

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD  
MEJORAMIENTO DEL RIEGO EN LA CUENCA  
DEL RÍO CAUTÍN EN CURACAUTÍN,  
REGIÓN DE LA ARAUCANÍA**

**INFORME FINAL**

**RESUMEN EJECUTIVO**

**SANTIAGO, DICIEMBRE DE 2012**





Comisión Nacional de Riego

# **ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD MEJORAMIENTO DEL RIEGO EN LA CUENCA DEL RÍO CAUTÍN, EN CURACAUTÍN, REGIÓN DE LA ARAUCANÍA**

**INFORME FINAL**

**RESUMEN EJECUTIVO**

**SANTIAGO, DICIEMBRE DE 2012**

Estudio Elaborado por:



**ARCADIS CHILE S.A.**

Dirección: Av. Antonio Varas 621, PROVIDENCIA – SANTIAGO

Fono: +56 02 381 6000

[www.arcadis.cl](http://www.arcadis.cl)

# ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD “MEJORAMIENTO DEL RIEGO EN LA CUENCA DEL RÍO CAUTÍN, EN CURACAUTÍN”, REGIÓN DE LA ARAUCANÍA

## RESUMEN EJECUTIVO

### ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>4</b>
1.1	ANTECEDENTES.....	4
1.2	OBJETIVOS Y ALCANCES DEL ESTUDIO.....	4
<b>2</b>	<b>ANTECEDENTES BÁSICOS PARA EL ESTUDIO.....</b>	<b>5</b>
2.1	ANTECEDENTES DISPONIBLES.....	5
2.2	ESTUDIOS DE TERRENO.....	7
<b>3</b>	<b>IDENTIFICACION Y SELECCIÓN DE SITIOS PARA EMPLAZAMIENTO DE EMBALSES.....</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>ESTUDIOS BÁSICOS.....</b>	<b>11</b>
4.1	ESTUDIO GEOLÓGICO.....	11
4.1.1	<b>Geología de las alternativas de embalse.....</b>	<b>11</b>
4.1.2	<b>Riesgos Geológicos.....</b>	<b>12</b>
4.2	ESTUDIO GEOTÉCNICO.....	12
4.2.1	<b>Sitio La Mula.....</b>	<b>13</b>
4.2.2	<b>Sitio Malalcahuello.....</b>	<b>13</b>
4.2.3	<b>Canales Matrices.....</b>	<b>14</b>
4.2.4	<b>Yacimientos de Material.....</b>	<b>14</b>
4.3	ESTUDIO HIDROLÓGICO.....	14
4.3.1	<b>Hidrología de Recursos de Aguas.....</b>	<b>14</b>
4.3.2	<b>Estudio de Crecidas.....</b>	<b>15</b>
4.3.3	<b>Estudio Sedimentológico.....</b>	<b>15</b>
4.4	ESTUDIO RIESGO SÍSMICO.....	15
<b>5</b>	<b>CARACTERIZACIÓN AGROPECUARIA.....</b>	<b>15</b>
5.1	CLIMA.....	15
5.2	SUELO.....	15
5.3	CALIDAD DE AGUAS.....	16
5.4	SITUACIÓN AGROPECUARIA ACTUAL.....	16
5.5	SITUACIÓN AGROPECUARIA FUTURA.....	17
5.5.1	<b>Situación sin Proyecto.....</b>	<b>17</b>
5.5.2	<b>Situación con Proyecto.....</b>	<b>18</b>
5.6	DEMANDA DE AGUA.....	23
5.7	PROGRAMA DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA Y ASISTENCIA TÉCNICA PREDIAL.....	23
5.8	BALANCE DE MANO DE OBRA.....	25
<b>6</b>	<b>ESCENARIOS Y MODELO DE SIMULACIÓN.....</b>	<b>28</b>
6.1	ESCENARIOS DE RIEGO.....	28

6.2	MODELO DE SIMULACIÓN .....	28
<b>7</b>	<b>DISEÑOS PRELIMINARES.....</b>	<b>29</b>
7.1	OBRAS DE EMBALSE.....	29
7.1.1	<b>Obras de Desvío.....</b>	<b>29</b>
7.1.2	<b>Muro de Presa .....</b>	<b>29</b>
7.1.3	<b>Evacuador de Crecidas.....</b>	<b>30</b>
7.1.4	<b>Obra de Toma.....</b>	<b>30</b>
7.1.5	<b>Interferencias .....</b>	<b>30</b>
7.1.6	<b>Costos de las Obras de Embalse.....</b>	<b>31</b>
7.2	OBRAS COMPLEMENTARIAS.....	31
7.2.1	<b>Red de Riego.....</b>	<b>31</b>
7.3	POTENCIAL HIDROELÉCTRICO.....	31
7.4	SISTEMA DE AFORO REMOTO DE CAUDALES .....	32
7.5	ANÁLISIS DE PERTINENCIA DE LA UTILIZACIÓN DEL EMBALSE COMO EMBALSE DE CONTROL.....	32
<b>8</b>	<b>ESTUDIO DE TENENCIA DE TIERRA.....</b>	<b>34</b>
8.1	ALTERNATIVA LA MULA .....	34
8.2	ALTERNATIVA MALALCAHUELLO.....	34
8.3	RED DE RIEGO.....	34
8.4	ESTIMACIÓN DE COSTOS.....	34
<b>9</b>	<b>EVALUACIÓN ECONÓMICA.....</b>	<b>35</b>
9.1	PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN ECONÓMICA .....	35
9.2	EVALUACIÓN ECONÓMICA COMO OBRA DE RIEGO .....	35
9.2.1	<b>Beneficios Agronómicos .....</b>	<b>35</b>
9.2.2	<b>Costos Desarrollo del Riego .....</b>	<b>37</b>
9.2.3	<b>Rentabilidad Proyecto de Riego .....</b>	<b>38</b>
9.2.4	<b>Análisis de Sensibilidad .....</b>	<b>39</b>
9.2.5	<b>Recomendación Tamaño del Proyecto de Riego.....</b>	<b>40</b>
9.2.6	<b>Disposición de Pago.....</b>	<b>40</b>
9.3	MÉTODOS DE CHEQUEO DE EVALUACIÓN .....	41
9.3.1	<b>Método de las Transacciones .....</b>	<b>41</b>
9.3.2	<b>Método del Valor Incremental de la Tierra.....</b>	<b>41</b>
9.4	EVALUACIÓN ECONÓMICA COMO OBRA MULTIPROPÓSITO.....	42
9.4.1	<b>Uso Agua Potable .....</b>	<b>42</b>
9.4.2	<b>Uso Turismo .....</b>	<b>42</b>
9.4.3	<b>Uso Generación Hidroeléctrica .....</b>	<b>43</b>
9.4.4	<b>Uso Control de Crecidas .....</b>	<b>43</b>
9.4.5	<b>Rentabilidad Multipropósito del Proyecto.....</b>	<b>44</b>
<b>10</b>	<b>EXTERNALIDADES.....</b>	<b>44</b>
<b>11</b>	<b>ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL, PAC Y TALLERES LEGALES .....</b>	<b>45</b>
11.1	ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL .....	45
11.2	ESTUDIO DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA.....	45
11.3	TALLERES LEGALES .....	46
<b>12</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>47</b>

## 1 INTRODUCCIÓN

### 1.1 ANTECEDENTES

La presente consultoría corresponde a la elaboración del Estudio de Prefactibilidad del Proyecto “Mejoramiento del Riego en la Cuenca del Río Cautín en Curacautín Región de la Araucanía”, encargado a ARCADIS Chile por la Comisión Nacional de Riego (CNR) del Ministerio de Agricultura. El Estudio consideró analizar conjuntamente una obra de regulación (embalse) y la red de distribución asociada para dotar de recursos hídricos a la mayor superficie posible de las comunas involucradas.

Durante los últimos 50 años se han desarrollado diversos estudios y diagnósticos de la cuenca del Río Cautín, cuyos objetivos primordiales han sido la mejora de las condiciones del riego en la zona, proponiéndose de estos estudios diversas obras que permitan aprovechar los recursos hídricos del Río Cautín.

No obstante lo anterior, los estudios sólo contemplaron la materialización de la red de riego, obras que no aseguraban el adecuado aprovechamiento de los recursos hídricos (85% de Seguridad de Riego), lo que generó la necesidad del desarrollo de una obra de regulación, en el Río Cautín o sus afluentes, mediante la construcción de un embalse y sus obras anexas, además de la construcción de red de canales matrices, derivados y sub-derivados.

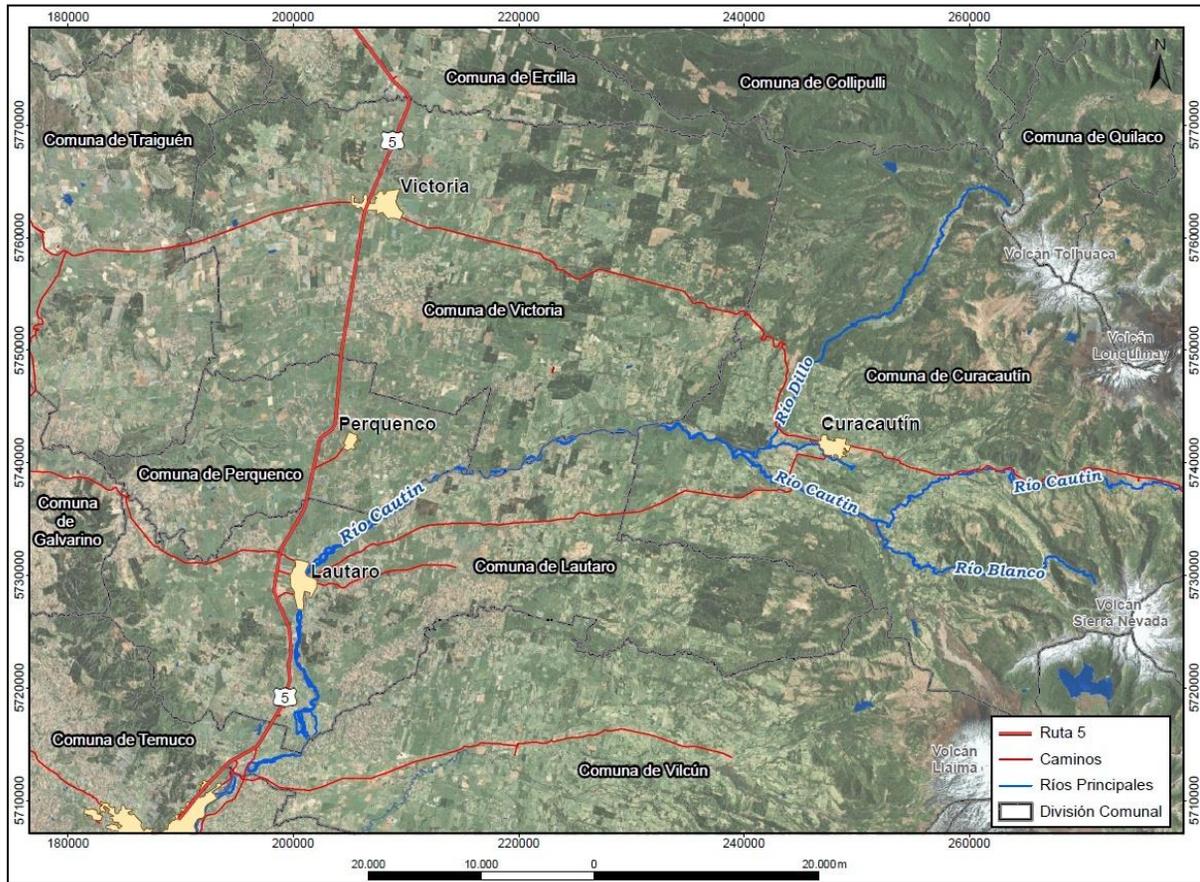
Además, diversos estudios se han desarrollado estableciendo distintas ubicaciones para la construcción de uno o más embalses de regulación para la zona, pero ninguno de ellos ha abordado en forma definitiva la red de distribución y alternativas de embalse en la cuenca del río Cautín. Es por esto que se consideró necesaria la realización de un estudio de Prefactibilidad, que consolidara la operación conjunta de un embalse de regulación con la red de riego.

La zona de proyecto se encuentra ubicada a 650 km al sur de Santiago, y comprende las comunas de Curacautín, Lautaro, Perquenco, Victoria, Traiguén y Galvarino, en la IX Región de la Araucanía y está conformada por la cuenca alta del río Cautín y sus afluentes. En la Figura 1-1 se presenta la ubicación general del proyecto.

### 1.2 OBJETIVOS Y ALCANCES DEL ESTUDIO

El objetivo principal de la presente consultoría, fue la elaboración de un estudio de prefactibilidad para el desarrollo del riego en el valle del Río Cautín, mediante la construcción de un embalse y la red de riego asociada. Las obras permitirían la implementación de un sistema de riego, con una seguridad de un 85%, para una superficie ubicada dentro de las comunas de Lautaro, Curacautín, Victoria, Traiguén, Perquenco y Galvarino, acorde a los lineamientos y estrategias definidas por la Comisión Nacional de Riego (CNR).

**Figura 1-1: Ubicación General del Proyecto**



Fuente: Elaboración Propia

## 2 ANTECEDENTES BÁSICOS PARA EL ESTUDIO

### 2.1 ANTECEDENTES DISPONIBLES

Para el desarrollo del estudio se realizó una completa revisión y análisis crítico de los antecedentes disponibles, los cuales abarcaron las siguientes áreas temáticas:

- Catastro de derechos de agua
- Asociaciones de usuarios
- Infraestructura de riego existente
- Estadística Hidrométrica
- Obras Hidráulicas proyectadas
- Agricultura de la zona
- Antecedentes Geológicos y Geotécnicos

Entre los aspectos principales que es posible destacar de la revisión efectuada, se puede comentar lo siguiente:

- La principal infraestructura de riego proyectada por la zona de estudio se refiere a diversos proyectos a nivel definitivo del Canal Matriz Victoria y a nivel de factibilidad del Matriz Traiguén.
- Inicialmente el canal Matriz Victoria fue diseñado para trabajar en conjunto con el canal Matriz Traiguén para cubrir un área aproximada de 64.000 ha, de la cual solo 36.000 ha correspondían a riego permanente. Las últimas consultorías realizadas por la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) del Ministerio de Obras Públicas (MOP) redujeron el proyecto a solo una parte del Canal Matriz Victoria y descartaron la utilización del canal Matriz Traiguén. Acorde a lo anterior, el área proyectada de riego permanente se redujo a aproximadamente 26.000 ha.
- Diversos estudios han propuesto ubicaciones de embalse en la zona de estudio, pero ninguno alcanzó un nivel definitivo. Entre las ubicaciones propuestas se encuentran:
  - Embalse en el río Cautín, en la confluencia con el río Blanco (denominado Curacautín Alt. I).
  - Embalse en el río Cautín, entre Curacautín y la localidad de Los Álamos, por el sur (denominado Curacautín Alt. II).
  - Embalse en el río Rari Ruca, poco antes de la confluencia con el río Cautín.
  - Embalse en el estero El Salto, en la confluencia con el estero Cullinco.
  - Embalse en el río Quino en la confluencia con el río Huillinlebu.
  - Embalse en el río Traiguén en la confluencia con el estero Dumo.
  - Embalse en el río Quillén en La Esperanza.
  - Embalse de Cabecera Dillo: Se ubicaría en el río del mismo nombre, aguas abajo de la confluencia de los Ríos Dillo y Corcoludo.
- La agricultura desarrollada en el área de estudio corresponde a una de carácter extensivo y tradicional, con presencia de reducciones indígenas, en donde destaca el cultivo de trigo, avena, lupino y raps. Asimismo, las praderas artificiales, mejoradas y naturales cubren una amplia extensión y están dedicadas a la alimentación del ganado bovino, principal actividad agropecuaria de la zona.
- En menor importancia, destacan algunas especies frutales como arándano, frambuesa, cerezo y manzano, entre otros. La producción hortícola está representada por choclo, lechuga, poroto granado, poroto verde y arveja.
- El estudio original del canal Matriz Victoria tenía por objetivo el incremento, diversificación y estabilización de la oferta forrajera orientado a sustentar un incremento sustancial de la productividad y rentabilidad de la ganadería. Igualmente apuntaba al incremento de la productividad y rentabilidad de los cultivos anuales principalmente los cereales, frutas y hortalizas. Cabe señalar, que en la actualidad, si bien se mantienen en parte estos objetivos, la idea es intensificar los rubros hortícolas y frutícolas en desmedro de los cultivos tradicionales.

Los derechos de aprovechamiento consuntivos del proyecto de encuentran asignados según la Resolución DGA N°850 del 05 de Noviembre de 1996, que asigna a la DOH derechos sobre el río Cautín según se identifican en la Tabla 2-1. El punto de captación de estos

derechos se ubica 2 km aguas abajo del puente existente sobre el río Cautín en la localidad de Rari Ruca por la ribera derecha.

**Tabla 2-1: Derechos de Aguas Disponibles sobre el Río Cautín (m<sup>3</sup>/s)**

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	Mayo	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Permanente y Continuo</b>	16,3	9,5	4,1	3,0	24,8	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0
<b>Eventual y Continuo</b>	23,7	21,4	23,0	37,0	15,2	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0

Fuente: Res. DGA N° 850

- En la zona alta de la subcuenca del río Cautín, tanto en el cauce principal como en sus afluentes, existen aprovechamientos de riego puntuales y menores, los que son abastecidos mediante canales de tierra de muy pequeña magnitud y escasa significancia. Igual situación se aprecia en la subcuenca del río Muco, afluente del río Cautín entre las ciudades de Lautaro y Temuco, donde los terrenos agrícolamente aprovechables son de muy escasa extensión y, por tanto, las obras de aprovechamiento muy rudimentarias pero adecuadas a las necesidades.

Las principales obras de aprovechamiento para riego, derivadas del río Cautín son: Canal Chufquén, Canal Progreso, Canal Perquenco, Canales Lavanchy, Sáenz y González, Canal Pillanlelbún, Canal Imperial, Canal Sandoval.

- Las principales organizaciones de usuarios de la zona son las siguientes:

**Canal Chufquén:** Cuenta con 125 regantes, además de 5 comunidades mapuches con un promedio de 25 familias cada una (total 250 regantes). El caudal con que cuenta es 12.300 l/s para una superficie regada de 8.000 ha reales sobre un área de 12.000 ha.

**Canal Perquenco:** Fue construido por el Fisco y entregado en 1978 a la administración de su organización; sin embargo, aún no se ha traspasado la propiedad, dado que hay problemas con los títulos de las tierras por donde cruza el canal.

**Canal Pillanlelbun:** Es un canal construido por el Fisco que opera desde el año 1962. Tiene una asociación de canalistas que distribuye el agua y hace el mantenimiento de la obra desde el año 1978.

## 2.2 ESTUDIOS DE TERRENO

Los trabajos de terrenos realizados para el estudio consistió en el reconocimiento y caracterización de canales, levantamiento aerofotogramétrico y prospecciones geológico – geotécnicos para la caracterización del subsuelo.

Los trabajos topográficos considerados fueron los siguientes:

- **Restitución Aerofotogramétrica escala 1:10.000.** Se trata de la cartografía del área de riego, basado en un vuelo en escala 1:20.000 y apoyo de terreno. Los planos en escala 1:10.000 fueron desarrollados con curvas de nivel cada 5 m.
- **Levantamiento Sitio de Embalses Escala 1:2.000.** Se trata del levantamiento del área de embalse e inundación con base a una restitución aerofotogramétrica con un vuelo en escala 1:8.000 y apoyo de terreno.

La cartografía fue desarrollada con origen de coordenadas WGS81 y cotas referidas al sistema IGM.

En lo que respecta a la caracterización geológica – geotécnica se ejecutó una campaña de investigación geotécnica consistente en la perforación de 6 sondajes y la realización de 3.215 m de perfiles de refracción sísmica en los 2 sitios de presas seleccionados para el estudio de prefactibilidad: La Mula y Malalcahuello.

Adicionalmente, se excavaron 28 calicatas repartidas en la zona de presa, áreas de inundación y de yacimientos de materiales de empréstitos en la alternativa de embalse de Malalcahuello y 22 calicatas en la alternativa de embalse de La Mula.

Para la investigación del trazado de los canales se excavaron 20 calicatas adicionales en la zona de riego.

### 3 IDENTIFICACION Y SELECCIÓN DE SITIOS PARA EMPLAZAMIENTO DE EMBALSES

Se identificaron y estudiaron diversas alternativas de emplazamientos de embalses. Teniendo en consideración los antecedentes recopilados, se efectuó la evaluación y selección de siete alternativas de embalses mediante la utilización de una matriz de evaluación que englobó los antecedentes técnicos, económicos, ambientales y legales pertinentes.

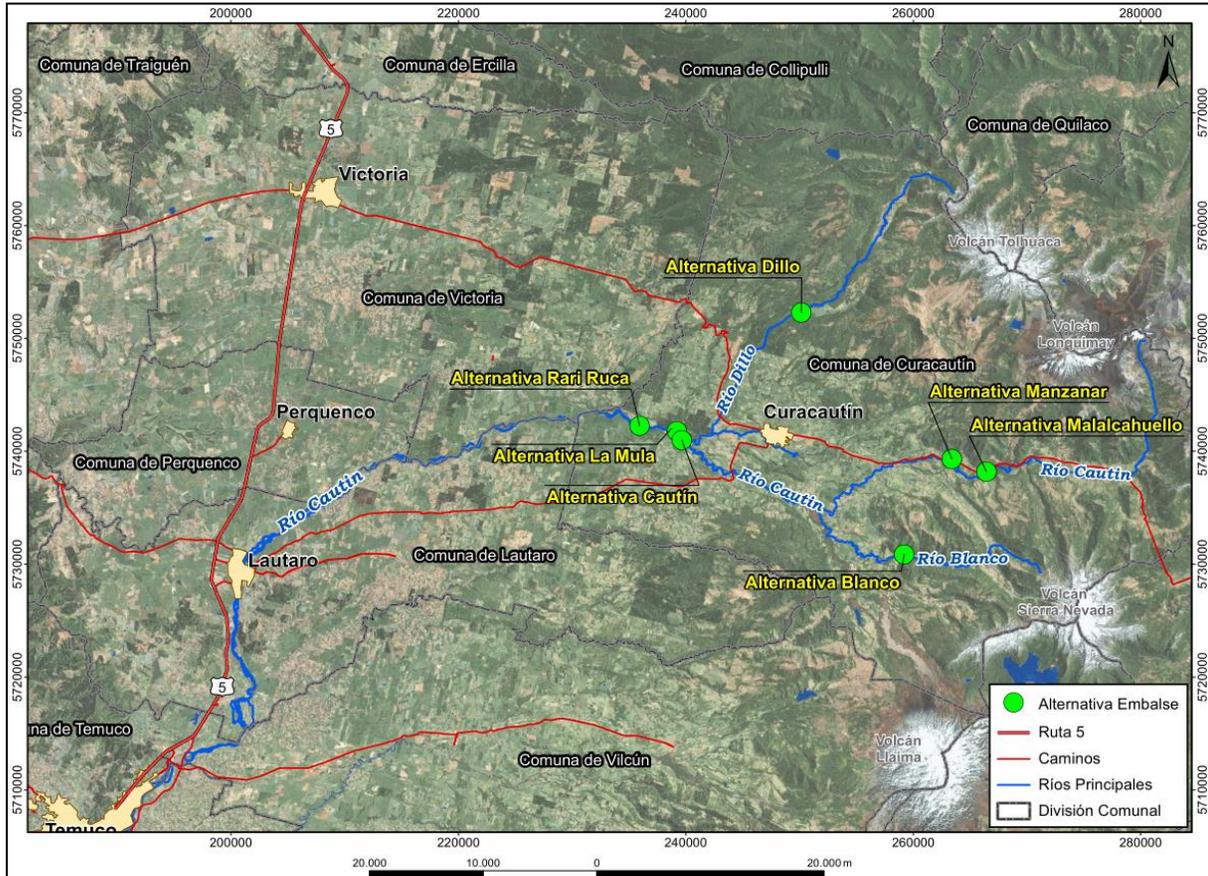
De las siete alternativas de embalses, tres se ubican en el sector bajo y otras cuatro en sectores altos de la zona de estudio. Las alternativas mencionadas anteriormente son las siguientes y se presentan en la Figura 3-1:

- Alternativa Rari Ruca
- Alternativa La Mula
- Alternativa Cautín
- Alternativa Dillo
- Alternativa Manzanar
- Alternativa Malalcahuello
- Alternativa Blanco

Acorde al reconocimiento en terreno y los antecedentes recabados se generó la descripción geológica de cada sitio y una jerarquización de las alternativas en base a las características geológicas apreciadas.

Se dimensionaron y costearon las alternativas de los embalses para complementar el análisis comparativo de selección de alternativas, aportando de esta forma información cuantitativa a los criterios de selección de los mejores sitios.

**Figura 3-1: Alternativas Preliminares de Emplazamiento de Embalses**



Fuente: Elaboración Propia

En forma complementaria se consideraron otros factores para analizar todas las alternativas de embalse de una forma más completa. Para ello, se construyó una matriz de evaluación de los distintos sitios para emplazamiento de embalse (ver Tabla 3-1). La información en esta matriz se completó con los datos cuantitativos y cualitativos. A partir de lo anterior, se determinó cuáles alternativas presentaban más ventajas sobre otras. De esta forma, se definió que las alternativas de embalse La Mula y Malalcahuello seguirían adelante con los estudios de prefactibilidad.

La selección anterior fue ratificada por la Comisión Nacional de Riego aprobando el desarrollo de los estudios de prefactibilidad para las alternativas de embalse La Mula y Malalcahuello. Las restantes alternativas fueron descartadas con base a los antecedentes presentados en la revisión preliminar de los sitios de emplazamiento.

**Tabla 3-1: Matriz de Evaluación de Alternativas de Emplazamiento de Embalse**

CRITERIOS	ALTERNATIVA 1 - RARI RUCA	ALTERNATIVA 2 - CAUTÍN	ALTERNATIVA 3 - LA MULA	ALTERNATIVA 4 - MANZANAR	ALTERNATIVA 5 - MALALCAHUELLO	ALTERNATIVA 6 - DILLO	ALTERNATIVA 7 - BLANCO
<b>TÉCNICOS</b>							
Relación agua / muro (Volumen agua / Volumen Muro)	20	15	77	4	3	8	7
Aspectos geológicos y/ geotécnicos del sitio de presa	El estribo derecho del muro lo constituye un cordón de cerros con vegetación autóctona caracterizado por la presencia de depósitos volcanoclasticos de la Formación Malleco (Plioceno- Pleistoceno Inferior), con ausencia de rocas. El estribo izquierdo está formado presumiblemente por depósitos similares a los mencionados, dado que presentan características geomorfológicas análogas a las del estribo derecho, con intercalaciones de niveles rocosos. La parte central del muro quedará fundada en niveles aterrazados compuestos por depósitos fluviales antiguos con intercalaciones piroclásticas, presumiblemente de permeabilidades muy variables	El estribo izquierdo del muro corresponde a un cordón de cerros con niveles aterrazados constituido principalmente por depósitos volcanoclasticos de la Formación Malleco (Plioceno-Pleistoceno Inferior). El estribo derecho está compuesto por depósitos volcanoclasticos originados posiblemente por lahares y/o flujos piroclásticos, con eventuales intercalaciones de niveles de rocas. La parte central-derecha del muro se apoyaría posiblemente en materiales de ignimbritas que conforman un nivel aterrazado al Norte del río Cautín, las cuales no fueron identificadas en la visita a terreno. El sector central y central-izquierdo del muro quedará fundado, posiblemente, en suelos heterogéneos, de baja compacidad, con intercalaciones piroclásticas, también constituyendo niveles aterrazados.	El estribo izquierdo está conformado por lavas andesítico-basálticas columnares, con sistemas de fracturas subverticales derivadas del enfriamiento de las lavas, y en menor medida fracturas subhorizontales. El espesor visible de estas lavas es de unos 40m a 50m. El estribo derecho del muro presenta características geológicas similares a las del estribo homólogo de la Alternativa 2 (Embalse Cautín). La parte central del muro se apoyaría en las ignimbritas señaladas en la Alternativa 2 (Embalse Cautín) las que, como ya se mencionó, no fueron detectadas en terreno.	El costado derecho del muro se apoyaría en la parte inferior o pie de la ladera de un cordón de cerros. Está compuesto probablemente por depósitos de suelos volcanoclasticos con abundante ceniza, según lo observado en los cortes de la ruta R-89. El estribo izquierdo del muro se ubicaría en un cordón de cerros de baja altura cubierto por vegetación, desconociéndose la naturaleza y características geológicas de éste. La parte central derecha del muro se fundaría localmente en roca, dado que ésta aflora en el costado izquierdo del río Cautín. Sin embargo, se desconoce la continuación de la misma tanto hacia el norte como hacia el sur, siguiendo el eje del muro. Dado que la implantación de este embalse se localizaría próximo a las Termas de Manzanar, es conveniente efectuar un estudio hidrogeológico del sector para determinar el riesgo de afectar o alterar las aguas termales aprovechadas en este recinto hotelero.	El estribo derecho del muro se ubica en la base o pie de la ladera del cordón de cerro rocas constituidas por brechas volcánicas y lavas andesítico-basálticas de la Formación Malleco (Plioceno-Pleistoceno Inferior), en general muy duras e impermeables. De acuerdo a lo observado en terreno, el estribo derecho está compuesto principalmente por depósitos volcanoclasticos, caracterizados principalmente por bloques y bolones subredondeados a subangulosos en una matriz abundante de cenizas, con aspecto cádico y sin estratificación. La parte central del muro se apoyaría en lavas basálticas y andesíticas, además de flujos de piroclastos (Pleistoceno superior-Holoceno), provenientes presumiblemente de erupciones del volcán Tolguaca. Estos materiales, aparentemente erosionados fuertemente por acción fluvial, no fueron reconocidos en el sector del eje del muro debido a la tupida vegetación existente y a la fuerte pendiente de ambas laderas del valle del río Dillo. Cabe la posibilidad que estos materiales contengan horizontes o estratos de alta permeabilidad, lo cual deberá estudiarse en etapas posteriores del proyecto.	En el sitio del eje del muro, en la ladera "a cerro" del camino próximo al estribo izquierdo, afloran rocas granodioríticas, que estarían intruyendo a rocas volcánicas-sedimentarias de la Formación Vizcacha -Cumilao (Cretácico-Paleógeno). Es probable que ambos estribos estén constituidos en gran parte por las rocas intrusivas granodioríticas ya mencionadas, las cuales en principio serían poco permeables a impermeables y presentarían buena calidad geotécnica, lo que deberá ser necesariamente verificado en etapas posteriores del proyecto. Se estima preliminarmente que el espesor del relleno sedimentario en la parte central del muro alcanzaría unos 50 a 80m, el cual posiblemente sea bastante permeable, lo cual deberá evaluarse mediante la ejecución de sondeos, posteriormente a la realización de perfiles sísmicos. De ser escogido este sector, se requeriría analizar adicionalmente, el riesgo geológico asociado al volcán Sierra Nevada.	Al pié del estribo derecho del muro se detectaron algunos afloramientos aislados de rocas granodioríticas, que estarían intruyendo a rocas volcánicas-sedimentarias de la Formación Vizcacha -Cumilao (Cretácico-Paleógeno). Es probable que ambos estribos estén constituidos en gran parte por las rocas intrusivas granodioríticas ya mencionadas, las cuales en principio serían poco permeables a impermeables y presentarían buena calidad geotécnica, lo que deberá ser necesariamente verificado en etapas posteriores del proyecto. Se estima preliminarmente que el espesor del relleno sedimentario en la parte central del muro alcanzaría unos 50 a 80m, el cual posiblemente sea bastante permeable, lo cual deberá evaluarse mediante la ejecución de sondeos, posteriormente a la realización de perfiles sísmicos. De ser escogido este sector, se requeriría analizar adicionalmente, el riesgo geológico asociado al volcán Sierra Nevada.
Recomendación geológica	Mala	Mala	Buena	Regular	Buena	Regular	Buena
Tipo de muro más probable	CFRD	CFRD	CFRD	CFRD	CFRD	CFRD	CFRD
Empréstitos	Los yacimientos de materiales de empréstitos deberán prospectarse en los niveles aterrazados antes mencionados, al interior de la zona de inundación.	Es posible que puedan encontrarse yacimientos de materiales de empréstitos en niveles de terrazas fluviales próximos al río Cautín, en el sector de inundación del embalse. En caso contrario, será necesario prospectar tales yacimientos hacia aguas abajo del puente Rari-Ruca	Son válidas las mismas consideraciones efectuadas para la Alternativa 2 (Embalse Cautín).	No se identificaron depósitos de materiales de empréstitos para la construcción del muro en la zona de inundación del embalse.	Existen yacimientos de materiales de empréstitos en la zona del pueblo de Malalcahuello, a unos 7-8 km del sitio del muro.	No se identificaron en terreno yacimientos de materiales de empréstitos para la construcción del muro. Es muy probable que dada las características geológicas y geomorfológicas del valle del río Dillo, tales yacimientos deberán prospectarse fuera de la zona del embalse, en el valle del río Cautín.	Existen volúmenes importantes de materiales de empréstitos para la construcción del muro, en la zona de inundación del embalse. Tales materiales deberán prospectarse mediante calicatas.
Complejidad Vertedero*	Sin Complejidad	Sin Complejidad	Sin Complejidad	Complejidad media	Complejidad media	Complejidad alta	Complejidad media
Complejidad Obras de Desviación*	Sin Complejidad	Sin Complejidad	Sin Complejidad	Complejidad media	Complejidad media	Complejidad alta	Complejidad media
Complejidad de Obra de Entrega*	Sin Complejidad	Sin Complejidad	Sin Complejidad	Sin Complejidad	Sin Complejidad	Sin Complejidad	Sin Complejidad
Caminos de acceso a Obras	Sin Complejidad	Sin Complejidad	Sin Complejidad	Sin Complejidad	Sin Complejidad	Sin Complejidad	Sin Complejidad
Volumen muro de presa (hm <sup>3</sup> )	5,9	6,7	2,9	16,4	19,1	7,3	10,9
Altura del muro (m)	63	59	58	127	160	89	133
Superficie inundada (há)	1290	1540	1360	540	930	490	540
Capacidad máxima estimada del Embalse (hm3)	230	230	230	300	300	130	240
Costo del embalse (MUS\$)	84	95	42	233	271	103	156
<b>INTERFERENCIAS E IMPACTOS AMBIENTALES</b>							
Requiere modificación de camino	Sí: Camino R-883 en ripio 5,4 km inundados, camino R-883 en tierra 0,5 km inundados, faja ferroviaria 5 km inundados.	Sí: Ruta internacional CH-181 1 km inundado, camino S-11-R pavimentado 1,8 km inundado, faja ferroviaria 6,3 km inundado.	Sí: Camino S-11-R pavimentado 0,6 km inundados, faja ferroviaria 3,5 km inundado.	Sí: Ruta internacional CH-181 9,1 km inundado, camino sin nombre en ripio 0,6 km inundado, camino sin nombre en tierra 1,7 km inundado, camino sin nombre pavimentado 0,8 km inundado, faja ferroviaria 9,8 km inundado.	Sí: Ruta internacional CH-181 5 km inundado, faja ferroviaria 5,5 km inundada.	Sí: Camino R-755 en ripio 3,8 km inundado.	Sí: Camino R-919 en ripio 1,4 km inundado, camino R-929 en ripio 8,3 km inundado.
Requiere erradicación de gente y/o expropiaciones complejas	Sí, 459 habitantes (120 casas)	No	probablemente	Sí, 554 habitantes (60 casas)	Sí, 902 habitantes (140 casas) (depende del volumen de embalse)	No	Sí, caserios (12 casas)
Existencia de sitios arqueológicos, turísticos o zonas con restricción ambiental	No	No	No	Sí, sitios turísticos.	Sí, sitios turísticos.	No	No
<b>ADMINISTRATIVOS Y LEGAL</b>							
Propietarios en la zona de inundación y de las obras	Sí, 40 predios	Sí, 44 predios	Sí, 35 predios	Sí, sin info de roles	Sí, sin info de roles	Sí, (al menos 2, forestal)	Sí (sin info de roles)

\*Este criterio considera la existencia de una superficie de fundación adecuada, una calidad del lecho adecuada para la recepción de caudales e interferencias con otras obras.

Fuente: Elaboración Propia

## 4 ESTUDIOS BÁSICOS

### 4.1 ESTUDIO GEOLÓGICO

Se realizó un levantamiento geológico en escala 1:10.000 del área sobre la cual se proyectan las alternativas de embalses seleccionadas. El trabajo anterior se complementó con un reconocimiento geológico en escala 1:2.000 de los sitios de muro de las alternativas de embalse La Mula y Malalcahuello.

Es posible señalar en términos globales que las rocas existentes en la zona de estudio consisten mayoritariamente en materiales volcánicos y volcanoclásticos de la Fm. Malleco (Plioceno–Pleistoceno inferior) y del Conjunto de Volcanes de la Cordillera Principal (Pleistoceno superior-Holoceno). Adicionalmente, es posible encontrar rocas intrusivas graníticas pertenecientes al Grupo Plutónico Melipeuco y rocas volcanoclásticas-sedimentarias de la Fm. Cura-Mallín (Mioceno inferior-medio).

#### 4.1.1 Geología de las alternativas de embalse

Los estribos del muro de la alternativa de embalse La Mula estarían compuestos por rocas volcanoclásticas de la Formación Malleco. Sin embargo, el sector del estribo derecho presenta un grado de complejidad geológica importante debido a la existencia, de depósitos de antiguos lahares, bajo rocas basálticas. Tomando en consideración la información obtenida a partir de la limitada campaña de prospecciones realizada en el proyecto, no se puede concluir la profundidad hasta la cual se encontrarían estos niveles, lo que podría implicar que tales sedimentos también podrían encontrarse bajo los basaltos del estribo izquierdo, aunque esto necesariamente debe ser estudiado con mayor detalle en las fases posteriores del estudio.

El estribo izquierdo de la alternativa de embalse Malalcahuello, estaría formado por coladas de lavas basálticas cuaternarias pertenecientes a la unidad Conjunto de Volcanes de la Cordillera Principal. El estribo derecho, estaría compuesto por las rocas intrusivas del Grupo Plutónico Melipeuco sobre las cuales se habrían depositado, en discordancia, posibles coladas de lavas más jóvenes.

El relleno sedimentario del valle del río Cautín, que forma parte del vaso de los embalses, consiste en materiales de origen volcánico, fluvial, coluvial y aluvial. Los depósitos fluviales están constituidos por bolones, bloques, arenas y gravas con un bajo contenido de finos, asociados al cauce actual y paleocauces del río Cautín, esto último evidenciado por la presencia de terrazas fluviales formadas cuando el río escurría a cotas más altas.

Junto con los materiales de origen sedimentario descritos anteriormente, se encuentran niveles volcanoclásticos, coladas de lavas recientes y flujos laháricos de espesor métrico intercalados con terrazas fluviales antiguas. Estos estarían asociados a la actividad del Conjunto de Volcanes de la Cordillera Principal, durante el período Pleistoceno-Reciente.

La información obtenida de las investigaciones y ensayos realizados en los sitios de muro de las alternativas de embalse, permitió avanzar con la caracterización de cada sitio sin embargo debido a las limitaciones en la cantidad de prospecciones disponibles para el

estudio, es necesario consignar que persisten incertidumbres fundamentalmente asociadas a la complejidad geológicas de ambos sitios.

En este caso, estas incertidumbres, en efecto, deberían ser completamente subsanadas o aclaradas mediante la ejecución de nuevos trabajos en terreno en el desarrollo de las siguientes fases de proyecto, en las que se deberá prestar especial atención a los siguientes puntos:

- Análisis de las características hidrogeológicas y geomecánicas del macizo rocoso intrusivo detectado en el estribo derecho y su continuidad en profundidad y lateralmente hacia el sureste.
- Determinación del espesor y características hidrogeológicas de las lavas andesítico-basálticas constituyentes del estribo izquierdo y sus relaciones de contacto con los materiales del entorno.
- Caracterización de los materiales que rellenan el fondo del valle en el área de fundación del muro proyectado, tanto en lo referente al espesor de suelos aluviales detectados y sus características granulométricas e hidrogeológicas, como en la posibilidad de la existencia de niveles volcanoclásticos, coladas de lavas recientes y flujos laháricos.

Los puntos siguientes dan cuenta de los aspectos que fue posible caracterizar en cada sitio de acuerdo al programa de prospecciones realizada.

#### **4.1.2 Riesgos Geológicos**

Las observaciones realizadas durante las campañas de terreno no permitieron identificar la existencia de fallas de importancia regional que afecten los sectores del vaso de inundación o sitios de presa de ambas alternativas de embalse. Sin embargo, de acuerdo a la Hoja Curacautín, la traza de la Falla Liquiñe-Ofqui intersectaría la cola del embalse Malalcahuello. Esto debe ser profundizado con estudios geológicos posteriores de mayor detalle.

La alternativa La Mula posee un peligro volcánico bajo y de probabilidad de recurrencia media, asociado a la ocurrencia de lahares, flujos piroclásticos y coladas de lava. De manera similar, el sitio del muro y el área inundada por la alternativa de Malalcahuello posee una alta probabilidad de ser afectada por lahares, flujos piroclásticos y coladas de lavas. Además en la alternativa Malalcahuello, el peligro de ocurrencia de flujos de detritos que afecten el vaso de inundación, puede ser calificado como un peligro declarado de baja a media importancia y una probabilidad de recurrencia baja-media. El peligro potencial de ocurrencia de deslizamientos en el vaso del embalse se considera un peligro potencial de importancia media y una probabilidad de recurrencia baja. Los desprendimientos de roca constituyen un peligro potencial de baja importancia y baja a media probabilidad de recurrencia.

## **4.2 ESTUDIO GEOTÉCNICO**

Este estudio comprende la geotecnia de los sitios de presa La Mula y Malalcahuello, además del estudio de los yacimientos de materiales de empréstitos disponibles en el entorno susceptible de ser utilizados en la construcción de las obras contempladas en ambos sitios.

Los resultados del estudio geotécnico por sector de análisis, considerando la campaña de terreno descrita anteriormente, se presentan en los siguientes puntos.

#### **4.2.1 Sitio La Mula**

En el fondo del valle los depósitos fluviales alcanzarían una profundidad mínima de 45 m, con permeabilidades muy elevadas hasta los 30 m de profundidad, a partir de donde se observa un descenso significativo de las mismas, pudiendo calificarse los materiales como no permeables. No fue posible establecer la extensión, así como tampoco el grado de heterogeneidad de estos depósitos fluviales desde el punto de vista geológico e hidrogeológico.

Bajo este relleno cuaternario, presumiblemente se encontraría un sustrato rocoso de similares características que las que conforman los estribos, constituido fundamentalmente por lavas basálticas, con permeabilidades variables, sin embargo, los resultados de las prospecciones realizadas no permiten identificar la profundidad a la que se encontrarían tales rocas.

El estribo derecho está compuesto por una capa superficial de trumaos, bajo los que se encontrarían las rocas volcánicas y volcanoclásticas pertenecientes a la Unidad Inferior de la Formación Malleco.

El estribo izquierdo está conformado por una capa de trumaos de unos 11,5 m de espesor, sobre las rocas volcánicas y volcanoclásticas pertenecientes a la Unidad Inferior de la Formación Malleco, constituidos por lavas generalmente basálticas.

#### **4.2.2 Sitio Malalcahuello**

En las calicatas excavadas en el eje del muro y el sondaje perforado en el fondo del valle se reconoció la presencia de sedimentos de origen fluvial que, atendiendo a la información aportada por el perfil sísmico realizado, podrían eventualmente alcanzar profundidades del orden de 60 m.

Bajo estos suelos se detecta la presencia del sustrato rocoso, que correspondería presumiblemente a rocas graníticas pertenecientes al Grupo Plutónico Melipeuco (tonalitas) y/o rocas de la unidad superior de la Formación Malleco, consistente en lavas andesítico-basálticas.

En el estribo derecho, se observó una unidad de suelo que podría presentar altos valores de permeabilidad y espesores generalmente inferiores a los 4 m. Por debajo de ella, se encontraría el macizo rocoso, posiblemente alterado y fracturado en los primeros 10 m y por debajo de este nivel, existiría una tercera unidad que correspondería a los materiales rocosos sanos.

En el estribo izquierdo se determinó la existencia de suelos, fundamentalmente limosos, hasta los 24 m de profundidad, bajo los que se encuentra el macizo rocoso, constituido fundamentalmente por lavas andesítico-basálticas columnares, con sistemas de fracturas subverticales derivadas del enfriamiento de las lavas, y en menor medida fracturas

subhorizontales, de calidad geotécnica media a partir de los 35 m de profundidad, calidad que aumenta de manera generalizada con la profundidad.

#### 4.2.3 Canales Matrices

El reconocimiento de los materiales presentes a lo largo de los trazados propuestos para los canales matrices del área de riego, está basado en la revisión de antecedentes de las prospecciones geotécnicas realizadas por la empresa EDIC (2004) en la zona en estudio, en la ejecución de calicatas para la confirmación de la información disponible y en las observaciones realizadas a lo largo de la totalidad de los trazados.

El canal matriz Victoria será excavado sobre las terrazas fluviales modernas del río Cautín desde la bocatoma hasta el km 2,0; desde ese punto y hasta el km 4,3, se excavará en sedimentos glaciales, y hasta el final (km 23,0) se desarrollará sobre sedimentos volcánico-clásticos.

#### 4.2.4 Yacimientos de Material

El reconocimiento geológico-geotécnico mediante calicatas y los resultados de los ensayos en muestras extraídas de éstas, permitieron identificar materiales de empréstitos constituidos de manera generalizada por depósitos fluviales, formados por arenas limosas y suelos gravo-arenosos con abundantes bolones y bloques.

En total se identificaron 9 posibles yacimientos de materiales de empréstitos y se identificaron 10 áreas potenciales, ubicadas fuera del área de inundación de los embalses, de las que podrían obtenerse materiales aptos para la construcción del muro proyectado.

### 4.3 ESTUDIO HIDROLÓGICO

Se caracterizaron los caudales medios mensuales en las diferentes ubicaciones de muro propuestas. A su vez, se realizaron los estudios de crecidas para las obras de desvío y aliviadero y la determinación del volumen muerto del embalse para cada sitio de interés a partir del estudio sedimentológico correspondiente. Además se realizó la caracterización hidrogeológica de la zona de estudio.

#### 4.3.1 Hidrología de Recursos de Aguas

La distribución de caudales mensuales obtenida en los puntos de interés, se presenta en la Tabla 4-1:

**Tabla 4-1: Caudales Promedio Mensuales en Alternativas de Embalse**

Muros	Area (km <sup>2</sup> )	Qa (m <sup>3</sup> /s)	Ene (m <sup>3</sup> /s)	Feb (m <sup>3</sup> /s)	Mar (m <sup>3</sup> /s)	Abr (m <sup>3</sup> /s)	May (m <sup>3</sup> /s)	Jun (m <sup>3</sup> /s)	Jul (m <sup>3</sup> /s)	Ago (m <sup>3</sup> /s)	Sep (m <sup>3</sup> /s)	Oct (m <sup>3</sup> /s)	Nov (m <sup>3</sup> /s)	Dic (m <sup>3</sup> /s)
La Mula	1.251	85,1	48,8	40,7	35,8	41,2	82,9	134,5	141,8	122,0	110,0	102,0	90,7	70,6
Malalcahuello	321	21,0	12,1	10,1	8,9	10,2	20,5	33,2	35,0	30,1	27,2	25,2	22,4	17,4

Fuente: Elaboración Propia

### 4.3.2 Estudio de Crecidas

El estudio de crecidas buscó determinar el caudal máximo instantáneo para un evento de crecida de cierto período de retorno, de modo de definir con posterioridad el caudal de diseño de las obras de evacuación del embalse y la seguridad de las obras anexas. Como resultado se obtuvieron los hidrogramas de crecidas para diferentes periodos de retorno tanto en el sitio La Mula como Malalcahuello. En ellos se obtuvieron valores máximos del orden de 1.100 m<sup>3</sup>/s y 370 m<sup>3</sup>/s para La Mula y Malalcahuello respectivamente.

### 4.3.3 Estudio Sedimentológico

El estudio sedimentológico se orientó a estimar el volumen de sedimentos que quedarán depositados en el embalse. Para esto, se levantaron antecedentes hidrológicos, topobatimétricos y sedimentométricos de los cauces y de la zona en estudio. Se determinó de esta manera el volumen de sedimentos que ingresará al embalse mediante el transporte en suspensión y arrastre de fondo.

Como resultado se obtuvo que para el embalse Malalcahuello el volumen de sedimento atrapado al cabo de la vida útil del embalse (50 años) es 3,5 hm<sup>3</sup>, lo que representa una merma en el volumen proyectado de menos de un 2%. Para el embalse La Mula la disminución de la capacidad inicial del embalse alcanza los 9,9 hm<sup>3</sup>, lo que significa un 4,3% de pérdida de capacidad a embalsar.

## 4.4 ESTUDIO RIESGO SÍSMICO

Se determinó la peligrosidad sísmica uniforme para el proyecto, logrando una primera aproximación a la incorporación de los efectos de sitio sobre la base de estudios geofísicos previos realizados en la zona de estudio. Para lo anterior se generó una completa base de datos con la sismicidad histórica registrada en la zona, clasificando los eventos según fuente sísmogénica.

## 5 CARACTERIZACIÓN AGROPECUARIA

### 5.1 CLIMA

Los parámetros agroclimáticos son óptimos para una gran gama de cultivos, especialmente frutales de hoja caduca, tales como manzanos, avellano, nogales, cerezos, vides viníferas, berries y olivos, entre otros.

En cuanto a cultivos anuales y hortalizas, en esta zona es posible el cultivo de una amplia gama de especies, tales como trigo, papa, porotos, remolacha, lechuga, tomate y zanahoria, entre otros.

### 5.2 SUELO

El uso del suelo en la zona de estudio está representado por un total de 104.783,3 ha utilizadas con diversos rubros. Los cultivos son los que abarcan la mayor superficie del área

con el 53,8% de los suelos, seguidos por praderas con el 32,5%, bosques con el 9,1% y arbustivo con el 2,1%. El detalle de estos valores se presenta en la Tabla 5-1.

**Tabla 5-1: Uso del Suelo Total Área**

Rubro		Superficie	
		ha	%
Cultivos	<b>C</b>	56.367,20	53,80
Frutales	<b>F</b>	405,55	0,40
Viñas	<b>V</b>	48,52	0,00
Praderas	<b>P</b>	34.106,47	32,50
Bosques	<b>B</b>	9.579,82	9,10
Sin Cultivo	<b>SC</b>	1.317,14	1,30
Arbustivo	<b>A</b>	2.189,47	2,10
Tranques	<b>Tr</b>	96,29	0,20
Urbano	<b>U</b>	672,77	0,60
<b>Total Área</b>		<b>104.783,25</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Elaboración Propia

### 5.3 CALIDAD DE AGUAS

La calidad química del agua de riego se determinó en base a un muestreo y posterior análisis de este recurso en cinco puntos, en Río Cautín en Lautaro, en Río Cautín en Curacautín, en Río Quino en puente camino de Curacautín a Victoria, en Río Traiguén en camina a Traiguén y en Canal de regadío El Molino.

En general los resultados del muestreo de aguas determinaron que el agua es de buena calidad y que no existen problemas para su uso en riego, según la Norma NCh 1.333 sobre calidad de agua permitida para riego. La excepción está dada por el Sodio Porcentual, por cuanto el detectado en la muestra supera al establecido por la Norma, por lo que para ser aplicada bajo riego tecnificado se deben tomar las medidas necesarias para evitar la corrosión de los equipos.

### 5.4 SITUACIÓN AGROPECUARIA ACTUAL

El área de estudio del mejoramiento del riego en la cuenca del río Cautín abarca una superficie de 104.782 ha, de las cuales alrededor de 84.000 ha tienen potencial agrícola; de éstas apenas 4.100 ha son regadas en la actualidad. Las áreas potenciales beneficiadas por este proyecto están insertas en las comunas de Victoria, Traiguén, Lautaro, Perquenco y Galvarino.

En el total del área, tal como se aprecia en la Tabla 5-2, el 3,9% de la superficie se explota bajo condiciones de riego, donde el recurso hídrico proviene en 88,2% desde fuentes superficiales y el 11,8% restante de pozos. Los principales cultivos tradicionales señalados por los agentes encuestados son trigo y papa con 621,9 ha y 127,1 ha, respectivamente. La estructura de cultivos para el total del área se presenta en la Tabla 5-2.

**Tabla 5-2: Uso del Suelo Actual Total Área**

Rubro Productivo	Método de Riego	Uso del Suelo Actual Total Área					
		Riego Superficial		Riego por Pozo		Total	
		ha	%	ha	%	ha	%
<b>RIEGO</b>							
<b>Cultivos y Hortalizas</b>							
Trigo	Tendido	497,37	13,7	124,55	25,8	621,93	0,6
Papa	11%As+89%Su	75,36	2,1	51,76	10,7	127,12	0,1
Poroto	Surco	2,78	0,1	0,29	0,1	3,07	
Otras Chacras	Surco	10,41	0,3	1,23	0,3	11,64	0,0
Arveja Verde	Surco	13,95	0,4	2,25	0,5	16,21	0,0
<b>Frutales y Vides</b>							
Arándano	Goteo	98,37	2,7			98,37	0,1
Avellano Europeo	66%Go+34%Su	425,51	11,8	191,71	39,7	617,22	0,6
Cerezo	Surco	2,68	0,1			2,68	
Frambuesa	Surco	5,32	0,1			5,32	0,0
Frutilla	Surco			1,09	0,2	1,09	
Manzano	45%Go55%Su	202,43	5,6			202,43	0,2
Nogal	Surco	2,47	0,1			2,47	
Otros Frutales	Goteo	1,36				1,36	
Vid Vinífera	92%Go+8%Su	25,50	0,7			25,50	0,0
Alfalfa	Tendido	32,53	0,9			32,53	0,0
Pradera Mixta	1,6%Pi+97,4%Te	1.966,03	54,3	110,00	22,7	2.076,02	2,0
Otras Praderas	Tendido	46,33	1,3			46,33	0,0
Pradera Mejorada	Tendido	210,91	5,8			210,91	0,2
<b>Total Riego</b>		<b>3.619,30</b>	<b>100,0</b>	<b>482,89</b>	<b>100,0</b>	<b>4.102,19</b>	<b>3,9</b>
<b>SECANO</b>							
Avena						11.871,26	11,3
Trigo						39.687,99	37,9
Lupino						2.287,81	2,2
Raps						6.315,76	6,0
Papa						24,61	0,0
Huerta Casera						33,93	0,0
Cebada						3.061,41	2,9
P. Artificial y N. Mejorada						4.241,18	4,1
Pradera Natural						11.682,54	11,2
Forestal						11.201,30	10,7
Secano Sin Uso						4.970,60	4,7
<b>Total Secano</b>						<b>95.378,40</b>	<b>91,0</b>
Indirectamente Productivo						2.407,52	2,3
Sin Uso Agrícola						2.889,44	2,8
<b>Total Área de Estudio</b>		<b>3.619,30</b>		<b>482,89</b>		<b>104.777,55</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración Propia

## 5.5 SITUACIÓN AGROPECUARIA FUTURA

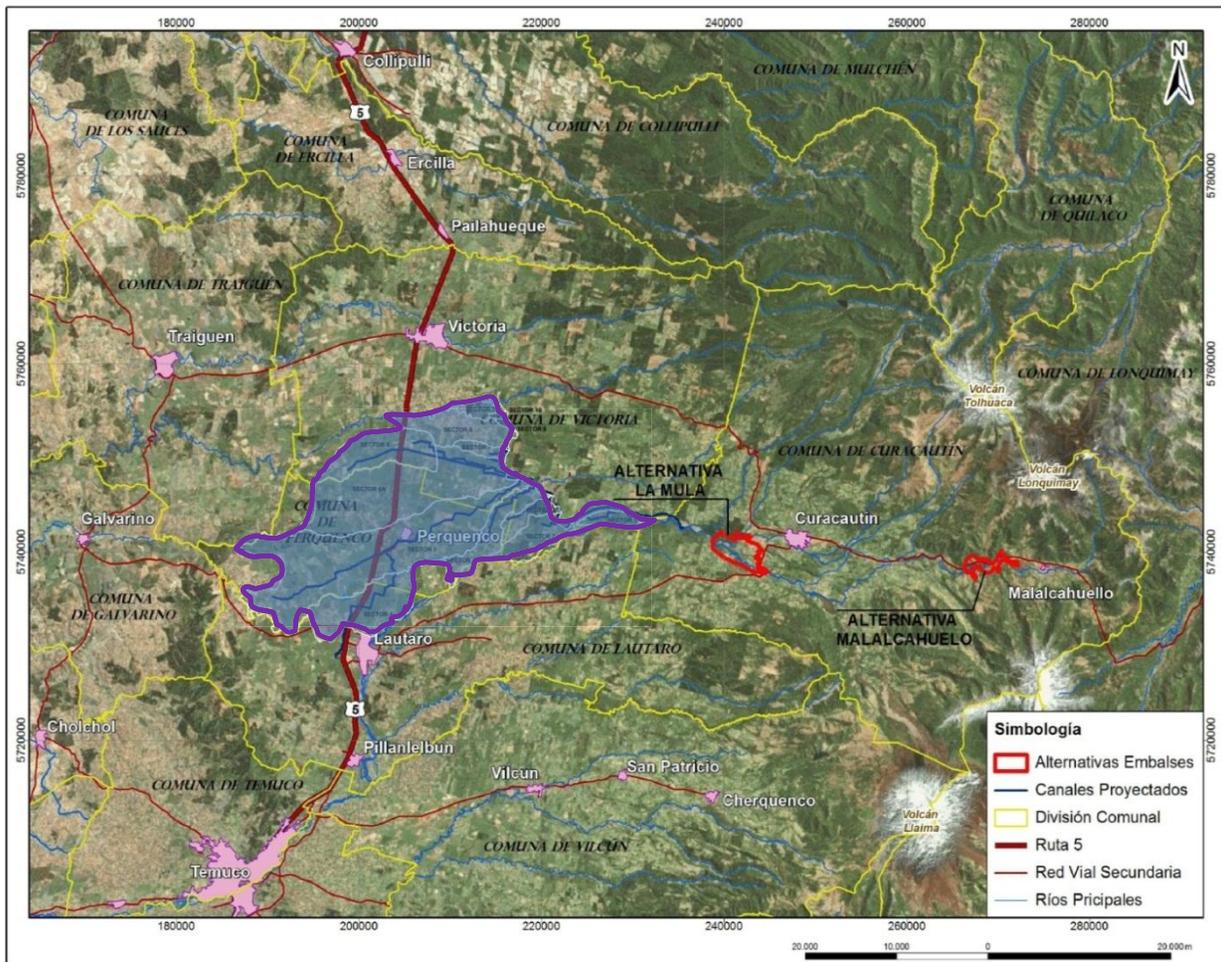
El área beneficiada para la situación futura se concentró en los sectores más cercanos al sitio de la presa como producto de condiciones hidrológicas y de reducción de costos, especialmente en relación a la construcción de la red de canales. El área específica de estudio con los sectores que la integran se presentan en la Figura 5-1.

### 5.5.1 Situación sin Proyecto

La situación sin proyecto, se ha definido como aquella resultante de un conjunto de acciones tendientes a efectuar cambios en la actividad agropecuaria del área, sin la realización de las obras planteadas en el proyecto de riego. Este proceso será planteado y desarrollado dentro de un Programa de Asistencia Técnica y Transferencia Tecnológica.

Se caracterizó la estructura productiva y económica de la situación sin proyecto a partir de los Predios Promedios en el diagnóstico de la situación actual. Esta consiste en un mejoramiento de la situación actual con recursos que no superan el 5% de las inversiones efectuadas en la situación con proyecto.

**Figura 5-1: Delimitación de Área de Proyecto**



Fuente: Elaboración Propia

### 5.5.2 Situación con Proyecto

La situación con proyecto corresponde al mejoramiento de las condiciones actuales que enfrenta el área en estudio, la cual es básicamente de secano, a través de la ejecución y construcción de obras civiles, que en este caso específico se producen mediante la construcción de un embalse anual y la red de canales que permite incorporar áreas de secano a riego.

Esta situación, apoyada por un programa de asistencia técnica y capacitación, permitirá a los beneficiarios aumentar la potencialidad productiva de sus predios, mejorando el nivel tecnológico y, por consiguiente, la rentabilidad de los rubros.

La estructura de uso futuro del suelo en la situación con proyecto, se planteó suponiendo que se mantendrán los mismos factores y prioridades que definen el uso actual de la tierra, es decir, el uso de la tierra se adaptará a las condiciones hidrológicas esperadas y a la seguridad de riego asociada.

Con el objeto de comparar el cambio de la situación sin proyecto a con proyecto se presenta la Tabla 5-3, en donde se aprecia los incrementos de superficie regada entre ambas situaciones para el total del área.

**Tabla 5-3: Comparación Uso del Suelo Situaciones actual y con proyecto para el total del área**

Rubro Productivo	Uso del Suelo		
	Situación Actual (ha)	Situación con Proyecto (ha)	Diferencial (%)
<b>RIEGO</b>			
<b>Cultivos y Hortalizas</b>			
Cebada	2.704,0	100	100
Trigo	4.093,8	100	100
Papa	1.806,3	100	100
Poroto	791,8	100	100
Menta	338,3	100	100
Choclo	336,8	100	100
Poroto Verde	322,3	100	100
Tomate	334,8	100	100
Zanahoria	362,4	100	100
Arveja Verde	621,7	100	100
<b>Frutales y Vides</b>			
Arándano	1.825,4	100	100
Avellano Europeo	2.241,1	100	100
Cerezo	2.967,0	100	100
Frambuesa	1.661,0	100	100
Frutilla	1.615,5	100	100
Manzano	3.217,6	100	100
Nogal	1.435,5	100	100
Vid Vinífera	218,8	100	100
Alfalfa		2.108,8	100
Trébol		925,4	100
Maíz Silo		505,3	100
Pradera Mixta		4.525,6	100
<b>Total Riego</b>		<b>34.958,8</b>	100

Rubro Productivo	Uso del Suelo		
	Situación Actual (ha)	Situación con Proyecto (ha)	Diferencial (%)
<b>SECANO</b>			
Avena	5.651,5	974,1	-83
Trigo	22.689,1	3.877,4	-83
Lupino	1.222,8	208,6	-83
Raps	2.415,1	417,5	-83
Papa	24,6	4,3	-82
Huerta Casera	25,7	4,5	-83
Cebada	3.061,4	524,1	-83
P. Artificial y N. Mejorada	1.231,4	212,2	-83
Pradera Natural	4.513,7	775,4	-83
Secano Sin Uso	1.438,3	323,8	-77
<b>Total Secano</b>	<b>42.273,6</b>	<b>7.321,7</b>	<b>-83</b>
Indirectamente Productivo	1.215,8	1.215,8	
Sin Uso Agrícola	1.084,5	1.084,5	
<b>Total Área</b>	<b>44.574,0</b>	<b>44.580,9</b>	

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 5-4 se presentan los ingresos, costos y márgenes brutos por cultivo para el total del área de estudio.

**Tabla 5-4: Ingresos, Costos y Márgenes Brutos Total Área**

Rubro Productivo	Predio Promedio Expandido Precios Mercado			Predio Promedio Expandido Precios Sociales		
	Ingreso	Costos	Márgen Bruto	Ingreso	Costos	Márgen Bruto
	\$	\$	\$	\$	\$	\$
<b>RIEGO</b>						
<b>Cultivos y Hortalizas</b>						
Trigo	3.776.205.017	2.382.727.336	1.393.477.680	3.776.205.017	2.322.440.664	1.453.764.353
Papa	4.690.567.100	2.990.815.760	1.699.751.340	4.690.567.100	2.600.403.300	2.090.163.800
Poroto	793.032.635	527.958.337	265.074.298	793.032.635	456.010.159	337.022.476
Menta	790.123.005	265.466.765	524.656.240	790.123.005	251.461.712	538.661.293
Lechuga	942.928.000	487.189.092	455.738.908	942.928.000	424.477.267	518.450.733
Poroto Verde	831.482.400	390.187.909	441.294.491	831.482.400	314.418.305	517.064.095
Tomate	1.808.136.000	1.127.120.561	681.015.439	1.808.136.000	980.963.191	827.172.809
Zanahoria	2.348.092.800	1.054.913.303	1.293.179.497	2.348.092.800	865.418.708	1.482.674.092
Arveja Verde	982.270.200	507.488.220	474.781.980	982.270.200	420.676.867	561.593.333
<b>Frutales y Vides</b>						
Arándano	25.865.187.840	9.859.360.063	16.005.827.777	26.078.365.354	6.755.597.911	19.322.767.442
Avellano Europeo	10.181.499.020	3.460.635.040	6.720.863.980	10.181.499.020	3.128.259.730	7.053.239.290
Cerezo	30.836.104.740	11.565.136.980	19.270.967.760	30.870.070.384	4.145.136.036	26.724.934.347
Frambuesa	10.617.841.938	7.866.428.984	2.751.412.953	10.689.930.820	5.360.726.231	5.329.204.589
Frutilla	18.174.037.500	11.997.098.073	6.176.939.427	18.174.037.500	4.530.919.613	13.643.117.887
Manzano	14.667.201.675	8.915.416.790	5.751.784.885	15.179.757.390	6.795.973.643	8.383.783.747
Nogal	11.196.900.000	1.966.695.133	9.230.204.867	11.196.900.000	1.627.870.291	9.569.029.709
Vid Vinífera	735.000.000	343.817.381	391.182.619	735.000.000	185.002.697	549.997.303
Alfalfa	4.678.339.686	2.423.835.143	2.254.504.544	4.678.339.686	2.296.887.725	2.381.451.962
Pradera Mixta	7.957.484.329	4.160.299.336	3.797.184.993	7.957.484.329	3.921.460.606	4.036.023.723
<b>Total Riego</b>	<b>151.872.433.885</b>	<b>72.292.590.208</b>	<b>79.579.843.677</b>	<b>152.704.221.639</b>	<b>47.384.104.656</b>	<b>105.320.116.984</b>
<b>SECANO</b>						
Avena	395.793.630	327.767.988	68.025.641	395.793.630	318.681.952	77.111.678
Trigo	2.414.540.664	1.643.345.966	771.194.697	2.414.540.664	1.614.891.605	799.649.059
Lupino	77.164.839	53.051.609	24.113.230	77.164.839	52.727.681	24.437.158
Raps	469.642.500	263.503.883	206.138.617	469.642.500	262.974.048	206.668.452
Papa	3.646.260	3.236.728	409.532	3.646.260	2.811.954	834.306
Huerta Casera	3.781.620	3.356.885	424.735	3.781.620	2.916.342	865.278
Cebada	396.181.800	288.656.959	107.524.841	396.181.800	287.586.113	108.595.687
P. Artificial y N. Mejorada	74.056.488	22.565.291	51.491.197	74.056.488	21.417.760	52.638.728
Pradera Natural	173.352.721	51.283.852	122.068.869	173.352.721	47.523.765	125.828.956
<b>Total Secano</b>	<b>4.008.160.521</b>	<b>2.656.769.162</b>	<b>1.351.391.359</b>	<b>4.008.160.521</b>	<b>2.611.531.220</b>	<b>1.396.629.301</b>
<b>Total Área</b>	<b>155.880.594.406</b>	<b>74.949.359.370</b>	<b>80.931.235.036</b>	<b>156.712.382.161</b>	<b>49.995.635.876</b>	<b>106.716.746.285</b>

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente con el objeto de comparar el cambio producido entre las situaciones sin y con proyecto, se presentan la Tabla 5-5 los incrementos de márgenes entre ambas situaciones por sector y total área.

**Tabla 5-5: Comparación Márgenes Brutos Situaciones actual y con proyecto Total Área**

Rubro Productivo	Márgenes Brutos P. Mercado			Márgenes Brutos P. Social		
	Sit. Actual	Sit. Con Proyecto	Diferencial	Sit. Actual	Sit. Con Proyecto	Diferencial
	MM\$	MM\$	MM\$	MM\$	MM\$	MM\$
<b>RIEGO</b>						
<b>Cultivos y Hortalizas</b>						
Trigo	-	1.393	1.393	-	1.454	1.454
Papa	-	1.700	1.700	-	2.090	2.090
Poroto	-	265	265	-	337	337
Menta	-	525	525	-	539	539
Choclo	-	456	456	-	518	518
Poroto Verde	-	441	441	-	517	517
Tomate	-	681	681	-	827	827
Zanahoria	-	1.293	1.293	-	1.483	1.483
Arveja Verde	-	475	475	-	562	562
<b>Frutales y Vides</b>						
Arándano	-	16.006	16.006	-	19.323	19.323
Avellano Europeo	-	6.721	6.721	-	7.053	7.053
Cerezo	-	19.271	19.271	-	26.725	26.725
Frambuesa	-	2.751	2.751	-	5.329	5.329
Frutilla	-	6.177	6.177	-	13.643	13.643
Manzano	-	5.752	5.752	-	8.384	8.384
Nogal	-	9.230	9.230	-	9.569	9.569
Vid Vinífera	-	391	391	-	550	550
Alfalfa	-	2.255	2.255	-	2.381	2.381
Pradera Mixta	-	3.797	3.797	-	4.036	4.036
<b>Total Riego</b>	-	<b>79.580</b>	<b>79.580</b>	-	<b>105.320</b>	<b>105.320</b>
<b>SECANO</b>						
Avena	280	68	-212	334	77	-256
Trigo	3.741	771	-2.970	3.911	800	-3.111
Lupino	104	24	-80	107	24	-82
Raps	1.193	206	-986	1.196	207	-989
Papa	2	0	-1	4	1	-3
Huerta Casera	2	0	-2	4	1	-4
Cebada	498	108	-391	505	109	-397
P. Artificial y N. Mejorada	267	51	-216	274	53	-221
Pradera Natural	651	122	-529	673	126	-547

Rubro Productivo	Márgenes Brutos P. Mercado			Márgenes Brutos P. Social		
	Sit. Actual	Sit. Con Proyecto	Diferencial	Sit. Actual	Sit. Con Proyecto	Diferencial
	MM\$	MM\$	MM\$	MM\$	MM\$	MM\$
<b>Total Secano</b>	<b>6.739</b>	1.351	<b>-5.387</b>	<b>7.007</b>	<b>1.397</b>	<b>-5.611</b>
<b>Total Área</b>	<b>6.739</b>	80.931	<b>74.193</b>	<b>7.007</b>	<b>106.717</b>	<b>99.709</b>

Fuente: Elaboración Propia

## 5.6 DEMANDA DE AGUA

Se determinaron las tasas de riego por hectárea una vez afectada la demanda neta por la eficiencia de riego. Posteriormente se procedió al cálculo de las demandas brutas de agua por cultivo mediante la multiplicación de las tasas de riego por las asignaciones de cultivo. En la Tabla 5-6 y Tabla 5-7 se puede apreciar la demanda bruta para el total del área de estudio en la situación actual y futura respectivamente.

La demanda bruta de agua para el total del área de estudio en la situación actual alcanza a los 50,9 millones de m<sup>3</sup>, con un mes de máxima demanda en enero con 3.080 m<sup>3</sup>/ha/mes. En cambio para la situación futura la demanda para el total del área de estudio alcanza 248,6 millones de m<sup>3</sup>, con un mes de máxima demanda en enero con 1.947 m<sup>3</sup>/ha/mes.

Los resultados de demandas de agua de riego corresponden a la demanda teórica y no a la realidad actual del área, en donde una gran cantidad de cultivos se riegan con déficit hídrico.

## 5.7 PROGRAMA DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA Y ASISTENCIA TÉCNICA PREDIAL

El programa de Transferencia Tecnológica y Asistencia Técnica Predial tendrá como objetivo efectuar cambios en la actividad agropecuaria del área, sin la realización de las obras planteadas en el proyecto de riego. Este programa deberá efectuar, con el objetivo mencionado, diferentes acciones tales como:

- Desarrollo de experiencias demostrativas.
- Organización de charlas y seminarios con utilización de medios audiovisuales.
- Preparación de días de campo con el objeto de dar a conocer nuevas tecnologías.
- Elaboración de material divulgativo en forma de folletos o fichas técnicas simples.
- Realización de actividades en el campo en parcelas demostrativas.
- Información de la comercialización y apertura de mercados para los productos, entre otros.

Las acciones enunciadas están orientadas principalmente a producir cambios de conducta por parte de los agricultores de nivel tecnológico bajo a medio.

Entre los cambios producidos por efecto de la optimización de la situación sin proyecto, se deben mencionar los siguientes:

- Mejoría en el manejo de la explotación y de los rubros productivos desarrollados en ella, con el consecuente aumento en los rendimientos de los cultivos y rubros productivos.
- Mejoramiento en la capacidad empresarial de los agricultores.
- Optimización en la oportunidad de ejecución de las labores requeridas.
- Mejor uso de insumos, especialmente fertilizantes y otros.
- Acceso a la información de precios y mercados.

Se espera que el Programa de Asistencia Técnica y Transferencia Tecnológica impulse y oriente a los agricultores a mejorar estos aspectos, principalmente por la vía de la organización de ellos para efectuar labores de acopio, transporte y venta de productos.

Con el objeto de proporcionar apoyo directo y constante a los agricultores beneficiados por el presente programa, sería necesario instalar una oficina central en la localidad de Victoria, punto medio del área de estudio.

El programa deberá contar con la participación directa de dos Ingenieros Agrónomos de tiempo completo, uno de ellos como Jefe del Programa y otro de apoyo, más dos técnicos agrícolas que cubrirán la totalidad de los sectores en estudio.

Para el establecimiento de estas unidades se deben considerar los siguientes aspectos:

- Se debe reforzar la organización de los agricultores y la organización institucional de los mismos, a través de programas de gestión.
- La validación de los sistemas productivos y las tecnologías a implementar se deben realizar en forma local.
- Se debe promover la participación tanto de organizaciones como de los propios agricultores en la validación de los proyectos seleccionados.
- Los proyectos de validación deben crear efectos institucionales integrados a las respectivas áreas.
- Durante la validación de los sistemas productivos y tecnológicos se debe dar énfasis a la gestión empresarial.
- Se deben apoyar y asesorar los procesos de comercialización.
- Los proyectos deben crear condiciones adecuadas, para que al término de la ejecución de los mismos se pueda perpetuar a través del sector privado y/o a través de organizaciones regionales del sector público.

En la determinación de la transición entre la situación sin proyecto y con proyecto, en el caso específico de las nuevas plantaciones frutales y establecimiento de cultivos, se considerará un período de ocho años en predios menores de 5 ha, de seis años en predios entre 5 y 50 ha y de cuatro años para predios mayores de 50 ha. En el caso específico de comunidades mapuches, la totalidad de ellas será integrada al proyecto en ocho años, a excepción de aquellas que presentan en la actualidad un nivel tecnológico medio-alto a alto, según lo cual serán integradas de acuerdo a su tamaño predial.

Según lo anterior el costo del programa de fortalecimiento y de aplicación tecnológica por año asciende a los \$3.019/ha en el año 1, \$2.798/ha en el año 2, \$2.796/ha en el año 3, \$2.801/ha en el año 4, \$2.802/ha en el año 5, \$2.802/ha en el año 6, \$2.811/ha en el año 7 y \$2.805/ha en el año 8.

## 5.8 BALANCE DE MANO DE OBRA

En Situación Actual el requerimiento de mano de obra permanente en el área de estudio asciende a 57,6 personas, considerando que cada obrero trabaja 24 días al mes. Entretanto, en Situación Futura, este tipo de empleo asciende a 998.554,5 jornadas totales anuales, lo que equivale a 3.467,2 personas mensuales.

De esta manera, se deduce que por efectos de la ejecución del presente proyecto, hacia el año 2030, los puestos de trabajo permanente se incrementarían en más de sesenta veces, evolución que corresponde a 3.409,6 unidades de nuevas plazas de colocación.

Teniendo en consideración la demanda de mano de obra permanente en situación actual, del orden de 998.554,5 jornadas, y la estimada en plena madurez del proyecto, año 2030 con 16.592,7jornadas de trabajo permanente; la tasa interanual de crecimiento de los requerimientos de mano de obra, entre ambas situaciones, alcanza a 25,6%.

Con el propósito de realizar el balance de mano de obra, se utilizará la información disponible al año 2011, referida a la mano de obra existente en el área de estudio disponible para ocuparse en las labores agrícolas, sin considerar a las personas dedicadas a los quehaceres del hogar, que eventualmente podrían incorporarse a este sector. Al comparar la población residente disponible para desempeñarse en el sector agrícola en el año 2030, equivalente a 7.354 personas, se concluye que ésta satisface plenamente los requerimientos de mano de obra permanente en la plena madurez del proyecto.

**Tabla 5-6: Demandas Brutas de Riego Situación Actual (m<sup>3</sup>/ha) – Total Área de Estudio**

Cultivos	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Total	Superficie
<b>Cultivos y Hortalizas</b>														
Trigo						750.044	1.808.309	2.406.335	1.455.272				6.419.960	621,93
Papa							7.685	281.585	370.299	294.181	102.849		1.056.599	127,12
Poroto							2.280	5.905	8.759	6.770	3.597		27.311	3,07
Otras Chacras						57	10.495	24.545	35.799	27.796	15.770		114.462	11,64
Arveja Verde							11.379	30.571	45.744	12.630			100.325	16,21
<b>Frutales y Vides</b>														
Arándano							56.170	129.555	146.081	94.239	16.821		442.866	98,37
Avellano Europeo						14.807	454.365	907.289	1.020.767	955.332	426.238		3.778.798	617,22
Cerezo							1.853	4.985	7.464	6.990	2.656		23.946	2,68
Frambuesa							5.596	13.383	15.180	9.750	1.447		45.355	5,32
Frutilla							673	2.071	2.398	2.073	1.001		8.216	1,09
Manzano							165.732	421.211	619.643	579.861	313.352		2.099.799	202,43
Nogal							2.407	5.834	6.819	6.377	2.195		23.633	2,47
Otros Frutales							607	1.518	1.867	1.610	668		6.270	1,36
Vid Vinifera							16.627	37.368	41.969	34.757	18.348		149.068	25,50
<b>Praderas y Forrajes</b>														
Alfalfa						25.696	75.103	112.930	128.315	119.988	74.712	3.806	540.550	32,53
Pradera Mixta						1.394.708	4.403.701	6.751.195	7.726.899	7.232.869	4.377.197	633	31.887.202	2.076,02
Otras Praderas						68.938	146.539	201.022	224.603	209.824	146.400	41.603	1.038.928	46,33
Pradera Mejorada						97.177	421.096	668.910	777.044	726.000	418.354	7.483	3.116.062	210,91
<b>TOTAL DEMANDAS</b>						<b>2.351.426</b>	<b>7.590.615</b>	<b>12.006.210</b>	<b>12.634.923</b>	<b>10.321.048</b>	<b>5.921.603</b>	<b>53.524</b>	<b>50.879.349</b>	<b>4.102,19</b>
<b>Total (m3/ha/mes)</b>						<b>650</b>	<b>1.850</b>	<b>2.927</b>	<b>3.080</b>	<b>2.966</b>	<b>1.709</b>	<b>23</b>	<b>13.205</b>	
<b>Total lt/ha/seg</b>						<b>0,24</b>	<b>0,71</b>	<b>1,09</b>	<b>1,15</b>	<b>1,23</b>	<b>0,64</b>	<b>0,01</b>	<b>0,42</b>	

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 5-7: Demandas Brutas de Riego Situación Futura (m<sup>3</sup>/ha) – Total Área de Estudio**

Cultivos	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Total	Superficie
<b>Cultivos y Hortalizas</b>														
Cebada						2.390.273	6.259.208	8.485.615	5.094.663				22.229.758	2.704,04
Trigo						3.592.945	9.455.228	12.827.979	7.700.206				33.576.358	4.093,78
Papa							90.692	3.765.896	4.958.582	3.936.935	1.369.397		14.121.503	1.806,29
Poroto							496.496	1.340.873	2.008.602	1.548.614	801.196		6.195.782	791,75
Menta							195.429	527.624	594.845	434.877	33.171		1.785.945	338,31
Lechuga							304.728	843.204	954.565	799.894			2.902.391	336,76
Poroto Verde							202.531	546.197	817.929	225.448			1.792.104	322,28
Tomate						101.511	572.522	837.560	779.188	560.912			2.851.693	334,84
Zanahoria						20.361	327.193	754.877	865.048	505.794			2.473.273	362,36
Arveja Verde							392.656	1.055.437	1.579.319	436.131			3.463.543	621,69
<b>Frutales y Vides</b>														
Arándano							927.959	2.266.115	2.580.499	1.650.468	217.624		7.642.665	1.825,40
Avellano Europeo							1.425.034	2.954.315	3.351.937	3.140.050	1.329.176		12.200.511	2.241,14
Cerezo							979.834	2.719.004	4.100.296	3.839.788	1.423.708		13.062.630	2.966,95
Frambuesa							846.398	2.063.891	2.349.584	1.503.156	199.950		6.962.978	1.660,97
Frutilla							469.342	1.505.238	1.751.265	1.512.508	712.613		5.950.966	1.615,47
Manzano							1.135.537	3.138.972	4.704.512	4.404.336	2.275.433		15.658.790	3.217,55
Nogal							915.777	1.895.100	2.149.248	2.013.459	854.342		7.827.925	1.435,50
Vid Vinífera							115.063	275.188	312.156	258.344	128.188		1.088.938	218,75
<b>Praderas y Forrajes</b>														
Alfalfa						509.950	1.767.161	2.742.508	3.155.015	2.951.587	1.756.122		12.882.342	2.108,80
Trébol						502.225	1.679.584	2.594.595	2.979.339	2.788.466	1.669.355		12.213.563	925,38
Maíz Silo							3.845	473.282	749.534	701.534	431.891		2.360.086	505,25
Pradera Mixta						2.371.702	8.146.153	12.628.526	14.521.944	13.589.762	8.096.109		59.354.196	4.525,57
<b>TOTAL DEMANDAS</b>						<b>9.488.966</b>	<b>36.708.368</b>	<b>66.241.993</b>	<b>68.058.276</b>	<b>46.802.062</b>	<b>21.298.273</b>		<b>248.597.937</b>	<b>34.958,83</b>
<b>Total (m3/ha/mes)</b>						<b>630</b>	<b>1.050</b>	<b>1.895</b>	<b>1.947</b>	<b>1.662</b>	<b>813</b>		<b>7.997</b>	
<b>Total lt/ha/seg</b>						<b>0,24</b>	<b>0,41</b>	<b>0,71</b>	<b>0,73</b>	<b>0,69</b>	<b>0,30</b>		<b>0,25</b>	

Fuente: Elaboración Propia

## 6 ESCENARIOS Y MODELO DE SIMULACIÓN

### 6.1 ESCENARIOS DE RIEGO

Los escenarios del proyecto fueron definidos en función de la superficie de riego posible de servir con el embalse (y en definitiva establecer el tamaño óptimo del proyecto), considerando tanto las obras de embalse como las obras de riego. En este sentido se definieron tres escenarios para cada alternativa de embalse los que se presentan en la Tabla 6-1.

**Tabla 6-1: Escenarios de proyecto para las alternativas de embalse**

Alternativa de embalse	Escenario	Cota de coronamiento (msnm)	Volumen embalsado (hm <sup>3</sup> )
La Mula	1	478	142,1
	2	473	101,5
	3	468	70,3
Malalcahuello	1	920	224,0
	2	900	138,3
	3	880	80,7

Fuente: Elaboración Propia

La red de riego en tanto fue evaluada para tres caudales de diseño diferentes, permitiendo de esta manera establecer una curva de costos que en definitiva se utilizó para determinar el costo asociado a cada escenario de embalse. Los caudales de diseño considerados fueron 28, 20 y 15 m<sup>3</sup>/s.

### 6.2 MODELO DE SIMULACIÓN

De acuerdo a los objetivos del proyecto, el modelo operacional analizó distintas dimensiones de embalses, y su respectiva repercusión en cuanto a áreas seguras de riego asociadas al proyecto Canal Victoria.

Se diseñó un modelo flexible que permite el análisis de cada escenario del proyecto, es decir, cualquiera de las dos alternativas propuestas de emplazamiento de embalses, considerándolos como una obra multipropósito, para riego y generación. Un resumen de los resultados del modelo se presentan en la Tabla 6-2.

**Tabla 6-2: Resultados Modelo de Simulación**

Alternativa Embalse	Tamaño Embalse	Volumen Total (hm <sup>3</sup> )	Volumen útil (hm <sup>3</sup> )	Superficie Riego con 85% Seguridad (ha)
La Mula	1	142,1	132,2	32.204
	2	101,5	91,6	24.648
	3	70,3	60,4	18.265
	4	46,5	36,6	13.078
	5	32,9	23,0	9.985
Malalcahuello	1	309,6	306,1	25.435
	2	224,0	220,5	24.473
	3	138,3	134,8	22.326

Alternativa Embalse	Tamaño Embalse	Volumen Total (hm <sup>3</sup> )	Volumen útil (hm <sup>3</sup> )	Superficie Riego con 85% Seguridad (ha)
	4	80,7	77,2	15.710
	5	30,4	26,9	8.069

Fuente: Elaboración Propia

Desde el punto de vista del costo de las obras y efectividad de riego, la alternativa del emplazamiento en La Mula se presenta como opción más atractiva. Esto se debe principalmente a la disponibilidad de recursos en cada sitio.

## 7 DISEÑOS PRELIMINARES

En la Figura 7-1 se presenta un esquema de la ubicación de las alternativas de embalse y red de riego consideradas en los diseños.

### 7.1 OBRAS DE EMBALSE

El diseño preliminar de las obras de embalse consideró el diseño y estimación de costos, a nivel de prefactibilidad, del muro de presa, túnel de desvío, ataguía aguas arriba y aguas abajo, evacuador de crecidas, obra de toma e interferencias.

#### 7.1.1 Obras de Desvío

El túnel de desvío y las ataguías se proyectaron para un período de retorno de 20 años, lo que permite lograr una seguridad del 90 % durante el período de construcción de cada embalse considerando un plazo de construcción de 2 años. Como criterio hidráulico se definió que la sección del túnel sea de arco de medio punto totalmente revestido en hormigón operando a flujo libre.

Como criterio general se optó por una ataguía impermeable con taludes aguas arriba y aguas abajo iguales a 2:1 (H:V) y un ancho de coronamiento de 4,0 m. Igualmente se fijó que la altura contará con una revancha de 1,0 m sobre el nivel máximo de la poza para la condición de la crecida de 20 años.

#### 7.1.2 Muro de Presa

Para el estudio de las alternativas de los distintos sitios, se consideró un muro cuyo núcleo esté integrado de gravas y enrocado con una pantalla de hormigón impermeable en el espaldón de aguas arriba (CFRD).

Se consideraron taludes aguas arriba y aguas abajo de 1,5:1,0 (H:V) y 1,6:1,0 H:V respectivamente. Estos taludes se confirmaron mediante los análisis de estabilidad estático y dinámico.

La cota de coronamiento de la presa ha sido calculada a partir de la cota del umbral del vertedero, adicionando la carga de diseño y la revancha necesaria. El ancho de

coronamiento se fijó en 8 m para cada una de las alternativas dado por recomendaciones de diseño de la bibliografía consultada.

### **7.1.3 Evacuador de Crecidas**

La obra de evacuación de crecidas está compuesta por: vertedero, canal colector, canal de conexión, rápido de descarga y obra de disipación de energía.

Debido a que el vertedero es lateral, las aguas descargadas desde la sección de control son recibidas en un canal colector de geometría trapecial y pendiente suave. Aguas abajo de esta obra, se ubica un canal rectangular que mantiene la pendiente del anterior y cuya función es guiar el escurrimiento hacia un rápido de descarga rectangular y de fuerte pendiente, en cuyo extremo final se ubica un dissipador de energía para retornar de manera segura el flujo al cauce original.

### **7.1.4 Obra de Toma**

Se proyectó una torre rectangular a la entrada del túnel de desvío, en cuya parte superior se dispusieron las rejas frontales al embalse y rejas laterales, por donde se captará el agua requerida por el riego e igualmente funcionen como descarga para el caso de vaciado del embalse.

Una vez captadas las aguas a través de la obra de toma, el flujo será dirigido por el túnel de desvío existente el cual en esta etapa trabajará a boca llena. En un punto definido del trazado se ubicará un tapón de hormigón desde el cual nacerá el desagüe de fondo de sección rectangular con compuerta tipo Bureau y una tubería de acero de entrega a riego, en cuyo extremo final se ubicarán primeramente una válvula mariposa de emergencia y finalmente una válvula de regulación de caudal tipo Howell-Bunger.

### **7.1.5 Interferencias**

Se identificaron dos interferencias a caminos existentes dentro del área de obras de embalse y de superficie de inundación de la alternativa de embalse La Mula. La primera interferencia corresponde a un camino interno de la empresa forestal ubicado en el sector norte del tramo inundado por el embalse. La segunda interferencia corresponde a la ruta R-883 cuyo trazado va por el costado sur del río Cautín.

Las obras de embalse y zona de inundación de la alternativa de embalse Malalcahuello interfieren con la siguiente infraestructura existente: Línea férrea en desuso, ruta R-181 interferida por las obras de embalse y zona de inundación, Ruta R-971. Se proyectó una alternativa a la ruta R-181 en el tramo en que es interferida por el embalse. El nuevo trazado irá por el lado sur del río Cautín. Además, para efectos de costear la línea de media y baja tensión que puedan quedar interferidas por el embalse, se consideró que los nuevos trazados tendrán la misma longitud que la ruta R-181 proyectada.

### 7.1.6 Costos de las Obras de Embalse

Los costos asociados a las obras de embalse descritas anteriormente, relativos a las alternativas de embalse La Mula y Malalcahuello, se resumen en la Tabla 7-1.

**Tabla 7-1: Costos Obras Alternativa Embalses La Mula y Malalcahuello**

Alternativa de Embalse	Cota Coronamiento (msnm)	Altura Muro (m)	Costo obras de embalse (MM\$)
La Mula	478	60	69,19
	473	55	63,31
	468	50	59,38
Malalcahuello	920	152	288,16
	900	132	165,17
	880	112	130,95

Fuente: Elaboración Propia

## 7.2 OBRAS COMPLEMENTARIAS

### 7.2.1 Red de Riego

Se determinó la curva de costos de la red de riego, evaluando el costo asociado a tres diferentes tamaños de la red, que equivale a tres capacidades de porteo, junto al desarrollo de los diseños necesarios para tal objetivo. Los caudales corresponden a 15, 20 y 28 m<sup>3</sup>/s en bocatoma.

El área de estudio se circunscribió a los sectores 1 a 11 definidos en el estudio agroeconómico, que corresponden a la máxima envolvente que podría ser regada con la obra de regulación de mayor tamaño analizada en la presente consultoría.

En la Tabla 7-2 se resumen los costos asociados a la red de riego para las tres capacidades de canal analizadas.

**Tabla 7-2: Costos Obras Red de Riego para los Escenarios de Riego**

Escenarios de riego	Costo obras red de riego (MM\$)
Q = 15 m <sup>3</sup> /s	83,86
Q = 20 m <sup>3</sup> /s	55,35
Q = 28 m <sup>3</sup> /s	38,92

Fuente: Elaboración Propia

## 7.3 POTENCIAL HIDROELÉCTRICO

Para el embalse La Mula se contemplan 2 turbinas iguales, cada una capaz de generar un caudal de 55 m<sup>3</sup>/s, con una potencia instalada total de 49,5 MW y una generación total de 252,3 GWh/año.

En el caso del embalse Malalcahuello se contemplan 2 turbinas iguales, cada una capaz de generar un caudal de  $20 \text{ m}^3/\text{s}$ , con una potencia instalada total de 41,7 MW y una generación total de 155,4 GWh/año.

#### 7.4 SISTEMA DE AFORO REMOTO DE CAUDALES

Para el sistema de aforos del embalse Cautín se identificaron 17 puntos de medición con sus respectivos sensores, 15 para monitorear los derivados principales y 4 para monitorear el caudal de salida en cada embalse.

Dada la necesidad de contar con un sistema de aforo a distancia, y que transmita la lectura de los sensores a un base de datos centralizado, se analizó un sistema conjunto de hardware y software.

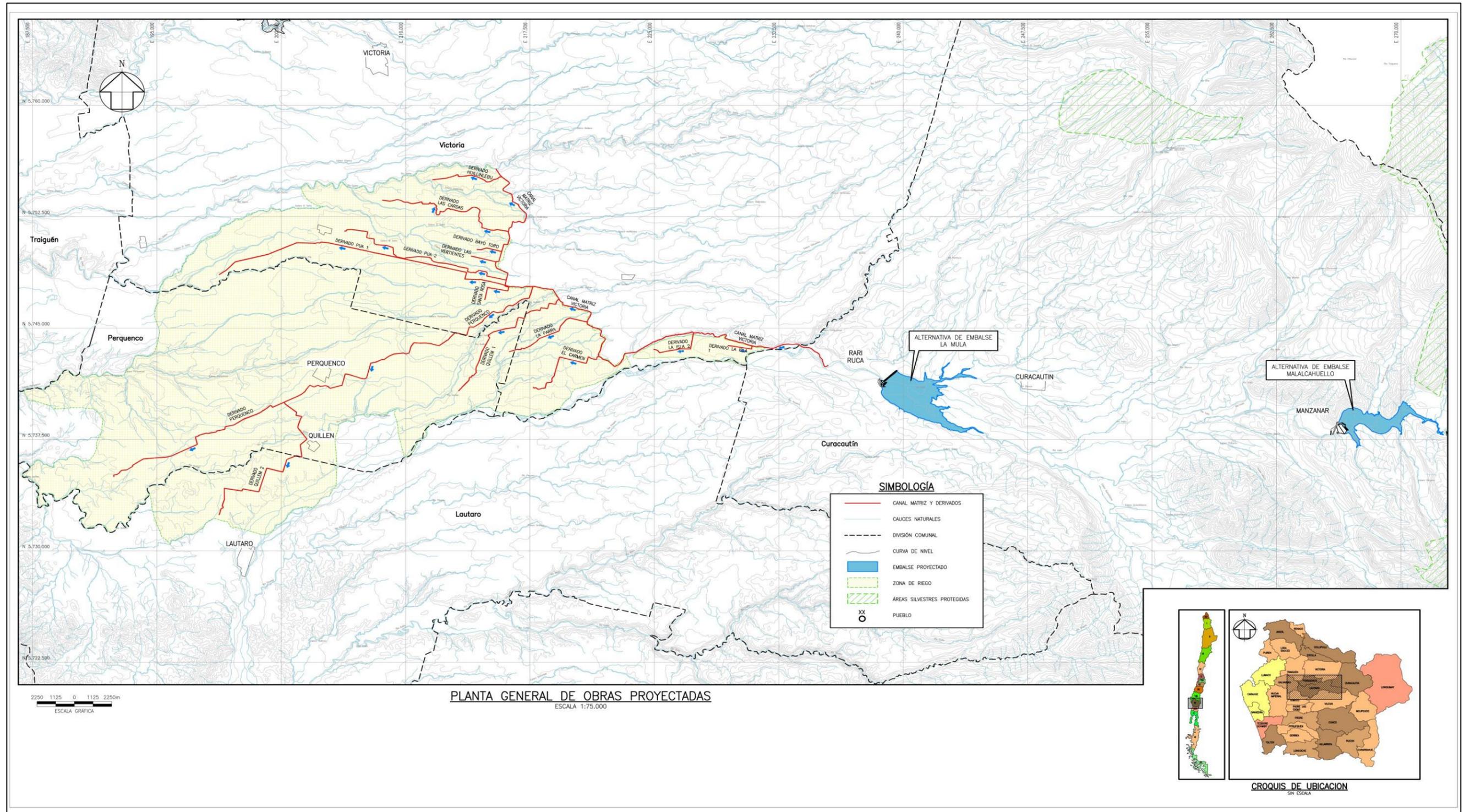
#### 7.5 ANÁLISIS DE PERTINENCIA DE LA UTILIZACIÓN DEL EMBALSE COMO EMBALSE DE CONTROL

Se analizó la pertinencia de utilizar el embalse como obra de control, siguiendo la definición realizada en la ley 20.304 “Sobre Operación de Embalses frente a Alertas y Emergencias de Crecidas y otras Medidas”.

Respecto del análisis de la capacidad de regulación del embalse se desprendió que, comparado con el sitio La Mula, el embalse Malalcahuello reduciría en mayor medida el caudal máximo asociado a una crecida en el río Cautín, obteniéndose atenuaciones al pie de la presa de entre un 31% a 65% dependiendo del periodo de retorno y la altura de muro analizado. Mientras que en el embalse la Mula las atenuaciones alcanzan como máximo un 18% al pie de la presa.

Respecto a los volúmenes de regulación de los embalses, se estimó que el volumen máximo de la crecida que es capaz de almacenar el embalse La Mula corresponde a aproximadamente  $30 \text{ hm}^3$ , lo que representa un 30% del volumen total de la crecida de 100 años de periodo de retorno que ingresa a dicho sitio de embalse. En el caso de Malalcahuello, se tiene un almacenamiento máximo de  $8 \text{ hm}^3$ , lo que corresponde a un 70% del volumen total de la crecida de 100 años de periodo de retorno.

Figura 7-1: Plata General de Obras Proyectadas



Fuente: Elaboración Propia

## 8 ESTUDIO DE TENENCIA DE TIERRA

Se identificaron los propietarios de los terrenos donde se emplazarán las obras de ambas alternativas, es decir, Embalse La Mula y Embalse Malalcahuello, y la red de regadío asociada al proyecto.

### 8.1 ALTERNATIVA LA MULA

De los antecedentes proporcionados por el CIREN se identificaron 35 predios de los cuales 2 pertenecen a empresas forestales, destacándose la forestal Comaco S.A la cual comprende una gran extensión de terreno. Además la zona de inundación podría afectar al club aéreo de Curacautín ubicado a un costado de la Ruta 181-CH. El resto de los propietarios corresponden a privados y algunas inmobiliarias.

Por otro lado la zona máxima potencial de inundación del embalse podría afectar a 3 rutas fiscales: Ruta R-883, Ruta 181-CH y Ruta S-R-11.

### 8.2 ALTERNATIVA MALALCAHUELLO

De acuerdo a los antecedentes obtenidos, la zona potencial máxima de inundación de este embalse afectaría a 54 predios. El equivalente en superficie de estos predios se estima en aproximadamente 829 ha, de los cuales 3 ha corresponden a caminos públicos.

Los caminos que podrían ser afectados por la zona potencial máxima de inundación de la alternativa de embalse Malalcahuello, son: Ruta R-971, Ruta 181-CH, Ruta R-973 y Ruta R-977.

### 8.3 RED DE RIEGO

En su recorrido el canal matriz cruza por 113 predios, de acuerdo a los antecedentes existentes. Se destacan los predios pertenecientes a Fernando Orueta Ansoleaga, Daniel Inostroza Acuña y Forestal Mininco S.A

### 8.4 ESTIMACIÓN DE COSTOS

En la Tabla 8-1 se presenta el costo asociado a los predios que serían afectados por cada alternativa de embalse, para la condición de inundación máxima, que corresponde a al costo total de expropiación por embalse.

**Tabla 8-1: Estimación Costos de Predios Potencialmente Afectados**

Alternativa embalse	Expropiación en red de riego (ha)	Expropiación en embalse (ha)	Valor (MM\$)
La Mula	380	1.228	11.259
Malalcahuello	380	829	8.535

Fuente: Elaboración Propia

## 9 EVALUACIÓN ECONÓMICA

### 9.1 PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN ECONÓMICA

Conforme a lo solicitado por la CNR la evaluación económica del proyecto se realizó con base a la aplicación de tres métodos cuya diferencia fundamental, es el procedimiento utilizado para cuantificar los beneficios del proyecto. Estos son:

- Método de la Productividad Marginal (o Método del Presupuesto)
- Método del Valor Incremental de la Tierra
- Método de las Transacciones de los Derechos de Aprovechamiento de Aguas:

Sin embargo, históricamente los dos últimos métodos, valor de la tierra y valor de transacciones de derechos de aprovechamiento, no se utilizan en el país. Sin perjuicio de lo señalado y en atención a los requerimientos de la CNR se han establecido cifras que permiten tener alguna idea de los valores que pudieran alcanzar los beneficios a través de estas metodologías, sin embargo no se han considerado como elementos de juicio para la evaluación económica del proyecto.

Para la ejecución de la evaluación económica del estudio, se ha utilizado el Manual para el Desarrollo de Grandes Obras de Riego (CNR, 2011).

### 9.2 EVALUACIÓN ECONÓMICA COMO OBRA DE RIEGO

Para efectuar la evaluación económica del proyecto de embalse, se consideraron crecimientos graduales del área regada y por consiguiente, diferentes capacidades de embalse para cada uno de los sitios en estudio. El tamaño del embalse dice relación con el volumen necesario de regulación para satisfacer la demanda agrícola con el criterio de seguridad de 85 %.

#### 9.2.1 Beneficios Agronómicos

Los márgenes brutos se han determinado a través de la multiplicación de cada superficie asignada por el margen bruto unitario resultante de las fichas técnico económicas. Posteriormente, en la situación actual se descontaron los gastos indirectos. En situación sin proyecto, además de los descuentos señalados para la situación actual, se descontaron los costos del programa de transferencia tecnológica.

En situación futura se consideraron los costos por concepto de gastos indirectos, riego tecnificado, habilitación de terrenos, cortinas protectoras de heladas, máquina productora de aceite de menta y del programa de transferencia tecnológica.

Los beneficios agronómicos tanto a precios de mercado como a precios sociales para el total del área se presenta en la Tabla 9-1.

**Tabla 9-1: Resumen de Flujos Situación Actual y Con Proyecto para el Total del Área (MM\$)**

Años	Precio Mercado		Precio Social	
	Situación Actual	Situación Con Proyecto	Situación Actual	Situación Con Proyecto
0	4.537	4.537	5.070	5.070
1	4.564	4.537	5.096	5.070
2	4.694	4.537	5.224	5.070
3	4.884	- 12.324	5.412	- 9.039
4	5.110	- 17.369	5.635	- 12.134
5	5.168	- 28.081	5.693	- 18.948
6	5.233	- 31.108	5.757	- 18.294
7	5.248	5.494	5.771	19.043
8	5.264	15.715	5.787	33.138
9	5.333	34.171	5.855	53.170
10	5.334	44.168	5.857	66.227
11	5.334	55.809	5.857	79.125
12	5.334	63.761	5.857	87.377
13	5.334	68.614	5.857	92.284
14	5.334	68.993	5.857	92.629
15	5.334	70.105	5.857	93.954
16	5.334	69.491	5.857	93.521
17	5.334	69.708	5.857	94.390
18	5.334	69.448	5.857	93.911
19	5.334	70.033	5.857	95.199
20	5.334	70.471	5.857	95.753
21	5.334	66.263	5.857	89.764
22	5.334	60.824	5.857	83.288
23	5.334	43.479	5.857	63.428
24	5.334	29.644	5.857	48.079
25	5.334	18.556	5.857	35.903
26	5.334	7.985	5.857	26.404
27	5.334	32.207	5.857	50.036
28	5.334	32.051	5.857	51.616
29	5.334	44.565	5.857	64.815
30	5.334	47.952	5.857	68.795

Fuente: Elaboración Propia

## 9.2.2 Costos Desarrollo del Riego

Se consideraron los siguientes costos para el desarrollo del riego:

- Obras de embalse
- Obras de riego
- Operación y mantenimiento
- Expropiaciones
- Compensaciones ambientales

En la Tabla 9-2 se resumen los costos de red de canales, obras de embalse, expropiaciones, compensaciones ambientales y costos totales en función de la superficie de riego beneficiada para los 2 sitios en estudio. El costo por operación y mantenimiento se consideró como el 1% del total de la inversión inicial en obras de embalse y red de riego.

**Tabla 9-2: Costos Precios Privados y Sociales Alternativas de Embalse**

Tipo Precio	Alternativa Embalse	Área Regada (ha)	Costo Obras de Embalse (MM\$)	Costo Canales (MM\$)	Costo de Expropiaciones (MM\$)	Costos de Compensaciones Ambientales (MM\$)	Costo Total (MM\$)	Costo Total (MMUS\$)
Privado	La Mula	32.204	100.319	109.734	11.259	2.331	223.643	447
		24.648	91.805	78.869	9.107	2.331	182.112	364
		18.265	86.100	54.655	7.644	2.331	150.730	301
		13.078	80.815	36.231	6.575	2.331	125.952	252
		9.985	76.109	25.780	5.710	2.331	109.930	220
	Malalcahuello	25.435	503.743	81.973	8.535	1.806	595.987	1.192
		24.473	417.825	78.186	7.330	1.806	505.076	1.010
		22.326	239.501	69.863	5.547	1.806	316.647	633
		15.710	189.879	45.442	4.672	1.806	241.729	483
		8.069	97.716	19.506	3.559	1.806	122.518	245
Social	La Mula	32.204	99.165	108.472	11.259	2.331	221.227	442
		24.648	90.749	77.962	9.107	2.331	180.149	360
		18.265	85.110	54.027	7.644	2.331	149.112	298
		13.078	79.886	35.814	6.575	2.331	124.606	249
		9.985	75.234	25.484	5.710	2.331	108.759	218
	Malalcahuello	25.435	497.950	81.031	8.535	1.806	589.252	1.179
		24.473	413.020	77.286	7.330	1.806	499.372	999
		22.326	236.747	69.060	5.547	1.806	313.090	626
		15.710	187.695	44.919	4.672	1.806	239.022	478
		8.069	96.592	19.282	3.559	1.806	121.169	242

Fuente: Elaboración Propia

Los costos del proyecto se presentan en millones de pesos (MM\$) y en millones de dólares americanos (MMUS\$), considerando un valor del dólar de \$500 del mes de Junio de 2012. El IVA no está incluido en los valores anteriores.

### 9.2.3 Rentabilidad Proyecto de Riego

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

En la Tabla 9-3 se presenta un resumen de los indicadores de rentabilidad de la evaluación social para el sitio La Mula para distintos tamaños de embalse. Por otro lado en la Tabla 9-4 se entrega la misma información para el sitio de embalse Malalcahuello.

En el caso de la evaluación a precios privados, se verificó que ninguno de los sitios de embalses es rentable a una tasa de descuento 12%.

En la Figura 9-1 se presenta la curva de Valor Actual Neto (VAN) de la evaluación social en función de la superficie beneficiada para ambos sitios de embalse. Para el caso del embalse La Mula la curva es creciente con la superficie beneficiada, el punto de mayor rentabilidad se alcanza para el mayor tamaño que técnicamente puede tener el embalse asociado a una superficie de riego de 32.204 ha.

La rentabilidad social del embalse Malalcahuello es positiva a partir de una superficie de riego de 8.000 ha, alcanzando su mayor valor para una superficie beneficiada de 22.326 ha cayendo posteriormente para superficies de riego (tamaños de embalse) mayores.

**Tabla 9-3: Resumen Indicadores de Rentabilidad Evaluación Social La Mula**

Alternativa	Área Regada (ha)	Volumen Embalse (hm <sup>3</sup> )	VAN (MM\$)	VAN (MMUS\$)	TIR (%)	IVAN
1	32.204	142,1	333.183	666	12,4%	1,605
2	24.648	101,5	243.956	488	11,9%	1,446
3	18.265	70,3	165.116	330	11,1%	1,187
4	13.078	46,5	100.434	201	10,0%	0,868
5	9.985	32,9	63.120	126	9,0%	0,627

Fuente: Elaboración Propia

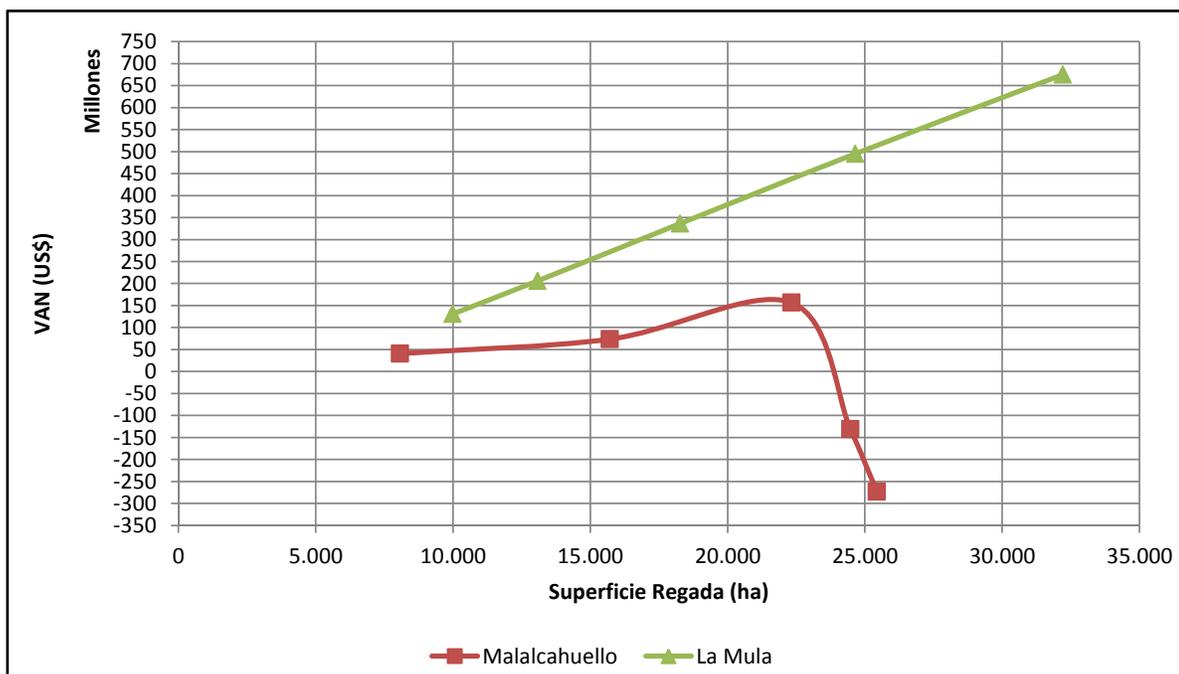
**Tabla 9-4: Resumen Indicadores de Rentabilidad Evaluación Social Malalcahuello**

Alternativa	Área Regada (ha)	Volumen Embalse (hm <sup>3</sup> )	VAN (MM\$)	VAN (MMUS\$)	TIR (%)	IVAN
1	25.435	309,6	- 147.495	-295	4,1%	-0,255
2	24.473	224,0	- 75.096	-150	4,9%	-0,153
3	22.326	138,3	72.339	145	7,4%	0,237
4	15.710	80,7	32.177	64	6,8%	0,138
5	8.069	30,4	17.914	36	6,9%	0,155

Fuente: Elaboración Propia

Los indicadores del proyecto se presentan en millones de pesos (MM\$) y en millones de dólares americanos (MMUS\$), considerando un valor del dólar de \$500 del mes de Junio de 2012.

**Figura 9-1: Curva de VAN Evaluación a Precios Sociales**



Fuente: Elaboración Propia

#### 9.2.4 Análisis de Sensibilidad

Se realizó un análisis de la sensibilidad en torno al tamaño de mayor rentabilidad para el riego correspondiente a las 32.204 ha para el embalse La Mula y a 22.326 ha asociadas al embalse Malalcahuello. Se sensibilizó la inversión en obras de embalse y riego, los beneficios agronómicos, la tasa de descuento y el período de ejecución de las obras.

Del análisis de sensibilidad efectuado, se concluye lo siguiente:

- El embalse La Mula es rentable tanto para un aumento de la inversión en obras de embalse y canales de hasta un 175% como para una disminución de los beneficios de hasta un 62% aproximadamente.
- El embalse La Mula disminuye su rentabilidad en un 44% frente a un aumento del período de ejecución de las obras a 10 años, mientras que para la misma situación, el embalse Malalcahuello no es rentable.
- El embalse Malalcahuello resulta no ser rentable frente a un aumento en los costos de un 27% o superior. Lo mismo ocurre a partir de una disminución de los beneficios de un 20%.

### 9.2.5 Recomendación Tamaño del Proyecto de Riego

De la evaluación económica efectuada, se obtuvo que de las dos alternativas de embalse analizadas, el sitio de embalse La Mula resulta ser más rentable económicamente y el de mayor superficie beneficiada.

Para el embalse La Mula el tamaño de mayor rentabilidad permite regar 32.204 ha a partir de la construcción de un embalse de 62 m de altura y 142,1 hm<sup>3</sup> de volumen total embalsado, que corresponde al mayor tamaño de muro que se puede implementar en este sitio dadas las limitaciones topográficas.

Por otro lado, el tamaño óptimo del embalse Malalcahuello desde el punto de vista del riego corresponde a un muro de 132 m de altura y 138,3 hm<sup>3</sup> de volumen total embalsado. El área de riego beneficiada en este caso es de 22.326 ha.

En la Tabla 9-5 se presentan los tamaños de proyecto de riego óptimos para ambas alternativas.

**Tabla 9-5: Tamaño de proyecto uso riego**

Parámetros	Alternativa de Embalse	
	La Mula	Malalcahuello
Altura de muro (m)	62	132
Volumen útil del embalse (hm <sup>3</sup> )	132,2	134,8
Volumen total del embalse (hm <sup>3</sup> )	142,1	138,3

Fuente: Elaboración Propia

### 9.2.6 Disposición de Pago

El objetivo de esta parte del estudio fue analizar la forma en que se modifica el ingreso neto de los agricultores de la zona de influencia del estudio si se construyen las obras previstas en el proyecto.

Con este fin, se determinaron y caracterizaron productiva y económicamente los Predios Promedio que representan las actividades agrícolas desarrolladas en los predios de estratos de

tamaño más representativos del área, con el objeto de establecer las bases para la política de recuperación de costos en proyectos agrícolas del Supremo Gobierno.

Según el análisis realizado solo una parte de los Predios Promedio no tiene la capacidad suficiente para el pago de las obras.

En la Alternativa La Mula el otorgamiento de subsidios por parte del Estado es necesario, calculándose un subsidio ponderado anual de \$3.395.154 por predio y cuya suma de montos alcanza apenas al 1,2% del total de costos de obras de riego.

En la Alternativa Malalcahuello también es necesario el otorgamiento de subsidios por parte del Estado, calculándose un subsidio ponderado anual de \$248.440 por predio y cuya suma de montos alcanza al 7,2% del total de costos de obras de riego.

De acuerdo a lo anterior, los compromisos de pago por adhesión voluntaria al proyecto deben obtenerse antes de la decisión definitiva de ejecutar el proyecto.

### 9.3 MÉTODOS DE CHEQUEO DE EVALUACIÓN

#### 9.3.1 Método de las Transacciones

Este método consiste en estimar el precio del agua cruda que se extrae de una fuente, a partir de la información obtenida de transacciones reales de derechos de agua consuntivos, permanentes y continuos en dicha fuente.

Utilizando los valores obtenidos del CBR, debido a que se cuenta con mayor detalle de la transacción y del uso mismo de los derechos, se estima el ingreso por concepto de vender en un año el volumen de embalse asociado al óptimo en cada caso. Los resultados son los que se presentan en la Tabla 9-6.

**Tabla 9-6: Beneficio de proyecto utilizando Método de las Transacciones**

Alternativa de embalse	Beneficio por venta de agua (MMS\$)	Beneficio por venta de agua (MMUS\$)
La Mula	4.232	8,5
Malalcahuello	2.950	5,9

Fuente: Elaboración Propia

#### 9.3.2 Método del Valor Incremental de la Tierra

El método incremental de la tierra se basa en el beneficio directo del proyecto asociado al incremento del valor neto de mercado del valle beneficiado, el cual cambia su estructura de cultivos, además de un aumento en la seguridad de riego.

Para este método se utilizaron los precios de la tierra determinados en el estudio “Valor de la tierra agrícola y sus factores determinantes” de la Pontificia Universidad Católica de Chile, año 2009. El anterior estudio se realizó para la oficina de estudios y políticas agrarias (ODEPA), perteneciente al Ministerio de Agricultura.

Por lo tanto el beneficio del proyecto utilizando este método de análisis consiste en percibir como ingreso en un año el precio total de la venta de los terrenos para uso agrícola en la situación óptima. Es decir corresponde a la diferencia entre el precio de la tierra agrícola y de la tierra para uso seco por la cantidad de hectáreas correspondientes. Los resultados de este método se presentan en la Tabla 9-7.

**Tabla 9-7. Beneficio del proyecto utilizando Método del Valor Incremental de la Tierra**

Alternativa de embalse	Beneficio por venta de tierra (MM\$)	Beneficio por venta de tierra (MMUS\$)
La Mula	98.222	196
Malalcahuello	68.094	136

Fuente: Elaboración Propia

## 9.4 EVALUACIÓN ECONÓMICA COMO OBRA MULTIPROPÓSITO

### 9.4.1 Uso Agua Potable

Con base a los antecedentes de requerimiento de agua potable para el suministro de las localidades cercanas, se establecieron las necesidades de volumen adicional a agregar al embalse a fin de permitir disponer de un respaldo hidrológico para dicho suministro. Se evaluaron y compararon los beneficios que se podrán obtener a partir de este tipo de uso.

El análisis se realizó para el caso del embalse La Mula solamente, dado que Curacautín es la única localidad con crecimiento poblacional en el período de análisis. Según la estimación de esta población, y considerando la dotación de 131 l/hab/día, se puede estimar el aumento de la demanda en agua potable de 80.570 l/día desde el año 2010 hasta el 2020 período en el cual sería necesario invertir en infraestructura de abastecimiento. La demanda anterior equivale a tener un volumen anual de 29.400 m<sup>3</sup>.

Dado que el volumen óptimo del embalse corresponde al máximo topográfico, es decir no se puede seguir aumentando el tamaño del embalse, se requerirá dejar de percibir ingresos por conceptos de riego para utilizar esta agua para agua potable. El volumen de 29.400 m<sup>3</sup> permitiría regar 7 ha aproximadas con lo cual, el costo de oportunidad equivale a un VAN de US\$ 35.000. Lo anterior debiera ser el monto mínimo a cobrarle a AGUAS ARAUCANIA de manera que sea rentable para el embalse utilizarlo para agua potable.

### 9.4.2 Uso Turismo

El potencial turístico que se podría desarrollar debido al espejo de agua de ambas alternativas de embalse, corresponde principalmente a actividades náuticas y equipamiento asociado a este uso. La rentabilidad del proyecto de riego más turismo se presentan en la Tabla 9-8:

**Tabla 9-8: Rentabilidad del Riego más Turismo**

Embalse	VAN Riego + Turismo (MM\$)	VAN Riego + Turismo (MMUS\$)	TIR Riego + Turismo (%)	Aumento Rentabilidad Proyecto Riego (%)
La Mula	344.748	689	12,6%	3,5%
Malalcahuello	74.190	148	7,4%	2,6%

Fuente: Elaboración Propia

### 9.4.3 Uso Generación Hidroeléctrica

A partir de los resultados del cálculo de volumen óptimo para utilización en riego, se determinaron los costos y beneficios asociados para las dos alternativas de embalse.

- Potencial Hidrogeneración La Mula

Se contemplan 2 turbinas iguales, cada una capaz de generar un caudal de 55 m<sup>3</sup>/s, con una potencia instalada total de 49,5 MW y una generación total de 225,3 GWh/año, considerando una inversión aproximada de MMUS\$ 2,2 por MW instalado, los parámetros económicos entregan un VAN de MMUS\$ 29,2.

- Potencial Hidrogeneración Malalcahuello

Se contemplan 2 turbinas iguales, cada una capaz de generar un caudal de 20 m<sup>3</sup>/s, con una potencia instalada total de 41,7 MW y una generación total de 155,4 GWh/año, considerando una inversión aproximada de MMUS\$ 2,2 por MW instalado, los parámetros económicos nos entregan un VAN negativo.

- Costos y Beneficios

En la Tabla 9-9 se presenta la rentabilidad del proyecto de riego más hidrogeneración:

**Tabla 9-9: Rentabilidad del Riego más Hidrogeneración**

Embalse	VAN Riego + Hidrogeneración (MM\$)	VAN Riego + Hidrogeneración (MMUS\$)	TIR Riego + Hidrogeneración (%)	Aumento Rentabilidad Proyecto Riego (%)
La Mula	365.581	731	12,4%	9,7%
Malalcahuello	74.244	148	7,3%	2,6%

Fuente: Elaboración Propia

### 9.4.4 Uso Control de Crecidas

Los resultados de la capacidad de regulación del embalse indican que en el caso del sitio La Mula las atenuaciones del caudal máximo al pie del embalse varían entre un 5% y 16%. Por otro lado en el caso del sitio Malalcahuello dichas atenuaciones varían entre un 31% y un 65%, dependiendo del periodo de retorno y la altura de muro considerada.

Se considera que la influencia del efecto regulador de las alternativas de embalse La Mula y Malalcahuello son considerables hasta la altura de la localidad de Lautaro. Sin embargo aguas abajo de la junta de los ríos Cautín y Muco, este efecto se reduce, ya que el aporte de este último cauce es importante y aminora el efecto de regulación ya mencionado.

Si bien ambos embalses podrían tener algún efecto en la reducción de los peaks de las crecidas, los antecedentes disponibles no muestran un claro beneficio de esta operación para el embalse, por cuanto las únicas zonas que podrían verse afectadas por crecidas e inundaciones, ya se encuentran protegidas por sendas obras de defensas fluviales. En términos conservadores y a falta de mayores antecedentes, no se ha considerado agregar este beneficio a la evaluación económica del embalse.

#### 9.4.5 Rentabilidad Multipropósito del Proyecto

En la Tabla 9-10 se presenta la rentabilidad multipropósito del proyecto, considerando el VAN social para riego y turismo y el VAN privado para hidrogeneración:

**Tabla 9-10: Rentabilidad Multipropósito Proyecto**

Embalse	VAN Riego + Turismo + Hidrogeneración (MM\$)	VAN Riego + Turismo + Hidrogeneración (MMUS\$)	TIR Riego+ Turismo + Hidrogeneración (%)	Aumento Rentabilidad Proyecto Riego (%)
La Mula	377.146	754	12,6%	13,2%
Malalcahuello	76.095	152	7,3%	5,2%

Fuente: Elaboración Propia

## 10 EXTERNALIDADES

El desarrollo del proyecto de embalsamiento, trae consigo una serie de una serie de beneficios, tanto directos o como indirectos. A continuación se presentan las externalidades con mayor relevancia:

- Aumento y desarrollo de turismo.
- Aumento del volumen de exportaciones, de 0 a 100 US\$ millones aproximadamente.
- Aumento de la demanda de mano de obra, de 84.500 a 3.880.000 aproximadamente.
- Incremento de la construcción de vivienda.
- Desarrollo de Infraestructura.
- Aumento del comercio.
- Desarrollo del sector Agroindustrial.
- Cambio en la estructura Geopolítica, asociada a la migración de individuos a la zona.
- Generación de Impuesto.

## 11 ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL, PAC Y TALLERES LEGALES

### 11.1 ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL

De acuerdo a los resultados de los estudios de línea de base, el emplazamiento de cualquiera de las alternativas de embalse no presenta restricciones ambientales absolutas para la ejecución de estas, sin embargo, se consideran medidas de diseño, mitigación, reparación y/o compensación.

Las dos alternativas de sitios de embalse propuestas para Proyecto, inundan sitios con bosque nativo, por lo cual es necesario realizar un “Plan de Manejo Corta y Reforestación de Bosques para ejecutar Obras Civiles”, acogiéndose a la Ley 20.283 del 2008, lo cual requiere de levantamiento de información complementaria para ejecutarse, una vez que sea definido con precisión las áreas a afectar, incluidas sus obras anexas.

Dada la presencia de especies en categoría de conservación en formaciones que constituyen bosque nativo (situación que debe ser corroborada en la segunda campaña de terreno de flora y vegetación), dicha intervención deberá regirse por el art. N° 19 de la Ley 20.283, en consecuencia se deberá solicitar la Resolución fundada del art. N° 19, ante CONAF, lo que implica la elaboración de todos los instrumentos asociados a ella, para que una vez aprobada se presente el “Plan de Manejo de Preservación”

De acuerdo a los resultados de la línea de base de medio humano, las áreas de alternativas de embalse (La Mula y Malalcahuello), no se encuentran insertas en áreas de desarrollo indígena, así como tampoco se da cuenta de comunidades indígenas de acuerdo a los datos censales existentes. Sin embargo durante el proceso de Participación Ciudadana, se han recabado antecedentes de la posible existencia de grupos humanos indígenas.

Se recomienda realizar el cálculo del caudal ecológico, en base a una serie hidrológica (con datos de al menos 30 años y actualizado) y una modelación con las especie indicadora carmelita (*Percilia gillissi*) listada En Peligro según D.S. 51/2008 del MINSEGPRES, de modo de descartar o determinar la posible afectación del hábitat de dichas especies y acreditar el cumplimiento del caudal ecológico.

Por último, en base a los antecedentes disponibles y los avances de ingeniería, no es posible recomendar a priori alguna de las alternativas como preferente desde el punto de vista ambiental. Cabe señalar que los costos ambientales de la alternativa La Mula, son superiores a Malalcahuello principalmente por su mayor superficie.

### 11.2 ESTUDIO DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA

El objetivo propuesto para el proceso de Participación Ciudadana del proyecto fue: Integrar a los actores de la comunidad, autoridades y servicios relacionados al desarrollo del proyecto, ya sea a través de consultas, talleres de trabajo u otras actividades que permitirán, por una parte, informarlos de los objetivos y avances del estudio y por otra, recoger información, inquietudes, intereses y opiniones, incorporándolas cuando sea técnica y económicamente factible.

De este modo en el marco del proyecto y en materia de PAC se realizaron: Un primer ciclo de reuniones de PAC en las comunas beneficiarias del proyecto, vale decir, Lautaro, Perquenco y Victoria; y también una reunión en la comuna en la que se emplazará el proyecto, Curacautín. Tras este primer ciclo de reuniones, se realizaron dos Mesas Técnicas de trabajo en la comuna de Curacautín. Esta modalidad que fue requerida por el Municipio y la comunidad, se desarrolló a fin de identificar potenciales oportunidades de mejora para el proyecto y beneficios para la comunidad residente del área de emplazamiento de este.

Sumado a lo anterior, se desarrollaron gestiones orientadas a apoyar a la CNR en su participación tanto en la mesa técnica de cierre en Curacautín, como en el taller legal para asesorar a los beneficiarios del proyecto, y también los avances en materia de convocatoria para la reunión de cierre del proceso de PAC en las comunas beneficiarias.

### 11.3 TALLERES LEGALES

Se realizaron Talleres Legales con el fin brindar información y asesoría para constituir las Organizaciones de Usuarios de Agua que sean procedentes en el marco del proyecto. Lo anterior, con el objetivo de que los futuros regantes puedan ser titulares de Derechos de Aprovechamiento de Aguas entregados por la Comisión Nacional de Riego, de manera de beneficiarse con el proyecto.

Las personas naturales que firmaron el compromiso formal de futuros regantes, declararon lo siguiente:

- Estar interesadas en que se desarrollen las etapas siguientes del proyecto del Embalse de Riego en la Cuenca del Río Cautín.
- En el marco del estudio de prefactibilidad del Proyecto “Mejoramiento del Riego en la Cuenca del Río Cautín en Curacautín, Región de la Araucanía”, han recibido la información necesaria para poder constituirse como Organización de Usuarios de Agua que corresponda.
- Una vez que se haya iniciado la construcción de las obras del embalse en el río Cautín, se comprometen a realizar las gestiones necesarias para constituirse como Organización de Usuarios de Agua que corresponda.
- Se entenderá cumplido el compromiso contenido en este acto, una vez que conste la los futuros regantes aprueben sus Estatutos, para el caso de las constituciones extrajudiciales; o bien cuando se haya iniciado el procedimiento judicial respectivo, para el caso de la constitución de comunidad por la vía judicial.

La Comisión Nacional de Riego asumió el compromiso de prestar apoyo técnico a los regantes individualizados precedentemente con el objeto de ayudarlos en los trámites previos a la constitución de la organización de regantes que se comprometen en constituir y darles apoyo legal en los procesos de regularización de derechos de agua.

## 12 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo al proyecto realizado de “Mejoramiento del Riego en la Cuenca del Río Cautín en Curacautín Región de la Araucanía”, es posible plantear las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- Las áreas en estudio, cuentan con recursos de suelo y clima, particularmente apropiados para el desarrollo de una agricultura de mediana intensidad basada en la explotación de frutales de hoja caduca, vides viníferas, chacras, hortalizas, cereales y ganadería bovina.
- Se puede concluir que el área de estudio está conformado por un 61% de agricultores de la etnia mapuche y un 39% no mapuche. En relación a la superficie beneficiada, un 19,3% está en poder de mapuches y un 80,7% en el resto de agricultores.
- En cuanto al nivel técnico, se puede deducir que un 64,9% de los agricultores tienen en la actualidad un nivel bajo y un 35,1% nivel medio a alto. En relación a la superficie por nivel, el 71,3% está en manos de niveles medios y altos. No obstante, el 64,9% de los beneficiarios son de nivel técnico bajo, las posibilidades de desarrollo se pueden potenciar al mejorar la baja seguridad de riego y pasar de una condición de secano a riego, apoyados además por un fuerte programa de Transferencia Tecnológica y Asistencia Técnica.
- Se analizaron siete alternativas de sitios de embalse en la cuenca del río Cautín, aguas arriba del proyecto Canal Matriz Victoria cuya bocatoma se ubica en la cota 397 msnm. Además se buscó equilibrar la cantidad de alternativas por sector, seleccionando tres alternativas en un sector bajo: Embalse Rari Ruca, Embalse Cautín, y Embalse La Mula, cercano al punto de captación de derechos de agua y otras cuatro alternativas en puntos altos para operar como embalses de cabecera: Embalse Manzanar, Embalse Malalcahuello, Embalse Dillo y Embalse Blanco.
- La evaluación de las siete alternativas de embalse se realizó mediante la utilización de una matriz de evaluación que engloba aspectos de tipo técnico-económicos, ambientales y administrativo-legales. A partir de lo anterior, se definió que las alternativas de embalse La Mula y Malalcahuello seguirían adelante con los estudios de prefactibilidad.
- La situación con proyecto permitirá mejorar las condiciones actuales que enfrenta el área en estudio, permitiendo pasar de una superficie de secano de 42.274 ha, a una superficie de riego de 32.204 ha considerando la alternativa La Mula y de 22.326 ha considerando la alternativa Malalcahuello, ambos con una seguridad de riego 85%. Esta situación, apoyada por un programa de asistencia técnica y capacitación, permitirá a los beneficiarios aumentar la potencialidad productiva de sus predios, mejorando el nivel tecnológico y, por consiguiente, la rentabilidad de los rubros.
- El proyecto de la red de canales, conformado por el Canal Matriz Victoria de 52 km de longitud y los 12 derivados principales, contempla un caudal de riego en la bocatoma

del canal matriz de 26 m<sup>3</sup>/s en el caso de La Mula y de 18 m<sup>3</sup>/s en el caso de Malalcahuello.

- Se consideraron muros de enrocado del tipo CFRD con el fin de optimizar los recursos de materiales y así obtener un menor costo. El muro de La Mula resultó de 1.344 m de largo y 62 m de altura, permitiendo almacenar un volumen total de 142 hm<sup>3</sup>. Por otro lado el muro de Malalcahuello resultó en 707 m de longitud y 132 m de altura, permitiendo un volumen de almacenamiento total de 138 hm<sup>3</sup>.
- Las inversiones necesarias para materializar el proyecto de embalse de La Mula en forma integral, ascienden a MM\$ 223.643. De la cifra antes señalada la inversión asociada a las obras de embalse equivalen a MM\$ 100.319 y a las obras de canales a MM\$ 109.734, es decir un 45% y 49% de la inversión total respectivamente. El valor restante corresponde a las expropiaciones y compensaciones ambientales. Las cifras anteriores no tienen considerado el IVA.
- Para la alternativa de embalse Malalcahuello las inversiones necesarias son de MM\$ 316.647. La inversión asociada a las obras de embalse equivalen a MM\$ 239.500 y a MM\$ 69.863 para las obras de canales, es decir un 76% y 22% de la inversión total respectivamente. La cifra restante corresponde a las expropiaciones y compensaciones ambientales. Las cifras anteriores no tienen considerado el IVA.
- Conforme a las recomendaciones de MIDESO (Ministerio de Desarrollo Social), la evaluación económica se realizó para una tasa de descuento de 6%. De acuerdo con lo señalado, los indicadores económicos de las alternativas corresponden a un VAN de MM\$ 333.183 y una TIR de 12,4% para la alternativa de La Mula y una VAN de MM\$ 72.339 y una TIR de 7,4% para la alternativa de Malalcahuello. Por lo tanto ambas alternativas de embalse son conveniente desde el punto de vista social.
- Se evaluó además el embalse como uso multipropósito considerando turismo e hidrogenación además de riego. Los indicadores económicos corresponden a una VAN de MM\$ 377.146 y una TIR de 12,6% para la alternativa de La Mula y una VAN de MM\$ 76.095 y una TIR de 7,3% en el caso de Malalcahuello. Esto representa un aumento en la rentabilidad del proyecto de riego de 13,2% y 5,2% para las alternativas de La Mula y Malalcahuello respectivamente.
- En la actualidad el requerimiento de mano de obra permanente en el área de estudio asciende a 57,6 personas, considerando que cada obrero trabaja 24 días al mes. Entretanto, para la situación con proyecto, este tipo de empleo asciende a 998.554,5 jornadas totales anuales, lo que equivale a 3.467,2 personas mensuales. De esta manera, se deduce que por efectos de la ejecución del presente proyecto, hacia el año 2030, los puestos de trabajo permanente se incrementarían en más de sesenta veces, evolución que corresponde a 3.409,6 unidades de nuevas plazas de colocación.
- Al comparar la población residente disponible para desempeñarse en el sector agrícola en el año 2030, equivalente a 7.354 personas, se concluye que ésta satisface plenamente los requerimientos de mano de obra permanente en la plena madurez del proyecto.

- La rentabilidad por hectárea regada incrementa del orden del 628,2% desde la situación futura en relación a la rentabilidad de la situación actual.
- En cuanto al ingreso per cápita asignable al sector agropecuario para la situación con proyecto se prevé un incremento en 742,9% respecto a la situación actual.
- La generación de exportaciones en la situación actual es nula debido a que solo se considera para efectos del proyecto el área actual de secano. Según lo anterior con la construcción de obras recién se comenzaría con la actividad exportable de la zona beneficiada.
- Desde el punto de vista de generación de impuestos producto de la construcción de obras, ésta se incrementa en un 988,4% al pasar de MM\$ 773,7 en situación actual a más de MM\$ 8.421,2 en la situación futura.
- Solo una parte de los Predios Promedio no tiene la capacidad suficiente para el pago de las obras. De esta manera en la Alternativa La Mula el otorgamiento de subsidios por parte del Estado es necesario, calculándose un subsidio ponderado anual de \$3.395.154 por predio y cuya suma de montos alcanza apenas al 1,2% del total de costos de obras de riego. Para la Alternativa Malalcahuello también es necesario el otorgamiento de subsidios por parte del Estado, calculándose un subsidio ponderado anual de \$248.440 por predio y cuya suma de montos alcanza al 7,2% del total de costos de obras de riego.
- De acuerdo a los resultados de los estudios de línea de base, el emplazamiento de cualquiera de las alternativas de embalse no presenta restricciones ambientales absolutas para la ejecución de éstas, sin embargo, se deben considerar medidas de diseño, mitigación, reparación y/o compensación para los efectos ambientales identificados en el Estudio de Análisis Ambiental.
- Se concluye además del Estudio de Análisis Ambiental (EAA) que el proyecto de acuerdo al actual desarrollo de la ingeniería y avance del Proyecto y, como resultado del análisis efectuado en el EAA, puede generar y presentar los efectos, características o circunstancias descritos en los artículos del D.S. N° 95/01 números: 6° (efectos adversos significativos sobre la flora, fauna y suelo agrícola); 8° (reasantamiento de comunidades humanas y alteración significativa en sus sistemas de vida y costumbres.); 10° (alteración significativa del valor del paisaje y de la actividad turística); situación que conforme a lo dispuesto por el artículo 11 de la Ley N° 19.300 justifica su ingreso al SEIA a través de un Estudio de Impacto Ambiental.
- De este modo en el marco del proyecto y en materia de Participación Ciudadana se realizaron: Un primer ciclo de reuniones de Participación Ciudadana en las comunas beneficiarias del proyecto, vale decir, Lautaro, Perquenco y Victoria; y también una reunión en la comuna en la que se emplazará el proyecto, Curacautín. Tras este primer ciclo de reuniones, se realizaron dos Mesas Técnicas de trabajo en la comuna de Curacautín. Esta modalidad que fue requerida por el Municipio y la comunidad, se desarrolló a fin de identificar potenciales oportunidades de mejora para el proyecto y beneficios para la comunidad residente del área de emplazamiento de este.

- Se realizaron Talleres Legales con el fin brindar información y asesoría para constituir las Organizaciones de Usuarios de Agua que sean procedentes en el marco del proyecto. Lo anterior, con el objetivo de que los futuros regantes puedan ser titulares de Derechos de Aprovechamiento de Aguas entregados por la Comisión Nacional de Riego, de manera de beneficiarse con el proyecto.
- Las personas naturales que firmaron el compromiso formal de futuros regantes, declararon lo siguiente:
  - a) Están interesadas en que se desarrollen las etapas siguientes del proyecto del Embalse de Riego en la Cuenca del Río Cautín.
  - b) En el marco del estudio de prefactibilidad del Proyecto “Mejoramiento del Riego en la Cuenca del Río Cautín en Curacautín, Región de la Araucanía”, han recibido la información necesaria para poder constituirse como Organización de Usuarios de Agua que corresponda.
  - c) Una vez que se haya iniciado la construcción de las obras del embalse en el río Cautín, se comprometen a realizar las gestiones necesarias para constituirse como Organización de Usuarios de Agua que corresponda.
  - d) Se entenderá cumplido el compromiso formal, una vez que conste los futuros regantes aprueben sus Estatutos, para el caso de las constituciones extrajudiciales; o bien cuando se haya iniciado el procedimiento judicial respectivo, para el caso de la constitución de comunidad por la vía judicial.
- Por último la Comisión Nacional de Riego asumió el compromiso de prestar apoyo técnico a los regantes individualizados precedentemente con el objeto de ayudarlos en los trámites previos a la constitución de la organización de regantes que se comprometen en constituir y darles apoyo legal en los procesos de regularización de derechos de agua.