



COMISION NACIONAL DE RIEGO

**“ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD
PARA EL PROYECTO DE MEJORAMIENTO
DEL SISTEMA DE RIEGO
CANALES UNIDOS DE BUÍN-HUIDOBRO,
PRIMERA SECCIÓN DEL RÍO MAIPO”**

INFORME FINAL

RESUMEN EJECUTIVO

SANTIAGO, DICIEMBRE DE 2011

PROCIVIL INGENIERIA LTDA.

Dir: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF. 82 PROVIDENCIA – SANTIAGO
Fonos: 02-2358656 02-2360325 e-mail: procivil@entelchile.net www.procivil.cl

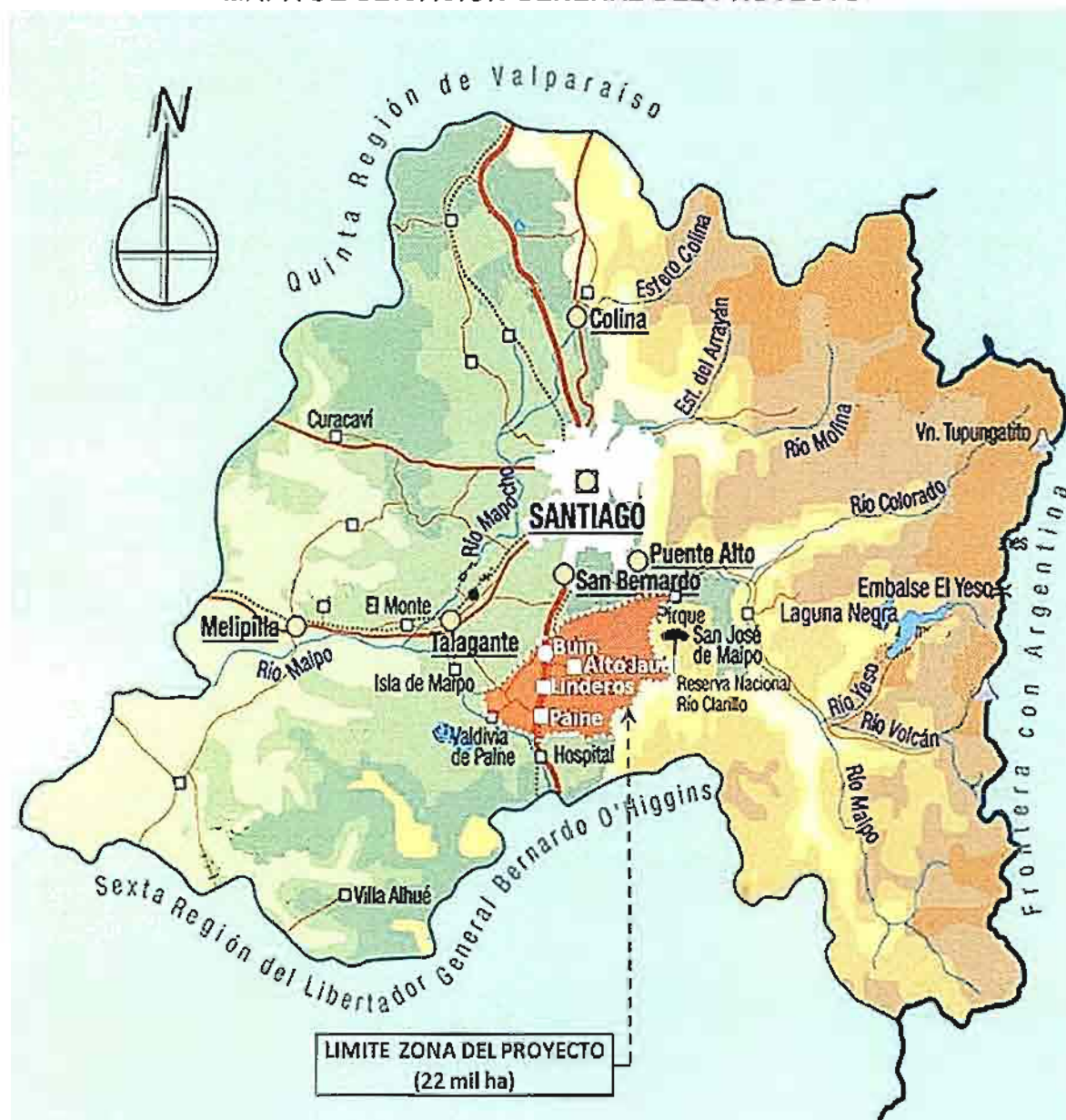
RESUMEN EJECUTIVO

1.- Introducción..	2.-
2.- Elementos más destacables del proyecto.	4.-
3.- Objetivos y alcances del estudio.	8.-
3.1.- Objetivo general.	8.-
3.2.- Objetivos específicos.	8.-
4.- Metodología general del estudio.	9.-
4.1.- Elementos orientadores para la metodología.	9.-
4.2.- Temas principales de estudio para integrar en un solo proyecto	9.-
4.3.- Desarrollo de actividades específicas	11.-
4.4.- Identificación de inversiones principales y metodología adoptada según sus requerimientos.	12.-
4.5.- Análisis de alternativas principales para riego.	14.-
5.- Conclusiones y recomendaciones.	16.-
5.1.- Conclusiones.	16.-
5.1.1.- Mejoramiento del riego en la red jurisdiccional ACUB-ACH	16.-
5.1.2.- Recuperación del caudal de infiltración	20.-
5.1.3.- Aprovechamiento hidroeléctrico de las obras de riego	21.-
5.2.- Recomendaciones de la prefactibilidad..	25.-

1.- Introducción.

El presente estudio de prefactibilidad corresponde al mejoramiento del riego de una importante zona agrícola servida por las dos organizaciones de canalistas: Asociación Canal Huidobro (ACH) con 7.300ha y la Asociación Canales Unidos de Buin (ACUB) con 14.700ha; entre ambos riegan una superficie de unas 22 mil ha de las Comunas de Buin y Paine en la Región Metropolitana, con un número de agricultores que supera los 1.500. El abastecimiento hídrico de esa superficie agrícola depende sólo de estas dos asociaciones, que corresponde a la mayor parte del área regada de estas dos comunas rurales.

MAPA DE UBICACIÓN GENERAL DEL PROYECTO



2.- Elementos más destacables del proyecto.

Se describen los elementos de mayor interés para este proyecto con sus características propias, destacándose las necesidades de estos agricultores, la gran capacidad productiva de los predios que es necesario proteger, y la posibilidad cierta de incorporar el multiuso con generación de energía. Los elementos variados del proyecto y su desarrollo a lo largo del estudio realizado, exigieron ajustes metodológicos que fueron definiéndose en torno a las inversiones principales, que fueron identificadas y valorizadas preliminarmente desde los primeros análisis, mediante un proceso de aproximaciones sucesivas hacia las soluciones.

Atendiendo a la conveniencia de tener una acertada comprensión integrada del estudio desde el primer capítulo, se exponen a continuación los elementos multidisciplinarios analizados además de un somero anticipo de los principales resultados, que luego se analizan en cada capítulo con sus alternativas, hasta obtener las conclusiones finales.

- Protección de canales jurisdiccionales ante la contaminación del agua de riego.

La prefactibilidad aborda el análisis de los principales mejoramientos planteados por las asociaciones para sus canales jurisdiccionales solamente, de las cuales se desprenden otras comunidades de agua constituidas. Los mejoramientos se explican en los diferentes acápite de este subcapítulo, para los cuales se plantean alternativas de obras adecuadas mediante prediseños conceptuales valorizados, para solucionar sus necesidades más importantes. Estos requerimientos se relacionan principalmente con el manejo y protección de los canales jurisdiccionales y especialmente de la calidad de sus aguas para riego, que permitirán satisfacer las necesidades agroproductivas actuales y futuras de los agricultores accionistas de ambas asociaciones.

Esta zona de riego se caracteriza por su enorme capacidad agroproductiva, actualmente en plena explotación, destacándose sus privilegiadas condiciones agroclimáticas y edafológicas, además de su gran agroindustria instalada, una adecuada conectividad junto con la cercanía a los grandes centros de distribución y consumo; la reunión de estas características favorables resultan poco comunes en la zona central. Sin embargo esta notable potencia productiva está severamente amenazada por las graves consecuencias negativas que significará, la entrada en vigencia de normas sanitarias para aguas de riego, especialmente en predios orientados a rubros de exportación. Los agricultores de predios más desarrollados han manifestado esta preocupación en forma creciente a las dos asociaciones, entendiéndose que esta delicada situación debe resolverse antes de que las exigencias de los TLC afecten a los productores nacionales. Actualmente el crecimiento urbano en torno a las ciudades de Buin y Paine y otras localidades menores tales como Alto Jahuel, Maipo, Viluco, etc, ha presionado fuertemente a estos canales, que tienen más de un siglo de existencia, llegándose a la invasión de sus caminos de servicio en varios canales matrices, con viviendas de tipo rústicas o provisionales, cuyo efecto directo sobre los canales ha sido la manifiesta contaminación con desechos y efluentes urbanos, de las aguas conducidas a los predios.

El daño que genera la contaminación de las aguas de riego por parte de la invasión urbana y sus deficientes prácticas actuales para eliminar efluentes, residuos y basuras, recae sobre los principales usuarios del agua, que en este caso son los agricultores, especialmente los que deben certificar sus predios y las aguas que ocupan para regar.

Además, un eventual rechazo por motivos sanitarios a los rubros de exportación desde los mercados internacionales, en el marco de las exigencias de los TLC que Chile ha suscrito, en algún momento impactará seriamente en la producción y en los precios de comercialización, con evidentes efectos sobre la contratación de mano de obra. De este modo el costo de la protección de los canales y su agua de riego, se constituye en un tema importante de análisis con las autoridades, destacándose las municipales y regionales, que permita aclarar responsabilidades y establecer la forma más justa y adecuada para resolver este problema que requerirá de financiamiento. Esta situación tiende a repetirse en muchos otros canales del país, que sufren la presión urbana, en que sus agricultores están arriesgando toda su producción de exportación, además de los impedimentos legales para cultivar a ras de suelo, con impredecibles consecuencias sociales en toda la agricultura y especialmente en el sector campesino.

El efecto económico explosivo sobre la producción de rubros de exportación que se atribuye a la contaminación y su futuro rechazo en mercados internacionales, tiene claros precedentes en Chile. Es oportuno recordar lo acaecido en marzo del año 1989, cuando la totalidad de la exportación nacional de uva de mesa fue cancelada en dicha temporada, debido al hallazgo en EEUU de sólo dos uvas con trazas de cianuro. También pueden citarse otros casos con severos perjuicios a las exportaciones, motivados por problemas de tipo sanitario, tal como ha sido la detección de la mosca de la fruta en varias oportunidades. Más recientemente, la aparición del virus Isa en las salmoneras generó el cierre de las plantas desde el año 2008 con grandes pérdidas económicas, creando además una grave situación de cesantía durante años que alcanzó a 26.000 trabajadores de dicha industria acuícola. Entre otros impactos, las restricciones a las exportaciones han afectado la recaudación de impuestos asociados a las rentas y ventas de los sectores exportadores, así como a su comercio asociado, el cual significa un importante ingreso que el estado ha dejado de percibir, el cual supera holgadamente a las inversiones necesarias en obras y sistemas de control sanitario y protección de dichas fuentes productivas.

- Unificación de bocatomas para mejorar la gestión del riego.

Un aspecto principal del proyecto de riego analizado, corresponde al estudio para materializar una antigua aspiración de ambas asociaciones, consistente en la unificación de bocatomas de ACUB y ACH, en la actual Bocatoma Clarillo, para lo cual se dispone de derechos de agua otorgados por la DGA a ACUB en ese punto, en la Resolución que otorga los derechos se establece que puede incluir todos los derechos de ACUB y también de ACH sobre el río Maipo¹. La unificación de las captaciones, la reparación y mejoramiento de esas obras y la conducción ampliada por el actual canal matriz ACH constituye un aspecto de gran utilidad para reducir costos de las actuales bocatomas independientes. Además posibilitará realizar el desarenado de alta eficiencia en conjunto y al inicio del Canal Unificado, que además permitirá abatir la mayor parte de los coliformes contaminantes que provienen del río, tal como se ha comprobado en la práctica mediante 22 análisis de laboratorio en un desarenador eficiente de ACUB. Por otra parte, abre la posibilidad de abordar nuevos proyectos de mejoramiento y multiuso de las aguas. No obstante el uso de las obras existentes exigirá realizar previamente convenios entre los involucrados, que además incluye a la Asociación de Canales de Maipo como

¹ RES DGA N°403 del 23/9/82

copropietaria de esa obra, que extrae sus derechos por la ribera norte de la señalada bocatoma.

- Multiuso del proyecto con generación hidroeléctrica.

El proyecto para las dos asociaciones ACUB y ACH, incluye otros aspectos propios del multiuso de las obras de riego, destacándose la generación hidroeléctrica asociada al riego en el interior de la red de canales jurisdiccionales, empleando los mismos derechos de agua que manejan las asociaciones. Esta posibilidad constituye una idea de elevado interés para ambas asociaciones que anteriormente han analizado en forma preliminar, planteando hasta seis puntos de generación con una potencia estimada en unos 8 Mw.

- Externalidad de la gestión para introducir el mercado de arriendos temporales de agua en años de escasez.

La envergadura del presente proyecto, requiere una administración del nivel adecuado para su manejo y la operación de los elementos de mayor complejidad. Las nuevas obras que se plantean significan inversiones importantes, cuya eficacia operativa demanda preparación del personal de los canales. La capacitación de los canalistas constituye una real exigencia que se asocia a la materialización de este tipo de proyectos, destacándose especialmente la generación hidroeléctrica.

Entre los aspectos de interés que las asociaciones podrían incorporar a su gestión hídrica, y que no exige obras especiales en este estudio, resalta el manejo ordenado del mercado del agua como elemento de gran proyección agroproductiva, en calidad de externalidad positiva del proyecto. Constituye una tendencia mundial en países desarrollados y con ocurrencia creciente en Chile, la introducción del mercado de arriendos temporales de agua en años de escasez hídrica; esta posibilidad puede concretarse mediante una gestión operacional debidamente planificada, empleando dispositivos flexibles de partición provisional y reducido costo, instalados sobre los mismos marcos de distribución del agua, tal como ya se practica en otras organizaciones más desarrolladas en Chile.

En años secos, la gran conveniencia para los predios fruteros de disponer de un caudal mayor, les posibilita financiar el arriendo de derechos de agua pertenecientes a otros predios menores con cultivos anuales, que en ese tipo de años secos no dispondrán del agua necesaria para desarrollar los cultivos y cosechar, en cambio podrán percibir ingresos por el arriendo de sus aguas. También las asociaciones pueden percibir ingresos asociados a estos arriendos, al cobrar por su servicio operacional de traslado y control de los derechos sujetos al arriendo temporal. De esta forma, el proyecto mayor de riego, se transforma en una oportunidad para formalizar estas prácticas que mejoran la seguridad de riego, especialmente de los predios fruteros que le otorgan parámetros económicos positivos a la evaluación de la inversión en estas obras comuneras.

En el estudio se analiza la pérdida actual de agua en infiltración a través de la extensa red de canales jurisdiccionales de unos 220 km, que entre ambas asociaciones, oscila en torno al 40% según la dotación accionaria propia de un año hidrológico seco, que se repite con una frecuencia de una vez cada diez años como promedio. En este estudio se analiza la alternativa de revestir estos canales, sin embargo su beneficio no logra justificar adecuadamente la cuantiosa inversión requerida, que supera el costo de la protección de los canales para evitar su contaminación. En cambio, la mera gestión de los canalistas

para formalizar el mercado de arriendos temporales de agua, exige una inversión insignificante y permitirá mejorar la dotación de los predios exportadores en años secos. Estas situaciones y análisis previos son orientaciones para la metodología finalmente adoptada en este estudio.

- Incentivo a la regularización y perfeccionamiento de derechos de agua.

Los aspectos legales del proyecto y específicamente los derechos de agua existentes con su regularización, corresponde a otro tema destacado en la presente prefactibilidad, que ha incluido un significativo avance de su inscripción en el Catastro Público de Aguas de la DGA, además de iniciar procesos de perfeccionamiento de titulares de estos derechos. La gestión legal realizada, constituye un avance real para continuar con las futuras etapas a nivel de factibilidad que deben desarrollarse para concretar el presente proyecto. El mayor conocimiento logrado por ambas asociaciones de la situación legal de los derechos de agua de sus accionistas, también facilitará el mercado de arriendos de derechos de aguas, que es necesario asociarlo al proyecto mayor.

- Consecuencias positivas del mejoramiento de las obras comuneras sobre la tecnificación intrapredial.

El conjunto de obras comuneras planteadas, comprenden desde la captación en el río, la desarenación eficiente, el mejoramiento de la conducción matriz, la protección de los canales jurisdiccionales en todos los tramos más contaminantes del agua, además de otras obras menores de reparación de: marcos, sifones, compuertas y sus mecanismos, etc., todo lo cual significa una inversión de aproximadamente \$14 mil millones. A lo anterior se suma la introducción del mercado de arriendos temporales de agua en años secos, que es una mera gestión de muy bajo costo, además del multiuso mediante generación hidroeléctrica que suma unos 8Mw de potencia.

El conjunto de mejoramientos indicados, corresponden a una modernización de la gestión hídrica comunera y resultan muy significativos para ambas asociaciones y para las 22 mil ha que riegan, en manos de unos 1.500 propietarios de predios, lo que impactará positivamente en la inversión privada intrapredial, al verse protegida la calidad del agua y mejoradas las obras tendientes a captar, conducir y distribuir el agua. Generalmente la inversión en tecnificación intrapredial es una consecuencia lógica de la inversión previa en obras comuneras que alcanzan su objetivo, entregando el agua de calidad y según derecho a los predios, además de estimular otras inversiones relacionadas con calidad del agua a nivel intrapredial, regulación nocturna, reconversión agrícola, búsqueda de mercados más exigentes para comercializar rubros de mayor rentabilidad, capacitación, etc.

3.- Objetivos y alcances del estudio.

3.1.- Objetivo general.

Atendiendo a lo expuesto en el punto N°2 anterior: "Elementos más Destacables del Proyecto", se tiene descrito el conjunto de temas principales que aborda este estudio. De esta forma, el objetivo general ha sido la evaluación técnica, económica, legal y ambiental del proyecto expuesto, con prediseños valorizados a nivel de prefactibilidad, que permiten el mejoramiento del sistema comunero de ambas asociaciones y su modernización en la gestión hídrica, analizando alternativas de soluciones para los requerimientos de ambas asociaciones.

3.2.- Objetivos específicos.

Como objetivos específicos se tienen los siguientes:

- Evaluar y prediseñar las alternativas de mejoramiento, propuestas a nivel de perfil, y/o nuevas alternativas de obras que se han identificado en el presente estudio, para el actual sistema de canales ACUB y ACH.
- Determinar las oportunidades y el potencial de hidrogenación eléctrica que presenta la red comunera, y prediseñar las obras necesarias para la implementación de minicentrales de paso.
- Prediseñar programas complementarios de asistencia técnica y transferencia tecnológica.
- Evaluación ambiental de las obras propuestas.
- Revisión legal de la situación de los derechos de agua de las asociaciones e inicio del proceso de regularización y perfeccionamiento de derechos en el CPA de la DGA.
- Evaluación técnica y económica de las alternativas propuestas y todo el conjunto de parámetros asociados con ellas, seleccionándose aquellas que sea óptimas para los objetivos de este estudio. Incorporar a la evaluación clásica del método del presupuesto, un ejercicio preliminar de evaluación mediante el método del valor incremental de la tierra y el método de las transacciones del agua.

4.- Metodología general del estudio.

4.1.- Elementos orientadores para la metodología

Tal como se indicó, son variados los temas que aborda el estudio, los cuales se han integrado en torno a la satisfacción de las necesidades planteadas por ambas asociaciones, en las reuniones durante el desarrollo del mismo y en las visitas a terreno, en que se han destacado principalmente dos temas de fondo.

La zona en estudio presenta grandes ventajas para la agricultura, tal como ya se indicó en las Generalidades del Proyecto; el estudio agroeconómico ha concluido que son muy destacables los altos niveles agroproductivos alcanzados actualmente, los cuales pueden incrementarse aún más, mediante la concreción del proyecto comunero, que además debiera impactar positivamente en las inversiones privadas intraprediales. También resulta de gran interés, el multiuso para generación, ya que la potencia optimizada de unos 8Mw, significa una generación rentable, si las cinco ó seis minicentrales que pueden construirse, se manejan con un solo sistema operador.

Los dos aspectos señalados han conformado los objetivos centrales del trabajo realizado y han permitido ordenar las actividades con su secuencia lógica, para realizar los diagnósticos y la reunión de antecedentes empleados en todos los análisis elaborados. Como resultado, se han formulado alternativas, prediseños, valorizaciones y las evaluaciones respectivas para concluir con las recomendaciones finales a este nivel de prefactibilidad. El enfoque metodológico general se ajustó a las indicaciones y recomendaciones del "Manual Para el Desarrollo de Grandes Obras de Riego", de la CNR-2011.

4.2.- Temas principales de estudio para integrar en un solo proyecto.

i.- Las necesidades de las asociaciones se pueden resumir globalmente como sigue:

- Unificar las bocatomas como medida prioritaria para abordar el mejoramiento de las obras comuneras de riego y la calidad del agua. Incorporar un desarenador inicial de alta eficiencia, para ambas asociaciones.
- Proteger los canales jurisdiccionales y el agua que conducen para riego, como medida urgente para evitar el problema de calidad que se cierne sobre los productores.
- Realizar una serie de obras menores en los canales para mejorar su manejo, con la conducción y distribución del agua, además de recuperar los caminos de servicio.
- Incorporar el multiuso al uso de sus aguas, mediante la generación hidroeléctrica al interior de los canales jurisdiccionales, para beneficio de las asociaciones y su inversión en las mismas obras de riego.

ii.- Los aspectos legales de mayor relevancia para esta prefactibilidad, se resumen como sigue:

- Cabal revisión de la constitución legal de ambas asociaciones.
- Diagnóstico detallado de la situación de la inscripción de derechos de agua.
- Inicio de la regularización de los derechos de agua.
- Factibilidad legal mediante de la concreción de las obras, especialmente la unificación de bocatomas y uso de la servidumbre del canal matriz ACH.
- Formación de una comunidad de aguas ACUB-ACH en torno a la obra comunera de bocatoma y su canal matriz de 2,7km de extensión.

Al inicio del estudio se concluyó en la etapa de diagnóstico, que cerca del 69% de los 1139 regantes de ACUB poseen sus derechos de aprovechamiento inscritos, y que el 31% restante podía tenerlos también inscritos, o bien eran susceptibles de hacerlo, por haberse originado en Proyectos de Parcelación CORA. En el caso de ACH se obtuvo información más actualizada de 471 regantes, en que sólo el 6,8% de sus accionistas disponían de antecedentes relativos al origen y naturaleza de sus derechos de aprovechamiento de aguas.

El estudio de títulos de derechos de agua abarcó 87 casos de ACUB y 49 estudios de ACH totalizando 136 estudios, que representan un 8,4 % del total de 1610 accionistas registrados en ambas asociaciones. Posteriormente se hizo un proceso de registro de derechos de agua en el CPA de la DGA que abarcó 43 casos, totalizando 184,14 acciones, o sea, 11% de las 1685 acciones. Finalmente se realizaron avances en 10 casos de perfeccionamiento durante el desarrollo del presente estudio. Se realizaron además más de 20 reuniones de asesoría legal en materia de regularización de derechos y publicaciones afines en las memorias anuales de cada una de las asociaciones.

iii.- Los aspectos ambientales mas importantes son:

- Pertinencia de elaborar presentaciones a la COREMA; se requiere un EIA para una de las centrales denominada Los Morros Sur; para el resto de las cuatro o cinco minicentrales, se requiere presentar las correspondientes DIA.
- Forma de abordar los ensanches de canales, especialmente el Unificado ACUB-ACH en 2,7km, para al menos 35m³/s. Ensanche de unos 5km del C. Fernandino para devolver un caudal de unos 2,5m³/s de derechos consuntivos empleados en la Central Los Morros Sur a la asociación ACH. Ensanche del canal Huelquén para portear unos 11m³/s, de los tres canales: Huelquén; El Cardonal y El Tránsito.
- Calidad del agua de riego. Los análisis de laboratorio indican altos niveles de contaminación bacteriológica en los tramos de atravesos por los poblados mayores.

- Techado de los canales, en el atravesio por la ciudad de Buín y poblados como Alto Jahuel, posibilitan su eventual uso conjunto como bandas multipropósito de gran utilidad para fines peatonales o para transporte en bicicleta.

iv.- Los temas organizacionales más relevantes son:

- Gestión actual de los canales se desarrolla con personal capacitado, destacándose: Gerentes, Administradores, apoyo de asesores ingenieros, abogados, contadores, etc.
- Participación actual de las bases es escasa en las decisiones, debido al nivel de profesionalización que en general han tenido las administraciones de los canales.
- El nivel de morosidad es bajo en la cancelación de las cuotas sociales.
- Para ejecutar el proyecto, su manejo requerirá una nueva preparación y de personal de mayor nivel, en ambas asociaciones.
- El manejo del mercado de arriendos temporales de agua, corresponde a una gestión operativa de las asociaciones, con notable impacto en el sistema agroproductivo, que puede introducirse como práctica formal con ocasión del proyecto de riego de la CNR. Este interés ya ha sido manifestado por ACUB.
- Para la concreción del proyecto se plantean programas de asistencia técnica y transferencia tecnológica que posibilite a los agricultores y a la administración de las asociaciones, los logros esperados de la inversión.

v.- Temas de Participación Ciudadana.

- Atendiendo a los altos niveles productivos actuales de la zona agrícola con su gran extensión de superficie y la intensa ocupación de mano de obra, su mantención y crecimiento en el tiempo, es un tema relevante de interés Comunal y Regional. Hasta ahora ha habido alguna participación de las Municipalidades, de la Gobernación y del Seremi de Agricultura. También ha participado Indap en atención al elevado porcentaje de pequeños propietarios pertenecientes a ACUB especialmente, que supera el 70% de los regantes.

4.3.- Desarrollo de actividades específicas.

Las actividades que pueden especificarse y diferenciarse pueden agruparse como sigue:

- Diagnóstico y catastro de la situación del riego en obras comuneras.
- Detección de necesidades de obras según requerimientos señalados por ambas asociaciones.
- Revisión de la situación legal de las asociaciones e inscripción de derechos de agua.
- Difusión del inicio del proceso de regularización de derechos de agua en la DGA.
- Factibilidad legal de la unificación de bocatomas.
- Hidrología del río Maipo en la Bocatoma Clarillo.

- Determinación de la eficiencia de conducción en la red jurisdiccional de canales de ACUB y ACH, en función de la dotación accionaria. Aforos en la red jurisdiccional y calibración del modelo de infiltración en las redes de ACUB y ACH.
- Estudios agroeconómicos en situación actual con encuestas y situación proyectada con mejoramientos productivos a ritmo vegetativo, según estratos de tamaño predial.
- Elaboración de funciones de producción en función de la disponibilidad hídrica.
- Planteamiento de programas de transferencia tecnológica y asistencia técnica.
- Topografía de toda la zona de interés para el prediseño de obras.
- Análisis ambiental de las obras proyectadas, con énfasis en la calidad del agua de riego y la detección de zonas de contaminación.
- Reconocimientos de suelos para fundación de obras.
- Planteamiento preliminar de alternativas de solución para los problemas detectados.
- Análisis de costo de revestimientos de canales y costos de protección de la calidad del agua. Beneficios y jerarquización de soluciones.
- Prediseños conceptuales de obras de riego y proyectos hidroeléctricos.
- Estudio de precios de construcción; cubicaciones de obras y presupuestos.
- Reuniones con actores relevantes locales, para iniciar la Participación Ciudadana en el proyecto.
- Evaluación económica y discusión.

4.4.- Identificación de inversiones principales y metodología adoptada según sus requerimientos.

El desarrollo de las actividades específicas señaladas ha aportado muchos antecedentes e informaciones de base para su empleo en los análisis y ponderaciones de los problemas que aquejan a los canales. Asimismo han servido para proyectar los mejoramientos agroproductivos, los que se fundan en la concreción de soluciones de obras con sus alternativas. Los antecedentes recabados permiten fundamentar la selección de las mejores alternativas que logren los objetivos del proyecto.

El conocimiento profundo de las características de los canales y el adecuado análisis de los antecedentes recogidos, permiten plantear aquellos mejoramientos que generan mayor impacto sobre el sistema agroproductivo. Las funciones de producción agrícolas elaboradas para diferentes disponibilidades hídricas a nivel predial, son determinantes para conocer la respuesta productiva global a lo largo de 30 años de estadística hidrológica, en que cada año agrícola dispone de sus propios recursos hídricos para regar. En el caso específico de esta prefactibilidad y según lo ya señalado en puntos anteriores, la protección de la producción agrícola actual y su proyección, frente al perjuicio de la contaminación del agua, constituye un gran beneficio por los menores daños en la agricultura. También se emplean estas funciones productivas para conocer los beneficios anuales asociados a la recuperación de agua en la red de canales jurisdiccionales, para caracterizar la alternativa de su eventual revestimiento.

El análisis ordenado de las numerosas variables del proyecto, sigue una secuencia lógica por aproximaciones sucesivas hasta la definición de soluciones, planteando alternativas valorizadas preliminarmente y determinando los beneficios asociados, para su comparación con otras soluciones.

Los temas de estudio señalados en numeral 1.3.2 y las actividades específicas indicadas en numeral 1.3.3, se integran en torno al análisis de las principales inversiones del proyecto que a su vez definen las directrices metodológicas a seguir, siempre bajo el enfoque general del Manual de la CNR-2011 citado en el punto numeral 1.3.1. Finalmente, la metodología detallada del estudio se termina de estructurar en torno a la mayor de las inversiones cuando ésta queda definida.

Las obras principales que se ubican en los canales jurisdiccionales, se refieren a:

a).- Unificación de bocatomas de ACUB y ACH. Obra común.

b).- Obras de ACUB.

b.1).- Protección de canales jurisdiccionales, con su calidad del agua. Techados; rejas desbasurizadoras y recuperación de camino de servicio; cercados.

b.2).- Obras menores al interior de la red de ACUB; compuertas de derivación en marcos principales; mecanismos automatizados.

c).- Obras de ACH.

c.1).- Protección de canales jurisdiccionales, con su calidad del agua. Techados; rejas desbasurizadoras y recuperación de camino de servicio; cercados.

c.2).- Obras al interior de la red de ACH; marcos partidores principales; mecanización de desbasurizadora; sifón.

d).- Obras de generación hidroeléctrica.

Las obras de riego se identificaron como: (a); (b); (c), en que su justificación se inserta en el conjunto de medidas necesarias para mejorar el sistema operacional de ambas asociaciones, y su beneficio se determina mediante las funciones de producción desarrolladas con el estudio agroeconómico en situación actual y futura. Entre estas se destacan las protecciones de los canales jurisdiccionales ante la peligrosa agresión que está significando la contaminación del agua, atendiendo a la cuantía de su inversión para techar 20km de canales en sus tramos de atraveso por poblaciones, en los cuales se comprobó el deterioro bacteriológico del agua para riego.

Las obras de generación (d) con sus 8 Mw de potencia optimizada preliminarmente, se justifican mediante sus propios flujos económicos, pero bien pueden integrarse armónicamente en la agrupación de obras anteriores de riego, aunque su función sea generar. En el conjunto de mejoramientos para estas dos asociaciones, la posibilidad de integrar la generación con ingresos económicos anuales, supone una gran ventaja para su futuro desarrollo sustentable, que finalmente se vuelca en las obras de riego y la protección de los canales, que seguirán necesitando extender sus techados y otras obras. Ambas asociaciones no tienen fines de lucro, al igual que varias otras organizaciones que han logrado incorporar generación en sus sistemas hídricos, beneficiándose de sus flujos positivos a través de la reducción de sus cuotas sociales y además les ha permitido introducir notables mejoramientos en sus obras de riego. Entre estas mejoras se pueden citar al menos las siguientes: revestimientos masivos; presurización de las entregas; techado de protección de los canales; desarenación de alta eficiencia y comercialización de la arena; tratamiento del agua; desbasurización; construcción de obras de regulación corta; introducción de mercados formales de arriendos temporales de agua; infiltración al acuífero para extender los beneficios del mercado hacia su mayor explotación en calidad

de embalse subterráneo; etc. Estos últimos avances logrados por otras asociaciones, corresponden a una etapa más avanzada.

Es decir, la generación y los ingresos que involucra, le abre a las asociaciones una serie de posibilidades de desarrollo y financiamiento propio de las obras de riego, además de aportar energía limpia para satisfacer las necesidades nacionales.

4.5.- Análisis de alternativas principales para riego

Las obras principales de riego que son la unificación de bocatomas, y la protección de canales y sus aguas, son objeto de análisis de alternativas. El canal unificado se analiza con varias alternativas de sección y revestimiento que se presentan en el Cuadro N°1. Para el techado de los canales se plantean varios tipos de materiales que se presentan en el Cuadro N°2, a partir de la necesidad expresa de proteger todos los años la inversión agrícola y especialmente frutera, en que la eventual suspensión de sus exportaciones produciría una pérdida económica difícil de revertir. La madera resulta más conveniente para canales pequeños de hasta 2m de ancho. Para mayores anchos se justifica más el hormigón. Este argumento determinó finalmente la selección de las soluciones prediseñadas diferenciando por tamaño del ancho característico de los canales.

La posibilidad de recuperar el caudal de infiltración en la red comunera, se estudia empleando 2 alternativas de materiales de revestimientos de relativamente bajo costo, que serían técnicamente factible de utilizar; esto es: membrana de hormigón y albañilería de piedra. En el Cuadro N°3 se muestra el resultado de dicho análisis, concluyendo que para este caso específico resulta de menor costo la membrana de hormigón. Además se plantea preliminarmente en forma alternativa al revestimiento, y solamente para años secos, el mercado de arriendos temporales de agua, que es una gestión eficaz para ayudar a paliar el problema hídrico en los predios de alta rentabilidad, con capacidad para solventar arriendos de agua.

**CUADRO N°1
COSTO DIRECTO DE ALTERNATIVAS CANAL UNIFICADO**

N°	Alternativa	Costo Directo mill. \$
1	Canoa de H.A.	1.490
2	Albañilería de piedra bordes, Pedraplén de protección lecho	670
3	Revestimiento de H.A. ambos bordes con talud, Pedraplén de protección lecho	827
4	Shotcrete borde izquierdo, Revestimiento de H.A. borde derecho (con talud), Pedraplén de protección lecho	662
5	Shotcrete ambos bordes, Pedraplén de protección lecho	377

CUADRO N°2
COSTO DIRECTO DE ALTERNATIVAS TECHADOS RED JURISDICCIONAL ACUB-ACH
(L=17,1 Km)

Material	Tipo	Costo Directo (mil \$ /ml)
Madera impregnada (e=2pulg)	Para canales de ancho 1m	28
Loseta alveolar de h.a. (e=16cm)	Para canales de ancho 1m	42
Madera impregnada (e=2pulg)	Para canales de ancho 2m	71
Loseta alveolar de h.a. (e=16cm)	Para canales de ancho 2m	77
Madera impregnada (e=3pulg)	Para canales de ancho 3m	122
Loseta alveolar de h.a. (e=16cm)	Para canales de ancho 3m	120
Loseta alveolar de h.a. (e=16cm)	Para canales de ancho 4m	164
Loseta PI pretensada de h.a.	Para canales de ancho 4m	178
Loseta alveolar de h.a. (e=16cm)	Para canales de ancho 6m y muro central 2m	277
Loseta alveolar de h.a. (e=16cm)	Para canales de ancho 8m y muro central 2m	351
Loseta PI pretensada de h.a.	Para canales de ancho 9m y altura muro central 2m	396

CUADRO N°3
COSTOS ALTERNATIVOS DE REVESTIMIENTO COMPLETA (220 KM) DE LA RED
JURISDICCIONAL CANALES ACUB Y ACH

Alternativa	Costo Directo Total mill. \$	Costo Total de construcción mill. \$
Albañilería de Piedras	14.454	23.296
Membrana de Hormigón Armado	11.822	19.325

5.- Conclusiones y recomendaciones.

5.1.- Conclusiones

5.1.1.- Mejoramiento del riego en la red jurisdiccional ACUB-ACH

El mejoramiento de la red comunera de riego, tiene dos partes principales. La primera es la protección de los canales y del agua de riego para evitar su contaminación; la segunda es la unificación de las bocatomas de ambas asociaciones ACUB y ACH.

a).- Protección de canales y su agua de riego

De los análisis técnicos y económicos realizados, queda en evidencia la imperiosa necesidad de proteger los canales ACUB y ACH y sus aguas de riego, ante la severa contaminación especialmente bacteriológica, que se origina en los atravesos de los tramos poblados. Ambos canales tienen más de un siglo de antigüedad y en el caso de ACH sus orígenes se remontan a inicios del Siglo XIX, cuando la zona no estaba poblada y sólo existían campos agrícolas. Actualmente estos canales riegan toda la Comuna de Buin y la mayor parte de la Comuna de Paine.

La actividad agrícola de estas dos comunas rurales de Buin y Paine tiene un alto valor económico con más de 22 mil ha regadas en plena producción, como queda reflejado en los flujos del Capítulo N°3; además sustenta la ocupación de mano de obra en más de 1.500 predios. Su privilegiada condición agroclimática, su ubicación cercana a los grandes centros distribuidores, su conectividad, junto con disponer de una gran agroindustria local, la transforman en una zona aventajada para la inversión y el desarrollo, tal como se manifiesta con la presencia de varias viñas viníferas con marcas de renombre internacional, además de otros rubros de alta rentabilidad para exportación.

De los estudios realizados se concluye que en los atravesos de predios grandes la contaminación es difusa y de envergadura menor, en cambio el efecto contaminante en el paso por los poblados es muy grave y se torna inmanejable para los agricultores. Los resultados recabados resultan evidentes, de esta forma al entrar en vigencia las normas sanitarias de los TLC, el escenario productivo se tornará catastrófico especialmente para los rubros de exportación. Ya han ocurrido en Chile otras situaciones similares en varios sectores productivos, con origen en problemas sanitarios, que han terminado abruptamente con la suspensión de las exportaciones. Ante lo señalado, resulta imperioso poner atajo al problema que se cierne sobre esta zona agrícola de gran valor, cuya actividad sostiene la ocupación de mano de obra en ambas comunas rurales.

El beneficio mayor del proyecto de proteger inicialmente 17 km de canales mediante techado y/o abovedamiento, corresponde al daño evitado en el sector agrícola, en que se asumen varios escenarios para la entrada en vigencia de la norma sanitaria, comenzando con el año 5° desde la concreción de la inversión inicial lo.

- Costos de obras

Se presenta un resumen de costos y beneficios agrícolas asociados al señalado proyecto global de protección, que es: el techado, las rejas desbasurizadoras y la recuperación de caminos de servicio actualmente interrumpidos, cuya accesibilidad para las asociaciones permite revisar diariamente el problema de los efluentes y basuras vertidas a los canales. Además se incluyen varias obras menores diseminadas en los canales principales, que son importantes para la correcta operación de ambas asociaciones, aunque su costo oscila entre un 2% a 4% del total de la inversión en protección de canales y su agua.

CUADRO N°4
COSTOS DE PROTECCIÓN DE CANALES Y SU CALIDAD DE AGUAS

Sector	Longitud a techar inicialmente Km	Costo directo millones \$	Costo total Incl: GG, Util, Imprev; Superv. (62%)
			Millones \$
ACUB	10	3.415	5.505
ACH	7	2.713	4.373
TOTAL	17	6.129	9.878

- Otras obras menores

Adicionalmente deben considerarse otros costos totales en obras menores diseminadas en los canales principales; sus montos totales de inversión son:

- ACUB: \$ 121 millones
- ACH : \$ 151 millones

En resumen el proyecto de protección de los canales y la calidad de sus aguas, más las obras menores en la red, exige una inversión inicial de \$10.150 millones, que representa una inversión media por unidad de superficie de unos \$462 mil/ha regada. Además, en la evaluación se incluye un costo adicional de \$1.500 millones en el año 15 de los flujos, para fines de reposición/ampliación de obras de protección y techado de los canales.

b).- Unificación de bocatomas ACUB-ACH.

El proyecto de riego para la unificación de las captaciones en el río Maipo por parte de ambas asociaciones, constituye una antigua aspiración organizacional, que permitiría mejorar su gestión conjunta, reducir costos de mantención de dos obras que actualmente operan en forma paralela, e introducir multiusos con beneficios para todos los agricultores y sus asociaciones. La unificación permite ejecutar un sistema de desarenación común, de alta eficiencia que además permitiría abatir más del 60% de los coliformes fecales, tal como se demuestra en un estudio y ensayos recientes realizados por ACUB en su propio desarenador.

Fundados en la legalidad de esta opción conforme a las atribuciones que la DGA otorgó a ACUB y a ACH, es posible materializar esta unificación de captaciones y sus derechos en la bocatoma Clarillo, que además incluye el uso común de la servidumbre del primer tramo del canal ACH hasta su km 2,7 lo cual exige previamente de convenios y compensaciones.

La unificación consulta mejoramientos en la Bocatoma Clarillo, la ampliación del canal matriz de ACH para conducir 35m³/s en 2,7km, con posibilidades de portear un máximo de 40m³/s. Se consulta la introducción de varias obras adicionales: desagüe nuevo; desarenador de alta eficiencia; aforador nuevo; Marco N°1 de ACH; Caída en el km 0,9; puente de acceso a Viña Emiliana; obra de derivación hacia ACUB.

La obra mayor es la ampliación del canal, para el cual se analizaron alternativas de obras, concluyéndose que la mejor evaluada tiene las siguientes características: Canal ensanchado y excavado bajo el lecho con pendiente $i=0,0006$. Ancho basal medio de 6m. Revestimiento talud derecho (H/V=1/2) excavado para su ampliación, con membrana de hormigón armado de $e=17\text{cm}$ de espesor medio; fundado bajo el nuevo lecho en 1,0m. El borde izquierdo mantiene su talud actual, revestido con shotcrete; la excavación bajo el lecho junto al borde izquierdo se consulta un talud (H/V=1/2) protegido con shotcrete. El nuevo lecho se protege con pedraplén compactado.

El costo total de la unificación con todas sus obras asciende a unos \$3.700 millones. Esto entrega un costo medio por unidad de superficie de unos \$168 mil/ha.

En el Cuadro N°5 se presenta un resumen del presupuesto para el proyecto de riego, a precios de mercado y precios sociales.

CUADRO N°5
RESUMEN DEL PRESUPUESTO PARA EL PROYECTO DE RIEGO
PRECIOS MERCADO Y SOCIALES

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	TOTAL PRECIOS MERCADO mill. \$	TOTAL PRECIOS SOCIALES mill. \$
1	INSTALACIÓN DE FAENAS, CONTROL TOPOGRÁFICO, TTE INTERNO Y ACCESO A FRENTES	46	43
2	OBRAS PROYECTO DE RIEGO UNIFICACIÓN DE BOCATOMAS	2.277	2.137
2.1	DESARENADOR PARA MEJORAMIENTO CONDUCCIÓN CANAL UNIFICADO Y CALIDAD DE AGUAS	1.033	983
2.2	REPARACIÓN Y AMPLIACIÓN BOCATOMA CLARILLO PARA UNIFICACIÓN DE BOCATOMAS	301	285
2.3	OTRAS OBRAS MENORES EN EL CANAL UNIFICADO	61	57
2.4	AMPLIACIÓN CANAL HUIDOBRO PARA UNIFICACIÓN DE BOCATOMAS CON ACUB	739	680
2.5	OBRA DE DERIVACIÓN CANAL UNIFICADO HACIA CANAL UNIDOS DE BUIN	143	132
3	OBRAS PROYECTO DE RIEGO EN LA RED INTERNA ASOCIACIÓN CANAL UNIDOS DE BUIN	3.415	3.319
3.1	OBRAS PROTECCIÓN RED DE CANALES Y CALIDAD DE AGUAS (L = 10 KM TECHADOS)	3.341	3.246
3.2	OBRAS MENORES DISEMINADAS POR LA RED	75	73
4	OBRAS PROYECTO DE RIEGO EN LA RED INTERNA ASOCIACIÓN CANAL HUIDOBRO	2.713	2.652
4.1	OBRAS PROTECCIÓN RED DE CANALES Y CALIDAD DE AGUAS (L = 7 KM TECHADOS)	2.620	2.563
4.2	OBRAS MENORES DISEMINADAS POR LA RED	93	89
5	COSTO DIRECTO OBRAS (millones \$)	8.452	8.150
6	GASTOS GENERALES E IMPREVISTOS: (FAENA EN 6 MESES DE DURACION)	1.310	1.263
6.1	IMPREVISTOS (15,0 % DE LOS COSTOS DIRECTOS) (millones \$)	1.268	1.223
6.2	GASTOS GENERALES DE LA CONSTRUCTORA (millones \$)	42	41
7	UTILIDADES DEL CONTRATISTA (millones \$)	1.268	1.223
8	SUB TOTAL COSTOS NETO DE OBRAS (millones \$)	11.030	10.636
9	IVA 19 % (millones \$)	2.096	2.021
10	SUB TOTAL COSTOS DE OBRAS (millones \$)	13.126	12.657
11	PROYECTO DE INGENIERÍA Y SUPERVISIÓN DE OBRA : (millones \$)	691	666
11.1	COSTOS DE ESTUDIOS (Subsidio/No se considera) (millones \$)	0	0
11.2	SUPERVISIÓN DE OBRAS (5% Costo total de construcción) (millones \$)	691	666
12	TOTAL COSTO DE CONSTRUCCIÓN (millones \$)	13.817	13.323
13	TOTAL COSTO DE CONSTRUCCIÓN (millones USDs) (03 DE ENERO DE 2011)	29,5	28,5

- Beneficios económicos directos de la protección de canales y su agua de riego.

El resultado de la evaluación económica de la mejor alternativa de protección se presenta en el siguiente cuadro. El beneficio principal corresponde al daño evitado al sector agrícola con la protección de la calidad del agua para riego, especialmente de rubros agrícolas para exportación.

CUADRO N°6
RESUMEN RESULTADO EVALUACIÓN ECONÓMICA
ALTERNATIVA PROTECCIÓN DE CANALES Y CALIDAD DE AGUAS
JUNTO CON UNIFICACION DE BOCATOMAS Y OBRAS MENORES
RED JURISDICCIONAL ACUB-ACH

Inversión I_0 = \$13.817 millones de costo total

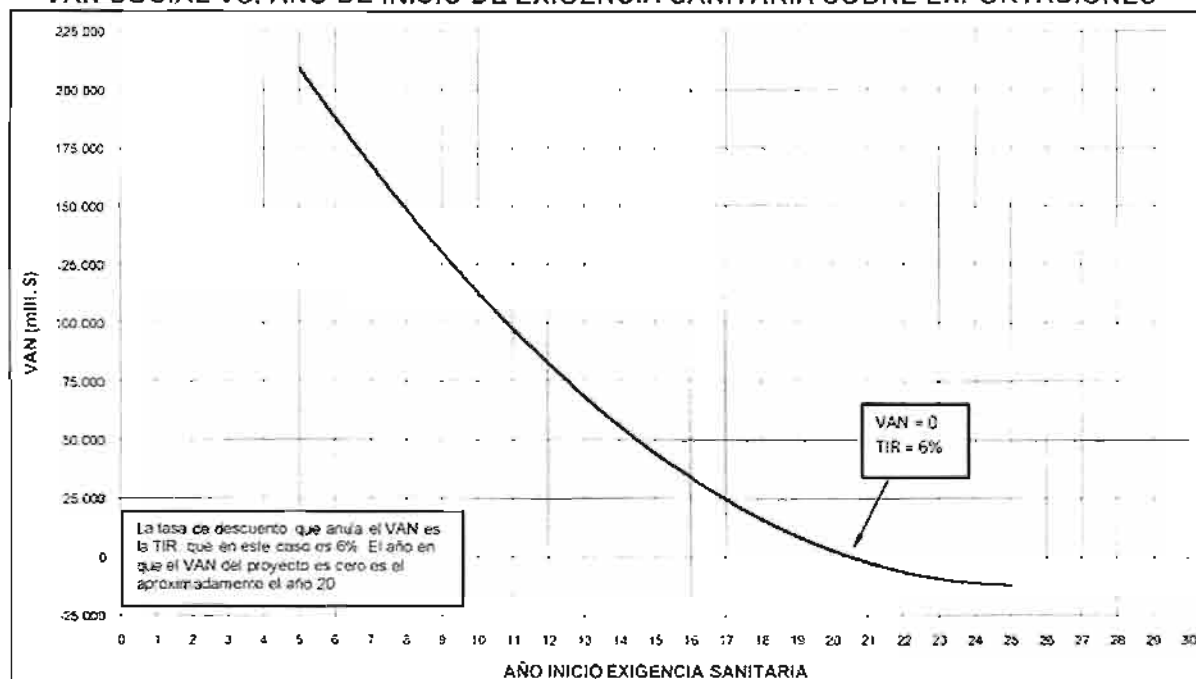
Inversión en reposición de obras año 15 = \$2.073 millones

Ampliación anual de techados de canales = \$77 millones/año

Parámetro	Valor
VAN (millones \$)	110.242
$N/K = (VAN / I_0)$	9,0
AÑO RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	6
TASA INTERNA RETORNO (TIR%)	38,4
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO	5

En la evaluación económica, se analiza como sensibilización el lapso de años para la entrada en vigencia de las exigencias sanitarias, que impacta en la rentabilidad del proyecto de protección del agua. Se entrega en el Cuadro N°7 siguiente, se muestra que la inversión inicial del año cero, se justifica realizarla, siempre y cuando el inicio de la exigencia sanitaria no supere el año 20 de los flujos. A contar del año 20, el VAN social del proyecto de riego tiende a hacerse negativo.

CUADRO N°7
VAN SOCIAL VS. AÑO DE INICIO DE EXIGENCIA SANITARIA SOBRE EXPORTACIONES



- Externalidades positivas.

Además del beneficio mayor señalado antes, se pueden señalar las siguientes externalidades positivas.

Para las organizaciones de canchales:

- Ahorro de costos en limpieza de canales; menos desembanche, obstrucciones y rebalses, se elimina la vegetación en los bordes de canales al quedar techados y sin posibilidad de hacer fotosíntesis.
- Menor probabilidad de accidentes, que son frecuentes en estos canales urbanos.
- Ahorro de costo de mantención (reposición de cercos y/o panderetas)

Para la población:

- Eliminación de accidentes por caída, personas y animales.
- Conectividad entre ambas riberas del canal.
- Disminución de problemas de salud hacia aguas abajo.
- Posibilidad de emplear la faja techada urbana de canales, para uso urbano múltiple, peatones y bicicletas.

5.1.2.- Recuperación del caudal de infiltración.

Se efectuó un análisis técnico-económico para evaluar la recuperación del caudal de infiltración, mediante revestimientos de la red de ambas asociaciones con 220km de longitud, el cual entregó los siguientes resultados.

La producción agrícola resulta afectada solamente en temporadas de sequía, cuando la dotación hídrica es inferior a la característica de años hidrológicos del tipo 75% a 80% de probabilidad de excedencia.

Luego de realizar tanteos de pérdidas con el modelo de infiltración para ambas asociaciones, se plantea la representatividad de la dotación propia del año hidrológico del tipo 85%.

Se emplean las funciones de producción desarrolladas en el Estudio Agronómico, para determinar los márgenes anuales con la disponibilidad hídrica a lo largo de 30 años de estadística hidrológica.

CUADRO N°8
RESUMEN DE PARAMETROS
PARA LA ALTERNATIVA DE REVESTIMIENTO ACUB + ACH (220 km)

Q BOCATOMA ACUB + ACH AÑO HIDROL 85% (m3/s)	Q PERDIDO EN INFILTRACION (m3/s)	Q A NIVEL DE PREDIO (m3/s)	COSTO DIRECTO PRECIOS PRIVADOS (millones \$)	VAN (millones \$)
13,3	5,7	7,6	11.800	8.200

El costo de revestir es excesivamente elevado en relación a los beneficios que se obtiene con la recuperación de agua en años secos, que además se producen sólo cada 9 ó 10 años como promedio.

Por otra parte, el costo de techado de canales (6.000 millones \$) es prácticamente la mitad del costo de revestir (11.800 millones \$), y además el VAN de techar es cercano a 14 veces superior comparado con revestir.

5.1.3.- Aprovechamiento hidroeléctrico de las obras de riego.

- Centrales posibles de incorporar asociadas al riego.

i).- Central Los Morros Sur:

Es posible ubicar un punto de generación en la llegada al canal matriz ACUB, de la descarga desde unificado, que puede operar con derechos consuntivos y también no consuntivos que posee ACUB. Además es posible adicionar a esa generación un caudal de ACH que posteriormente debe devolverse a esa Asociación a través del canal Fernandino ampliado. La potencia optimizada de esta central que se ubica en la descarga desde ACH a ACUB oscila en torno a los 4Mw.

ii).- Central Desarenador ACUB:

Esta obra proyectada, consiste en una minicentral de una potencia que alcanzaria un valor de 0,8Mw considerando la "Alternativa Menor" de unificación ACUB-ACH. La cámara de carga se ubicaría a la salida del desarenador existente de ACUB, en que su tubería presurizada sería muy corta hasta la turbina que quedaría emplazada al pie del desarenador. Para la descarga al río se consulta una tubería enterrada y luego con canalización abierta.

iii).- Microcentral T.V.P.Q. en Marco A de ACUB:

Se ubica a la salida del actual desarenador de ACUB y el pasante del Marco A hacia el Canal Tronco Viluco Paine Quinta. Este caso es una situación particular de microcentral, que podría operar todo el año pero con un desnivel pequeño de 2,5m. El caudal anual corresponde a los derechos consuntivos del canal Tronco Viluco-Paine-Quinta, y en invierno podría existir alguna participación de los derechos consuntivos del Canal Tronco Sta Rita-Fernandino. El caudal máximo sería 11,5m³/s y potencia máxima de 0,2Mw. El factor de planta es 0,65.

iv).- ACH Central Huelquén 1 (C. Huelquén - C. Cardonal):

A partir del Marco Triple de ACH, ubicado aproximadamente en el km 10,5 de su trazado, nacen tres canales: Huelquén (superior); matriz Huidobro por el centro y Tagle a la derecha. En el Marco N°8, nace el Cardonal por el lado izquierdo y el Tránsito por el lado derecho. Si se unifica el C. Tránsito, el C. Cardonal junto con el C. Huelquén por el trazado de este último, se tiene un desnivel geométrico posible de emplear en generación y un caudal máximo de hasta unos 14 m³/s.

Se plantea la primera Central Huelquén 1, desde el Canal Huelquén unificado de 4km de longitud y con un trazado prolongado de unos 500m por el Cerro Azul, hasta una cámara de carga que permitiría descargar con un desnivel de 17,7m hacia el C. Cardonal su propio caudal a lo largo de todo el año de hasta $3,8\text{m}^3/\text{s}$. En invierno se añadiría una parte del caudal del propio Canal Huelquén ($1,89\text{m}^3/\text{s}$) además del C. Cardonal incrementado con $6,61\text{m}^3/\text{s}$, totalizando $8,5\text{m}^3/\text{s}$, con una potencia máxima de 1,2Mw. El factor de planta es de 0,45.

v).- ACH - Central Huelquén 2 (C. Huelquén – C. El Tránsito):

Se plantea la segunda Central Huelquén 2, desde el Canal Huelquén unificado de 4km y con un trazado prolongado de unos 500m por el Cerro Azul, hasta una cámara de carga que permitiría descargar con un desnivel de 37,9m hacia el C. El Tránsito su propio caudal a lo largo de todo el año de hasta $2,46\text{m}^3/\text{s}$. En invierno se añadiría una parte del caudal del propio Canal Huelquén ($2,14\text{m}^3/\text{s}$) además de la propia C. Tránsito incrementado con $3,36\text{m}^3/\text{s}$, totalizando $5,5\text{m}^3/\text{s}$, con una potencia máxima de 1,7Mw. El factor de planta es de 0,43.

vi).- Central Puente Huidobro (Alternativa opcional):

Este caso es una situación particular de microcentral, para la Alternativa Menor de unificación ($Q=35\text{m}^3/\text{s}$), que podría operar todo el año pero con un desnivel pequeño de 2,6m y estaría ubicada 30m aguas abajo del puente Huidobro, en una caída disipadora proyectada en el canal unificado. El caudal anual considera los derechos consuntivos de ACUB y de ACH más los derechos no consuntivos de ACUB. El caudal máximo sería de $35\text{m}^3/\text{s}$ y potencia máxima de 0,6Mw.

En el Cuadro N°9 se presenta un resumen del presupuesto del proyecto de generación hidroeléctrica asociado al proyecto de riego.

CUADRO N°9
RESUMEN DEL PRESUPUESTO PARA EL PROYECTO DE GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA
ASOCIADO AL PROYECTO DE RIEGO
PRECIOS MERCADO Y SOCIALES

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	COSTO COMP. NAC. CN mill. \$	COSTO COMP. EXTR. CE mill. \$	TOTAL P. MERC. mill. \$	TOTAL P. SOC. mill. \$
1	INSTALACION DE FAENAS, CONTROL TOPOGRÁFICO, TTE INTERNO Y ACCESO A FRENTE	46	0	46	43
2	CENTRAL HIDROELÉCTRICA LOS MORROS SUR (INCLUYE: REBAJE CANAL MATRIZ ACUB, AMPL. CANAL T S R F., AMPL. C FERNANDINO Y OBRAS DEVOL. DERECHOS A ACH, DESRIPIADOR, TUB FORZADA, CASA DE MÁQ. Y TURBINAS, OBRAS DE TRANSMISIÓN ELÉCT.)	788	1.802	2.590	2.560
3	CENTRAL HIDROELÉCTRICA DESARENADOR ACUB (INCLUYE: CÁMARA DE CARGA, TUBERÍA FORZADA, CASA DE MÁQUINA, TUBERÍA DESCARGA, OBRAS DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA)	294	285	580	574
4	CENTRAL HIDROELÉCTRICA T.V.P.Q. EN MARCO "A" (INCLUYE: CENTRAL TURBINA AQUALINNE, OBRAS CIVILES EQUIPOS Y TABLEROS DE CONTROL, REGULACIÓN Y TELEVIGILANCIA)	20,5	173	193	175
5	CENTRALES HIDROELÉCTRICAS HUELQUÉN 1 Y HUELQUÉN 2	1.372	734	2.106	2.019
5.1	OBRAS COMUNES A LAS CENTRALES HUELQUÉN 1 Y HUELQUÉN 2 (INCLUYE: MODIF. MARCO PART TRIPLE, AMPL. RAMAL HUELQUÉN, CANAL DE CONDUCCIÓN RAMAL HUELQUÉN A CAM. DE CARGA COMÚN, DESARENADOR, CÁM. DE CARGA COMÚN)	803		803	721
5.2	CENTRAL HIDROELÉCTRICA HUELQUÉN 1 (INCLUYE: TUB. FORZADA, CASA DE MÁQUINA Y TURBINA, OBRAS DE TRANSMISIÓN ELÉCT.)	237	302	539	541
5.3	CENTRAL HIDROELÉCTRICA HUELQUÉN 2 (INCLUYE: TUB. FORZADA, CASA DE MÁQUINA Y TURBINA, OBRA DEVOL. DERECHOS A CANAL EL TRÁNSITO, OBRAS DE TRANSMISIÓN ELÉCT.)	331	432	763	757
6	CENTRAL HIDROELÉCTRICA PUENTE HUIDOBRO (INCLUYE: CÁMARA DE CARGA, TUBERÍA FORZADA, CASA DE MÁQUINA, OBRAS DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA)	187	270	457	457
7	AFORADORES ULTRASONIDO	35		35	35
8	COSTO DIRECTO (millones \$)	2.743	3.264	6.007	5.863
9	GASTOS DE INGENIERÍA EXTRANJERA (1,5% Costo Directo) (mil. \$)		49	49	48
10	GASTOS DE INGENIERÍA NACIONAL (5% Costo Directo) (mil. \$)	110		110	107
11	GASTOS DE INSPECCIÓN EXTRANJERA (3% Costo Directo) (mil. \$)		98	98	96
12	GASTOS DE INSPECCIÓN NACIONAL (10% Costo Directo) (mil. \$)	137		137	134
13	IMPREVISTOS EQUIPOS MON EXTRANJEROS (10% Costo Directo) (mil. \$)		326	326	319
14	IMPREVISTOS EQUIPOS/OBRAS NACIONAL (15% Costo Directo) (mil. \$)	274		274	268
15	DERECHOS DE INTERNACION (der. ad valorem; 6% sobre valor CIF) (mil. \$)		196	196	191
16	GASTOS PORTUARIOS Y FLETES (6% sobre valor CIF) (mil. \$)		196	196	191
17	GASTOS GRAL. Y UTIL. DEL CONTRATISTA NACIONAL (20% Cost. Dir.) (mil. \$)	549		549	535
18	SUB TOTAL COSTO NETO DE OBRAS (mil. \$)	3.812	4.129	7.941	7.751
19	IVA (10 % Subtotal Costo Neto de Obras)	724	785	1.509	1.473
20	COSTO TOTAL DE CONSTRUCCIÓN (mil. de \$)	4.536	4.914	9.450	9.223
21	COSTO TOTAL DE CONSTRUCCIÓN (mil. US\$)	9,7	10,5	20,2	19,7
22	COSTO TOTAL DE CONSTRUCCIÓN POR MW DE POTENCIA INSTALADA (mil. US\$ / MW) (7,6 Mw)			2,6	2,6

- Resultados del análisis de rentabilidad de la generación hidroeléctrica.

Los resultados de la rentabilidad son los siguientes.

CUADRO N°10
RESUMEN PARAMETROS DETERMINADOS EN LA SIMULACION OPERACIONAL
DE 30 AÑOS X 12 MESES Y VALOR RESIDUAL IGUAL A 10 VECES EL MARGEN DEL AÑO 30
ALTERNATIVA MENOR (Q=35m³/s en Canal unificado)

N°	Central	Desnivel Neto m	Caudal optimi- zado m ³ /s	P optimi- zada Mw	VAN mill \$	TIR %	PRI años	Io mill. \$	Io/P mill US\$/Mw	Factor de planta calculado	Precio monómico de la energía \$/kWh	Energía generada Gwh
1	Los Morros Sur	21,7	22,5	4,0	5 377	20,9	5	4.005	2,0	0,58	29,4	547,4
2	Desarenado r ACUB	10,0	10,0	0,8	477	14,2	7	824	2,2	0,52	36,5	92,69
3	Central T V P O. en Marco A	2,8	11,5	0,3	264	17,2	6	47	2,3	0,54	26,9	33,70
4	Huelquén 1	17,7	8,5	1,2	827	14,3	7	1.580	2,6	0,52	39,7	151,32
5	Huelquén 2	37,9	5,4	1,7	1 318	15,0	7	2 197	2,7	0,52	39,9	206,95
6	Central Puente Huidobro	2,6	24,3	0,5	576	16,1	7	728	2,9	0,64	25,7	78,85
Total				8,4	8.839	17,7		9.380	2,33	0,55		1.110,9

Nota: De acuerdo a los precios actualizados a octubre de 2010, se considera lo siguiente

Nodo	Alto Jahuel	1 Gwh = 1000 Mwh
Precio Base de la energía	47,25 \$/kWh	
Precio Base de la Potencia de Punta	115,07 US\$/kW/año	
Tasa de cambio	491,76 \$/US\$	

- Conclusiones del proyecto hidroeléctrico.

Del análisis realizado, se desprende que las seis centrales planteadas son rentables a este nivel de prefactibilidad, en que la potencia sumada total asciende a unos 8,4Mw. Su operación debe ser con un solo sistema operador, en beneficio de la eficiencia de toda la generación, en que además varias centrales operan en serie hidráulica, y en completa asociación con el riego.

d).- Situación legal y derechos de agua.

Se realizó un diagnóstico legal de los derechos de agua de ambas asociaciones. Ambas asociaciones están constituidas legalmente, sin embargo antes de realizar este estudio, los derechos de agua individuales estaban inscritos solamente en el CBR de Buin. Con ocasión de esta prefactibilidad, se ha realizado una notable difusión de los procedimientos legales para inscribir los derechos de agua en el CPA de la DGA, además de proceder a la inscripción de 40 titulares que representan el 10% de las acciones de las asociaciones. Además se ha iniciado el perfeccionamiento de 25m³/s de derechos no consuntivos de ACUB, caudal que supera al de derechos consuntivos de esa asociación. Asimismo se tienen iniciados los procesos de perfeccionamiento de 8 títulos de derechos agua.

Se analizó en detalle el costo involucrado en el perfeccionamiento de los 2.000 títulos de derechos de agua que existen en ambas asociaciones, el cual asciende a un total de

23.-

\$4.800 millones, adoptando el valor unitario que Indap establece en el Bono Legal que dispone para estos efectos.

5.2.- Recomendaciones de la prefactibilidad.

a).- Protección de canales y la calidad del agua de riego.

i.- Trabajo con instituciones de gobierno.

Es urgente avanzar con las instituciones competentes en la concreción de soluciones para proteger el agua de riego, debido a que la entrada en vigencia de las normas sanitarias que impactan en las exportaciones, podría precipitarse, generando un grave daño antes de que se construyan las obras de protección de los canales.

Es necesario continuar trabajando en el acercamiento con el Gobierno Regional y las Municipalidades. Los objetivos de una mayor participación ciudadana permitirán:

- Aclarar las responsabilidades en los costos asociados a la protección de los canales y el agua de riego.
- Desarrollar un procedimiento para recuperar los caminos de servicios de los canales, retirando cercos de viviendas y algunas viviendas de dicha faja que es una servidumbre establecida a favor de los canales.
- Introducir eventuales multiusos en la faja de canales techados por tramos urbanos, que constituye un tema de interés municipal.

ii.- Aclarar puntos de acceso a canales urbanos para facilitar las limpias.

Precisar los puntos con buen acceso a los futuros tramos techados, para facilitar las limpias y el retiro del desembanque desde puntos preestablecidos, con techos removibles.

iii.- Monitoreo de calidad de aguas.

Reactivar un programa de monitoreo de calidades de agua, para seguir precisando los puntos de mayor contaminación en los canales.

iv.- Maquinaria para limpia de canales.

Analizar el mercado de maquinaria adecuada para actualizar la información existente, referente a nuevos equipos de baja altura, especialmente para usos mineros, que servirán para limpiar los canales techados, por dentro.

b).- Unificación de bocatoma ACUB-ACH.

Es altamente recomendable avanzar en las negociaciones entre ACUB y los dos propietarios de la Bocatoma Clarillo. Los actuales propietarios de dicha obra son la Asociación de Canales de Maipo (ACM) y la Asociación Canal Huidobro (ACH). Existen puntos de convergencia y conveniencia mutua para las tres asociaciones, de forma que pueda emplearse dicha bocatoma para uso común, debiendo lograrse convenios para su uso, que involucre mejoramientos de esa obra y del uso de los derechos de agua establecidos.

c).- Mercado del agua.

Es muy conveniente para la agricultura local, introducir una formalidad para ordenar el mercado de arriendos temporales de agua, que puede alcanzar a un caudal de $1,5\text{m}^3/\text{s}$ de agua superficial, que corresponde al agua de un año seco (85%) en el Estrato Predial N°1. Estos predios con menos de 10ha tienen rubros anuales solamente y en años secos no logran cosechar adecuadamente debido a su baja dotación hídrica, por lo tanto en años secos podrían percibir beneficios económicos si arriendan temporalmente sus derechos a los predios fruteros. El traslado de los derechos exige de una inversión muy pequeña, mediante dispositivos de corrección en los marcos partidores de la red comunera, que corresponde a una gestión de las asociaciones que puede cobrarse como un servicio al arrendador y al arrendatario.

d).- Derechos de agua.

Las asociaciones deben continuar avanzando con la inscripción de derechos de agua en el CPA de la DGA, junto con gestionar la obtención de fondos públicos necesarios para cofinanciar esta extensa gestión legal, que alcanza a unos \$4.800 millones para perfeccionar los 2.000 títulos de derechos de ambas asociaciones.