deficiente cuyo detalle se describe a continuación.

Dentro de las obras de cruce del canal con necesidad de mejoramiento, se identificaron 2 sifones y 1 puente. En la Tabla 5-1 se presenta la ubicación de las obras con la nomenclatura correspondiente al catastro realizado y a continuación se presenta su respectiva falencia técnica.

Tabla 5-1 Obras de cruce deficientes

Obra de cruce	Nomenclatura	Km
Sifón	SF1	15,587
Puente	PT9	37,750
Sifón	SF2	56,587

Ambos sifones se encuentran desprotegidos en la entrada, por lo que se pueden generar obstrucciones del flujo por el ingreso de elementos mayores.

El puente se encuentra en muy mal estado y podría afectar la estabilidad del canal, además de ser un peligro para las personas que transitan por él.

Dentro de las obras de descarga del canal en estado deficiente se identificó el vertedero VT4, ubicado en el km 36,182. El problema técnico del vertedero es que se encuentra fuera de servicio al estar completamente cubierto por material y sedimentos de la quebrada.

Se identificaron 71 compuertas de riego/descarga en estado deficiente. Las principales deficiencias encontradas fueron:

- Compuertas de acero en mal estado.
- Embancamiento de sedimentos en la entrada de la compuerta.
- Obstrucciones de vegetación en la entrada de la compuerta.
- Mal encauce del canal hacia la compuerta debido a inexistencia o mal estado de los muros de ala de la compuerta produciendo filtraciones laterales.

El resumen de las 71 compuertas en mal estado con la nomenclatura de identificación utilizada en el catastro de obras.

5.3.1.2 Obras faltantes

Actualmente no existen sellos de fondo en el canal por lo que muchas de sus secciones no pueden ser re-perfiladas en su fondo tras un proceso de limpieza.

5.3.1.3 Capacidad Hidráulica

En capítulo 4.2.2 de este informe se analizó la capacidad hidráulica del canal tanto en operación normal como en crecidas, con ello se obtuvieron los tramos en donde se deben diseñar revanchas u otro tipo de infraestructura.

5.3.1.4 Manejo de vegetación acuática

La alta abundancia y densidad de la vegetación acuática y algas en los canales de riego, implica efectos negativos en la operación de éstos, afectando las propiedades hidráulicas del canal, con lo cual se disminuye la velocidad del flujo por un aumento en la rugosidad del canal, disminuye la profundidad y ancho de éste, con la consiguiente disminución del caudal que puede conducir el canal. Este problema se presenta principalmente en los meses de verano.

5.3.1.5 Sistema de Aforo Caudales

La Tabla 5-2 presenta el diagnóstico de la situación actual de los aforadores del canal Buzeta.

Tabla 5-2: Diagnóstico sistema de aforos en canal Buzeta

Sector	Lugar Aforador		Diagnóstico
	Norte (m)	Este (m)	
El Tambo	6.480.233,7	314.539,4	Mal Calibrado
Colliguay	6.478.207,4	309.774,2	Mal Calibrado y rebasa
Tahuinco	6.479.306,3	307.695,8	Mal Calibrado
Limáhuida	6.482.504,2	303.854,0	Mal Calibrado
	(6.477.751,0)	(295.382,0)	No existe
Las Cañas I y II	6.484.954,5	294.540,1	Marco Artesanal

Luego, se propone un nuevo sistema de aforo con el propósito de incorporar un nuevo celador y así disminuir los tiempos de control y operación del canal; en adelante este aforador se llamará Socavón. La ubicación seleccionada se basará en el criterio de que la obra mida el caudal en un sector equivalente a la mitad del total de compuertas del lugar, considerando también que la longitud de los sectores divididos sea similar.

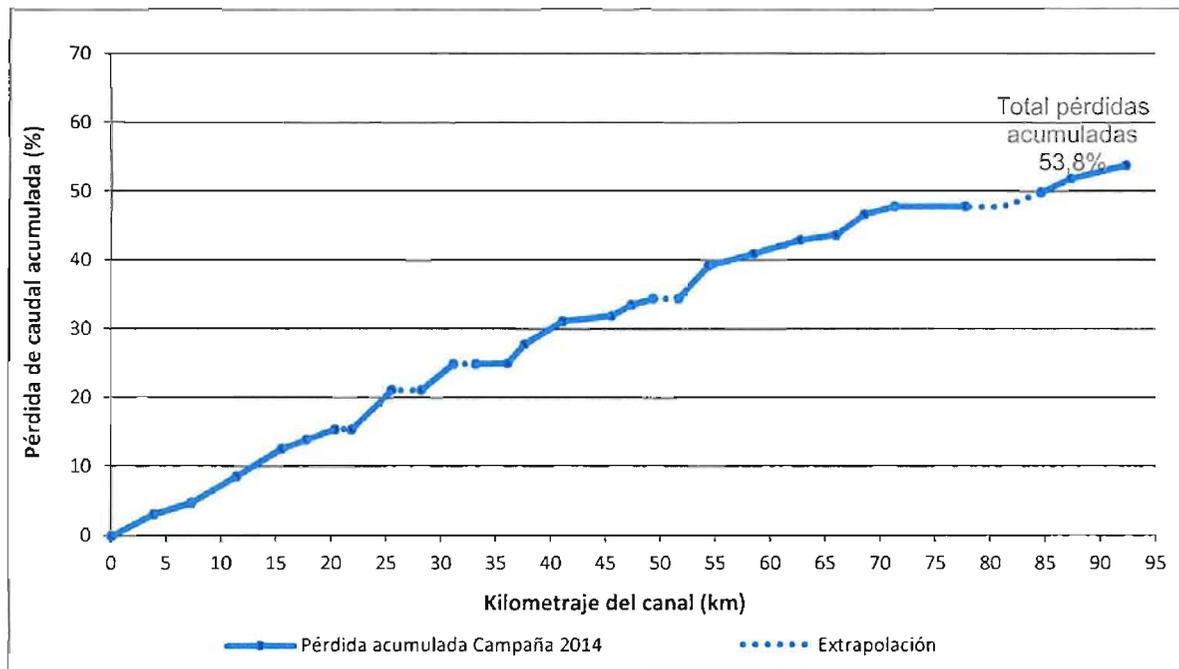
5.3.1.6 Reducción de Perdidas

De la información desarrollada como parte de este proyecto, se cuenta con la campaña de aforos del canal Buzeta, donde se rescata el porcentaje de pérdidas de caudal en los tramos medidos.

La Figura siguiente muestra los resultados de las pérdidas acumuladas de caudal a lo largo del canal. Cabe destacar, que la tendencia de las pérdidas es relativamente constante, sin

embargo se debe considerar que en los primeros sectores del canal se cuenta con mayor transporte de caudal, por lo tanto la cantidad neta infiltrada podría ser mayor en estos sectores.

Figura 5-1 Pérdida de caudal acumulada en Buzeta



De los tramos aforados en el canal, la mayoría de los tramos no cuentan con obras de revestimiento. Según el catastro en terreno, los tramos en tierra representan sobre el 70% del canal. El criterio adoptado para optimizar la reducción de pérdidas por infiltración corresponde a un análisis de costos del revestimiento, según distintas cantidades de longitud mejorada.

En función de los resultados obtenidos en las campañas de aforo, los sectores que presentan mayores pérdidas por infiltración y que son recomendables de mejorar son los siguientes:

Km 20,4: Este sector presenta pérdidas mayores al 5% y por este motivo el canal se encuentra en construcción con obras de mejoramiento en hormigón armado.

Km 21,8 – km 25,5: En este tramo se midió una disminución de caudal de un 7%. Ubicado próximo a la población de Tahuinco, es un tramo que tiene aproximadamente 2,5 km de revestimiento de mampostería, por lo que debe analizarse el resto de la extensión que no tiene ningún tipo de protección como obras de mejoramiento.

Km 36,0 – km 37,6; km 37,6 – km 41,1: En este sector, ubicado en el área de Los Loros, el primer tramo (km 36,0 – km 37,6) presenta una pérdida de un 3,7%. Este sector presenta vegetación en las laderas del cerro donde se ubica el canal, lo que puede ser tomado como una verificación de la existencia de pérdidas en el canal, al no existir otra fuente hídrica aportante.

En el siguiente tramo, existe una pérdida unitaria de caudal de un 10,2%. Este sector se caracteriza por no contar con revestimiento y se debe analizar como un sector prioritario para futuras mejoras.

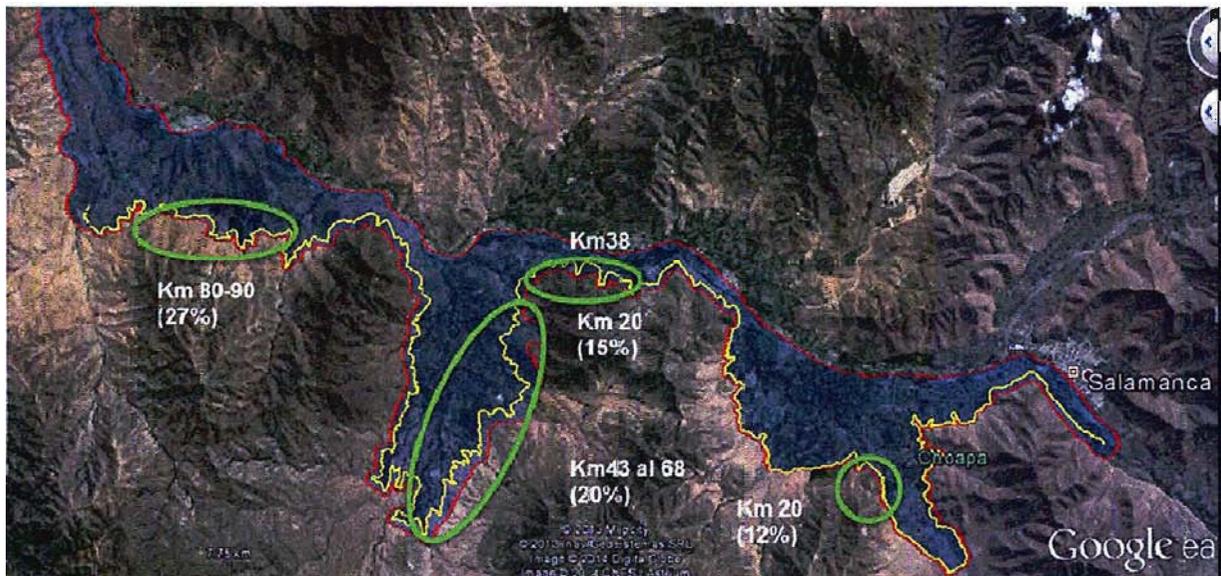
Km 51,6 - km 54,4; km 54,4 – km 56,5: Ambos tramos presentan una medición de pérdidas similar (7,3% y 8,7%), y comparativamente alto en relación a los demás sectores. Este sector corresponde a la localidad de Socavón, no presenta revestimiento de ningún tipo, y se aprecia vegetación en el sector del canal hacia ladera abajo, lo que es correspondiente con los resultados arrojados.

Km 81,0 – km 84,6; km 87,3 – km 92,3: Corresponden a sectores ubicados en los kilómetros finales del canal, del sector de Las Cañas II. En estos tramos el canal presenta una sección reducida, sin revestir, donde se midieron las pérdidas porcentuales más altas en el canal, iguales a 10,9% y 16,2% respectivamente. Este sector si bien no presenta revestimientos en su extensión no se observó la presencia de vegetación en los taludes para establecer una relación de pérdidas.

Adicionalmente, se observó que la sección del canal no presenta una adecuada mantención, y este tramo presenta un reducido número de regantes.

Al analizar las pérdidas de cada tramo sobre el valor acumulado, se obtiene una pérdida total de 70% en la totalidad del canal, valor mayor a las pérdidas de 48,1% estimado en la Campaña de aforos del 2013 realizada por la asociación. Cabe destacar que ello repercute en la operación que están realizando.

Figura 5-2: Ubicación Mayores Pérdidas en el Canal Buzeta

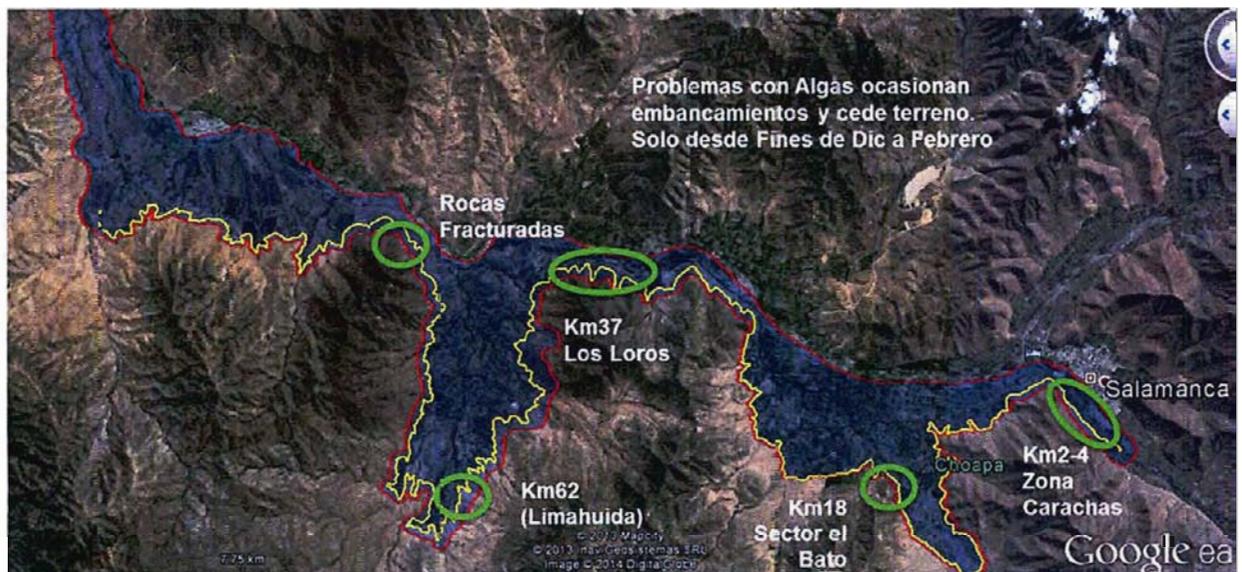


5.3.2 Problemas en la Seguridad Física

Respecto a la seguridad física del canal se tienen los siguientes problemas identificados:

- DESLIZAMIENTOS SECTOR EL BATO
- PELIGRO DE CAÍDA DE ROCA Y MATERIALES DE LADERA A LO LARGO DEL TRAZADO DEL CANAL
- INESTABILIDAD DE TALUDES POR ROEDORES (CURUROS)
- DESLIZAMIENTOS POR DEBILITAMIENTO EN TALUD DEBIDO A PRECIPITACIONES INTENSAS
- DESLIZAMIENTO POR SOCAVACIÓN DE TALUD DEBIDO A ESCURRIMIENTO
- TÚNEL 1 - ESTABILIDAD DE PORTALES DE TÚNELES
- TÚNEL 2 - CAÍDA DE BLOQUES DESDE LA CLAVE DEL TÚNEL

Figura 5-3: Ubicación Problemas Geotécnicos



5.3.2.1 Cruce de Quebradas

Se determinó que solo aquellas quebradas con caudal de crecida mayor a 300 l/s para 2 años de periodo de retorno requieren necesariamente de una obra de cruce, de manera que los caudales aportantes no interfieran con el normal funcionamiento del canal y evitar así su rebase. Las obras de cruce de quebradas se agruparon según las características de la descarga y los caudales de cada quebrada según se indica.

Tabla 5-3 Clasificación de obras de cruce de quebrada

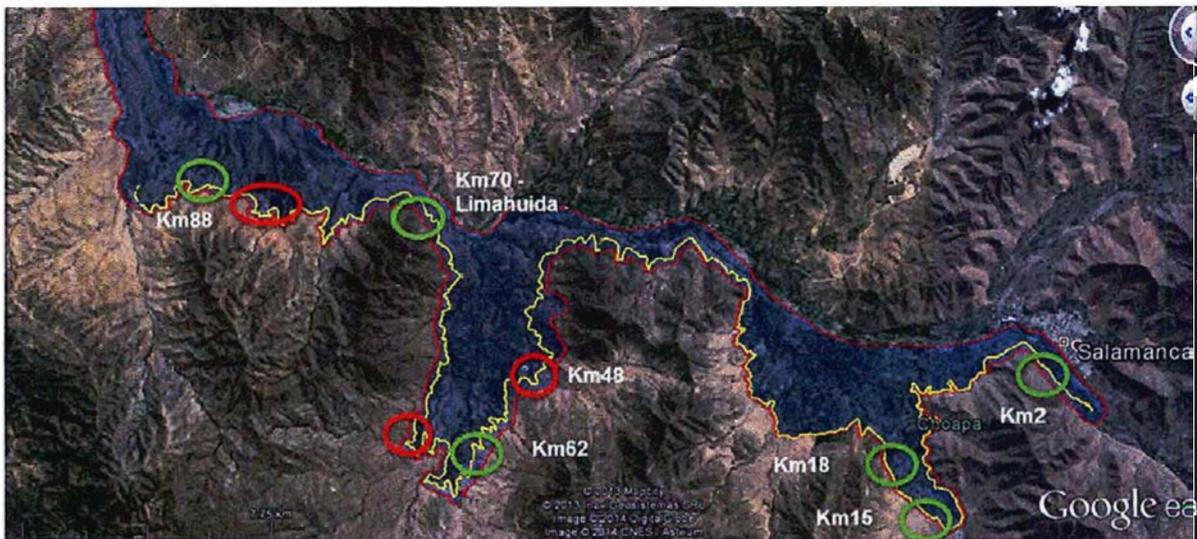
Tipo	Caudales	Obra de mejoramiento	Características
Quebradas sin cauce definido	300-700 l/s	Compuerta de descarga	Ubicada 100 metros aguas abajo de la intersección con la quebrada
	Mayores a 700 l/s	Compuerta de descarga y vertedero lateral aguas abajo de la compuerta	Vertedero como obra de seguridad, complementaria a las compuertas
	Mayores a 2000 l/s	Canal abovedado	Obra de hormigón abovedada a lo largo del canal y que pasa enterrada bajo la quebrada
Quebradas con cauce definido	300-700 l/s	Tubo de media caña de acero corrugado con muros de boca y alas	En cauces bien definidos. Cruce por sobre el canal
	Mayores a 700 l/s	Losas de hormigón	En cauces bien definidos. Cruce por sobre el canal

5.3.3 Otros Problemas

En el recorrido extenso del canal se han observado diversas extracciones ilegales, como uso de mangueras o camiones aljibe en los km 15 al 18 y sector último de Lo Cañas, como también lugares empleados por otros comuneros para bebedero de sus animales, especialmente en el sector de Limáhuida en Socavón.

En la siguiente figura se observan en color rojo bebederos y en verde las extracciones ilegales.

Figura 5-4: Ubicación Extracciones en el Canal



5.4 PROPOSICIÓN ALTERNATIVAS DE OBRAS

Dados los antecedentes expuestos se proponen las siguientes alternativas de obras, manteniendo el foco en 2 elementos esenciales:

- Operación de Riego.
- Seguridad Física del Canal.

Tabla 5-4 Alternativas de Obras – Operación de Riego

Clasificación		Descripción problema técnico	Alternativa de mejoramiento
Mantenimiento de obras	Mantenimiento obras	Los sifones se encuentran desprotegidos en la entrada, por lo tanto se pueden generar obstrucciones por ingreso de elementos mayores. Obras en mal estado que puedan afectar la inestabilidad del canal	S1 - Implementación reja S2 - Implementación vertedero de hormigón
	Mantenimiento Compuertas	Mal encauce de la obra de entrega, filtraciones a través de las alas de hormigón o compuertas en mal estado	S1 - Reemplazo de compuerta y/o S2 - Mejoramiento del hormigón y/o S3 - Retiro de obstrucciones (vegetación y sedimentos)
	Sellos de fondo	Faltan sellos de fondo	S1 - Implementación de sellos de fondo (cada 100 m o en curvaturas) para reestablecer la pendiente longitudinal del canal
Sistema control de caudales	Control de las entregas	No existe un sistema de medición en las entregas de cada compuerta	S1 - Calibración de la curva de descarga de las compuertas, recomendaciones de medición
	Sistema de medición manual	Falta de un sistema de medición de caudales para operación diaria	S1- Implementación y/o mejoramiento de estructuras hidráulicas que permitan medir manualmente los caudales en el canal matriz
	Sistema medición remoto	Falta un sistema automatizado de medición de caudales para operación diaria	S2- Implementación y/o mejoramiento de estructuras hidráulicas, en conjunto con equipamiento para medir en forma remota los caudales en el canal matriz

Clasificación		Descripción problema técnico	Alternativa de mejoramiento
Capacidad hidráulica	Operación normal	Desborde del canal en diferentes puntos para el caudal de derecho	S1 - Peralte del canal
	Operación en crecida	Desborde adicionales del canal para una crecida de periodo retorno 2 años	S1 - Peralte del canal
	Secciones restrictivas por presencia de algas	Crecimiento no controlado de algas	S1 - Introducción de peces al ecosistema S2 - Adición de productos químicos S3 - Recubrimiento o revestimiento del canal S4 - Limpieza
Reducción de pérdidas por infiltración	Revestimientos	Pérdidas por infiltración	S1 - Revestimiento (mampostería, hormigón) S2 - Entubamiento
	By pass en sifón	Pérdidas del 15 % en el sector de Limáhuida	S1- Sifón

Tabla 5-5 Alternativas de Obras – Seguridad Física del Canal

Clasificación		Descripción problema técnico	Alternativa de mejoramiento
Zona de derrumbes El Bato		Deslizamientos por inestabilidad a raíz de debilitamiento en talud generado por precipitaciones intensas.	S1-Desplazar el canal al interior del cerro, buscando quede fundado en un material de mejor calidad. S2-Túnel. S3- Acueducto apoyado en machones fundados en afloramientos de roca sana. S4-Entubamiento. S5-Reperfilaje del talud.
Inestabilidad geotécnica	Peligro caída de rocas	Peligro de caída de rocas y materiales de ladera	S1- Entubamiento S2- Reperfilaje de talud. S3- Malla de protección cinética. S4- Malla estabilizadora de taludes.
	Inestabilidad de taludes por cururos	Inestabilidad de taludes por roedores (cururos)	S1- Malla estabilizadora
	Deslizamientos por debilitamiento en talud por precipitaciones	Deslizamientos	S1- Monitoreo luego de eventos sísmicos.

Clasificación		Descripción problema técnico	Alternativa de mejoramiento
	Deslizamiento por socavón de talud debido a escurrimiento	Deslizamientos	S1 – Mampostería de Piedra
	Túnel 1	Desprendimientos en Portales de entrada y Salida	S1 - Transformar Túnel a Canal
	Túnel 2	Desprendimientos en Portales de entrada y Salida y clave	S1 - Monitoreo Post-Sismo S2 - Sostenimiento
Cruce de quebradas		Quebradas con caudales aportantes importantes que afectan capacidad	S1 - Canoa S2 - Cajones S3 - Nueva Compuerta Descarga S2 - Vertederos S3 – Losas de Hormigón

5.5 SITUACIÓN AMBIENTAL

Dada la naturaleza del proyecto y las características de su área de inserción, el diagnóstico preliminar se realizó identificando cada uno de los elementos del medio. A continuación en la Tabla 5-6 se presenta la relación del Proyecto y los elementos ambientales analizados.

Tabla 5-6: Relación del Proyecto y elementos ambientales

Información levantada	Tipo	Relación Proyecto	Diagnóstico
Antecedentes Ambientales	Áreas Protegidas	No hay relación con el Proyecto. El Proyecto no interviene con este tipo de áreas.	No se estima alteración de este elemento ambiental
	Sitios Prioritarios	No hay relación con el Proyecto. El Proyecto no interviene con este tipo de áreas	No se estima alteración de este elemento ambiental
	Humedales de Importancia Internacional RAMSAR	No hay relación con el Proyecto. El Proyecto no interviene con este tipo de áreas	No se estima alteración de este elemento ambiental
	Áreas de Desarrollo Indígena	No hay relación con el Proyecto. El Proyecto no interviene con este tipo de áreas	No se estima alteración de este elemento ambiental o hay impactos
	Instrumento de Planificación Territorial	El área se emplaza en área rural, no tiene instrumentos de planificación que regulen el sector.	No se estima interferencia con la planificación del territorio.
	Otros Proyectos	No hay relación con el Proyecto. El Proyecto no interviene con este tipo de áreas	No se estima alteración de este elemento ambiental
Componentes Ambientales Principales	Flora y Vegetación Terrestre	Identificación de dos (2) áreas singulares, en las cuales se encuentran formaciones vegetacionales correspondiente a matorral arborescente abierto, que corresponden a bosque.	Pérdida de superficie de bosque.
	Fauna Terrestre	Identificación de dos (2) áreas sensibles, en las cuales se dan las condiciones adecuadas para la presencia de especies de reptiles.	Alteración en el desplazamiento de especies de baja movilidad.
	Turismo	El Proyecto tiene un uso común con tramos de circuitos turísticos del SERNATUR, correspondientes a la ruta D-37-E.	Alteración en las vías turísticas. Estos tramos y alteración serán definidos una vez que las obras y actividades del Proyecto sean definidas.
	Paisaje	Paisaje con baja o media valoración paisajística.	No se estima alteración de este componente ambiental
	Patrimonio Arqueológico	<i>No se tiene ubicación definitiva de obras.</i>	No se estima alteración de este componente ambiental

En general, de acuerdo a los antecedentes levantados y la caracterización de componentes principales, estas áreas no presentan componentes ambientales especialmente sensibles que impongan altas limitaciones a la materialización del mejoramiento del canal.

6 PRESUPUESTO MEJORAMIENTOS

6.1 PRECIOS UNITARIOS

Las bases utilizadas para la estimación de precios unitarios son las siguientes:

- **Fecha base de la estimación** Julio 2015.
- **Tasa de Cambio Dólar:** 1 Dólar = 570,51 CLP
- **Valor UF** = 25.086,58 CLP, fecha 31 julio 2015
- **Costos Indirectos = 30 %**

Los precios unitarios considerados corresponden a costos directos de construcción los que incluyen:

- Costos de mano de obra: se utilizó la mejor información disponible de proyectos similares recientes.
- Materiales principales: se usó cotizaciones referenciales recientes.
- Maquinaria y Equipos de apoyo a la construcción: se utilizó costos unitarios actualizados de obras similares.

Se usó como referencia para desarrollar los costos unitarios de las obras, los siguientes proyectos de la DOH:

- Canal Las Palmas ; Mejoramientos Canales Quebrada Arrayan; Embalse Petorca;
- Varios de estos costos actualizados sirvieron de base para desarrollar los presupuestos de estos mejoramientos.

Para la estimación del costo total de mejoramientos, se consideró un costo indirecto del 30%, el cual incluye:

- Mano de Obra Indirecta (Supervisión superior)
- Viajes (fletes, etc.)
- Camionetas, buses, minibuses.
- Comunicaciones.
- Computadores.
- Campamento y alimentación.
- Gastos generales de la Obra.
- Gastos oficina central, financieros y utilidades.

Para mayor detalle del análisis de Precios Unitarios desarrollado, se presenta en Anexo 16.4 de este informe.

6.2 PRESUPUESTO

A continuación se presenta el costo de las obras de mejoramiento que se requieren para un revestimiento de 20 km aprox.

Tabla 6-1: Costos de mejoramiento del canal Buzeta

		Unidad	Cantidad Original	FC	Cantidad Final	Costo Unitario \$	Costo Total \$
1	OPTIMIZACIÓN DEL RIEGO						3.581.764.975
1,1	MANTENCIÓN DE OBRAS						371.466.084
1.1.1	Mejoramiento obras hidráulicas						2.821.097
	Entrada Sifón 1						1.253.704
	Rejas Hidráulicas entrada	kg	244	1,0	244	5.135	1.253.704
	Entrada Sifón 2						341.919
	Rejas Hidráulicas entrada	kg	67	1,0	67	5.135	341.919
	Vertedero lateral						1.225.473
	Demolición hormigón existente	m ³	5	1,1	5	35.200	174.240
	Hormigón H-25	m ³	4	1,1	5	175.185	809.353
	Enfierradura	kg	210	1,1	231	1.047	241.880
1.1.2	Mantenición compuertas						14.740.236
	Reemplazo compuerta de acero 0,2x1,10 m	un	1	1,0	1	130.408	130.408
	Reemplazo compuerta de acero 0,2x1,15 m	un	2	1,0	2	134.518	269.036
	Reemplazo compuerta de acero 0,2x1,20 m	un	1	1,0	1	138.627	138.627
	Reemplazo compuerta de acero 0,3x1,10 m	un	2	1,0	2	175.613	351.225
	Reemplazo compuerta de acero 0,3x1,20 m	un	24	1,0	24	187.941	4.510.586
	Reemplazo compuerta de acero 0,3x1,25 m	un	1	1,0	1	194.105	194.105
	Reemplazo compuerta de acero 0,3x1,40 m	un	1	1,0	1	212.598	212.598
	Reemplazo compuerta de acero 0,35x1,10 m	un	10	1,0	10	198.215	1.982.148
	Reemplazo compuerta de acero 0,35x1,20 m	un	3	1,0	3	212.598	637.794
	Reemplazo compuerta de acero 0,45x0,45 m	un	4	1,0	4	123.217	492.867
	Reemplazo compuerta de acero 0,45x1,0 m	un	1	1,0	1	224.926	224.926
	Reemplazo compuerta de acero 0,90x1,00 m	un	1	1,0	1	429.853	429.853
	Reemplazo compuerta de acero 1,00x1,00 m	un	1	1,0	1	470.948	470.948
	Reemplazo compuerta de acero con volante 0,3x1,4	un	1	1,0	1	232.598	232.598
	Reemplazo compuerta de acero con volante 0,9x1,0	un	1	1,0	1	429.853	429.853
	Mampostería de piedra	m2	156	1,2	187	21.542	4.032.662
1.1.3	Sellos de fondo						8.955.739
	Excavación abierta mat. Común	m3	39	1,1	42	4.013	170.436
	Hormigón H-25	m ³	35	1,1	39	175.185	6.763.877
	Enfierradura	kg	1755	1,1	1.931	1.047	2.021.426
1.1.4	Reperfilamiento						344.949.013
	Excavación abierta mat. Común	m3	30493	1,1	33.542	4.013	134.605.250

		Unidad	Cantidad Original	FC	Cantidad Final	Costo Unitario \$	Costo Total \$
	Retiro y Transporte de Excedentes	m3	30493	1,1	33.542	6.271	210.343.763
1,2	SISTEMA CONTROL DE CAUDALES						29.928.918
1.2.1	Sistema de medición manual						4.067.614
	Aforador rectangular Socavón						1.792.360
	Excavación Abierta Mat. Común	m ³	7,3	1,2	9	2.562	22.444
	Mampostería de piedra	m ²	1,5	1,2	2	21.542	38.776
	Hormigón H-25	m ³	7,1	1,0	7	175.185	1.245.562
	Emplantillado H-5	m ³	0,4	1,2	0,5	119.892	56.110
	Enfierradura	kg	355,5	1,1	391	1.047	409.468
	Regla limnimétrica	un	1,0	1,0	1	20.000	20.000
	Aforador rectangular Las Cañas I y II						2.275.253
	Excavación Abierta Mat. Común	m ³	10,8	1,2	13	4.013	52.105
	Mampostería de piedra	m ³	1,5	1,2	2	21.542	38.776
	Hormigón H-25 base	m ³	9,0	1,0	9	175.185	1.580.165
	Emplantillado H-5	m ³	0,5	1,2	0,5	119.892	64.742
	Enfierradura	kg	451,0	1,1	496	1.047	519.466
	Regla limnimétrica	un	1,0	1,0	1	20.000	20.000
1.2.2	Sistema de medición remoto						25.861.304
	Sistema remoto						25.614.704
	Nodo Dropflow	un	5	1,0	5	1.093.955	5.469.775
	Nodo Repetidor	un	2	1,0	2	420.079	840.158
	Módulo COMs GPRS	un	5	1,0	5	554.271	2.771.355
	Tarjeta Exp. 4.-20mA	un	5	1,0	5	78.765	393.825
	Kit de Energía Solar 22W	un	5	1,0	5	554.271	2.771.355
	Sensor Ultrasonido 4.-20mA	un	5	1,0	5	641.787	3.208.935
	Estructura de Montaje Sensores - Motores	un	5	1,0	5	182.326	911.630
	Estructura de Montaje Nodo con Panel	un	7	1,0	7	554.271	3.879.897
	Instalación y puesta en operación Nodo	un	5	1,0	7	583.432	4.084.024
	Cerca perimetral protección equipos	kg	250	1,0	250	5.135	1.283.750
	Fosa Limnimétrica Socavón						122.526
	Excavación Abierta Mat. Común	m ³	1,66	1,2	2,00	2.562	5.114
	Hormigón H-25	m ³	0,48	1,0	0,48	175.185	83.248
	Emplantillado H-5	m ³	0,05	1,2	0,06	119.892	6.798
	Enfierradura	kg	23,76	1,1	26,14	1.047	27.367
	Fosa Limnimétrica Las Cañas I y II						124.074
	Excavación Abierta Mat. Común	m ³	1,64	1,2	1,97	4.013	7.918
	Hormigón H-25	m ³	0,47	1,0	0,47	175.185	82.302
	Emplantillado H-5	m ³	0,05	1,2	0,06	119.892	6.798
	Enfierradura	kg	<u>23,49</u>	1,1	25,84	1.047	27.056

		Unidad	Cantidad Original	FC	Cantidad Final	Costo Unitario \$	Costo Total \$
1,3	CAPACIDAD HIDRÁULICA						16.223.217
1.3.1	Operación normal						16.223.217
	Peralte sección del canal						16.223.217
	Relleno compactado	m3	1497	1,2	1.796	9.031	16.223.217
1,4	REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS POR INFILTRACIÓN						3.164.146.757
1.4.1	Revestimientos						3.164.146.757
	Mampostería de piedra	m2	128733	1,1	141.607	21.542	3.050.493.159
	Excavación abierta mat. Común	m3	25747	1,1	28.321	4.013	113.653.598
2	MEJORAR LA SEGURIDAD FÍSICA DEL CANAL						3.255.176.589
2,1	DESGLIZAMIENTOS SECTOR EL BATO						213.239.192
2.1.1	Cubrir canal con loseta de hormigón + Revestimiento mampostería						213.239.192
	Loseta prefabricada	m2	3000	1,1	3.300	24.500	80.850.000
	Relleno simple para protección	m3	2000	1,3	2.600	12.285	31.941.000
	Mampostería	m2	4239	1,1	4.663	21.542	100.448.192
2,2	PELIGRO DE CAÍDA DE ROCA Y MATERIALES DE LADERA A LO LARGO DEL TRAZADO DEL CANAL						699.139.867
2.2.1	Malla estabilizadora de taludes						699.139.867
	Malla de alta resistencia	m2	35373	1,1	38.911	10.698	416.270.203
	Pernos Gewi 25 m Largo 3m	un	8847	1,1	9.731	11.781	114.644.838
	Placa romboidal	un	8847	1,1	9.731	13.090	127.383.153
	Anclajes de cables 14,5mm	un	27	1,1	29	142.800	4.188.800
	Tuercas	un	8847	1,1	9.731	1.785	17.370.430
	Cable 12mm	ml	2667	1,1	2.933	4.165	12.217.333
	Sujetacables	un	21	1,1	23	3.570	83.776
	Clips T3 de unión	un	53333	1,1	58.667	119	6.981.333
2,3	INESTABILIDAD DE TALUDES POR ROEDORES (CURUROS)						2.008.963.836
2.3.1	Revestimiento mediante mampostería						2.008.963.836
	Mampostería de piedra	m2	84780	1,1	93.258	21.542	2.008.963.836
2,4	DESGLIZAMIENTOS POR DEBILITAMIENTO EN TALUD DEBIDO A PRECIPITACIONES INTENSAS						65.348.107
2.4.1	Canalización de aguas lluvia						65.348.107
	Canaleta hormigón prefabricada	un	1000	1,1	1.100	5.500	6.050.000
	Mortero juntas	m3	1	1,1	1	147.000	205.359
	Tubo corrugado acero galvanizado 50 m	un	10	1	10	4.900.000	49.000.000
	Anclaje cañería galvanizada 38mm diam. 2 m largo	un	480	1,1	528	2.450	1.293.600
	Pernos chascones A 44-28H	un	80	1,1	88	12.250	1.078.000
	Abrazadera con tuerca y golilla, de 16mm de diam.	un	480	1,1	528	12.250	6.468.000
	Hormigón H-25	m3	7	1,1	7	175.185	1.253.148

		Unidad	Cantidad Original	FC	Cantidad Final	Costo Unitario \$	Costo Total \$
2,5	DESPLAZAMIENTO POR SOCAVACIÓN DE TALUD DEBIDO A ESCURRIMIENTO						10.044.819
2.5.1	Revestimiento mediante mampostería						10.044.819
	Mampostería de piedra	m2	424	1,1	466	21.542	10.044.819
2,6	TÚNEL 1 - ESTABILIDAD DE PORTALES DE TÚNELES						5.742.277
2.6.1	Transformación de los tramos en túnel en canal						5.742.277
	Excavación en suelo	m³	97	1,3	126	4.013	503.953
	Excavación en roca con explosivos	m³	172	1,3	224	23.400	5.238.324
2,7	TÚNEL 2 - CAÍDA DE BLOQUES DESDE LA CLAVE DEL TÚNEL						2.189.200
2.7.1	Monitoreo comportamiento del túnel post-sismo						692.500
	Pernos de convergencia	m²	10	1,0	10	29.250	292.500
	Topografía escala 1/100	un	1	1,0	1	400.000	400.000
2.7.2	Sistema de sostenimiento para bloques inestables						1.496.700
	Pernos helicoidales	un	21	1,0	21	46.215	970.515
	Cinta W strap	m	20	1,0	20	17.550	351.000
	Apoyos de hormigón H-25	m³	1	1,0	1	175.185	175.185
2,8	CONTROL DE CRECIDAS Y CRUCE DE QUEBRADAS						250.509.292
2.8.1	Losas en hormigón						150.565.348
	Excavación Abierta Mat. Común	m³	539	1,1	593	4.013	3.889.353
	Mampostería de piedra	m2	1468	1,2	1.762	21.542	17.978.659
	Hormigón H-25	m³	375	1,0	375	175.185	107.992.214
	Hormigón H-5	m³	4	1,0	4	119.892	908.772
	Enfierradura	kg	18908	1,0	18.908	1.047	19.796.351
2.8.2	Cajón atraveso Quebradas MC Q06, MC Q46 y MC Q57						93.612.888
	Excavación Abierta Mat. Común	m3	184	1,1	202	4.013	810.465
	Relleno compactado	m3	635	1,1	699	9.031	6.310.287
	Mampostería de piedra	m2	103	1,1	113	21.542	2.439.496
	Hormigón H-25	m³	14	1,0	14	175.185	2.441.723
	Hormigón H-5	m³	22	1,0	22	119.892	2.621.565
	Enfierradura	kg	697	1,0	697	1.047	729.654
	Cajón prefabricado	unidad	90	1	90	869.552	78.259.698
2.8.3	Compuertas						4.524.254
	Compuertas 1,2 x 1,3	un	5	1,1	6	520.000	2.860.000
	Hormigón H-25	m³	10	1,0	10	175.185	1.664.254
2.8.4	Vertederos						1.806.802
	Mampostería de Piedra	m2	22	1,1	24	21.542	511.838
	Hormigón H-25	m3	7	1,1	7	175.185	1.294.964

Unidad	Cantidad Original	FC	Cantidad Final	Costo Unitario \$	Costo Total \$
				Total costos directos \$	6.836.941.565
				Total costos indirectos \$	2.051.082.469
				TOTAL \$	8.888.024.034

7 EVALUACIÓN ECONÓMICA

7.1 RENTABILIDAD DEL PROYECTO RIEGO

La rentabilidad del proyecto se evaluó en términos de los indicadores valor actual neto (VAN) y tasa interna de retorno (TIR).

En base a esta metodología se ha considerado la situación actual a sin proyecto y la situación actual a situación con proyecto, estimando sus respectivos costos y beneficios para un horizonte de evaluación de 30 años. La diferencia de costos y beneficios entre la situación futura o con proyecto y la situación sin proyecto permite obtener los beneficios netos atribuibles al proyecto.

De los casos anteriores se realizó la evaluación económica tanto de mercado como social.

Conforme a las recomendaciones del Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO), la evaluación económica social del proyecto se realizó para una tasa de descuento del **6 %**.

A modo de obtener una curva del valor actual neto, asociada a la longitud revestida, fue necesario estimar nuevos costos de inversión (CAPEX) y costos de operación y mantenimiento (OPEX). Para los CAPEX se simplificó mediante un multiplicador, estimado como la razón entre la longitud a revestir y los 20 km aprox. de revestimiento. Para el OPEX, sólo el costo de mantención asociado al revestimiento (nuevo y existente) fue ponderado con el mismo multiplicador. Con esto, se tienen valores de CAPEX y OPEX según la longitud de revestimiento.

Las Figura 7-1 y Figura 7-2 muestran de manera gráfica el comportamiento del VAN en función de la longitud a revestir.

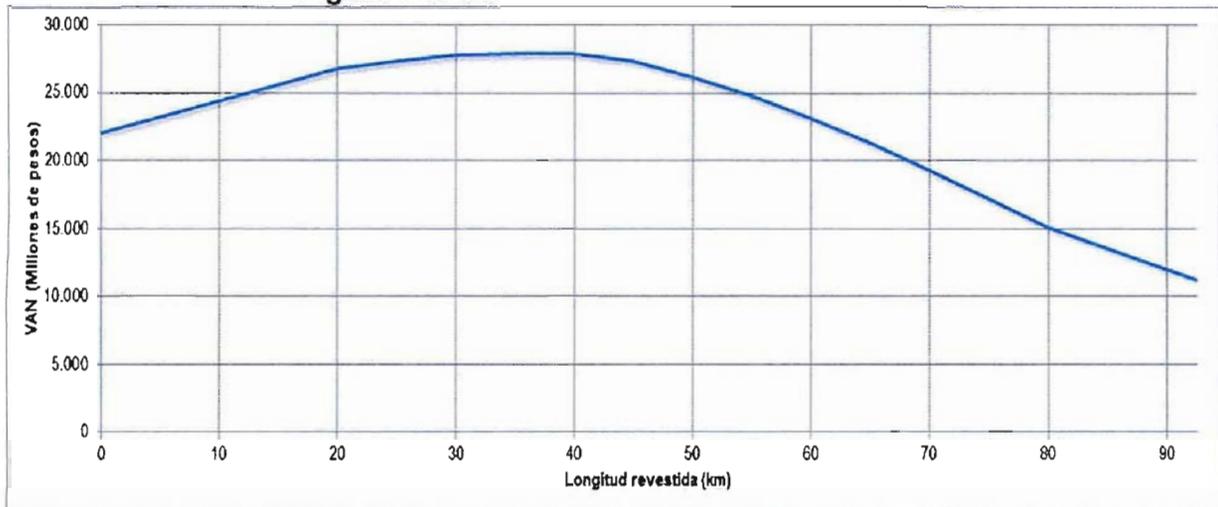
Los indicadores VAN, TIR y IVAN según precio social y privado se presentan en la Tabla 4 46 y Tabla 4 47 respectivamente. Adicionalmente se incluye la superficie futura de riego considerando mismos rendimientos actuales.

De los resultados se observa la existencia de un óptimo dado para el precio social, donde dada cierta longitud de revestimiento, el VAN comienza a decrecer, e incluso llegando a valores negativos para el caso del precio privado. Las cifras del precio social son bastante mayores, con un orden de magnitud mayor del VAN en comparación con el precio privado.

Del indicador TIR se desprende que, considerando una tasa de descuento del 12%, la inversión dejaría de ser atractiva al momento de invertir en un revestimiento con una longitud menor a 10 km.

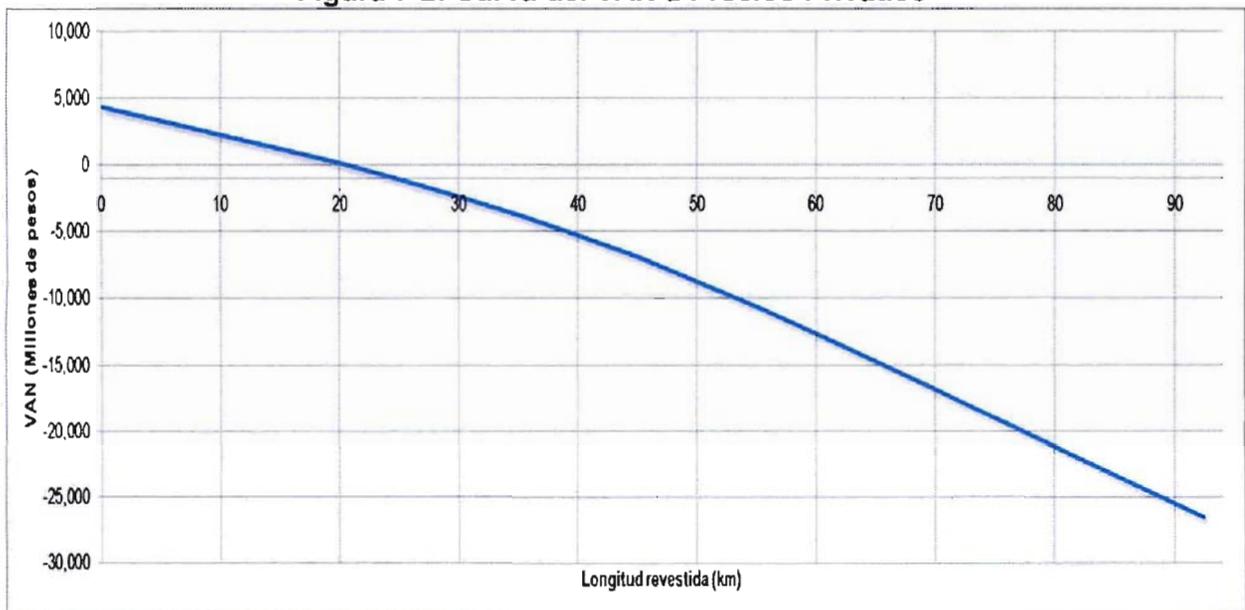
De los gráficos se puede observar que entre los 20 y los 40 km de revestimiento se encuentra el óptimo del proyecto, el cual solo se alcanzaría a tasas sociales (inversión del estado).

Figura 7-1: Curva del VAN a Precios Sociales



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7-2: Curva del VAN a Precios Privados



Fuente: Elaboración propia.

7.2 RECOMENDACIÓN SOBRE EL TAMAÑO DEL PROYECTO RIEGO

El tamaño óptimo de un proyecto busca determinar, la solución que maximice el valor actual neto de las opciones en el análisis de un proyecto. Los factores determinantes en estos son, la relación precio-volumen, y la relación costo-volumen.

De la evaluación económica efectuada, se obtuvo que la máxima rentabilidad a precios sociales se logra para una longitud de revestimiento entre los 20 y 40 km. Este análisis se realizó con el fin de conocer la tendencia de la rentabilidad del proyecto frente a la incorporación de superficie de riego.

7.3 MOMENTO ÓPTIMO DE INVERSIÓN

Para determinar el momento óptimo de hacer una inversión se puede recurrir a distintos criterios, que dependen de las características específicas que presenta el proyecto.

Para medir esto se ocupa la rentabilidad inmediata, la cual mide la rentabilidad del primer año de operación respecto a la inversión realizada. La rentabilidad inmediata está fundamentada en que puede haber un proyecto con flujos de caja tan altos en los años futuros que compensaría a flujos que pudieran ser muy bajos en los años iniciales, mostrando un VAN positivo para el total del proyecto.

El proyecto debe ser implementado cuando el primer flujo sobre la inversión, de un resultado igual o superior a la tasa de retorno que exige el inversionista.

En este caso, ocupando tasa social el proyecto resulta rentable a pesar de los flujos negativos los primeros años (compensándolo casi cinco veces en el transcurso de 30 años), por tanto el momento óptimo de inversión corresponde a iniciar las obras lo más tempranamente posible.

Si el financiamiento del proyecto es del tipo público-privado, se puede considerar la distribución de la inversión en el tiempo para disminuir la carga de inversión de los agricultores que tengan que contribuir al proyecto.

La alternativa consideraría distribuir la inversión, y por ende la construcción de las obras, en periodos de 10 años. El proyecto podría ser costeado en tres pagos cada 10 años, a diferencia de realizar la inversión en tres años consecutivos al inicio del proyecto (como fue planteado originalmente). Con ello, la carga de inversión de los agricultores asociados al canal disminuiría en los primeros años, entregando cierta holgura para distribuir los gastos de inversión al tiempo que se ejecutan las obras.

8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A partir de la evaluación económica realizada, se puede concluir que el proyecto de mejoramiento del canal Buzeta es rentable y cuenta con mínimos riegos de inversión, a nivel social.

De acuerdo a la evaluación social se logra un máximo VAN cercano a los 30 mil millones de pesos para una inversión en revestimiento del canal de entre los 20 y 40 km. Con ello se alcanza una TIR cercana al 12%. En el caso más desfavorable (riesgo), este VAN se reduciría a la mitad, aun siendo positivo y con tasa mayor al 6%.

Además, los indicadores económicos adicionales como la relación beneficio-costos, rentabilidad por hectárea regada o los ingresos per cápita debido al proyecto, arrojan resultados positivos como resultado de llevar a cabo las obras. Por ello, el momento óptimo de inversión sería iniciar las obras lo más pronto posible.

Por otra parte, de los métodos alternativos de evaluación del proyecto de riego descritos en este informe, se aprecia que el método de valor incremental de la tierra entrega un mayor beneficio que el del valor de transacciones de agua. Estos resultados son discutibles dada una serie de limitaciones que existen para realizar estos análisis. En primer lugar no existen una cantidad de datos suficiente para ambos métodos de análisis que permitan tener resultados precisos. Varios de los datos que se utilizaron para el análisis dependen de factores que no aparece en los registros lo que impide que sean objetivos los resultados. Además no existe un mercado lo suficientemente grande que represente precios de compra venta reales del bien transado, como en es el caso de los derechos de agua.

Dadas las limitaciones antes descritas, se recomienda considerar los resultados del método del valor del producto marginal como representativos de la rentabilidad del proyecto.

En la siguiente Tabla, se presenta la situación de mejoramientos proyectados y su ubicación por tramo (km) de canal. De lo anterior, se puede visualizar que existen tramos con beneficios múltiples dependiendo el foco de mejoramiento que se requiere. En el caso del canal Buzeta, se puede ver que todo el canal presenta algún tipo de problema que necesita ser solucionado, solo los tramos 1, 7 y 8 presentan levemente un grado de urgencia mayor.

Tabla 8-1: Tipo de Mejoramiento Considerado por Tramo de Canal (km)

		Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5	Tramo 6	Tramo 7	Tramo 8	Tramo 9	Tramo 10
1	OPTIMIZACIÓN DEL RIEGO	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
1.1	MANTENCIÓN DE OBRAS										
1.1.1	Mejoramiento obras hidráulicas (Entrada Sifón 1 y 2 y Vertedero Lateral)		X		X		X				
1.1.2	Mantenimiento compuertas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1.1.3	Sellos de fondo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1.1.4	Reperfilamiento	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1.2	SISTEMA CONTROL DE CAUDALES										
1.2.1	Sistema de medición manual							X	X		

		Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5	Tramo 6	Tramo 7	Tramo 8	Tramo 9	Tramo 10
1	OPTIMIZACIÓN DEL RIEGO	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
1.2.2	Sistema de medición remoto							X	X		
1.3	CAPACIDAD HIDRÁULICA										
1.3.1	Operación normal			X	X	X			X	X	
1.4	REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS POR INFILTRACIÓN										
1.4.1	Revestimientos		X	X	X		X	X		X	X
2	MEJORAR LA SEGURIDAD FÍSICA DEL CANAL										
2.1	DESIZAMIENTOS SECTOR EL BATO										
2.1.1	Cubrir canal con loseta de hormigón + Revestimiento mampostería		X								
2.2	PELIGRO DE CAÍDA DE ROCA Y MATERIALES DE LADERA A LO LARGO DEL TRAZADO DEL CANAL										
2.2.1	Malla estabilizadora de taludes	X			X				X		
2.3	INESTABILIDAD DE TALUDES POR ROEDORES (CURUROS)										
2.3.1	Revestimiento mediante mampostería	X	X	X		X	X	X			
2.4	DESIZAMIENTOS POR DEBILITAMIENTO EN TALUD DEBIDO A PRECIPITACIONES INTENSAS										
2.4.1	Canalización de aguas lluvia	X									
2.5	DESIZAMIENTO POR SOCAVACIÓN DE TALUD DEBIDO A ESCURRIMIENTO										
2.5.1	Revestimiento mediante mampostería	X									
2.6	TÚNEL 1 - ESTABILIDAD DE PORTALES DE TÚNELES										
2.6.1	Transformación de los tramos en túnel en canal						X				
2.7	TÚNEL 2 - CAÍDA DE BLOQUES DESDE LA CLAVE DEL TÚNEL										
2.7.1	Monitoreo comportamiento del túnel post-sismo							X			
2.7.2	Sistema de sostenimiento para bloques inestables							X			
2.8	CONTROL DE CRECIDAS Y CRUCE DE QUEBRADAS										
2.8.1	Losas en hormigón	X			X	X	X		X	X	X
2.8.2	Cajón atraveso Quebradas MC Q06, MC Q46 y MC Q57		X						X	X	
2.8.3	Compuertas	X		X		X				X	
2.8.4	Vertederos			X		X					
	Prioridad	9	8	8	8	8	8	9	9	8	5

Teniendo en vista los resultados del estudio, este consultor recomienda lo siguiente:

- Continuar la ingeniería de mejoramientos del canal, a través de algún medio legal de modo de acelerar la ejecución de estas obras. Este canal es uno de los más antiguos de Chile y presenta pérdidas importantes, por lo cual urge realizar todos los

mejoramientos indicados en este informe. Esto conlleva un aumento considerable de la seguridad de riego del sector.

- Introducir un sistema de selección de mejoramientos en función de la capacidad de pago de la asociación de regantes.
- Dar prioridad a la rehabilitación y mejoramiento de obras existentes por sobre la iniciación de obras nuevas de mayor envergadura, como por ejemplo reperfilamientos y sellos de fondo.
- Concentrar los esfuerzos en los tramos en donde se obtienen los mayores beneficios, como lo visualizado en tabla anterior.
- Fortalecer la labor del administrador y sus celadores, dado que actualmente cubren una gran área con pocos recursos humanos.
- Mantener el esquema de operación manual y a corto plazo incorporar telecontrol y tele medición de los caudales en diferentes tramos de manera de actuar en forma oportuna y preventiva ante contingencias o extracciones.
- Dar la posibilidad a los usuarios de coparticipar en la supervisión de la obra, por ejemplo designando a un profesional que acompañe periódicamente a los encargados de la construcción, con ello se evitarían discusiones por posibles fallas o problemas los cuales son traspasados a CNR o DOH finalmente.
- Que la asociación de canalistas identifique que mejoramientos pueden atraer aportes de privados de los propios usuarios y explotar la posibilidad de concesión, de manera de acelerar la ejecución de los trabajos. Incluso revisar otras alternativas que en este estudio se han analizado.
- Realizar talleres en asociación de canal de manera de realizar un plan para disminuir las extracciones ilegales existentes que se presentan en forma esporádica. En el trascurso de este estudio esta situación ha ido en aumento, por lo cual es un tema que debe ser abordado en conjunto con el gobierno regional.
- Difundir en talleres a la comunidad que el impacto ambiental del proyecto es ampliamente favorable, debido al mejoramiento del riego de los terrenos actualmente mal regados. Por otra parte, los impactos negativos debido a la construcción de las obras son pequeños, pues las obras nuevas van en su mayoría en laderas de cerro, compatible con la infraestructura de riego existente.