



**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD
“MEJORAMIENTO RIEGO VALLE DEL RÍO
CATO, EMBALSE NIBLINTO, PROVINCIA
DE ÑUBLE”, REGIÓN DEL BÍO-BÍO”**

INFORME FINAL

RESUMEN EJECUTIVO

SANTIAGO, DICIEMBRE DE 2012



Comisión Nacional de Riego

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD “MEJORAMIENTO RIEGO VALLE DEL RÍO CATO, EMBALSE NIBLINTO, PROVINCIA DE ÑUBLE”, REGIÓN DEL BÍO-BÍO”

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

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD “MEJORAMIENTO RIEGO VALLE DEL RÍO CATO, EMBALSE NIBLINTO, PROVINCIA DE ÑUBLE, REGIÓN DEL BÍO-BÍO”

RESUMEN EJECUTIVO

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	7
1.1	ANTECEDENTES.....	7
1.2	OBJETIVOS Y ALCANCES DEL ESTUDIO.....	8
2	ANTECEDENTES BÁSICOS PARA EL ESTUDIO.....	9
2.1	ANTECEDENTES DISPONIBLES.....	9
2.2	TRABAJOS DE TERRENO.....	10
3	IDENTIFICACIÓN Y SELECCIÓN PRELIMINAR DE SITIOS PARA EMBALSES.....	12
3.1	IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS Y METODOLOGIA.....	12
4	ESTUDIOS BÁSICOS.....	16
4.1	ESTUDIO GEOLÓGICO.....	16
4.2	ESTUDIO GEOTÉCNICO.....	17
4.3	ESTUDIO HIDROLÓGICO.....	20
4.4	ESTUDIO RIESGO SÍSMICO.....	20
5	CARACTERIZACIÓN AGROPECUARIA.....	22
5.1	SECTORIZACIÓN.....	22
5.2	SUELOS.....	23
5.3	CLIMA.....	23
5.4	CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO.....	23
5.5	ESTRATIFICACIÓN DE LA PROPIEDAD.....	24
5.6	DIAGNÓSTICO SITUACIÓN ACTUAL.....	26
5.7	SITUACIÓN SIN PROYECTO.....	30
5.8	SITUACIÓN FUTURA.....	31
5.9	MANO DE OBRA.....	37
6	ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL, PAC Y TALLERES LEGALES.....	40
6.1	ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL.....	40
6.2	TALLERES LEGALES.....	42
6.4	PARTICIPACIÓN CIUDADANA.....	43
7	ESCENARIOS Y MODELO DE SIMULACIÓN.....	44
8	DISEÑOS PRELIMINARES.....	47
9	ESTUDIO DE TENENCIA DE TIERRA.....	50
10	EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	51
10.1	BENEFICIOS AGRONÓMICOS.....	51
10.2	COSTO DESARROLLO DE RIEGO.....	52
10.3	RENTABILIDAD DEL PROYECTO RIEGO.....	55

10.4	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	58
10.5	ANÁLISIS FINANCIERO Y DISPOSICIÓN DE PAGO	60
10.5.1	Análisis financiero	60
10.5.2	Disposición de pago	60
10.6	EVALUACIÓN ECONÓMICA COMO OBRA MULTIPROPÓSITO.....	61
10.6.1	Uso Agua Potable	61
10.6.2	Uso Turismo	61
10.6.3	Uso Generación Hidroeléctrica	62
10.6.4	Uso Control de Crecidas	63
10.7	RENTABILIDAD MULTIPROPÓSITO DEL PROYECTO.....	64
10.8	METODO VALOR DEL AGUA E INCREMENTAL DE LA TIERRA.....	64
10.9	MOMENTO ÓPTIMO DE INVERSIÓN	65
11	EXTERNALIDADES	66
12	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	67

LISTADO DE TABLAS

Tabla 2-1: Trabajos de Terreno Realizados	10
Tabla 3-1: Relación costo del muro por cada m3 de agua embalsada	13
Tabla 3-2: Características Generales Sitios Seleccionados	13
Tabla 4-1: Relación entre caudal 85% y caudal medio.....	20
Tabla 5-1: Características Agrológicas Total Área	25
Tabla 5-2: Distribución Predial por Sector y Estratos de Tamaño	26
Tabla 5-3: Distribución de la Superficie y Número de Predios por Sector	26
Tabla 5-4: Distribución de la Superficie y Número de Predios por Sector	27
Tabla 5-5: Distribución de la Superficie y Número de Predios por Sector	27
Tabla 5-6: Distribución de la Superficie y Número de Predios por Sector	28
Tabla 5-7: Uso del Suelo Total Área	29
Tabla 5-8: Demandas Brutas de Riego Total Área(m3/ha).....	30
Tabla 5-9: Comparación Márgenes Brutos Situaciones Actual y Sin Proyecto Total Área.....	31
Tabla 5-10: Comparación Uso del Suelo Situaciones Actual y Futura Total Área	32
Tabla 5-11: Demandas Brutas de Riego (m ³ /ha) Total del Área de Estudio	33
Tabla 5-12: Comparación Márgenes Brutos Situaciones Actual y Futura Sector 1.....	34
Tabla 5-13: Comparación Márgenes Brutos Situaciones Actual y Futura Sector 2.....	35
Tabla 5-14: Comparación Márgenes Brutos Situaciones Actual y Futura Sector 3.....	35
Tabla 5-15: Comparación Márgenes Brutos Situaciones Actual y Futura Total Área.....	36
Tabla 6-1: Principales Resultados.....	40

Tabla 6-2: Evaluación preliminar de potenciales impactos	41
Tabla 7-1: Escenarios Para el Desarrollo del Riego – Modelo de Simulación	44
Tabla 7-2: Volúmenes de Embalses (Hm3).....	45
Tabla 8-1: Volumen Máximo Total de Embalses por Sitio	47
Tabla 10-1: Resumen de Flujos Situación Flujos Situación Sin Proyecto y Futura	52
Tabla 10-2: Indicadores de Rentabilidad Sitio 2, Escenarios de Riego Configuración 1	56
Tabla 10-3: Beneficios Agua Potable	61
Tabla 10-4: Beneficios Turismo	61
Tabla 10-5: Resultados Escenarios de Generación	62
Tabla 10-6: Beneficios Control de Crecidas	63
Tabla 10-7: Rentabilidad Multipropósito Proyecto	64
Tabla 10-8: Beneficio de Proyecto utilizando Método de las Transacciones	65
Tabla 10-9: Beneficio de Proyecto utilizando Método del Valor Incremental de la Tierra	65

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1-1: Ubicación General Zona de Estudio.....	8
Figura 2-1: Realización de Sondajes	11
Figura 2-2: Realización de Calicatas.....	11
Figura 3-1: Vista desde aguas abajo, zona ubicación de Embalses Rio Niblinto.....	12
Figura 3-2: Monumentación Topografica - Zona de Embalses	14
Figura 3-3: Ubicación de los 7 Alternativas de Embalse Niblinto e Identificación de los 3 Sitios Seleccionados	15
Figura 4-1: Maciso Rocosos en Sitio 2 de Embalse	18
Figura 4-2: Maciso Rocosos Sitio 3 de Embalse.....	19
Figura 4-3: Disparos realizados en Sitio 1 – Perfiles Sísmicos.....	21
Figura 5-1: Sectorización Embalse Niblinto.....	22
Figura 5-2: Identificación de áreas de Riego y Secano en Sectores 1, 2 y 3.....	38
Figura 5-3: Cultivos de Arándanos Sector 1	39
Figura 5-4: Cultivo de Frambuesa Sector 2.....	39
Figura 5-5: Packing de Zanahoria Sector 3.....	39
Figura 6-1: Ubicación de los 3 Sitios Embalses – Fuera del Área Santuario de la Naturaleza	41
Figura 6-2: Taller Legal realizado en Septiembre 2012.....	42

Figura 6-3: Participación Ciudadana Realizada en Mayo 2012	43
Figura 7-1: Sectores Utilizacion en el Modelo de Simulación.....	46
Figura 8-1: Obras Diseñadas en Sitio 2 – Planta General.....	48
Figura 8-2: Obras Diseñadas en Sitio 2 – Corte Muro CFRD	49
Figura 10-1: Curva de Costos Sitio 1, Escenarios de Riego Configuración 1	53
Figura 10-2: Curva de Costos Sitio 2, Escenarios de Riego Configuración 1	53
Figura 10-3: Curva de Costos Sitio 3, Escenarios de Riego Configuración 1	54
Figura 10-4: Curva de Costos Sitio 1, Escenarios de Riego Configuración 2	54
Figura 10-5: Curva de Costos Sitio 2, Escenarios de Riego Configuración 2	54
Figura 10-6: Curva de Costos Sitio 3, Escenarios de Riego Configuración 2	55
Figura 10-7: Curva de VAN a Precios Sociales, Escenarios de Riego Configuración 1.....	57
Figura 10-8: Curva de VAN a Precios Sociales, Escenarios de Riego Configuración 2.....	58
Figura 10-9: Ejemplo Usos Turisticos en Embalses	62
Figura 10-10: Ejemplo Uso Hidrogeneración	63
Figura 10-11: Ejemplo Daño en Viviendas Niblinto	64

1 INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

La presente consultoría corresponde a la elaboración del Estudio de Prefactibilidad para el Proyecto “Mejoramiento Riego Valle del Río Cato, Embalse Niblinto, Provincia de Ñuble, Región del Bío-Bío”, encargado a ARCADIS Chile por la Comisión Nacional de Riego (en adelante CNR) del Ministerio de Agricultura. Este estudio considera analizar conjuntamente distintas alternativas de embalses y obras de entrega, las que junto a una red de distribución a proyectar, permitirá un mejor manejo de los recursos hídricos y así conseguir una seguridad de riego del 85% de la mayor superficie posible en las comunas beneficiadas.

Los antecedentes de la zona, muestran que el desarrollo agrícola del valle del río Cato presenta severas limitaciones en su desarrollo económico originado en las deficiencias que presenta el riego por la inexistencia de obras de regulación de sus recursos hídricos superficiales que no permiten dar la seguridad al riego en la cantidad y oportunidad requerida. En efecto, la situación actual de la zona da cuenta de una superficie con riego seguro, abastecida con ríos y esteros no regulados, alcanza a un valor de alrededor de 3.540 ha, lo que equivale a alrededor de un 60% del total de superficie bajo canal. El potencial de superficie en donde es posible mejorar la seguridad de riego del valle es de aproximadamente 14.800 ha.

El área de estudio se encuentra emplazada al interior de la cuenca del río Cato y políticamente abarca parte de las comunas de Coihueco, Chillan y Pinto, en la provincia de Ñuble, VIII Región. En la siguiente Figura se presenta la ubicación general de la zona de estudio.

Figura 1-1: Ubicación General Zona de Estudio



La iniciativa que ha puesto en marcha la Comisión Nacional de Riego, en adelante CNR permitiría beneficiar superficies de las comunas de Pinto, Coihueco y Chillán, y en particular zonas de nuevo riego en los sectores de Tanilvoro y Las Mariposas. Todo ello a través de la materialización de un nuevo embalse en la cuenca del río Niblinto.

1.2 OBJETIVOS Y ALCANCES DEL ESTUDIO

En el contexto señalado, el estudio tuvo por objetivo fundamental la elaboración de un análisis de prefactibilidad para el desarrollo del riego en el valle del río Cato, considerando la construcción de un embalse de regulación de las aguas superficiales en el valle del río Niblinto y la red de riego asociada. El estudio incluyó los estudios de factibilidad desde el punto de vista técnico, económico, legal y ambiental necesarios para las obras requeridas por el sistema.

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, es posible señalar lo siguiente:

- Para el estudio de infraestructura de riego, se emplearon los catastros de usuarios y obras elaborados por la CNR y la DGA, distinguiéndose dos tipos de obras: canales y bocatomas. De acuerdo a esta información se contabilizan 193 canales y 126 bocatomas en el sistema Cato – Niblinto - Coihueco. De estos canales, 33 se ubican en la cuenca del Niblinto, 16 de ellos tomando caudal desde el Río Niblinto, con una longitud total de 86 km y regando una superficie de 1.230 ha.
- En consultorías anteriores se estudiaron 4 embalses ubicados en los ríos Cato, Niblinto y Coihueco los cuales son:
 - Embalse Kayser: Ubicado una angostura del estero Kayser, afluente al río Coihueco. Su capacidad más eficiente resultó igual a 40 Hm³, con una presa de 47 m de altura y 1,97 Hm³ de relleno.
 - Embalse Cato: Ubicado en la angostura que presenta el valle del río Cato sobre la cota 285 msnm. La solución más económica implica una capacidad máxima del embalse igual a 185 Hm³.
 - Embalse Miraflores: Ubicada en el río Coihueco, con una capacidad de 40 Hm³, una presa de 24 m de altura y 40 Hm³ de relleno.
 - Embalse Niblinto: Ubicado en el curso del río Niblinto, sobre la cota 400 msnm y donde el cauce presenta un ancho de 65 m.

Se concluyó que de los 4 embalses analizados el más interesante resultó ser el embalse en el río Niblinto, ya que presenta, entre otras, la ventaja de ubicarse más al sur, facilitando la conexión hidráulica con la cuenca del río Coihueco.

- La revisión de los antecedentes geológicos-geotécnicos existentes de las zonas involucradas en las alternativas de embalses, permitió constar que las características geológicas del área han sido previamente descrita y estudiada por González-Ferran y Vergara (1961), Gajardo (1981) y posteriormente, por Muñoz y Niemeyer (1984). Conforme a dichos antecedentes las unidades geológicas presentes corresponden a rocas relativamente jóvenes, siendo la más antigua la Formación Cura Mallín (Eoceno - Mioceno) hasta conos y lavas del Complejo Volcánico Nevados de Chillán (Cuaternario), sin considerar los depósitos fluviales, glaciales y coluviales recientes.

2.2 TRABAJOS DE TERRENO

Para el desarrollo del estudio se realizaron trabajos en terreno enfocadas a la ejecución de prospecciones en los sitios de presa propuestos para el análisis de alternativas, levantamientos topográficos y campañas de terreno para el desarrollo de las encuestas de caracterización de la agroeconomía de la zona, conforme al detalle de la Tabla 2-1 Trabajos de Terreno Realizados.

También se incluyó una campaña de terreno para la inspección de la red de canales principales del área potencial de riego del nuevo embalse Niblinto. Ello, para establecer el estado de la infraestructura existente y realizar los trazados de los mejoramientos que sean necesarios implementar en el área de riego. Se desarrollaron los trabajos necesarios para identificar los sitios posibles en el valle para el emplazamiento de embalses, los cuales a través de una evaluación comparativa de los aspectos Técnicos-ambientales y económicos permitió seleccionar las tres mejores alternativas de embalse, sobre las cuales se llevaron a cabo los trabajos de prefactibilidad, tales como estudios básicos y prediseño de obras.

Tabla 2-1: Trabajos de Terreno Realizados

Item	Descripción Trabajos Ejecutados
Topografía	Restitución aerofotogramétrica de escala 1:10.000
	Levantamiento de sitio de presa 1:2.000
	Levantamiento del área de inundación 1:2.000
	Levantamiento de los yacimientos 1:2.000
	Levantamiento zona de riego 1:5.000
Geología - Geotecnia	6 sondajes y ensayos en fundación de la presa y obras anexas
	6 perfiles sísmicos en zona fundación de la presa
	90 calicatas en sitios de presas, yacimientos y canales matrices
Estudio Agroeconómico	Encuestas agropecuarias, monitoreo de calidad de agua y determinación de la situación actual de riego.

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 2-1: Realización de Sondajes



Figura 2-2: Realización de Calicatas



3 IDENTIFICACIÓN Y SELECCIÓN PRELIMINAR DE SITIOS PARA EMBALSES

3.1 IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS Y METODOLOGIA

Con base en la revisión de antecedentes y reconocimiento de terreno se identificaron y estudiaron diversas alternativas de emplazamientos de embalses. Se efectuó un análisis comparativo para 7 alternativas de ubicación mediante la utilización de una matriz de evaluación que englobó el conjunto de antecedentes descritos. En la Figura 3-1 y 3-3 se presenta gráficamente la ubicación preliminar de las alternativas de embalses y las áreas de inundación respectiva.

Figura 3-1: Vista desde aguas abajo, zona ubicación de Embalses Rio Niblinto



Considerando la caracterización geológica de cada una de las ubicaciones, se descartó inicialmente la *Alternativa 1*, ya que el suelo de fundación de la presa se encuentra compuesto por depósitos fluvio-glaciales y/o fluviales permeables, por lo tanto, implicaría un costo adicional asociado a impermeabilización (inyecciones y pared moldeada) con un nivel de incertidumbre alto respecto de la efectividad del resultado. Por otra parte, la existencia de la Reserva Nacional “Los Huemules de Niblinto” disminuyó las opciones de las *Alternativas 5, 6 y 7*. Además, éstas alternativas implican una disminución relativa de la superficie de riego

producto de una disminución del caudal medio anual, en relación a las opciones ubicadas aguas debajo de ellas. De la matriz de evaluación técnico económica se obtuvo el costo del muro por cada m³ embalsado, el cual se detalla en la Tabla 3-1.

Conforme a los antecedentes generados en el estudio, se concluyó que los sitios se presentaban con resultados en términos de costos más atractivos en orden ascendente, de acuerdo al siguiente orden: Alternativas 3, 2, 1, 4, 7, 6 y 5.

Tabla 3-1: Relación costo del muro por cada m³ de agua embalsada

Alternativa	US\$/m ³
Alternativa 1	0,64
Alternativa 2	0,43
Alternativa 3	0,38
Alternativa 4	0,73
Alternativa 5	1,65
Alternativa 6	1,28
Alternativa 7	0,85

Fuente: Elaboración Propia.

Finalmente, los sitios seleccionados como más convenientes para ubicar el embalse Niblinto y para iniciar los trabajos de terreno (prospecciones, topografía, etc.) fueron los sitios asociados a las Alternativas 2, 3 y 4 (*en adelante Sitios 1, 2 y 3*). Dicha selección se realizó en conjunto y de común acuerdo con la CNR. El detalle de estos sitios se entrega en la Tabla 3-2.

Tabla 3-2: Características Generales Sitios Seleccionados

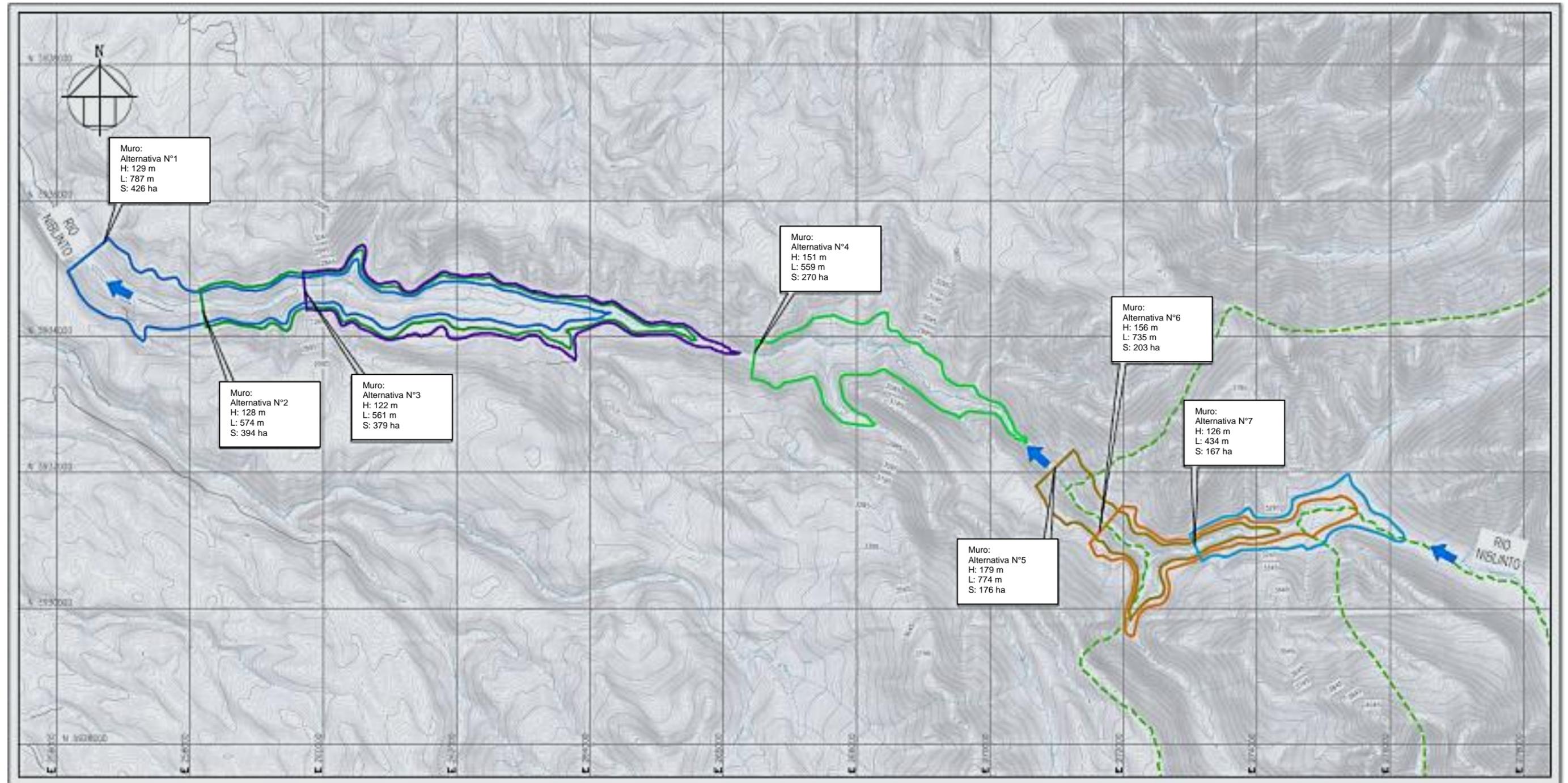
Sitios Seleccionados	Área Cuenca Aportante [km. ²]	Caudal Medio Afluente [m ³ /s]	Volumen Agua / Volumen Muro		
			RCC	CFRD	Tierra
Alt. 2 (Sitio 1)	148	6,3	89,0	25,1	19,5
Alt. 3 (Sitio 2)	144	6,1	87,4	25,7	20,5
Alt. 4 (Sitio 3)	114	4,9	54,4	15,0	11,9

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3-2: Monumentación Topografica - Zona de Embalses



Figura 3-3: Ubicación de los 7 Alternativas de Embalse Niblinto e Identificación de los 3 Sitios Seleccionados



4 ESTUDIOS BÁSICOS

4.1 ESTUDIO GEOLÓGICO

La zona involucrada en el estudio de prefactibilidad corresponde al tramo del valle del río Niblinto comprendido entre 15 km aguas arriba de la confluencia de los ríos Niblinto y Cato, hasta 5 km aguas arriba de la quebrada El Imposible. Esta franja se ubica en la zona volcánica central del sur de Chile, en la unidad morfoestructural correspondiente a la Cordillera Principal, la cual incluye el arco magmático actual, área en la cual se emplazan las obras de embalse estudiadas.

Las rocas existentes en la zona de estudio consisten mayoritariamente en materiales volcánicos y volcanoclásticos de la Fm. Cola de Zorro (Plioceno superior-Pleistoceno) y de la Fm. Cura-Mallín (Eoceno-Mioceno). Adicionalmente, es posible encontrar rocas intrusivas granodioríticas pertenecientes al batolito Santa Gertrudis Bullileo.

Las rocas pertenecientes a la Formación Cola de Zorro poseen rumbo general N-S y actitud tectónica subhorizontal a horizontal. Dicha unidad fue dividida en el presente trabajo en dos miembros: uno inferior con predominancia de rocas volcanoclásticas que incluyen tobas de ceniza y de lapilli, vítreas a cristalinas. El miembro superior estaría formado por rocas volcánicas de composición intermedia-básica, principalmente de andesitas y andesitas-basálticas y en menor medida rocas volcanoclásticas de similares características a las del miembro inferior.

Las observaciones realizadas durante las campañas de terreno permiten identificar la existencia de fallas de importancia regional que estarían afectando los sectores del vaso de inundación de las tres alternativas de embalse. Sin embargo, no se reconocieron evidencias que permitiesen restringir la edad del último movimiento de dichas estructuras. No obstante, se puede afirmar que estuvieron activas durante el Mioceno superior tardío.

El relleno sedimentario del valle del río Niblinto consiste en materiales de origen 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 Niblinto, esto último evidenciado por la presencia de terrazas fluviales formadas cuando el río escurría a cotas más altas. Los depósitos coluviales consisten en gravas limosas y arenosas, ripios y bloques angulares a subangulares, los cuales se encuentran ubicados al pie de las laderas del valle. Los materiales de origen aluvial consisten en gravas, bolones y bloques, en una matriz limoarenosa, los cuales están relacionados con flujos de detritos generados a lo largo de estrechas quebradas tributarias, que descargan al valle del río Niblinto.

Se reconoció la presencia de un antiguo depósito de remoción en masa que habría afectado a las rocas que forman la ladera derecha del valle del río Niblinto, aproximadamente a 5 km aguas arriba del muro del Sitio 2. Este correspondería a un deslizamiento de materiales pertenecientes a la Fm. Cola de Zorro. Se identificaron reactivamientos recientes del depósito en el extremo sur-occidental.

En conjunto con lo anterior, se identificó un antiguo flujo de detritos cuyo depósito corresponde al cono de la quebrada El Imposible. En la actualidad, es poco probable que se generen flujos de tales dimensiones a lo largo de estas, ya que la configuración de la quebrada ha cambiado y se encuentra encajonada varios metros bajo su paleocauce.

4.2 ESTUDIO GEOTÉCNICO

La caracterización geotécnica de los sitios en estudio, permitió obtener los antecedentes principales que se resumen a continuación:

a. Sitio 1

- En las calicatas excavadas sobre el eje del muro de presa, se detectó entre los 0,40 y 1,00 m de profundidad, suelo vegetal y hasta los 6 m, gravas areno-arcillosas, con bolones y bloques de hasta 35" que corresponden a depósitos fluviales. Atendiendo a la información geosísmica podrían alcanzar profundidades mayores.
- De la información obtenida de la geología superficial, se desprende que en la ladera derecha existiría una unidad de suelo que podría presentar altos valores de permeabilidad y espesores generalmente inferiores a los 6 m. Por debajo de estos depósitos, se encontraría el macizo rocoso. Los estribos o apoyos derecho e izquierdo del muro de presa proyectado, no pudieron ser investigados mediante prospecciones geológico-geotécnicas, dado lo abrupto del terreno y la vegetación existente
- El muro podrá fundarse sobre las rocas volcánicas asociadas a la Formación Cola de Zorro Inferior (tobas y brechas) que aparecen a una profundidad media de 6 m en el fondo del valle y el estribo izquierdo, de calidad media a mala, que presentan baja resistencia y alta permeabilidad. Debe considerarse la impermeabilización de al menos, los 30 o 35 m más superficiales.
- El depósito de remoción en masa que fue reconocido en la parte media del vaso de inundación del embalse, si bien se estima que obedece a un fenómeno inactivo, deberá ser analizado en posteriores fases de proyecto, con objeto de garantizar la estabilidad de la ladera en el sector.

b. Sitio 2

- Se detectó entre 0,30 y 0,50 m de profundidad, suelo vegetal y hasta 3,1 m de gravas areno-arcillosas, con bolones y bloques de hasta 47" que corresponden a depósitos fluviales.
- Los apoyos derecho e izquierdo del muro de presa se estima que estarían constituidos, en primer lugar, por depósitos de suelos permeables y espesores de hasta 10 m. Por debajo de éstos, se encontraría el macizo rocoso, presumiblemente compuesto por tobas o brechas volcánicas. Los apoyos no pudieron ser investigados mediante prospecciones geológico-geotécnicas debido a lo abrupto del terreno y a la vegetación existente.

- El muro de presa proyectado podrá fundarse sobre rocas piroclásticas o volcanoclásticas que aparecen a unos 6 m de profundidad media, con buena calidad geotécnica.
- Debido a las elevadas permeabilidades observadas, será necesaria la impermeabilización de al menos 20-25 m, con el objeto de limitar las filtraciones.
- El vaso de inundación se vería afectado por un fenómeno de remoción en masa, que sin embargo se consideró que se encuentra inactivo. Esta definición se recomienda revisar en posteriores fases del proyecto.

Figura 4-1: Maciso Rocoso en Sitio 2 de Embalse



c. Sitio 3

- Se detectó entre 0,4 y 1,5 m de profundidad, suelo vegetal y hasta 3,80 m de materiales de naturaleza fluvial y/o coluvial, constituidos por arenas y limos con gravas, bolones y abundantes bloques de hasta 62". No se reconoció el sustrato rocoso.
- Los estribos del muro de presa, con base a las observaciones realizadas en terreno, pudo establecerse que forman parte del Miembro Superior de la Formación Cola de Zorro, constituido principalmente por rocas volcánicas y por coladas andesíticas y andesítico-basálticas de un espesor promedio cercano a los 60 - 70 m, con desarrollo de disyunción columnar que generan zonas potencialmente de alta permeabilidad.

- En este emplazamiento se recomendó únicamente la construcción de una presa de materiales sueltos, debido a las características del material de fundación. Debe considerarse la impermeabilización de hasta una profundidad de al menos 30-35 m.
- Se estima que las filtraciones a lo largo del vaso de inundación pudieran ser importantes. Este aspecto debería ser convenientemente analizado en posteriores fases de proyecto.

Figura 4-2: Maciso Rocoso Sitio 3 de Embalse.



d. Canales Matrices

- Se estima que mayoritariamente los suelos a excavar corresponden a depósitos aluviales y coluviales, fácilmente excavables con medios mecánicos convencionales.
- Se estima que en algunos de los cortes mayores, especialmente en los canales de trasvase, será posible la existencia de roca, presumiblemente de origen volcánico.
- Debido a las características topográficas y geológico-geotécnicas de las distintas áreas sobre las que se desarrollan los canales, se prevé su revestimiento en algunas zonas. Además, la existencia de aguas subterráneas próximas a la superficie del terreno, harían necesario el planteamiento de un sistema de drenaje bajo estos revestimientos, con el fin de evitar posibles subpresiones.

e. Yacimientos de Material

- Se identificaron 7 posibles zonas de empréstitos y 11 áreas potenciales, de las que podrían obtenerse más de 10.6 Hm³ de materiales aptos para la construcción del muro de presa proyectado.

4.3 ESTUDIO HIDROLÓGICO

La evaluación hidrológica verifica y analiza exhaustivamente la situación de los recursos hídricos del Río Cato y sus Afluentes principales, cuales son: Ríos Coihueco y Niblinto.

Para caracterizar el régimen hidrológico se construyeron las curvas de variación estacional de las estaciones fluviométricas emplazadas en la zona del proyecto.

En todos los puntos considerados posibles de emplazamiento de muros, se observa un comportamiento hidrológico preferentemente pluvial, donde por lo tanto, existe un manifiesto déficit en los meses de mayores demandas de riego. Un aspecto muy relevante, es que la relación entre el caudal 85% y el caudal medio, es apenas superior a un 50%, lo que quiere decir que pudiendo existir abundantes recursos, para aprovecharlos completamente, debe imponerse algún tipo de regulación.

Tabla 4-1: Relación entre caudal 85% y caudal medio

Sitio	Área (km ²)	Q _{ma} [m ³ /s]	Q _{m85%} [m ³ /s]	r(Q _{m85%} /Q _{ma})
Sitio 3	113,7	4,85	2,52	0,52
Sitio 2	143,7	6,13	3,28	0,53
Sitio 1	147,7	6,30	3,37	0,53

Fuente: Elaboración Propia.

4.4 ESTUDIO RIESGO SÍSMICO

Los resultados obtenidos, para la condición de sismo de diseño (10% de probabilidad de excedencia en 50 años), constan de valores esperados de intensidad 7.8 MM para sismicidad interplaca e intraplaca de profundidad intermedia y 7.3 MM para sismicidad cortical. En términos de aceleración máxima horizontal del suelo, se obtuvieron valores esperados de 0,21g, 0,71g y 0,28 g para las sismicidades interplaca, intraplaca de profundidad intermedia y cortical respectivamente.

Figura 4-3: Disparos realizados en Sitio 1 – Perfiles Sísmicos



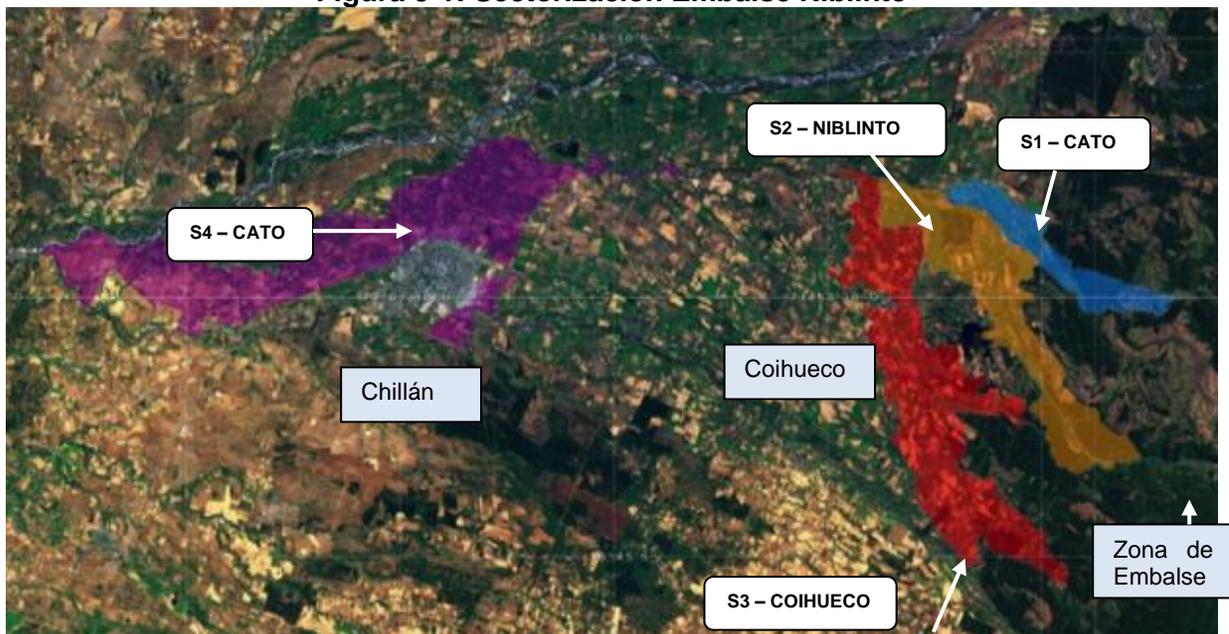
5 CARACTERIZACIÓN AGROPECUARIA

5.1 SECTORIZACIÓN

Considerando que el área de influencia del embalse Niblinto no abarca la superficie actualmente regada por el Embalse Coihueco, el área de influencia fue subdividida en cuatro sectores, los que se muestran en la Figura 5-1 y se describen a continuación:

- **Sector 1 Río Cato Oriente o Alto:** Corresponde al sector actualmente regado por el río Cato, tanto en su ribera izquierda como derecha en el área oriente del estudio, no alcanzando la localidad de Coihueco.
- **Sector 2 Río Niblinto:** Corresponde al área actualmente regada por el río Niblinto, inmediatamente al oriente del Embalse Coihueco.
- **Sector 3 Río Coihueco y afluentes:** Corresponde al área ubicada inmediatamente al poniente del Embalse Coihueco y no abastecida por este embalse. Esta área incluye el pueblo de Coihueco.
- **Sector 4 Río Cato Poniente o Bajo:** Corresponde al área de riego en la ribera izquierda del río Cato y Ñuble, inmediatamente al nor poniente de la ciudad de Chillán, limitando con la confluencia de los ríos Ñuble y Chillán.

Figura 5-1: Sectorización Embalse Niblinto



Fuente: Elaboración Propia.

SECTOR	SECTORES (ha)				TOTAL 4 (1+2+3+4)	TOTAL (1+2+3)
	1	2	3	4		
Riego	1.192	2.073	3.297	4.838	11.400	6.562
Secano	629	988	2.385	3.859	7.861	4.002
Subtotal	1.821	3.061	5.682	8.697	19.261	10.564
Forestal	373	4.410	3.680	234	8.697	8.463
Indirecto	25	101	165	688	979	291
Sin Uso Agr.	54	70	156	1.045	1.325	280
Total	2.273	7.642	9.683	10.664	30.262	19.598

Los Sectores 1, 2 y 3, abarcan una envolvente potencial de 20 mil ha. Por su parte, el Sector 4 abarca 10 mil ha

5.2 SUELOS

En la Tabla 5-1 se presentan los suelos presentes en la totalidad del área en estudio con sus respectivos parámetros agrológicos.

En general los suelos del área no presentan mayores limitaciones para el riego, salvo aquellos suelos de Capacidad de Uso VI, VII y VIII. Aquellos suelos de Capacidad de VI deben ser cultivados considerando algunas prácticas de conservación, como es el caso de camellones y riego tecnificado.

5.3 CLIMA

El clima presente en el área de estudio es óptimo para una gran gama de cultivos, especialmente frutales de hoja caduca, tales como manzanos, nogales, cerezos, vides viníferas, berries, olivos, etc.

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

5.4 CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO

La calidad química del agua de riego se determinó en base a cinco muestras y posterior análisis de este recurso. Las muestras de agua fueron tomadas en cinco puntos, en Río Coihueco en Coihueco, en Río Niblinto en Niblinto, antes de la confluencia con el río Cato, en Río Cato en Niblinto, antes de la confluencia con el río Niblinto, en Río Cato en parte media (camino Chillán a Tres Esquinas) y en Canal Luz de Cato en Cato Poniente. En general los resultados del muestreo de aguas determinaron que no existen problemas para su uso en riego. La excepción a lo anterior se da en la presencia de coliformes fecales en el canal Luz de Cato, cuya concentración es de 1.600 coliformes fecales/100 ml, por lo cual dicha agua no es apta para regar cultivos a nivel del suelo, como el caso de hortalizas de consumo fresco.

5.5 ESTRATIFICACIÓN DE LA PROPIEDAD

La estratificación de la propiedad se realizó con el objeto de analizar y representar de la mejor forma la encuesta muestral y el posterior diagnóstico de las situaciones actual, sin proyecto y futura o con proyecto y obtener a partir de ella los Estudios de Casos representativos de cada sector en estudio. En la Tabla 5-2 se presenta la estratificación por sector y estratos de tamaño. Se consideró la siguiente estratificación:

- Sitios y minifundios: Representa a predios menores de 1,0 ha.
- Subfamiliar: Representa a predios entre 1,01 y 3,0 ha.
- Familiar: Representa a predios entre 3,01 y 12,0 ha.
- Mediano: Representa a predios entre 12,01 ha y 50,0 ha.
- Grande: Representa a predios entre 50,01 y 100,0 ha.
- Muy Grande: Representa a predios mayores de 100,0 ha.

Tabla 5-1: Características Agrológicas Total Área

Serie	Variación	Capacidad de Uso	Categoría Riego	Clase Drenaje	Aptitud Frutal	Unidad Manejo	Superficie ha
ARRAYÁN	AYN-1	I	1	5	A	A	39,1
ARRAYÁN	AYN-2	IIs	2s	5	A	A	4.562,5
ARRAYÁN	AYN-3	IIIlt	3t	5	C	B	11,6
BULNES	BNS-1	IIIs	3s	5	C	B	70,9
BULNES	BNS-2	IVs	4t	5	E	D	761,6
BULNES	BNS-3	VIIe	6	5	E	F	448,1
CATO	CTO-1	IIIw	3w	3	E	C	129,8
CHACAYAL	CYL-1	IIIs	3s	5	C	B	821,9
CHACAYAL	CYL-2	IVs	4s	5	E	D	427,6
COLLINCO	CLL-1	IIs	2s	5	B	A	77,9
COLLINCO	CLL-2	IIIs	3s	5	C	C	34,7
CULENAR	CUL-1	IIIw	3w	3	E	C	604,4
GALLIPAVO	GAL-1	IIIw	3w	3	E	C	97,1
LLAHUEN	LHN-1	IIs	2s	5	B	A	9,3
MACAL PONIENTE	MCP-1	IIs	2s	5	B	A	1.214,2
MACAL PONIENTE	MCP-2	IVs	4s	5	E	D	296,9
MIRADOR	MDR-1	IIs	2s	5	B	A	248,6
MIRADOR	MDR-2	IIs	2s	5	B	A	356,5
MAYULERMO	MYO-1	IIs	2t	5	B	A	193,5
MAYULERMO	MYO-2	VIt	6	5	E	F	26,5
MAYULERMO	MYO-3	VIIlt	6	5	E	F	16,1
MEBUCA	MBU-1	IIIw	2w	4	C	B	242,7
MEBUCA	MBU-2	IIIw	3w	3	D	C	873,5
NIBLINTO	NBL-1	IIs	2s	5	B	A	695,1
NIBLINTO	NBL-2	IVs	3s	5	C	D	156,2
NIBLINTO	NBL-3	VIIlt	6	5	E	F	356,8
NINQUIHUE	NIN-1	IIs	2s	5	B	A	455,3
NINQUIHUE	NIN-2	IIIw	3w	4	D	C	404,7
TALQUIPEN	TQP-1	IIs	2s	5	B	A	678,9
TALQUIPEN	TQP-2	IIIs	3s	5	D	B	583,6
TALQUIPEN	TQP-3	IVw	3w	3	D	E	2,0
QUILMEN	QUM-1	IVw	4w	4	E	E	947,1
QUILMEN	QUM-2	VIIw	4w	3	E	F	364,1
QUINCHAMALI	QHL-1	IIs	2s	5	B	A	18,2
QUINCHAMALI	QHL-2	IVs	3s	5	D	D	75,0
QUINCHAMALI	QHL-3	VIs	6	4	E	F	67,5
QUELLA	QLA-1	IVs	4s	3	E	D	626,1
QUELLA	QLA-2	VIs	6	2	E	F	0,0
SANTA BARBARA	SBA-1	IIIlt	2t	5	B	B	863,7
SANTA BARBARA	SBA-2	IVt	4t	5	E	E	845,3
SANTA BARBARA	SBA-3	Vle	6	5	E	F	760,1
SANTA BARBARA	SBA-4	VIIe	6	5	E	F	1.131,4
TRASVAL	TSV-1	IIIs	3s	4	C	B	220,9
ASOCIACIÓN CAUQUENES	CQ-1	IVe	4t	5	E	E	13,9
ASOCIACIÓN CAUQUENES	CQ-2	VIIe	6	5	E	F	26,5
TERRAZAS ALUVIALES	TA-2	IIIs	3s	5	D	B	3,1
TERRAZAS ALUVIALES	TA-3	IVs	3s	5	E	D	7,8
TERRAZAS ALUVIALES	TA-4	VIt	6	5	E	F	26,7
CORRIENTES DE LAVAS	R1	VIIe	6	6	E	--	2,9
TERRENOS PEDREGOSOS	R2	VIIIs	6	6	E	--	15,2
MISCELÁNEO SUELO	MS-2	VIIIs	6	6	E	--	43,4
MISCELÁNEO SUELO	MS-3	VIIIs	6	2	E	--	175,6
MISCELÁNEO RÍO	MR	VIII	6	6	E	--	143,8
MISCELÁNEO RÍO	MR-1	VIIIs	6	6	E	--	128,8
MISCELÁNEO PANTANO	MP	VIII	6	1	E	--	7,0
MISCELÁNEO PANTANO	MP-1	VIIw	6	1	E	--	436,3
MISCELÁNEO QUEBRADA	MQ	VIIe	6	5	E	--	1.278,3
CAJA DE RÍO	CDR	VIII	6	6	E	--	896,8
CAJA DE ESTERO	CDE	VIII	6	6	E	--	70,4
TRANQUE	TR	--	--	--	--	--	34,6
URBANO	UR	--	--	--	--	--	673,1
Total Área de Estudio							24.800,9

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 5-2: Distribución Predial por Sector y Estratos de Tamaño

Nº	Sector	Nombre	Estrato de Tamaño	Número Predios	Superficie (ha)			
					Total	Regada F1	Regada F2	Secano
1	Cato Oriente	0 a 1 ha	55	11,050	9,210		1,840	
		1,01 a 3 ha	2	25,170	19,510		5,660	
		3,01 a 12 ha	4	30,460	11,001		19,459	
		12,01 a 50 ha	30	829,270	424,100		405,170	
		50,01 a 100 ha	5	286,180	169,720		116,460	
		Mayor 100 ha	3	1,091,700	148,100		943,600	
Total Sector 1				99	2.273,830	781,641	1.492,189	
2	Niblinto	0 a 1 ha	60	13,240	9,970		3,270	
		1,01 a 3 ha	46	91,160	48,830	0,500	41,830	
		3,01 a 12 ha	44	268,290	113,970		154,320	
		12,01 a 50 ha	55	1,362,150	512,860		849,290	
		50,01 a 100 ha	8	540,310	172,440		367,870	
		Mayor 100 ha	9	5,366,910	582,800		4,784,110	
Total Sector 2				222	7.642,060	1.440,870	0,500	
3	Coihueco	0 a 1 ha	375	47,745	15,164	15,271	17,310	
		1,01 a 3 ha	105	216,250	58,715	7,070	150,465	
		3,01 a 12 ha	126	769,460	198,120	33,650	537,690	
		12,01 a 50 ha	69	1,563,850	312,090	50,300	1.201,460	
		50,01 a 100 ha	24	1,628,180	243,830	105,550	1.278,800	
		Mayor 100 ha	26	5,457,820	692,590	264,200	4.501,030	
Total Sector 3				725	9.683,305	1.520,509	476,041	
1	Cato Poniente	0 a 1 ha	230	67,000	48,240		18,760	
		1,01 a 3 ha	81	153,050	80,030		73,020	
		3,01 a 12 ha	163	1,157,050	605,050		552,000	
		12,01 a 50 ha	182	4,208,680	2,211,610		1.997,070	
		50,01 a 100 ha	32	2,127,380	701,770		1.425,610	
		Mayor 100 ha	15	2,951,210	804,500		2.146,710	
Total Sector 4				703	10.664,370	4.451,200	6.213,170	
Total Área	0 a 1 ha	720	139,035	82,584	15,271	41,180		
	1,01 a 3 ha	234	485,630	207,085	7,570	270,975		
	3,01 a 12 ha	337	2,225,260	928,141	33,650	1,263,469		
	12,01 a 50 ha	336	7,963,950	3,460,660	50,300	4.452,990		
	50,01 a 100 ha	69	4,582,050	1,287,760	105,550	3.188,740		
	Mayor 100 ha	53	14,867,640	2,227,990	264,200	12.375,450		
Total Área				1.749	30.263,565	8.194,220	476,541	

Fuente: Elaboracion Propia.

5.6 DIAGNÓSTICO SITUACIÓN ACTUAL

Previamente se determinaron los subestratos de tamaño, los Predios Promedio y las respectivas superficies por Predio Promedio y a expandir. Junto con lo anterior se determinó el número de predios que representa cada Predio Promedio. Esto se presenta en las Tablas 5-3 a la 5-6 para cada sector de riego.

Tabla 5-3: Distribución de la Superficie y Número de Predios por Sector

Sector	Estrato de Tamaño	Nivel Técnico	Presencia de Frutal	Número Predios			Superficies (ha)		
				Encuestado Nº	%	Ajustado Nº	Predio Promedio	P. Promedio Expandido	
1	0-1	B	Sin Frutales	7	87,5	48	0,20	9,67	
	0-1	B	Con Frutales	1	12,5	7	0,20	1,38	
	Total Estrato 0 a 1 ha				8	100,0	55		11,05
	1,01-3	B	Con Frutales	1	100,0	2	12,59	25,17	
	Total Estrato 1,01 a 3 ha				1	200,0	2		25,17
	3,01-12	B	Sin Frutales	1	50,0	2	7,62	15,23	
	3,01-12	A	Con Frutales	1	50,0	2	7,62	15,23	
	Total Estrato 3,01 a 12 ha				2	100,0	4		30,46
	12,01-50	B	Sin Frutales	3	25,0	8	25,92	207,32	
	12,01-50	B	Con Frutales	1	8,3	2	34,42	68,83	
	12,01-50	M	Sin Frutales	7	58,4	18	26,91	484,29	
	12,01-50	M	Con Frutales	1	8,3	2	34,42	68,83	
	Total Estrato 12,01 a 50 ha				12	100,0	30		829,27
	50,01-100	M	Con Frutales	1	100,0	5	57,24	286,18	
	Total Estrato 50,01 a 100 ha				1	100,0	5		286,18
	>100	B	Con Frutales	1	50,0	1,5	363,90	545,85	
	>100	A	Con Frutales	1	50,0	1,5	363,90	545,85	
	Total Estrato Mayor de 100 ha				2	100,0	3		1.091,70
	Total Sector 1 Cato Oriente				26		99		2.273,83

Fuente: Elaboracion Propia.

Tabla 5-4: Distribución de la Superficie y Número de Predios por Sector

Sector	Estrato de Tamaño	Nivel Técnico	Presencia de Frutal	Número Predios			Superficies (ha)		
				Encuestado		Ajustado	Predio Promedio	P. Promedio Expandido	
				Nº	%	Nº			
2	0-1	B	Sin Frutales	5	62,5	38	0,22	8,28	
	0-1	B	Con Frutales	1	12,5	8	0,21	1,66	
	0-1	M-A	Con Frutales	2	25,0	14	0,24	3,30	
	Total Estrato 0 a 1 ha				8	100,0	60		13,24
	1,01-3	B	Sin Frutales	2	22,2	10	2,02	20,24	
	1,01-3	B	Con Frutales	1	11,1	5	2,02	10,12	
	1,01-3	M	Sin Frutales	2	22,2	10	2,02	20,24	
	1,01-3	M	Con Frutales	1	11,1	5	2,02	10,12	
	1,01-3	A	Con Frutales	3	33,4	16	1,90	30,44	
	Total Estrato 1,01 a 3 ha				9	100,0	46		91,16
	3,01-12	B	Sin Frutales	6	30,0	13	6,10	80,49	
	3,01-12	B	Con Frutales	3	15,0	7	6,10	40,24	
	3,01-12	M	Sin Frutales	5	25,0	11	6,10	67,07	
	3,01-12	M	Con Frutales	4	20,0	9	6,10	53,66	
	3,01-12	A	Con Frutales	2	10,0	4	6,10	26,83	
	Total Estrato 3,01 a 12 ha				20	100,0	44		268,29
	12,01-50	B	Sin Frutales	6	33,3	18	25,20	453,60	
	12,01-50	B	Con Frutales	2	11,1	6	25,20	151,20	
	12,01-50	M	Sin Frutales	3	16,7	9	25,20	227,48	
	12,01-50	M	Con Frutales	4	22,2	12	25,20	302,40	
	12,01-50	A	Sin Frutales	1	5,6	3	25,43	76,28	
	12,01-50	A	Con Frutales	2	11,1	7	21,60	151,19	
	Total Estrato 12,01 a 50 ha				18	100,0	55		1.362,15
	50,01-100	B	Sin Frutales	2	66,7	5	72,08	360,39	
	50,01-100	A	Con Frutales	1	33,3	3	59,97	179,92	
	Total Estrato 50,01 a 100 ha				3	100,0	8		540,31
	>100	B	Sin Frutales	5	55,6	5	596,80	2.984,01	
	>100	M	Con y Sin Frutales	2	22,2	2	595,73	1.191,45	
	>100	A	Con Frutales	2	22,2	2	595,73	1.191,45	
	Total Estrato Mayor de 100 ha				9	100,0	9		5.366,91
Total Sector 2 Niblinto				67		222		7.642,06	

Tabla 5-5: Distribución de la Superficie y Número de Predios por Sector

Sector	Estrato de Tamaño	Nivel Técnico	Presencia de Frutal	Número Predios			Superficies (ha)		
				Encuestado		Ajustado	Predio Promedio	P. Promedio Expandido	
				Nº	%	Nº			
3	0-1	B	Sin Frutales	36	73,5	276	0,13	35,09	
	0-1	B	Con Frutales	13	26,5	99	0,13	12,65	
	Total Estrato 0 a 1 ha				49	100,0	375		47,74
	1,01-3	B	Sin Frutales	9	32,1	34	2,04	69,42	
	1,01-3	B	Con Frutales	6	21,4	22	2,10	46,28	
	1,01-3	M	Sin Frutales	3	10,7	11	2,10	23,14	
	1,01-3	M	Con Frutales	6	21,4	22	2,10	46,28	
	1,01-3	A	Sin Frutales	1	3,7	4	2,00	8,00	
	1,01-3	A	Con Frutales	3	10,7	12	1,93	23,13	
	Total Estrato 1,01 a 3 ha				28	100,0	105		216,25
	3,01-12	B	Sin Frutales	11	28,9	36	6,18	222,37	
	3,01-12	B	Con Frutales	4	10,5	13	6,21	80,79	
	3,01-12	M	Sin Frutales	12	31,6	40	6,08	243,15	
	3,01-12	M	Con Frutales	7	18,4	23	6,16	141,58	
	3,01-12	A	Sin Frutales	2	5,3	7	5,83	40,78	
	3,01-12	A	Con Frutales	2	5,3	7	5,83	40,79	
	Total Estrato 3,01 a 12 ha				38	100,0	126		769,46
	12,01-50	B	Sin Frutales	10	26,3	18	22,85	411,29	
	12,01-50	M	Sin Frutales	12	31,6	22	22,46	494,18	
	12,01-50	M	Con Frutales	4	10,5	7	23,46	164,20	
	12,01-50	A	Sin Frutales	6	15,8	11	22,46	247,09	
	12,01-50	A	Con Frutales	6	15,8	11	22,46	247,09	
	Total Estrato 12,01 a 50 ha				38	100,0	69		1.563,85
	50,01-100	B	Sin Frutales	3	21,4	5	69,69	348,43	
	50,01-100	M	Sin Frutales	7	50,0	12	67,84	814,09	
	50,01-100	A	Sin Frutales	3	21,4	5	69,69	348,43	
	50,01-100	A	Con Frutales	1	7,2	2	58,62	117,23	
	Total Estrato 50,01 a 100 ha				14	100,0	24		1.628,18
	>100	B	Sin Frutales	9	42,9	11	212,85	2.341,40	
	> 100	M	Sin Frutales	5	23,8	6	216,49	1.298,96	
> 100	A	Sin Frutales	4	19,0	5	207,40	1.036,99		
>100	A	Con Frutales	3	14,3	4	195,12	780,47		
Total Estrato Mayor de 100 ha				21	100,0	26		5.457,82	
Total Sector 3 Coihueco				188		725		9.683,30	

Fuente: Elaboracion Propia.

Tabla 5-6: Distribución de la Superficie y Número de Predios por Sector

Sector	Estrato de Tamaño	Nivel Técnico	Presencia de Frutal /Vid	Número Predios			Superficies (ha)		
				Encuestado		Ajustado	Predio Promedio	P. Promedio Expandido	
				Nº	%	Nº			
4	0-1	M-B	Sin Frutales ni Vides	26	100,0	230	0,29	67,00	
	Total Estrato 0 a 1 ha				26	100,0	230		67,00
	1,01-3	B	Sin Frutales ni Vides	8	47,1	38	1,90	72,09	
	1,01-3	M	Sin Frutales ni Vides	7	41,1	33	1,91	62,90	
	1,01-3	M	Con Vides	1	5,9	5	1,81	9,03	
	1,01-3	A	Sin Frutales ni Vides	1	5,9	5	1,81	9,03	
	Total Estrato 1,01 a 3 ha				17	100,0	81		153,05
	3,01-12	B	Sin Frutales ni Vides	21	47,7	78	7,08	551,91	
	3,01-12	B	Con Vides	2	4,5	7	7,44	52,07	
	3,01-12	M	Sin Frutales ni Vides	17	38,6	63	7,09	446,62	
	3,01-12	M	Con Vides	1	2,4	4	6,94	27,77	
	3,01-12	A	Sin Frutales ni Vides	3	6,8	11	7,15	78,68	
	Total Estrato 3,01 a 12 ha				44	100,0	163		1.157,05
	12,01-50	B	Sin Frutales ni Vides	14	24,1	44	23,05	1.014,29	
	12,01-50	M	Sin Frutales ni Vides	35	60,3	110	23,07	2.537,83	
	12,01-50	M	Con Frutales	3	5,2	9	24,32	218,85	
	12,01-50	A	Sin Frutales ni Vides	2	3,5	6	24,55	147,30	
	12,01-50	A	Con y Sin Frutales	4	6,9	13	22,34	290,41	
	Total Estrato 12,01 a 50 ha				58	100,0	182		4.208,68
	50,01-100	B	Sin Frutales ni Vides	4	28,6	9	67,60	608,43	
	50,01-100	M	Con y Sin Vides	6	42,8	14	65,04	910,52	
	50,01-100	A	Sin Frutales ni Vides	2	14,3	5	60,84	304,22	
	50,01-100	A	Con Frutales y Vides	2	14,3	4	76,05	304,21	
	Total Estrato 50,01 a 100 ha				14	100,0	32		2.127,38
	> 100	B	Con y Sin Vides	4	57,1	9	187,24	1.685,14	
	>100	M	Sin Frutales ni Vides	3	42,9	6	211,01	1.266,07	
	Total Estrato Mayor de 100 ha				7	100,0	15		2.951,21
	Total Sector 4 Cato Poniente				166		703		10.664,37

Fuente: Elaboracion Propia.

Posteriormente, se ha obtenido la estructura de cultivos para cada uno de los sectores presentados anteriormente. En la Tabla 5-7 se presenta el uso actual para el total del área en estudio. Cabe señalar que la zona presenta una muy baja eficiencia de riego debido a que el riego por tendido se encuentra ampliamente difundido, sobre todo por la alta presencia de praderas.

Tabla 5-7: Uso del Suelo Total Área

Rubro Productivo	Método de Riego	Uso del Suelo Actual Predio Promedio Expandido					
		Riego Superficial		Riego por Pozo		Total	
		ha	%	ha	%	ha	%
RIEGO							
Cultivos y Hortalizas							
Avena	Tendido	397,56	3,7	18,47	3,4	416,03	1,4
Trigo	Tendido	2.594,62	23,9	91,60	16,8	2.686,22	8,9
Maíz Grano	Surco	1.331,57	12,3	34,89	6,4	1.366,46	4,5
Papa	Surco	36,04	0,3	6,47	1,2	42,51	0,1
Poroto	Surco	116,90	1,1	1,65	0,3	118,56	0,4
Otras Chacras	Surco	119,12	1,1	15,34	2,8	134,47	0,4
Achicoria	Aspersión	76,58	0,7	1,42	0,3	78,00	0,3
Remolacha	9%A+43%P+48%S	610,38	5,6	22,95	4,2	633,33	2,1
Tabaco	Surco	12,59	0,1			12,59	0,0
Semilleros	Surco	132,75	1,2	0,15		132,90	0,4
Choclo	Surco	13,06	0,1	0,36	0,1	13,42	0,0
Espárrago	45%A+55%S	117,62	1,1	0,72	0,1	118,34	0,4
Melón	38%G+62%S	5,28		0,79	0,1	6,07	0,0
Sandía	Surco	5,46	0,1	0,34	0,1	5,81	0,0
Tomate	Surco	47,19	0,4	6,71	1,2	53,91	0,2
Zanahoria	64%A+36%S	84,88	0,8	5,14	0,9	90,02	0,3
Otras Hortalizas	Surco	4,62		0,13		4,75	0,0
Frutales y Vides							
Arándano	93%G+7%S	200,21	1,8	55,32	10,1	255,53	0,8
Avellano Europeo	Goteo	69,85	0,6	1,80	0,3	71,65	0,2
Cerezo	76%G+24%S	108,48	1,0	9,00	1,6	117,48	0,4
Frambuesa	11%G+89%S	370,61	3,4	36,78	6,7	407,39	1,4
Kiwi	Goteo	9,83	0,1			9,83	0,0
Manzano	39%G+61%S	79,64	0,7	0,77	0,1	80,41	0,3
Nogal	Surco	140,64	1,3	1,93	0,4	142,56	0,5
Otros Frutales	Surco	36,26	0,3	1,01	0,2	37,26	0,1
Vid Vinífera	Surco	140,81	1,3	32,31	5,9	173,12	0,6
Alfalfa	11%A+89%T	320,39	3,0	28,58	5,2	348,97	1,2
Trébol	5%A+95%T	185,42	1,7	6,66	1,2	192,08	0,6
Maíz Silo	85%P+15%S	227,27	2,1	1,71	0,3	228,98	0,8
Pradera Mixta	Tendido	735,08	6,8	38,59	7,1	773,68	2,6
Otras Praderas	40%A+60%T	279,59	2,6	23,32	4,3	302,90	1,0
Pradera Mejorada	Tendido	241,94	2,2	7,62	1,4	249,56	0,8
Pradera Natural	Tendido	2.002,01	18,6	93,39	17,3	2.095,40	6,9
Total Riego		10.854,25	100,0	545,92	100,0	11.400,18	37,7
SECANO							
Avena						131,61	0,4
Trigo						977,76	3,2
Otros Cultivos						48,62	0,2
Praderas Artificiales						22,03	0,1
Pradera Natural						3.090,89	10,2
Forestal						8.696,21	28,7
Secano Sin Uso						3.592,41	11,9
Total Secano						16.559,52	54,7
Indirectamente Productivo						978,90	3,2
Sin Uso Agrícola						1.324,61	4,4
Total Área		10.854,25		545,92		30.263,21	100,0

Fuente: Elaboración Propia.

Finalmente, en las Tabla 5-8 se puede apreciar la demanda bruta para el total del área de estudio. Al respecto, la demanda para el total del área de estudio alcanza a los 176,2 millones de m³, con un mes de máxima demanda en diciembre con 3.651 m³/ha/mes.

Tabla 5-8: Demandas Brutas de Riego Total Área(m3/ha)

Cultivos	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Total	Superficie
Cultivos y Hortalizas														
Avena						812.106	1.575.338	1.976.419	1.225.799				5.589.663	416,03
Trigo						5.067.359	9.964.353	12.549.271	7.773.410				35.354.393	2.686,22
Maíz Grano						94.743	1.593.526	3.295.911	5.596.574	5.248.263	2.351.107		18.180.125	1.366,46
Papa						11	16.371	122.789	154.526	124.436	55.332		473.465	42,51
Poroto						16.438	149.575	298.790	418.955	328.855	208.242		1.420.855	118,56
Otras Chacras						11.271	165.286	336.094	470.008	369.402	231.735		1.583.796	134,47
Achicoria						998	86.282	101.138	114.157	75.726	21.424		399.725	78,00
Remolacha						274.215	1.398.165	1.582.379	1.735.864	1.243.504	507.589		6.741.716	633,33
Tabaco							202	5.755	10.212	11.509			31.178	12,59
Semilleros							98.264	250.295	375.302	440.737	234.689		1.399.286	132,90
Choclo						2.134	25.711	52.589	57.621	48.845			186.900	13,42
Espárrago						43.507	201.516	264.816	257.957				767.795	118,34
Melón						207	5.672	11.417	16.245	15.189	7.719		56.449	6,07
Sandia						273	7.490	15.061	21.430	20.037	10.184		74.474	5,81
Tomate						61.482	157.802	206.752	190.207	141.685			757.927	53,91
Zanahoria						24.395	91.187	180.034	198.578	121.073			615.266	90,02
Otras Hortalizas						2.224	9.032	15.065	17.845	13.184	6.841		64.191	4,75
Frutales y Vides														
Arándano						29.435	240.439	472.921	521.919	346.968	109.179		1.720.861	255,53
Avellano Europeo						12.556	64.768	117.532	129.115	121.297	61.368	1.552	508.186	71,65
Cerezo						3.965	90.508	194.135	275.567	258.515	118.671		941.362	117,48
Frambuesa						2.531	526.028	1.104.472	1.217.023	801.849	208.569		3.860.471	406,20
Kiwi							5.139	13.519	15.121	14.158	9.353	1.788	59.078	9,83
Manzano						538	64.092	149.489	215.006	201.469	114.344	3.661	748.599	80,41
Nogal						22.762	129.402	237.381	260.799	245.141	122.466	1.233	1.019.184	142,56
Otros Frutales						3.432	51.973	106.094	125.326	108.978	55.978	5.622	457.402	37,26
Vid Vinifera						66.305	331.696	612.841	673.779	564.714	357.837		2.607.172	173,12
Praderas y Forrajes														
Alfalfa						430.230	905.037	1.250.286	1.382.852	1.296.488	901.872	265.405	6.432.170	348,97
Trébol						219.733	505.712	717.982	794.053	746.352	503.720	111.996	3.599.548	192,08
Maíz Silo							65.197	380.689	555.792	521.734	368.247		1.891.658	228,98
Pradera Mixta						1.276.710	2.547.896	3.460.410	3.821.100	3.579.354	2.539.870	861.457	18.086.797	773,68
Otras Praderas						319.205	662.706	911.966	1.007.413	944.744	660.494	201.435	4.707.962	302,90
Pradera Mejorada						417.721	828.084	1.122.071	1.238.976	1.160.357	825.503	284.855	5.877.567	249,56
Pradera Natural						3.594.531	7.043.419	9.504.738	10.496.861	9.826.083	7.021.812	2.495.846	49.983.289	2.095,40
TOTAL DEMANDAS						12.811.014	29.607.866	41.621.100	41.365.391	28.940.644	17.617.645	4.234.850	176.198.509	11.398,99
Total (m3/ha/mes)						1.163	2.597	3.651	3.629	3.539	2.196	984	17.760	
Total l/ha/seg						0,43	1,00	1,36	1,35	1,46	0,82	0,38	0,56	

Fuente: Elaboración Propia.

5.7 SITUACIÓN SIN PROYECTO

Se debe señalar que el sector 4, correspondiente al Sector de Cato Poniente, no se ha considerado dentro de la situación sin proyecto debido a que con la ejecución del proyecto del Embalse Niblinto, la hidrología no permite disponer del volumen suficiente para abastecer la totalidad de los sectores en estudio.

La situación sin proyecto, que sirve de base para la evaluación económica del 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 debe señalar que la situación sin proyecto consiste en un mejoramiento de la situación actual con recursos que no superan el 5% de las inversiones efectuadas en la situación con proyecto.

Para poder representar adecuadamente la situación sin proyecto no se han considerado diferencias a nivel del tamaño predial, debido a que prevalece la importancia de los niveles tecnológicos por sobre el tamaño. De esta forma se espera que ésta se concrete en un plazo no superior a los cinco años en aquellos predios de nivel tecnológico alto y medio-alto, en un plazo de seis años en predios de nivel medio y medio-bajo en ocho años en predios de nivel tecnológico bajo.

Con el objeto de comparar el cambio de la situación actual a sin proyecto se presentan la Tabla 5-9, en donde se aprecia los incrementos de los márgenes entre ambas situaciones por sector y total área.

Tabla 5-9: Comparación Márgenes Brutos Situaciones Actual y Sin Proyecto Total Área

Rubro Productivo	Márgen Bruto Precio de Mercado			Márgen Bruto Precio Social		
	Situación Actual	Situación Sin Proyecto	Diferencial	Situación Actual	Situación Sin Proyecto	Diferencial
	\$	\$	\$	\$	\$	\$
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Avena	13.583.146	17.779.137	4.195.991	21.109.878	25.223.122	4.113.244
Trigo	401.188.012	405.596.053	4.408.042	429.853.934	434.250.217	4.396.283
Maiz Grano	401.820.541	401.985.991	165.450	418.190.139	418.374.628	184.489
Papa	11.324.172	13.722.615	2.398.443	18.804.697	21.363.793	2.559.096
Poroto	10.719.971	15.913.877	5.193.905	15.790.397	21.521.085	5.730.688
Otras Chacras	15.414.915	23.533.617	8.118.702	23.576.805	32.580.119	9.003.315
Achicoria	98.393.165	98.393.165		101.055.077	101.055.077	
Remolacha	652.052.291	652.052.291		677.835.916	677.835.916	
Tabaco	24.016.281	24.016.281		29.984.517	29.984.517	
Semilleros	62.759.885	62.759.885		65.656.210	65.656.210	
Espárrago	379.233.214	379.233.214		418.303.499	418.303.499	
Tomate	18.183.718	18.183.718		22.051.964	22.051.964	
Zanahoria	274.169.278	274.169.278		318.278.792	318.278.792	
Frutales y Vides						
Arándano	379.561.578	379.561.578		466.460.892	466.460.892	
Avellano Europeo	-19.091.088	-19.091.088		-16.816.601	-16.816.601	
Cerezo	337.262.414	337.262.414		394.104.879	394.104.879	
Frambuesa	289.461.559	349.520.584	60.059.025	724.090.288	818.158.335	94.068.047
Kiwi	-205.235	-205.235		2.641.200	2.641.200	
Manzano	270.424.169	270.424.169		335.674.181	335.674.181	
Nogal	-52.334.049	-52.334.049		-47.676.140	-47.676.140	
Otros Frutales	39.520.131	40.109.842	589.710	53.525.798	54.444.298	918.500
Alfalfa	30.070.592	30.616.332	545.740	32.596.357	33.136.196	539.840
Trébol	59.651.424	61.218.827	1.567.403	63.925.324	65.504.917	1.579.593
Maiz Silo	101.780.759	104.447.558	2.666.800	107.887.940	110.521.174	2.633.234
Pradera Mixta	114.434.869	117.452.250	3.017.381	122.748.888	125.790.073	3.041.185
Otras Praderas	55.019.011	56.522.245	1.503.234	58.456.289	59.947.121	1.490.832
Pradera Mejorada	35.537.075	36.342.777	805.702	38.029.802	38.842.287	812.485
Pradera Natural	171.374.237	177.232.833	5.858.596	184.737.825	190.614.941	5.877.116
Total Riego	4.175.326.035	4.276.420.158	101.094.124	5.080.878.749	5.217.826.695	136.947.946
SECANO						
Avena	3.035.474	3.035.474		3.078.655	3.078.655	0
Trigo	115.107.400	115.107.400		115.746.062	115.746.062	
Otros Cultivos	6.398.957	6.398.957		6.488.468	6.488.468	
Praderas Artificiales	9.098.377	9.339.657	241.280	9.642.390	9.880.659	238.269
Pradera Natural	314.344.809	324.330.308	9.985.499	340.271.188	350.196.278	9.925.090
Total Secano	447.985.017	458.211.797	10.226.779	475.226.764	485.390.122	10.163.358
Total Área de Estudio	4.623.311.052	4.734.631.955	111.320.903	5.556.105.512	5.703.216.817	147.111.304

Fuente: Elaboración Propia.

5.8 SITUACIÓN FUTURA

Al igual que en situación in proyecto, el sector 4, correspondiente al Sector de Cato Poniente, no se ha considerado debido a que con la ejecución del proyecto del Embalse Niblinto, la hidrología no permite disponer del volumen suficiente para abastecer la totalidad de los sectores en estudio.

En la determinación de la transición entre la situación actual y futura, en el caso específico de las nuevas plantaciones de frutales, para los predios de nivel bajo se consideró un período de establecimiento de seis años, con nivel medio y medio-bajo en cuatro años y predios de nivel alto y medio-alto en un total de tres años.

Además del período de establecimiento y de puesta en riego, se consideró la curva natural de producción asociada a la edad y que contempla distintos costos e ingresos, según su entrada en producción y período de estabilización. Así, en frutilla el período de estabilización se produce al 2º año; frambuesa, espárrago y vid vinífera al 5º año; kiwi y manzano al 7º año, arándano y cerezo al 8º año y en avellano y nogales al 9º año.

Por otra parte, la determinación del período de transición entre situación actual y futura para especies anuales en la actualidad, considera curvas de gradualidad distintas dependiendo del nivel tecnológico.

De esta forma se procedió, en primer lugar, a elaborar la gradualidad porcentual para diferentes aspectos que intervienen en la transición del proyecto. Es así que tanto el período de puesta en riego como el establecimiento de los cultivos se efectuará en no más de seis años para los predios con nivel técnico bajo, cuatro años para predios de nivel medio y medio-bajo y en tres años en predios de mayor nivel.

Cabe señalar que en el caso de la actividad ganadera, se consideró para la totalidad de los estratos de tamaño y niveles tecnológicos un período de estabilización de diez años, debido a que se tendrá que presurizar la mayor parte de de las praderas y forrajes asignados.

Con el objeto de comparar el cambio de la situación actual a futura se presentan la Tabla 5.10, en donde se aprecia los incrementos de superficie regada entre ambas situaciones por sector y total área.

Tabla 5-10: Comparación Uso del Suelo Situaciones Actual y Futura Total Área

Rubro Productivo	Comparación Uso del Suelo		
	Situación Actual	Situación Futura	Diferencial
	ha	ha	%
RIEGO			
Cultivos y Hortalizas			
Avena	273,40		-100%
Trigo	1.820,78	683,09	-60%
Maíz Grano	770,59	422,68	-50%
Papa	37,26	325,72	>100%
Poroto	57,90		-100%
Otras Chacras	92,87		-100%
Achicoria	78,00	499,93	>100%
Remolacha	633,33	985,01	60%
Tabaco	12,59	183,45	>100%
Semilleros	56,77		-100%
Choclo		92,96	100%
Espárrago	113,27	280,37	>100%
Poroto Granado		81,20	100%
Poroto Verde		70,22	100%
Tomate	8,27	75,99	>100%
Zanahoria	90,02	289,05	>100%
Frutales y Vides			
Arándano	107,62	617,41	>100%
Avellano Europeo	60,72	467,40	>100%
Cerezo	99,94	658,19	>100%
Frambuesa	397,35	672,68	70%
Frutilla		188,56	100%
Kivi	9,83	217,27	>100%
Manzano	78,03	573,71	>100%
Nogal	138,21	845,69	>100%
Otros Frutales	26,47	26,49	
Alfalfa	167,57	612,58	>100%
Trébol	164,61	586,14	>100%
Maíz Silo	195,83	241,81	20%
Pradera Mixta	289,27	865,42	>100%
Otras Praderas	116,16		-100%
Pradera Mejorada	85,19		-100%
Pradera Natural	580,83		-100%
Total Riego	6.562,65	10.563,01	60%
SECANO			
Avena	79,39		-100%
Trigo	767,28		-100%
Otros Cultivos	38,90		-100%
Praderas Artificiales	17,17		-100%
Pradera Natural	1.447,46		-100%
Forestal	8.462,47	8.462,47	
Secano Sin Uso	1.654,75	4,58	-100%
Total Secano	12.467,42	8.467,05	-30%
Indirectamente Productivo	289,69	289,69	
Sin Uso Agrícola	278,96	278,96	
Total Área	19.598,71	19.598,71	

Fuente: Elaboración Propia.

De la Tabla 5-10 se deduce un incremento en la superficie regada de alrededor de 4.000 ha que en situación actual se encontraban en seco o sin uso. La propuesta futura intensifica el cultivo de frutales, hortalizas y ganadería en desmedro del cultivo de cereales de baja rentabilidad. En el caso de las praderas, se disminuye la superficie de praderas naturales y se incrementa el cultivo de especies de mayor productividad y calidad.

En relación a las demandas de agua de riego, en la Tabla 5.8-5 se puede apreciar la demanda bruta para el total del área de estudio (sectores 1, 2 y 3). Al respecto, la demanda para el total del área de estudio alcanza a los 80,2 millones de m³, con un mes de máxima demanda en enero con 2.004 m³/ha/mes.

Tabla 5-11: Demandas Brutas de Riego (m³/ha) Total del Área de Estudio

Cultivos	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Total	Superficie
Cultivos y Hortalizas														
Trigo						952.812	2.008.331	2.583.381	1.569.242				7.113.765	683,09
Maíz Grano							366.866	837.169	1.448.728	1.361.039	568.250		4.582.053	422,68
Papa							97.397	824.880	1.040.455	837.071	362.201		3.162.005	325,72
Achicoria						16.495	554.398	643.806	719.717	481.811	151.216		2.567.443	499,93
Remolacha						327.583	1.682.726	1.905.965	2.091.663	1.497.738	608.938		8.114.613	985,01
Tabaco							15.281	62.217	97.707	110.111	44.727		330.042	183,45
Choclo							80.529	188.059	206.286	174.685			649.558	92,96
Espárrago						61.737	301.576	398.474	388.086				1.149.872	280,37
Poroto Granado							43.760	95.015	134.080	84.018	16.880		373.753	81,20
Poroto Verde							37.595	81.854	115.612	36.190			271.251	70,22
Tomate						25.521	89.775	124.535	113.758	83.557			437.145	75,99
Zanahoria						62.760	235.011	464.017	511.681	312.064			1.585.533	289,05
Frutales y Vides														
Arándano							427.053	909.485	1.005.748	659.919	163.237		3.165.442	617,41
Avellano Europeo						61.659	398.355	739.781	814.254	765.234	376.500		3.155.783	467,40
Cerezo							323.113	730.793	1.045.201	981.356	431.512		3.511.975	658,19
Frambuesa							478.828	1.008.744	1.112.323	732.018	188.399		3.520.312	672,68
Frutilla							87.476	216.578	241.471	210.663	119.051		875.239	188,56
Kiwi							133.736	326.782	360.166	338.671	232.224	62.287	1.453.866	217,27
Manzano							299.577	679.021	965.680	907.161	524.049	27.991	3.403.477	573,71
Nogal						101.645	707.260	1.321.553	1.457.616	1.369.041	667.956		5.625.072	845,69
Otros Frutales							16.739	35.834	42.429	36.894	18.116		150.011	26,49
Praderas y Forrajes														
Alfalfa						268.316	638.498	914.873	1.012.896	952.528	636.000	125.480	4.548.591	612,58
Trébol						257.607	615.373	882.576	977.608	918.983	612.964	119.223	4.384.333	586,14
Maíz Silo							36.598	284.719	419.581	394.522	270.891		1.406.311	241,81
Pradera Mixta						868.142	2.064.960	2.958.659	3.274.893	3.079.235	2.056.233	406.948	14.709.069	865,42
TOTAL DEMANDAS						3.004.276	11.740.805	19.218.768	21.166.880	16.324.509	8.049.344	741.929	80.246.511	10.563,01
Total (m ³ /ha/mes)						485	1.112	1.819	2.004	1.701	887	260	8.268	
Total l/ha/seg						0,18	0,43	0,68	0,75	0,70	0,33	0,10	0,26	

Fuente: Elaboración Propia.

Con el objeto de comparar el cambio de la situación actual a futura se presentan las Tablas 5-12 a la 5-15, en donde se aprecia los incrementos de los márgenes entre ambas situaciones por sector y total área.

En relación a la situación sin proyecto comparada con la situación futura, se produce un incremento de beneficios para el área total del orden del 500% y por unidad de hectárea, en cerca de un 300%.

Tabla 5-12: Comparación Márgenes Brutos Situaciones Actual y Futura Sector 1

Rubro Productivo	Márgen Bruto Precio de Mercado			Márgen Bruto Precio Social		
	Situación Actual	Situación Futura	Diferencial	Situación Actual	Situación Futura	Diferencial
	\$	\$	\$	\$	\$	\$
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Trigo	92.627.518,17	41.453.967,1	-51.173.551,10	99.699.386,55	43.586.441,08	-56.112.945,5
Maíz Grano	124.229.592,66	59.685.201,0	-64.544.391,68	130.257.788,66	62.055.165,13	-68.202.623,5
Papa	1.186.427,28	65.186.562,3	64.000.135,06	1.998.744,34	72.145.896,03	70.147.151,7
Poroto	6.356.659,44		-6.356.659,44	9.840.529,78		-9.840.529,8
Otras Chacras	1.247.576,46		-1.247.576,46	1.668.980,02		-1.668.980,0
Achicoria	71.610.958,66	190.207.643,3	118.596.684,63	73.548.309,71	194.769.320,11	121.221.010,4
Remolacha	125.520.875,76	217.257.079,9	91.736.204,18	131.313.576,88	226.050.521,05	94.736.944,2
Tabaco	24.016.280,88	23.196.366,5	-819.914,34	29.984.517,42	28.871.559,61	-1.112.957,8
Semilleros	62.759.885,11		-62.759.885,11	65.656.210,15		-65.656.210,2
Choclo		745.670,9	745.670,92		848.278,76	848.278,8
Espárrago		55.130.775,4	55.130.775,41		61.592.478,42	61.592.478,4
Poroto Granado		17.374.425,3	17.374.425,27		19.700.495,75	19.700.495,7
Poroto Verde		11.671.434,5	11.671.434,55		14.209.156,74	14.209.156,7
Tomate		28.049.121,3	28.049.121,26		37.790.239,41	37.790.239,4
Frutales y Vides						
Arándano	122.080.033,69	1.577.977.856,0	1.455.897.822,31	150.029.836,32	1.904.987.331,24	1.754.957.494,9
Avellano Europeo		170.239.256,1	170.239.256,10		178.658.311,40	178.658.311,4
Cerezo	78.146.498,30	1.420.231.635,5	1.342.085.137,17	91.317.368,86	1.967.211.652,97	1.875.894.284,1
Frambuesa	15.030.726,81	88.579.044,7	73.548.317,85	47.599.652,15	182.811.729,58	135.212.077,4
Frutilla		111.622.866,8	111.622.866,85		246.543.445,86	246.543.445,9
Kiwi	-205.234,92	32.468.478,9	32.673.713,80	2.641.199,58	42.311.511,71	39.670.312,1
Manzano	168.615.669,63	682.316.816,8	513.701.147,19	209.300.548,20	834.759.937,05	625.459.388,8
Nogal		1.428.749.552,0	1.428.749.551,96		1.481.196.474,65	1.481.196.474,7
Alfalfa	1.153.584,00	11.151.779,3	9.998.195,31	1.481.106,81	13.297.100,43	11.815.993,6
Trébol	3.119.670,26	12.134.738,3	9.015.068,04	3.350.468,52	14.888.006,17	11.537.537,7
Maíz Silo		4.244.422,9	4.244.422,91		4.695.094,46	4.695.094,5
Pradera Mixta		19.005.740,4	19.005.740,43		21.999.278,21	21.999.278,2
Pradera Natural	6.807.531,33		-6.807.531,33	7.432.896,67		-7.432.896,7
Total Riego	904.304.253,54	6.268.680.435,26	5.364.376.181,72	1.057.121.120,62	7.654.979.425,81	6.597.858.305,19
Total Sector 1	904.304.253,54	6.268.680.435,26	5.364.376.181,72	1.057.121.120,62	7.654.979.425,81	6.597.858.305,19

Tabla 5-13: Comparación Márgenes Brutos Situaciones Actual y Futura Sector 2

Rubro Productivo	Márgen Bruto Precio de Mercado			Márgen Bruto Precio Social		
	Situación Actual	Situación Futura	Diferencial	Situación Actual	Situación Futura	Diferencial
	\$	\$	\$	\$	\$	\$
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Avena	1.836.265,20		-1.836.265,20	2.853.781,85		-2.853.781,9
Trigo	79.364.803,66	44.248.014,4	-35.116.789,26	86.637.795,50	46.532.822,59	-40.104.972,9
Maíz Grano	131.477.709,46	87.917.422,6	-43.560.286,89	136.469.475,99	90.650.520,97	-45.818.955,0
Papa	2.289.317,30	151.308.974,5	149.019.657,23	3.755.818,40	167.462.758,47	163.706.940,1
Poroto	4.363.311,89		-4.363.311,89	5.949.867,21		-5.949.867,2
Otras Chacras	3.588.475,68		-3.588.475,68	4.810.248,85		-4.810.248,9
Achicoria	26.782.205,88	194.147.568,2	167.365.362,29	27.506.767,25	198.803.734,69	171.296.967,4
Remolacha		135.447.537,8	135.447.537,76		141.274.661,73	141.274.661,7
Tabaco		136.144.652,8	136.144.652,78		169.453.627,63	169.453.627,6
Choclo		68.907.571,3	68.907.571,26		78.389.578,38	78.389.578,4
Espárrago	35.540.139,88	185.869.991,8	150.329.851,90	39.201.642,48	207.655.222,94	168.453.580,5
Poroto Granado		83.006.874,6	83.006.874,64		94.119.751,05	94.119.751,0
Poroto Verde		38.782.596,1	38.782.596,15		47.215.103,28	47.215.103,3
Tomate		39.501.351,8	39.501.351,75		49.283.591,67	49.283.591,7
Zanahoria		232.209.157,6	232.209.157,59		266.235.663,83	266.235.663,8
Frutales y Vides						
Arándano	105.178.652,09	1.528.085.689,9	1.422.907.037,78	129.258.941,70	1.844.755.849,51	1.715.496.907,8
Avellano Europeo	-18.355.073,97	529.775.520,4	548.130.594,38	-16.168.274,38	555.975.173,22	572.143.447,1
Cerezo	217.126.852,99	700.496.162,8	483.369.309,79	253.721.578,76	970.281.311,77	716.559.733,0
Frambuesa	94.799.390,55	372.415.026,1	277.615.635,58	235.240.389,93	693.175.411,96	457.935.022,0
Frutilla		174.452.550,3	174.452.550,26		385.316.504,55	385.316.504,5
Kiwi		174.451.727,8	174.451.727,78		227.337.915,92	227.337.915,9
Manzano	99.105.158,64	435.944.144,1	336.838.985,50	123.018.009,41	533.342.719,03	410.324.709,6
Nogal	-52.334.048,59	1.565.643.360,1	1.617.977.408,71	-47.676.139,77	1.623.115.417,53	1.670.791.557,3
Otros Frutales	28.988.678,89	92.269.938,7	63.281.259,84	39.263.040,28	114.672.310,64	75.409.270,4
Alfalfa	1.923.772,13	79.285.997,7	77.362.225,56	2.179.944,20	89.096.094,49	86.916.150,3
Trébol	41.977.928,80	79.316.801,4	37.338.872,61	44.857.058,06	89.163.649,93	44.306.591,9
Maíz Silo	101.015.830,40	106.388.802,0	5.372.971,62	107.055.805,49	112.927.078,36	5.871.272,9
Pradera Mixta	71.885.612,28	171.281.233,4	99.395.621,16	76.431.574,75	186.801.697,35	110.370.122,6
Otras Praderas	19.787.654,97		-19.787.654,97	21.081.365,26		-21.081.365,3
Pradera Natural	81.138.845,46		-81.138.845,46	88.629.660,18		-88.629.660,2
Total Riego	1.077.481.483,61	7.407.298.668,19	6.329.817.184,59	1.364.078.351,41	8.983.038.171,47	7.618.959.820,06
Total Sector 2	1.077.481.483,61	7.407.298.668,19	6.329.817.184,59	1.364.078.351,41	8.983.038.171,47	7.618.959.820,06

Tabla 5-14: Comparación Márgenes Brutos Situaciones Actual y Futura Sector 3

Rubro Productivo	Márgen Bruto Precio de Mercado			Márgen Bruto Precio Social		
	Situación Actual	Situación Futura	Diferencial	Situación Actual	Situación Futura	Diferencial
	\$	\$	\$	\$	\$	\$
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Avena	11.746.880,62		-11.746.880,62	18.256.096,53		-18.256.096,5
Trigo	229.195.689,75	135.234.869,9	-93.960.819,90	243.516.752,12	142.202.222,32	-101.314.529,8
Maíz Grano	146.113.239,08	113.141.574,8	-32.971.664,29	151.462.874,38	116.411.050,94	-35.051.823,4
Papa	7.848.427,61	220.795.750,2	212.947.322,62	13.050.134,54	244.367.959,70	231.317.825,2
Otras Chacras	10.578.863,05		-10.578.863,05	17.097.575,71		-17.097.575,7
Achicoria		312.384.337,5	312.384.337,49		319.876.131,03	319.876.131,0
Remolacha	526.531.415,27	811.180.625,9	284.649.210,63	546.522.339,29	844.923.091,61	298.400.752,3
Tabaco		259.089.957,2	259.089.957,17		322.478.571,34	322.478.571,3
Choclo		56.152.674,0	56.152.673,99		63.879.547,03	63.879.547,0
Espárrago	343.693.073,89	1.035.686.282,3	691.993.208,43	379.101.856,34	1.157.075.780,70	777.973.924,4
Poroto Granado		48.162.902,0	48.162.901,96		54.610.902,56	54.610.902,6
Poroto Verde		25.471.927,3	25.471.927,33		31.010.293,25	31.010.293,2
Tomate	18.183.717,88	31.521.091,9	13.337.373,97	22.051.964,12	42.726.219,30	20.674.255,2
Zanahoria	274.169.277,75	799.336.673,4	525.167.395,62	318.278.792,37	916.466.568,60	598.187.776,2
Frutales y Vides						
Arándano	152.302.892,41	2.307.622.288,3	2.155.319.395,92	187.172.114,29	2.785.838.348,64	2.598.666.234,3
Avellano Europeo	-736.013,91	701.655.152,7	702.391.166,56	-648.326,17	736.354.984,34	737.003.310,5
Cerezo	41.989.062,53	2.173.324.379,0	2.131.335.316,43	49.065.931,22	3.010.346.296,48	2.961.280.365,3
Frambuesa	179.631.441,28	838.675.973,2	659.044.531,95	441.250.245,88	1.539.544.645,27	1.098.294.399,4
Frutilla		434.913.553,5	434.913.553,47		960.601.435,47	960.601.435,5
Kiwi		290.145.849,6	290.145.849,63		378.105.471,40	378.105.471,4
Manzano	2.703.340,58	1.211.083.624,5	1.208.380.283,88	3.355.623,27	1.481.663.745,03	1.478.308.121,8
Nogal		2.443.364.791,9	2.443.364.791,93		2.533.056.483,65	2.533.056.483,6
Otros Frutales	10.531.452,19	33.585.769,8	23.054.317,63	14.262.757,76	41.737.078,76	27.474.321,0
Alfalfa	26.993.236,17	213.309.838,5	186.316.602,33	28.935.305,92	229.751.343,73	200.816.037,8
Trébol	14.553.824,92	187.505.576,5	172.951.751,62	15.717.797,55	201.588.953,10	185.871.155,6
Maíz Silo	764.928,21	61.407.960,1	60.643.031,92	832.134,55	65.301.425,75	64.469.291,2
Pradera Mixta	42.549.256,93	309.803.739,0	267.254.482,11	46.317.312,82	330.144.674,78	283.827.362,0
Otras Praderas	35.231.356,52		-35.231.356,52	37.374.923,92		-37.374.923,9
Pradera Mejorada	35.537.074,91		-35.537.074,91	38.029.802,01		-38.029.802,0
Pradera Natural	83.427.859,83		-83.427.859,83	88.675.268,31		-88.675.268,3
Total Riego	2.193.540.297,46	15.054.557.162,92	12.861.016.865,46	2.659.679.276,73	18.550.063.224,78	15.890.383.948,04
Total Sector 3	2.193.540.297,46	15.054.557.162,92	12.861.016.865,46	2.659.679.276,73	18.550.063.224,78	15.890.383.948,04

Tabla 5-15: Comparación Márgenes Brutos Situaciones Actual y Futura Total Área

Rubro Productivo	Márgen Bruto Precio de Mercado			Márgen Bruto Precio Social		
	Situación Actual	Situación Futura	Diferencial	Situación Actual	Situación Futura	Diferencial
	\$	\$	\$	\$	\$	\$
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Avena	13.583.145,82		-13.583.145,82	21.109.878,38		-21.109.878,38
Trigo	401.188.011,59	220.936.851,33	-180.251.160,26	429.853.934,18	232.321.485,99	-197.532.448,18
Maíz Grano	401.820.541,20	260.744.198,34	-141.076.342,87	418.190.139,03	269.116.737,04	-149.073.401,99
Papa	11.324.172,20	437.291.287,11	425.967.114,91	18.804.697,27	483.976.614,20	465.171.916,93
Poroto	10.719.971,33		-10.719.971,33	15.790.397,00		-15.790.397,00
Otras Chacras	15.414.915,19		-15.414.915,19	23.576.804,58		-23.576.804,58
Achicoria	98.393.164,53	696.739.548,93	598.346.384,40	101.055.076,97	713.449.185,83	612.394.108,86
Remolacha	652.052.291,04	1.163.885.243,61	511.832.952,57	677.835.916,17	1.212.248.274,39	534.412.358,22
Tabaco	24.016.280,88	418.430.976,49	394.414.695,61	29.984.517,42	520.803.758,57	490.819.241,16
Semilleros	62.759.885,11		-62.759.885,11	65.656.210,15		-65.656.210,15
Choclo		125.805.916,17	125.805.916,17		143.117.404,16	143.117.404,16
Espárrago	379.233.213,77	1.276.687.049,51	897.453.835,74	418.303.498,81	1.426.323.482,07	1.008.019.983,26
Poroto Granado		148.544.201,86	148.544.201,86		168.431.149,35	168.431.149,35
Poroto Verde		75.925.958,02	75.925.958,02		92.434.553,26	92.434.553,26
Tomate	18.183.717,88	99.071.564,87	80.887.846,99	22.051.964,12	129.800.050,37	107.748.086,25
Zanahoria	274.169.277,75	1.031.545.830,96	757.376.553,21	318.278.792,37	1.182.702.232,43	864.423.440,05
Frutales y Vides						
Arándano	379.561.578,19	5.413.685.834,20	5.034.124.256,01	466.460.892,31	6.535.581.529,39	6.069.120.637,08
Avellano Europeo	-19.091.087,88	1.401.669.929,16	1.420.761.017,04	-16.816.600,55	1.470.988.468,96	1.487.805.069,51
Cerezo	337.262.413,82	4.294.052.177,21	3.956.789.763,38	394.104.878,85	5.947.839.261,22	5.553.734.382,37
Frambuesa	289.461.558,64	1.299.670.044,02	1.010.208.485,39	724.090.287,95	2.415.531.786,81	1.691.441.498,86
Frutilla		720.988.970,58	720.988.970,58		1.592.461.385,88	1.592.461.385,88
Kiwi	-205.234,92	497.066.056,30	497.271.291,22	2.641.199,58	647.754.899,04	645.113.699,46
Manzano	270.424.168,85	2.329.344.585,42	2.058.920.416,57	335.674.180,88	2.849.766.401,11	2.514.092.220,23
Nogal	-52.334.048,59	5.437.757.704,00	5.490.091.752,60	-47.676.139,77	5.637.368.375,83	5.685.044.515,60
Pera						
Otros Frutales	39.520.131,08	125.855.708,54	86.335.577,46	53.525.798,04	156.409.389,40	102.883.591,36
Vid Vinífera						
Alfalfa	30.070.592,31	303.747.615,50	273.677.023,20	32.596.356,93	332.144.538,65	299.548.181,72
Trébol	59.651.423,98	278.957.116,25	219.305.692,27	63.925.324,12	305.640.609,19	241.715.285,07
Maíz Silo	101.780.758,61	172.041.185,07	70.260.426,46	107.887.940,04	182.923.598,57	75.035.658,53
Pradera Mixta	114.434.869,21	500.090.712,91	385.655.843,70	122.748.887,57	538.945.650,33	416.196.762,76
Otras Praderas	55.019.011,50		-55.019.011,50	58.456.289,18		-58.456.289,18
Pradera Mejorada	35.537.074,91		-35.537.074,91	38.029.802,01		-38.029.802,01
Pradera Natural	171.374.236,61		-171.374.236,61	184.737.825,16		-184.737.825,16
Total Riego	4.175.326.034,60	28.730.536.266,37	24.555.210.231,77	5.080.878.748,76	35.188.080.822,05	30.107.202.073,30
Total Área	4.175.326.034,60	28.730.536.266,37	24.555.210.231,77	5.080.878.748,76	35.188.080.822,05	30.107.202.073,30

Fuente: Elaboración Propia.

Se debe señalar que para cumplir el cambio necesario desde Situación Actual a Situación Con Proyecto se consideró un programa de fortalecimiento y de aplicación tecnológica por 8 años.

Se implementará un total de cinco parcelas demostrativas de 200 m² cada una. Estas unidades de validación estarán ubicadas en las propiedades de los agricultores beneficiados; una de ellas se utilizará en el entrenamiento permanente en métodos de riego.

Las parcelas deben estar disponibles para ser visitadas por toda la comunidad. Además, con el objetivo de proporcionar una mayor utilidad a los módulos se organizarán días de campo cada dos meses en donde además de entregar capacitación y transferencia se debe dar un aire de camaradería con el propósito de que éstos sean más atractivos y, al menos, para integrar de esta forma a los agricultores a participar en forma activa en el programa.

Junto con lo anterior, se considera necesaria la emisión de boletines informativos y/o de extensión que serán distribuidos a la totalidad de los beneficiarios del programa y se entregarán en los días de campo. Finalmente, se debe contemplar la realización de videos que muestren el avance del programa y su evolución en el tiempo.

Los costos por año ascienden a los \$7.799/ha en el año 1, \$6.996/ha en el año 2, \$6.991/ha en el año 3, \$7.006/ha en el año 4, \$7.010/ha en el año 5, \$7.012/ha en el año 6, \$7.016/ha en el año 7 y \$7.020/ha en el año 8.

5.9 MANO DE OBRA

En Situación Actual el requerimiento de mano de obra permanente en el área de estudio asciende a 339,2 personas, considerando que cada obrero trabaja 24 días al mes. Entretanto, en Situación Futura, este tipo de empleo asciende a 359.015,5 jornadas totales anuales, lo que equivale a 1.246,6 personas mensuales.

De esta manera, se deduce que por efectos de la ejecución del presente proyecto, hacia el año 2028, los puestos de trabajo permanente se incrementarían en más de tres veces, evolución que corresponde a 907,4 unidades de nuevas plazas de colocación.

Teniendo en consideración la demanda de mano de obra permanente en situación actual, del orden de 97.691 jornadas, y la estimada en plena madurez del proyecto, año 2028 con 359.015,5 jornadas de trabajo permanente; la tasa interanual de crecimiento de los requerimientos de mano de obra, entre ambas situaciones, alcanza a 7,957%.

Con el propósito de realizar el balance de mano de obra, se utilizó 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 2028, equivalente a 9.960 personas, se concluye que ésta satisface plenamente los requerimientos de mano de obra permanente en la plena madurez del proyecto.

Figura 5-2: Identificación de áreas de Riego y Secano en Sectores 1, 2 y 3.

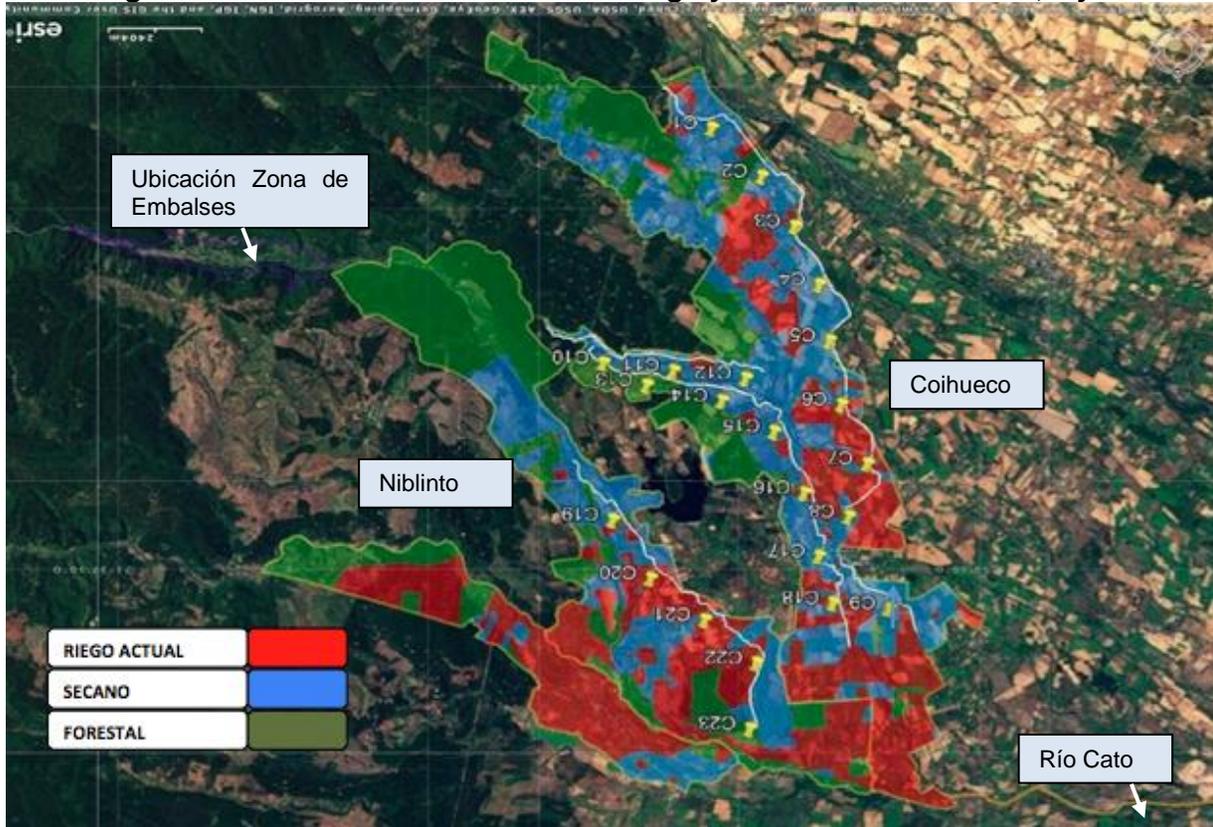


Figura 5-3: Cultivos de Arandanos Sector 1



Figura 5-4: Cultivo de Frambuesa Sector 2



Figura 5-5: Packing de Zanahoria Sector 3



6 ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL, PAC Y TALLERES LEGALES

6.1 ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL

El objetivo general del Estudio de Análisis Ambiental fue estudiar y evaluar ambientalmente tres Sitios donde podría ser emplazado el embalse Niblinto, evaluando en forma preliminar los potenciales Impactos Ambientales que se podrían generar durante la implementación y operación del proyecto, con el fin de analizar fundadamente la pertinencia de ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), elaborando los respectivos Planes Preliminares de Manejo y Seguimiento Ambiental, y sus costos asociados, de tal forma de lograr su comparación y análisis de ventajas y desventajas en este aspecto a través del levantamiento de línea de base. Para ello se han realizado campañas de Flora y Fauna terrestre y acuática, arqueología, paisajismo, calidad de agua, etc. De acuerdo a los resultados de los estudios de línea de base, el emplazamiento de cualquiera de las alternativas de embalse, no presenta restricciones absolutas para la ejecución de estas, sin embargo se consideran medidas de diseño, mitigación, reparación y compensación, para los efectos ambientales identificados.

En la Tabla 6-1 se indican los principales resultados de las componentes de mayor relevancia para cada una de las alternativas de sitios.

Tabla 6-1: Principales Resultados

Sitio	Flora y Vegetación	Fauna	Flora y Fauna acuática	Calidad de las aguas	Arqueología	Áreas de protección oficial
1	Predominio de bosque con plantaciones (5 especies en CC).	45 especies de vertebrados terrestres, 36 corresponden a aves, 3 a mamíferos, 5 a reptiles y 1 anfibios (7 especies en CC).	Se listan en categorías de conservación dos especies de macrocrustáceos y cuatro especies de fauna íctica. De ellas, sólo la especie bagrecito (<i>Trichomycterus chiltoni</i>) se encuentra listada En Peligro y Rara por la RCE CONAMA.	Los parámetros monitoreados que aparecen en la NCh.1.333 para usos de riego y vida acuática satisfacen los requerimientos de dicha norma, salvo la alcalinidad registrada en la estación 1 "Río Niblinto en cola".	No se identifica	Proximidad a Santuario de la Naturaleza Los Huemules de Niblinto , Reserva Nacional Los Huemules de Niblinto , Parte del Sitio 3 se ubica dentro del Sitio Prioritario, Corredor Biológico Nevados de Chillán-Laguna del Laja.
2	Predominio de bosque con plantaciones (5 especies en CC).				No se identifica	
3	Predominio de Bosque nativo (7 especies en CC).				Se identifica 1 sitio, Mina en paredón rocoso.	

Fuente: Elaboración Propia.

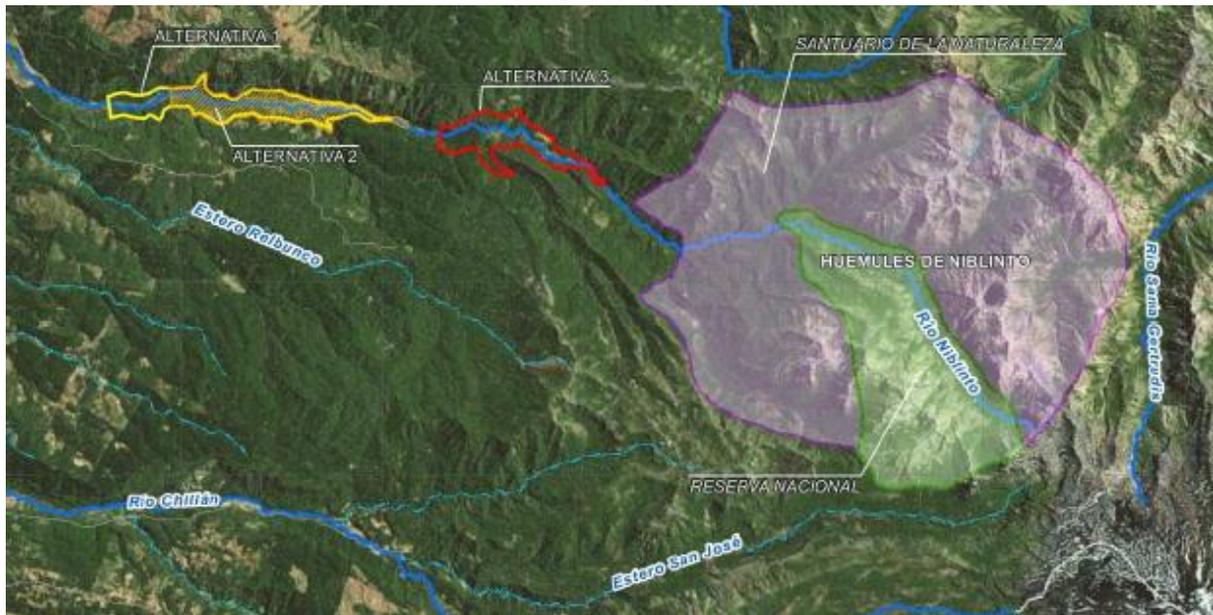
Respecto a la evaluación de impactos se identificaron 18 potenciales impactos en total, los cuales se indican en la Tabla 6-2.

Tabla 6-2: Evaluación preliminar de potenciales impactos

Grado de impacto	Componentes	Sitio
Negativo Bajo	Alteración de la calidad del aire, Aumento del nivel de presión sonora; Intervención de área con valor ambiental; Intervención de aspectos turísticos de la zona; Presión sobre equipamiento y servicios locales/ Alteración en composición demográfica local y presión sobre equipamiento y servicios locales y Modificación de la calidad visual del Paisaje.	1, 2 y 3
	Alteración de suelos.	3
	Alteración del Patrimonio arqueológico	1 y 2
Negativo Medio	Alteración temporal de cauces y calidad del agua; Intervención de la flora y vegetación terrestre; Pérdida de hábitat de la fauna terrestre; Alteración de flujos de transporte y conectividad local y Percepción de riesgos de inundación.	1, 2 y 3
	Alteración de suelos,	1 y 2
	Alteración del Patrimonio arqueológico y Alteración de sitio con protección oficial.	3
Negativo Alto	Intervención flora y fauna acuática.	1, 2 y 3
	Alteración de formación vegetal de alto valor ambiental (bosque de preservación).	3
Medio Positivo	Aumento en las actividades económicas locales.	1, 2 y 3
Alto Positivo	Aumento en las superficies de riego.	1, 2 y 3

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 6-1: Ubicación de los 3 Sitios Embalses – Fuera del Area Santuario de la Naturaleza



6.2 TALLERES LEGALES

Los Talleres Legales tuvieron el objetivo principal de informar y empoderar a los regantes de los canales involucrados en el proyecto, sobre los trámites y beneficios de la Regularización de los Derechos del Agua. Del desarrollo tanto de los Talleres Legales Ampliados como de las Asesorías Legales personalizadas llevadas a cabo por la Consultora, se pueden obtener las siguientes conclusiones:

- Las convocatorias fueron exitosas en términos de participación activa de los regantes y representantes, existiendo altos índices de concurrencia y participación posterior de los involucrados.
- El apoyo brindado por la Asesoría Legal permanente por parte de ARCADIS fue altamente valorado por la comunidad, por cuanto facilitó el entendimiento de trámites y procesos que resultan complejos, y les permite conocer el proyecto de manera participativa.
- Se detectaron problemáticas asociada a la Falta de Constitución Legal de Organizaciones de Usuarios de Derechos de Aguas (OUAs), en ciertos casos, lo que, por cierto, dificulta la regularización de los derechos de los usuarios. En todos aquellos casos, la Consultora instó por la importancia de constituirse formalmente.
- Asimismo, se detectó en ciertos casos, la falta de conocimiento cabal de la situación concreta de los comuneros.
- En cuanto a la Regularización de Derechos, se observó que la comunidad comprende la importancia de lo que significa realizar este trámite, junto con la buena disposición para con el proyecto. No obstante ello, la mayor preocupación que enfrentan es el alto costo que puede significar esta situación para las comunidades, pues requieren asesoría concreta en materia de regularización y perfeccionamiento de sus títulos.

Figura 6-2: Taller Legal realizado en Septiembre 2012



6.4 PARTICIPACIÓN CIUDADANA

Se realizaron diversas reuniones de participación ciudadana en el transcurso del año 2012, donde se apreció una alta convocatoria especialmente en la zona de Niblinto.

La descripción de las localidades muestra un importante desafío para mejorar las condiciones de vida de sus habitantes, debido a que se trata de poblaciones con baja escolaridad, sobre todo con nivel básico y con importantes porcentajes de ocupación en el área agrícola. Por lo que el proyecto del embalse Niblinto presenta una alternativa importante para asegurar el riego en la zona y mejorar las oportunidades laborales de los regantes y sus familias.

Figura 6-3: Participación Ciudadana Realizada en Mayo 2012



7 ESCENARIOS Y MODELO DE SIMULACIÓN

El área de influencia del embalse Niblinto fue subdividida en 3 sectores, cuyo detalle se presenta a continuación:

- **Sector 1:** Corresponde al sector actualmente regado por el río Cato, tanto en su ribera izquierda como derecha en el área oriente del estudio, no alcanzando la localidad de Coihueco.
- **Sector 2:** Corresponde al área actualmente regada por el río Niblinto, inmediatamente al oriente del Embalse Coihueco.
- **Sector 3:** Corresponde al área ubicada inmediatamente al poniente del Embalse Coihueco y no abastecida por este embalse. Esta área incluye el pueblo de Coihueco, pero no comprende el área regada por el embalse Coihueco.

Los Escenarios de Riego que permiten priorizar los sectores de desarrollo agrícola para los cuales el recurso regulado por el embalse Niblinto es capaz de aportar seguridad de riego se identifican en la Tabla 7-1. El Escenario 2 considera dos posibilidades según el orden en que se considere la incorporación de los diferentes sectores de riego, según si se prioriza Coihueco o Cato luego de satisfacer las demandas del valle de Niblinto.

Tabla 7-1: Escenarios Para el Desarrollo del Riego – Modelo de Simulación

Configuración	Escenario de Riego	Zona Beneficiada	Área Regada (ha)
1	E1	Niblinto+Cato 2	1,000
			2,500
			3,519
	E2	Niblinto+Cato 2+Coihueco	4,500
			6,000
			7,700
			9,205
	E3	Niblinto+Cato 2+Coihueco+Cato 1	10,000
			10,567
2	E1	Niblinto+Cato 2	1,000
			2,500
			3,519
	E2'	Niblinto+Cato 2+Cato 1	4,000
			4,881
	E3	Niblinto+Cato 2+Cato1+Coihueco	6,500
			8,500
			10,567
			10,567

Fuente: Elaboración Propia.

Se desarrollo un modelo de simulación que permitió establecer mediante un balance de oferta y demanda de agua, el tamaño de embalse requerido para el riego seguro de diferentes tamaños de la superficie de riego.

En la Tabla 7-2 Volúmenes de Embalses (Hm³) se presentan los resultados, de todos los escenarios definidos, para las tres alternativas de embalses. En el sitio 1 (ubicado más aguas abajo), se requiere un volumen máximo de 115,7 millones de m³ para abastecer a la totalidad de las áreas de riego de Niblinto, Coihueco y Cato, con una seguridad de riego al menos de un 85%.

Tabla 7-2: Volúmenes de Embalses (Hm³)

Escenario de Riego	Zona Beneficiada	Área Regada (ha)	Sitio 3 (Hm ³)	Sitio 2 (Hm ³)	Sitio 1 (Hm ³)
		1.000	7,1	6,7	6,7
E1	Niblinto+Cato2	2.500	19,9	19,0	18,9
		3.519	28,7	27,8	27,7
E2	Niblinto+Cato2+Cato1	4.000	32,2	31,3	31,2
		4.881	40,2	37,5	37,4
		4.500	37,0	35,9	35,8
E3	Niblinto+Cato2+Coihueco	6.000	59,9	51,0	49,8
		7.700	85,5	76,6	75,4
		9.205	111,2	99,3	98,1
		6.500	66,0	57,1	55,9
E4	Niblinto+Cato2+Coihueco+Cato1	8.500	96,1	87,2	86,0
		10.000	125,8	108,3	107,1
		10.567	139,9	116,9	115,7

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 7-1: Sectores Utilización en el Modelo de Simulación.



8 DISEÑOS PRELIMINARES

Comprendió el diseño y estimación de costos, a nivel de prefactibilidad, del muro de embalse con sus respectivas obras anexas y complementarias, para tres sitios ubicados sobre el río Niblinto.

Para obtener la estimación de inversión se proyectó en cada sitio cinco alternativas de tamaños de embalse con distintas alturas de muro, de esta forma se pudo construir la curva de costos en función de la altura de muro (o volumen útil total). Las obras hidráulicas anexas al muro consideradas dentro del análisis correspondieron a las siguientes:

- Túnel de desvío.
- Ataguías.
- Plinto del muro del embalse.
- Evacuador de crecidas.
- Obra de toma y desagüe de fondo.

Los volúmenes totales máximos de cada embalse, correspondientes a la alternativa de muro más alto, se muestran en la siguiente Tabla:

Tabla 8-1: Volumen Máximo Total de Embalses por Sitio

Sitios	Altura Máxima de Muro Estudiada (m)	Superficie Máxima Inundada (Ha)	Volumen Máximo Total Embalse (Hm ³)
Sitio 1	143	475,72	249,22
Sitio 2	138	493,00	268,71
Sitio 3	152	274,58	153,46

Fuente: Elaboración Propia.

Los criterios relevantes para el diseño de las distintas obras hidráulicas que componen el embalse Niblinto fueron las siguientes:

- Se consideraron para todas las alternativas en estudio muros de CFRD.
- El vertedero de excedencias es de descarga libre sin ningún tipo de compuerta de regulación.
- El caudal de diseño de las obras de desvío (Túnel + Ataguías) corresponde al de una crecida con período de retorno igual a 20 años.
- La entrega a riego y el desagüe de fondo se realizarán a través de un solo conducto de acero, al interior del túnel de desvío, en cuyo final se sitúa una válvula de regulación tipo Howell-Bunger.
- Durante la etapa de desvío, los túneles funcionarán a régimen libre con revancha mínima de 1 m hasta la clave de la obra. Su geometría corresponde a una sección de arco de medio punto.
- Para los vertederos de excedencias se consideró una carga máxima de diseño igual a 3 m.

- El coronamiento del muro presentará una revancha de 2 m sobre la carga de diseño del vertedero.
- El vértice inferior de las rejillas de captación de la bocatoma se ubicarán al ras del nivel muerto correspondiente al Sitio del embalse.

Además, se consideraron los costos asociados a la implementación de un sistema de aforo de caudales en forma remota. Para el sistema del embalse Niblinto se ha definido la solución WiseFlow, el cual consiste en un sistema que combina hardware y software dedicado para la provisión de una solución integral para la gestión del recurso hídrico en grandes sistemas hidráulicos en el que se interactúan embalses, canales matrices, derivados, trasvases, etc y las comunidades de agua. El sistema se compone de sensores electrónicos, equipos de monitoreo y comunicación WiseFlow 0020 y la aplicación web WiseFlow para el manejo de la información muestreada.

Figura 8-1: Obras Diseñadas en Sitio 2 – Planta General.

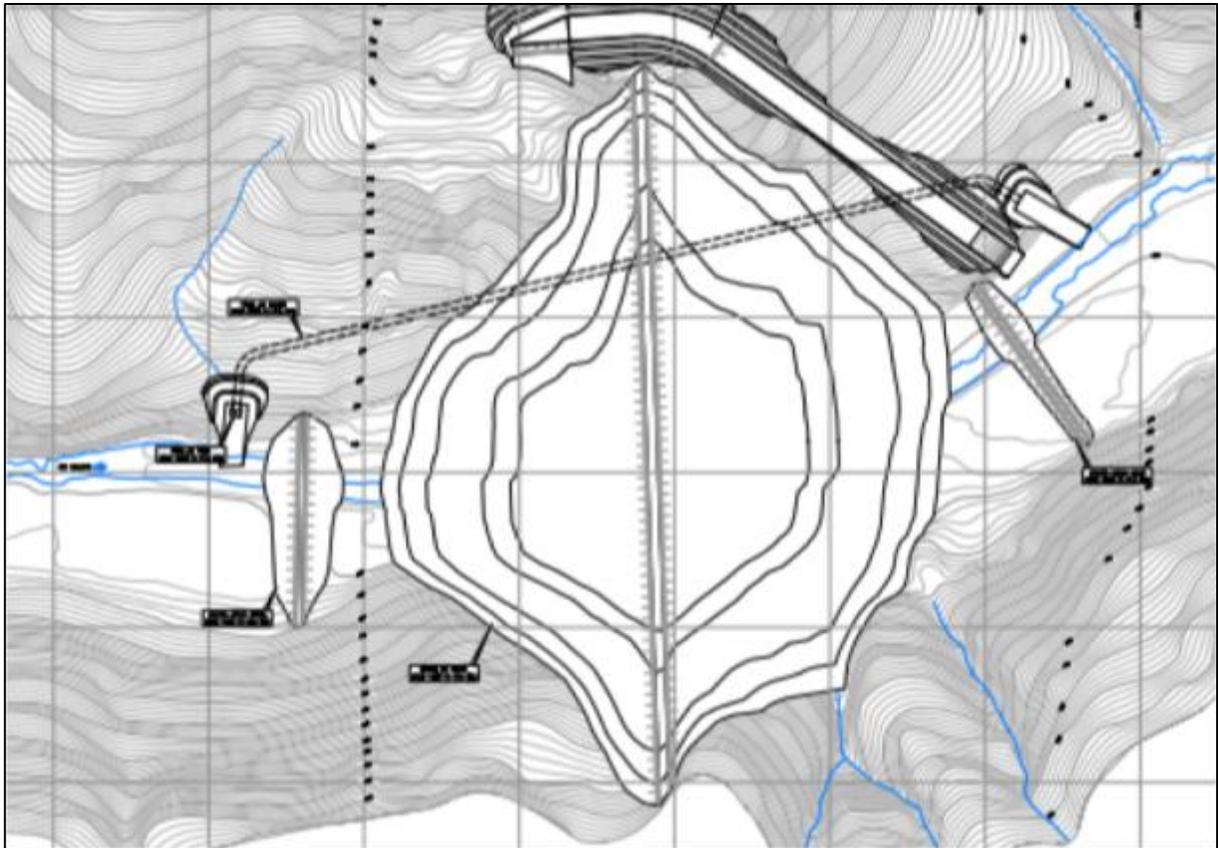
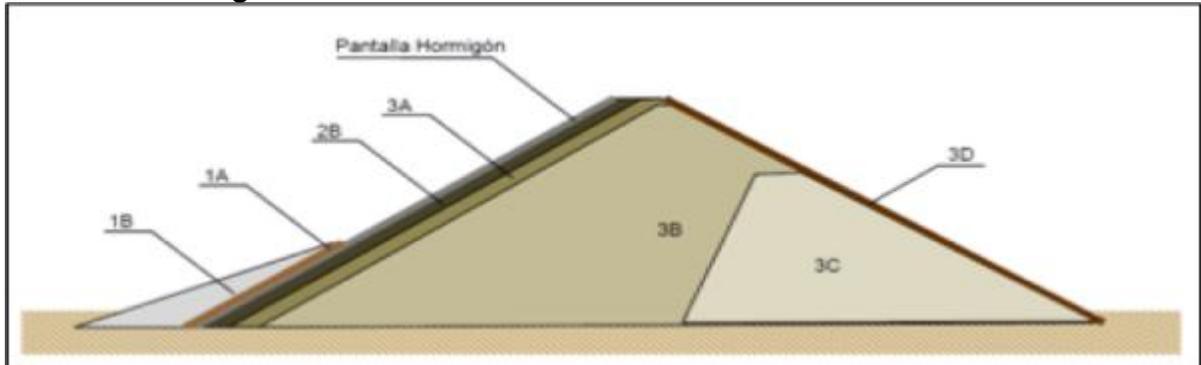


Figura 8-2: Obras Diseñadas en Sitio 2 – Corte Muro CFRD



9 ESTUDIO DE TENENCIA DE TIERRA

Los predios involucrados en las alternativas donde se emplazarán las obras del futuro embalse Niblinto corresponden a 13 en el sector 1, 7 en el sector 2 y 4 en el Sector 3. En el caso de los canales de trasvase 1, 2 y 3 se afectarían 37 predios de los cuales 17 corresponden a terrenos forestales de acuerdo con el destino de propiedad.

Algunas de las propiedades afectadas corresponden a Forestales, Celco y Rio Grande, con propiedades en los 3 sectores y en los 3 canales de trasvase, anticipándose a una posible negociación, se estima a priori, que el valor del metro cuadrado de dichos inmuebles será mayor al de un predio ubicado en el mismo sector, pero que no sea explotado forestalmente, ni se encuentre sujeto a un Plan de Manejo aprobado por CONAF.

De acuerdo a los antecedentes presentados la alternativa más favorable para ubicar el futuro embalse Niblinto, desde el punto de vista del análisis de expropiaciones, sería la alternativa ubicada en el Sector 3 ya que presenta un menor número de propietarios con quien negociar, una mayor precisión en los datos entregados y los costos son relativamente competitivos en relación a los sectores 1 y 2.

10 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.

- 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

Se utilizó el primero de los métodos para el análisis de rentabilidad del proyecto. Los dos restantes se utilizaron solo como referencia, dado que históricamente este tipo de evaluaciones, debido a la falta de antecedentes confiables que avalen su uso.

La evaluación social se ha realizado considerando los lineamientos entregados en el documento “Metodología de Preparación y Evaluación de Proyectos de Riego”, del Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO) así como en el documento “Manual para el Desarrollo de Grandes Obras de Riego” (Consejo Ministros para La Comisión nacional de Riego, 2011)

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

10.1 BENEFICIOS AGRONÓMICOS

Los beneficios del proyecto se generan al aumentar la seguridad de riego para las tierras beneficiadas, permitiendo una mayor producción; ya sea por aumentar la superficie regada en cada año, como por permitir un cambio a cultivos más rentables, al disminuir el riesgo del abastecimiento de agua.

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 10-1.

Tabla 10-1: Resumen de Flujos Situación Sin Proyecto y Futura Total Área (\$)

Años	Situación Sin Proyecto		Situación Futura	
	P. Mercado	P. Social	P. Mercado	P. Social
0	2.704.029.769	3.655.618.118	2.704.029.769	3.655.618.118
1	1.916.824.583	2.864.576.236	2.704.029.769	3.655.618.118
2	2.076.528.842	3.036.650.553	2.704.029.769	3.655.618.118
3	3.265.317.078	4.320.466.671	-1.470.746.526	70.821.916
4	3.102.954.111	4.150.267.409	-4.543.088.042	-2.338.639.864
5	2.569.348.272	3.581.135.121	-7.972.339.225	-4.727.931.873
6	3.211.640.584	4.270.332.437	-3.332.439.102	441.333.556
7	1.309.917.545	2.280.065.036	6.445.839.552	10.249.287.693
8	3.003.220.547	3.801.243.246	10.087.433.700	14.726.975.994
9	2.183.761.762	3.016.786.132	14.919.939.132	20.007.649.813
10	2.661.261.096	3.594.750.408	17.519.497.204	22.311.426.369
11	2.380.678.533	3.378.288.726	20.663.516.725	25.980.564.896
12	2.369.144.491	3.361.489.539	23.077.044.389	28.916.440.489
13	1.698.391.394	2.676.897.060	23.903.542.375	29.973.784.991
14	982.725.664	1.863.424.962	23.863.463.678	29.908.622.783
15	1.146.795.349	2.076.903.103	23.433.344.968	29.546.817.264
16	1.728.230.380	2.528.176.729	23.405.899.270	29.616.229.225
17	364.024.967	1.119.274.655	23.619.424.463	28.986.871.118
18	881.218.550	1.506.155.027	24.108.496.978	29.809.356.653
19	1.954.496.771	2.703.418.120	24.686.873.832	30.653.419.948
20	-1.378.134.455	-563.633.379	22.191.400.416	28.477.869.883
21	2.370.578.196	3.297.774.012	24.110.753.619	30.113.530.111
22	855.795.059	1.719.865.816	22.330.457.630	28.307.154.991
23	2.684.440.659	3.671.121.067	17.840.308.571	23.041.758.792
24	2.324.756.814	3.333.691.414	12.787.609.981	16.427.006.343
25	1.500.619.206	2.459.062.327	8.564.363.856	11.862.700.274
26	2.324.756.884	3.333.691.484	8.418.459.612	12.277.551.161
27	598.443.694	1.531.988.596	14.225.694.065	18.274.855.400
28	1.845.406.795	2.579.761.569	14.720.453.515	19.550.342.432
29	1.627.800.474	2.426.294.615	17.083.848.212	22.467.113.092
30	1.658.390.450	2.534.882.315	17.662.385.409	23.535.629.285

Fuente: Elaboración Propia

10.2 COSTO DESARROLLO DE RIEGO

Los costos asociados a las obras de embalse incluyen los costos asociados a la materialización de un embalse incluyendo la presa, obras anexas e interferencias. También se incluyen los costos para la totalidad de la red de riego asociada a cada escenarios y tamaños de proyecto.

Los costos de expropiaciones se determinaron en base a las superficies de terrenos obtenidas del Estudio de Tenencia de la Tierra. Se distinguieron dos tipos de terreno a expropiar; suelos forestales y suelos agrícolas, asociados a las áreas de inundación de cada sitio de embalse y a las fajas de canales de trasvase proyectados.

Se estimaron los costos de mitigación de los impactos ambientales asociados a las obras de embalse y a los canales de riego durante la construcción y operación de éstos.

Los costos anuales de operación y mantenimiento se consideraron como un 1% de los costos directos de las obras de embalse y red de canales matrices.

Los costos del proyecto se presentan en UF y en US\$, considerando el valor promedio de la UF del mes de Octubre del 2012 de \$ 22.650,36 y un valor del dólar de \$ 500.

En las Figuras 10-1 a 10-6 se presentan las curvas de costos de la red de canales, obras de embalse y costos totales para los 3 sitios en estudio y para las dos Configuraciones de escenarios de riego consideradas. En estas figuras se aprecia claramente los saltos en los montos de inversión que se producen en la curva de costos por efecto de la incorporación de los sectores de riego Cato y Coihueco, a través de las obras de trasvase.

Figura 10-1: Curva de Costos Sitio 1, Escenarios de Riego Configuración 1

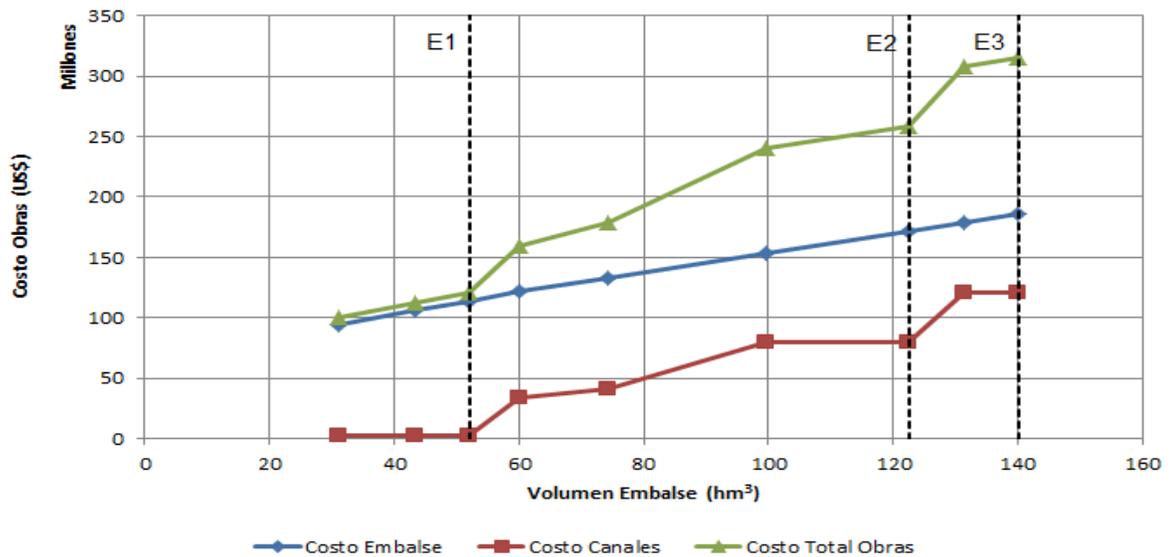


Figura 10-2: Curva de Costos Sitio 2, Escenarios de Riego Configuración 1

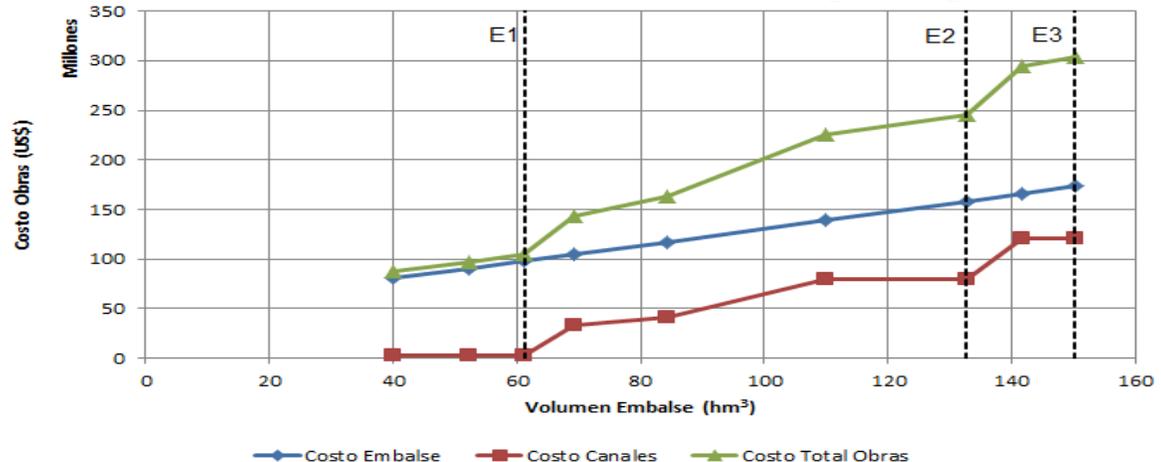


Figura 10-3: Curva de Costos Sitio 3, Escenarios de Riego Configuración 1

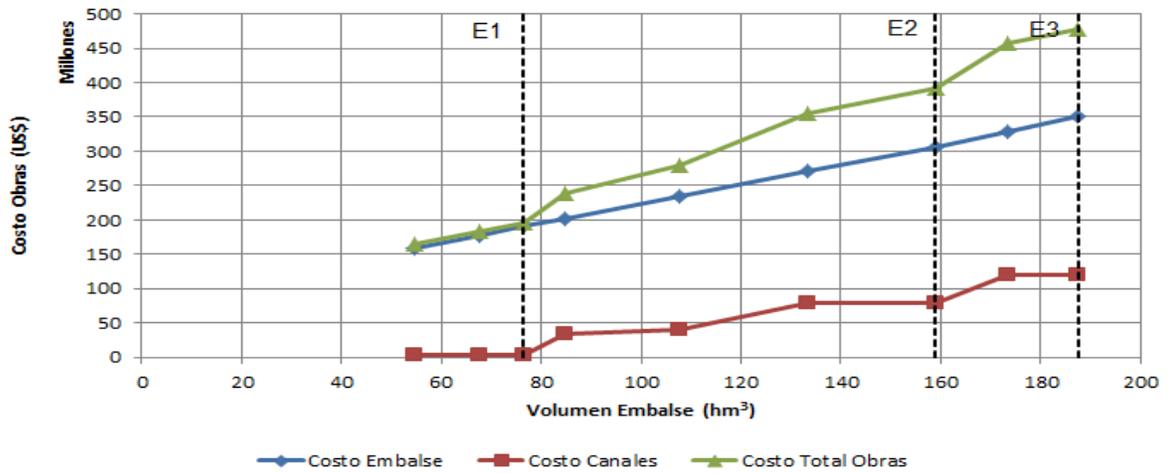


Figura 10-4: Curva de Costos Sitio 1, Escenarios de Riego Configuración 2

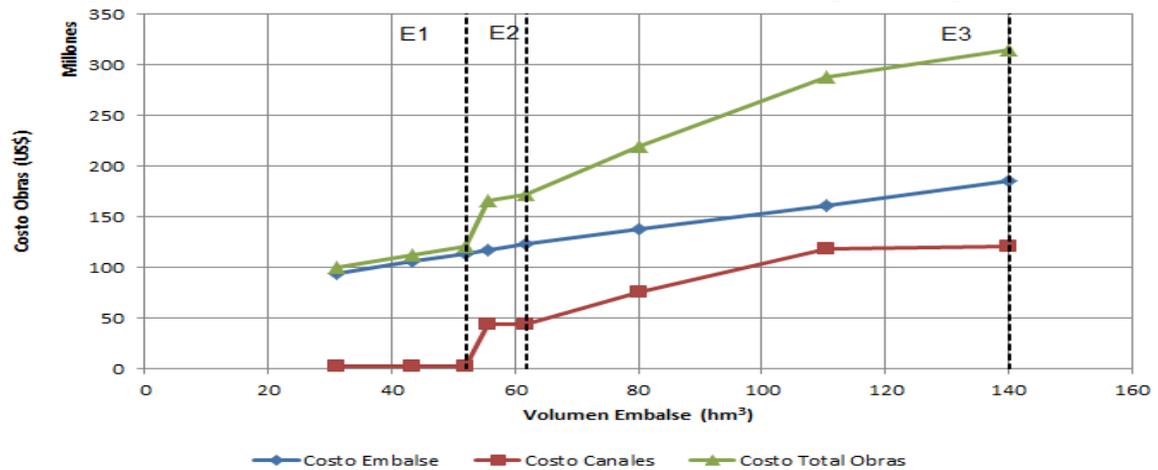


Figura 10-5: Curva de Costos Sitio 2, Escenarios de Riego Configuración 2

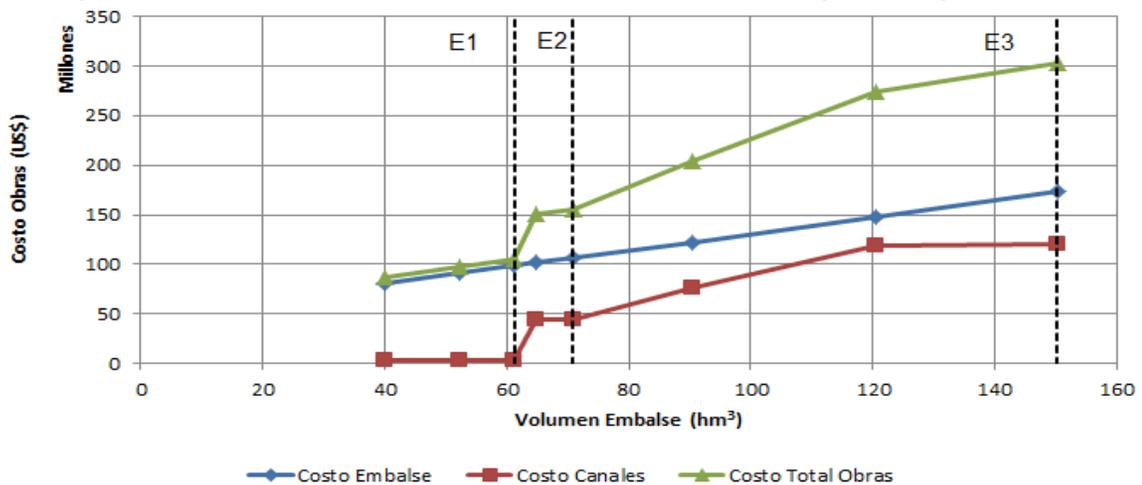
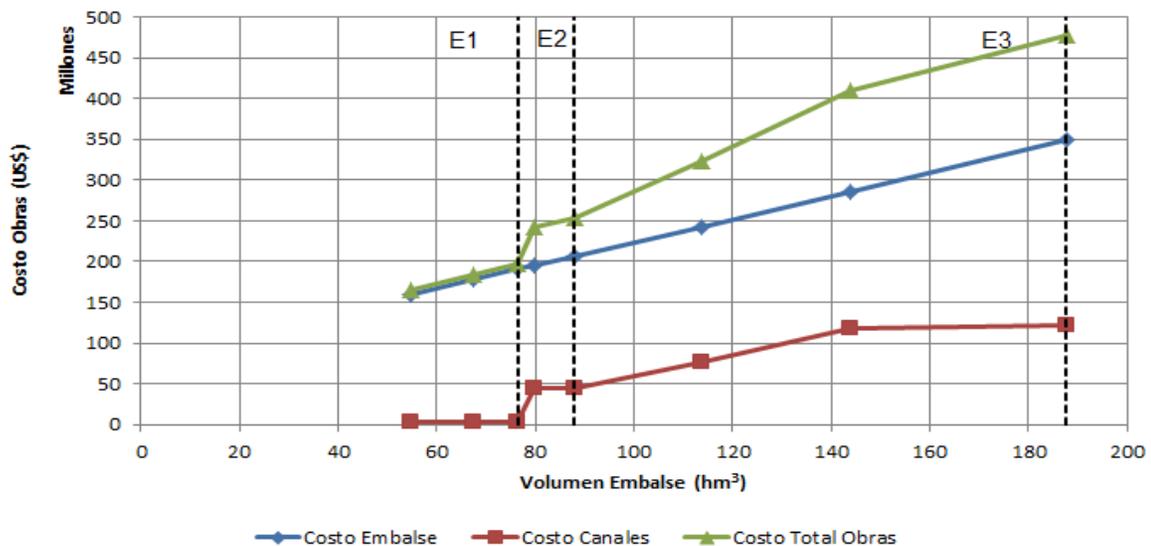


Figura 10-6: Curva de Costos Sitio 3, Escenarios de Riego Configuración 2



10.3 RENTABILIDAD DEL PROYECTO RIEGO

La rentabilidad del proyecto se evaluó en términos de los indicadores VAN y TIR. Conforme a las recomendaciones de MIDESO, la evaluación económica social del proyecto se realizó para una tasa de descuento de 6%.

Los costos y beneficios del proyecto se presentan en UF y en US\$, considerando el valor promedio de la UF del mes de Octubre del 2012 de \$ 22.650,36 y un valor del dólar de \$ 500.

De los resultados obtenidos, se concluyó que el Sitio de embalse 3 no resulta ser rentable para ninguno de los escenarios de superficie de riego considerados. En efecto, los beneficios que se generan en el proyecto no resultan suficientes para compensar la magnitud de las inversiones que se deben realizar para la ejecución del muro de presa y obras complementarias en este sitio. Con base a lo señalado, esta opción de solución fue descartada de los restantes análisis de multiuso para este opción de emplazamiento.

El Sitio 1 presentó rentabilidad positiva sólo a partir de un tamaño de proyecto compatible con una superficie de riego de 5.000 ha. En efecto, lo señalado permite aseverar que para que este sitio presente una rentabilidad positiva, se requiere un tamaño de proyecto que va más allá del solo riego del valle de Niblinto, debiendo incorporarse adicionalmente superficie de riego de los valles de Coihueco y Cato. Para superficies de menor tamaño al valor señalado, los beneficios no compensan a las inversiones que se deben realizar.

Similar situación a la del Sitio 1 se verificó en el Sitio 2 de embalse. Presentando este último una rentabilidad positiva para superficies de riego superiores a 3.500 ha.

La rentabilidad que es posible lograr con la materialización del embalse en el Sitio 2 es siempre mayor que la correspondiente al Sitio 1 atendiendo a que ambos generan los mismos beneficios para una superficie dada, siendo la inversión necesaria para la materialización del embalse en el Sitio 1 es siempre mayor que la inversión para un mismo tamaño en el Sitio 2.

En consecuencia y conforme a lo ya antes definido para ambos sitios, es posible concluir que el Sitio que presenta mejores indicadores corresponde al Sitio 2.

En términos del efecto del orden en que se realizan las inversiones para incorporar las superficies de riego de Cato y Coihueco al proyecto en su conjunto, se desprende que la rentabilidad del proyecto se reciente levemente según la configuración de inversiones que se utilice para materializar los Escenarios del proyecto. En efecto, la rentabilidad del proyecto cae a márgenes negativos si se considera la opción de inversiones para el riego de Niblinto + Cato, mostrando que esta solución no es rentable, por si sola. Es decir la incorporación de las superficies de riego de Coihueco es necesaria para sustentar económicamente el proyecto en su conjunto.

En la Tabla 10-2 y Figura 10-7 se muestran las curvas de VAN para las dos configuraciones de escenarios de riego consideradas y para la evaluación a precios sociales y privados para el Sitio 2.

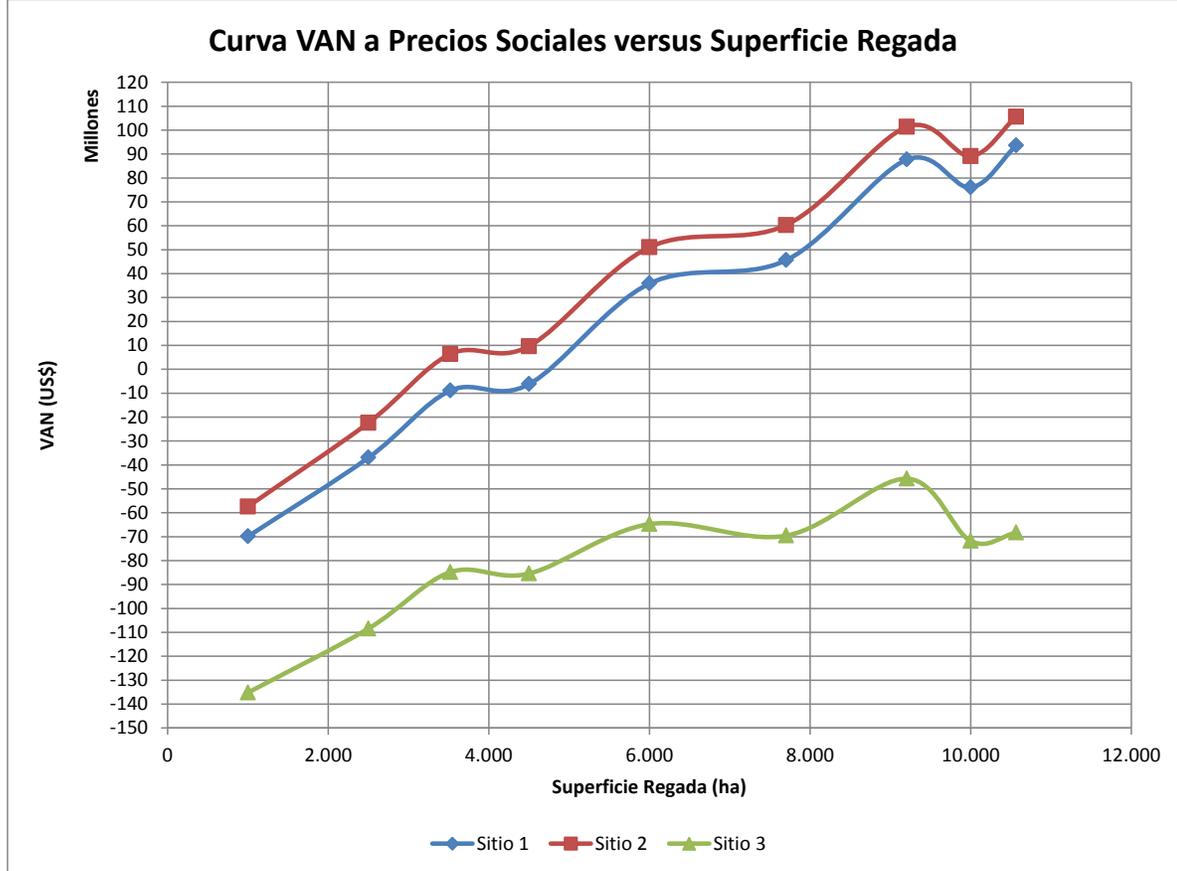
Tabla 10-2: Indicadores de Rentabilidad Sitio 2, Escenarios de Riego Configuración 1

Escenario de Riego	Zona Beneficiada	Área Regada (ha)	Volumen Embalse (hm ³)	Precios Privados			Precios Sociales		
				VAN (US\$)	TIR (%)	IVAN	VAN (US\$)	TIR (%)	IVAN
E1	Niblinto+ Cato 2	1.000	31,1	-66.821.062	-2,7	-0,79	-57.389.521	-0,4	-0,69
		2.500	43,3	-66.061.416	2,2	-0,70	-22.362.303	4,4	-0,24
		3.519	52,1	-65.029.702	4,1	-0,64	6.349.740	6,4	0,06
E2	Niblinto+ Cato 2+ Coihueco	4.500	60,2	-83.559.312	4,1	-0,60	9.668.669	6,4	0,07
		6.000	74,2	-84.142.041	5,4	-0,53	51.031.594	7,8	0,32
		7.700	99,8	-114.178.991	5,2	-0,52	60.282.348	7,6	0,28
		9.205	122,5	-115.573.416	5,9	-0,48	101.372.036	8,4	0,43
E3	Niblinto+ Cato 2+ Coihueco+ Cato 1	10.000	131,5	-144.360.710	5,4	-0,50	89.167.736	7,8	0,31
		10.567	140,1	-145.864.280	5,6	-0,49	105.608.436	8,1	0,36

Fuente: Elaboracion Propia.

La alternativa de mayor rentabilidad corresponde al riego de la superficie potencial máxima, es decir, el riego de las 10.567 ha asociadas a los sectores de riego Niblinto, Coihueco y Cato.

Figura 10-7: Curva de VAN a Precios Sociales, Escenarios de Riego Configuración 1



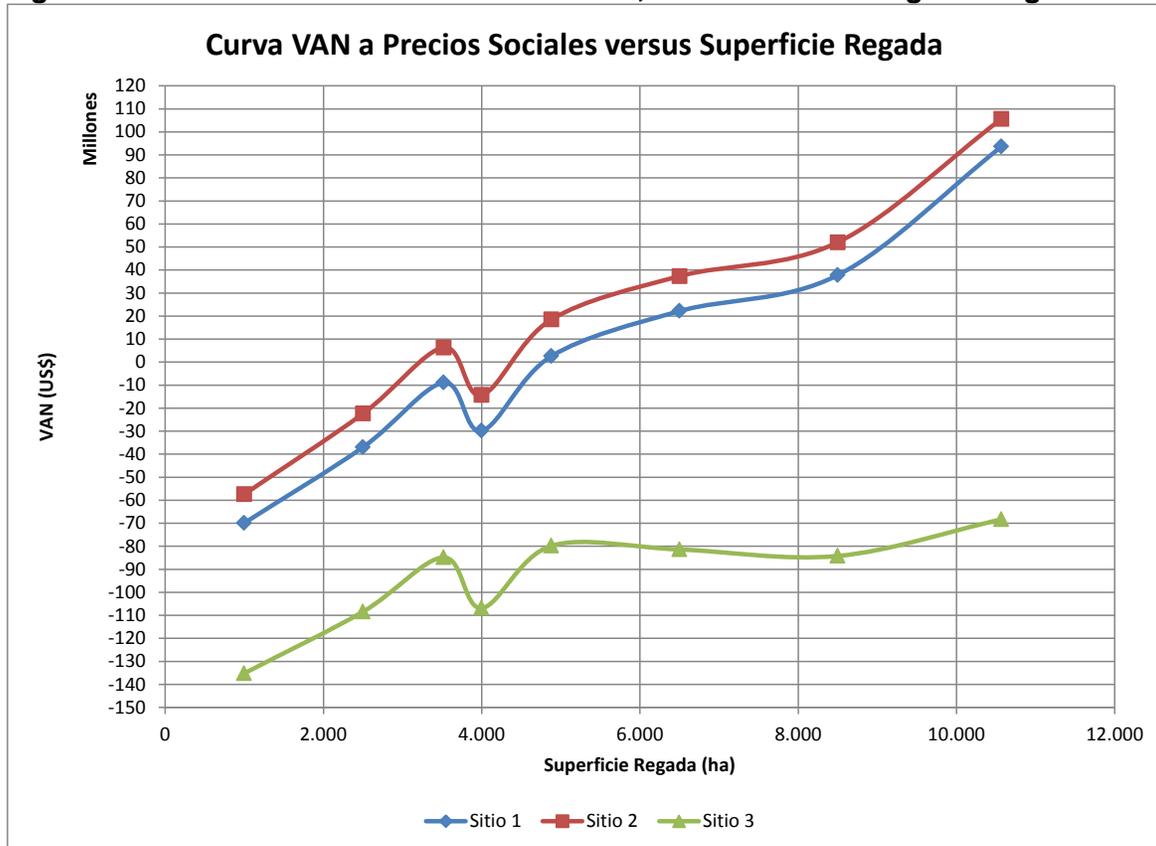
De acuerdo con lo señalado, los mejores indicadores económicos corresponden a los obtenidos en el Sitio 2, con un VAN de MMUS\$ 105 y una TIR de 8,1 %. Las inversiones necesarias para materializar el proyecto de embalse en forma integral en el Sitio 2, ascienden a MMUS\$ 305. De la cifra antes señalada la inversión asociada a las obras de embalse equivalen a MMUS\$ 180 y a las obras de canales a MMUS\$ 125, es decir un 60 % y 40 % de la inversión total respectivamente. La cifra restante corresponde a las expropiaciones y compensaciones ambientales

10.4 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Se realizó un análisis de la sensibilidad en torno al tamaño de mayor rentabilidad para el riego correspondiente a las 10.567 ha asociadas a los sectores Niblinto, Coihueco y Cato. Se sensibilizaron las siguientes variables:

- Inversión en obras de embalse y riego
- Beneficios agronómicos
- Tasa de descuento
- Período de ejecución de las obras
- Eficiencia de riego, se evaluó una disminución en las eficiencias de riego de cada método de riego (Goteo: 90 a 75%; Cinta 90 a 75%; Pivote 90 a 75%; Aspersión 75 a 65%), resultando una disminución del riego promedio de un 14 %, lo cual se traduce en una disminución de los beneficios agroeconómicos en un 10,8%.

Figura 10-8: Curva de VAN a Precios Sociales, Escenarios de Riego Configuración 2



- Tecnificación del riego, se efectuó la sensibilización del efecto ocasionado por el porcentaje de superficie a asignar en situación futura o con proyecto con riego presurizado o tecnificado (78%). Para un 20% del área con riego tecnificado se tiene una disminución de los beneficios agroeconómicos de un 36,1%, asimismo, para un 30% del área con riego tecnificado los beneficios disminuyen en un 28,9%. Finalmente, para un 70% de la superficie con riego tecnificado resulta una disminución de un 7,4% de los beneficios.
- Programa de Transferencia Tecnológica, se evaluaron 3 casos correspondientes al aumento en 3 años del período de transferencia tecnológica y a la disminución en 1 y 3 años de este mismo parámetro.

Tanto para un aumento de la inversión en obras de embalse y riego de un 32% como para una disminución de los beneficios agronómicos en un 24% el sitio de embalse 1 deja de ser rentable económicamente, mientras que el sitio 2 sigue presentando un VAN positivo para un aumento en los costos de un 20%, dejando de ser rentable para un aumento de un 38% de este ítem. En el caso de una disminución de los beneficios, el sitio 2 deja de ser rentable para una disminución de un 27% o superior.

Respecto a la sensibilidad del proyecto con el valor de la tasa de descuento, tanto para el sitio 1 como para el 2 el proyecto no es rentable para tasas mayores o iguales al 8%.

En ambos sitios se aprecia un decaimiento en la rentabilidad si se aumenta el período de ejecución de las obras, sin embargo el proyecto de riego de la superficie máxima sigue siendo rentable para el caso en que las obras tardan 10 años en construirse.

En referencia a la disminución de la eficiencia de riego en un 14%, se tiene que la rentabilidad del sitio 1 disminuye en un 46% mientras que en el sitio 2 el efecto es levemente menor (disminución de un 41%).

Por otro lado, ambos sitios dejan de ser rentables para una disminución del área con riego tecnificado de 20% y 30% del área total, no así para un 70% del área con riego tecnificado.

Finalmente, si se prolonga el período de transferencia tecnológica en 3 años respecto de la situación base, ambos sitios dejan de ser rentables. Por otro lado si se disminuye dicho período de transferencia tecnológica en 3 años la rentabilidad del proyecto aumenta en un 96% para el sitio 1 y en un 85% para el sitio 2.

10.5 ANÁLISIS FINANCIERO Y DISPOSICIÓN DE PAGO

10.5.1 Análisis financiero

El análisis de producción y márgenes netos de los Predios Promedio en el paso de la situación actual a sin proyecto y de actual a futura o con proyecto se fundamentó en las siguientes premisas:

- En la situación actual sin proyecto el año 0 del flujo corresponde a la situación actual. En el año 1 comienza la transición entre la situación actual y sin proyecto.
- En el año 3 comienza la transición entre la situación actual y con proyecto o futura.
- Las obras de regulación se construyen en cuatro años (años 0, 1, 2 y 3), en una distribución de costos de 15% en los primeros tres años (0, 1 y 2) y 55% para el último año.
- El establecimiento de cultivos según el estrato de tamaño se produce entre tres y seis años. En el caso de la ganadería, la estabilización se produce entre los cinco y ocho años.
- La estabilización de márgenes brutos de cultivos anuales, hortalizas, frutales y ganadería se produce entre los tres y catorce años dependiendo del rubro productivo y el estrato de tamaño. Los valores se han obtenido de los respectivos patrones de situación actual, sin proyecto y futura agropecuaria, considerándose éstos según el Predio Promedio en análisis.

Con el objetivo de caracterizar productiva y económicamente los predios, se efectuó para cada uno de ellos la proyección del desarrollo de cultivos, los que llevan implícito los márgenes brutos y costos agrícolas (gastos indirectos, costos financieros, impuestos, capital de trabajo, amortización de crédito, habilitación de terrenos, cortinas protectoras de heladas, asistencia técnica, riego tecnificado y rentabilidad predial de sustento).

El flujo de caja se realizó para un horizonte de 30 años, el cual corresponde al período de evaluación del proyecto. En cada flujo de caja de la situación futura y actual sin proyecto, están incluidos los costos de transferencia tecnológica, inversiones intraprediales y sus costos de mantención, impuestos y los requerimientos de capital de trabajo.

10.5.2 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.

De esta manera en la Alternativa del Sitio 1 el otorgamiento de subsidios por parte del Estado es necesario, calculándose un subsidio ponderado anual de \$6.118.778 por predio y cuya suma de montos alcanza al 25,8% del total de costos de obras de riego.

En la Alternativa del Sitio 2 también es necesario el otorgamiento de subsidios por parte del Estado, calculándose un subsidio ponderado anual de \$5.826.624 por predio y cuya suma de montos alcanza al 25,6% del total de costos de obras de riego.

Finalmente, para la Alternativa del Sitio 3 el subsidio ponderado anual alcanza los \$2.607.845 por predio y cuya suma de montos alcanza al 29,1% 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.

10.6 EVALUACIÓN ECONÓMICA COMO OBRA MULTIPROPÓSITO

10.6.1 Uso Agua Potable

Se consideró el beneficio asociado a dotar de agua potable a Coihueco frente a una situación de vulnerabilidad, cuyos valores se presentan en la Tabla 10-3.

Tabla 10-3: Beneficios Agua Potable

Embalse	Beneficio Anual (US\$)	VAN Riego + Agua Potable (US\$)	TIR Riego + Agua Potable (%)	Aumento Rentabilidad Proyecto Riego (%)
Sitio 1	1.909.530	112.003.144	8,1%	19,7%
Sitio 2	1.909.530	124.040.524	8,4%	17,5%

Fuente: Elaboración Propia.

10.6.2 Uso Turismo

El potencial turístico que se podría desarrollar debido al espejo de agua del embalse, corresponde principalmente a actividades náuticas y equipamiento asociado a este uso. Se evaluó la rentabilidad de este uso considerando tasa de descuento social de 6%. Los beneficios anuales y VAN de riego más turismo se presentan en la Tabla 10-4.

Tabla 10-4: Beneficios Turismo

Alternativa	Beneficio Anual (US\$)	VAN Riego + Turismo (US\$)	TIR Riego + Turismo (%)	Aumento Rentabilidad Proyecto Riego (%)
Sitio 1	239.161	96.496.011	7,8%	3,1%
Sitio 2	239.161	108.561.584	8,1%	2,8%

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 10-9: Ejemplo Usos Turísticos en Embalses



10.6.3 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 cada uno de los siguientes 3 escenarios de generación:

Escenario 1- Generación hidroeléctrica supeditada a la operación del riego.

Escenario 2 - Generación hidroeléctrica independiente de la operación del riego.

Escenario 3- Operación de riego supeditada a la generación hidroeléctrica.

En la Tabla 10-5 se presentan los resultados del análisis de los escenarios de hidrogeneración antes mencionado:

Tabla 10-5: Resultados Escenarios de Generación

ESCENARIOS	SENSIBILIDAD	SITIO 2
1	+ 1 m más de muro	M: 2,7 MMUS\$ H: -2,0 MMUS\$
	+ 2 m más de muro	M: 5,5 MMUS\$ H: -0,8 MMUS\$
	+ 3 m más de muro	M: 8,3 MMUS\$ H: 0,08 MMUS\$
2	-	H: -3,5 MM US\$
3	- 10 hm ³ para operación de la central	H: -2,4 MMUS\$ R: 24,5 MMUS\$
	- 30 hm ³ para operación de la central	H: -1,0 MUS\$ R: 57,6 MUS\$

Fuente: Elaboración Propia.

Donde,

M: Costo adicional muro

H: VAN hidrogenación, tasa de descuento 10%

R: VAN asociado a la superficie que se deja de regar

De acuerdo a los resultados presentados en la Tabla anterior se concluyó que el uso del embalse de riego para hidrogenación no es rentable económicamente para ninguno de los 3 escenarios propuestos.

Figura 10-10: Ejemplo Uso Hidrogenación



10.6.4 Uso Control de Crecidas

Para establecer los beneficios que la operación del embalse como obra para el control de daños durante crecidas, se consideró que los efectos solo se hacen sentir para crecidas superiores a 10 años de período de retorno y que su efecto es linealmente creciente hasta alcanzar el valor consignado. Con esta consideración es posible estimar que el beneficio anual esperado por la operación del embalse para el control de crecidas es de UF 456 al año (esperanza matemática del daño evitado), cifra que al ser agregada a los beneficios del proyecto agrícola genera los beneficios que se presentan en la Tabla 10-6.

Tabla 10-6: Beneficios Control de Crecidas

Embalse	Beneficio Anual (US\$)	VAN Riego + Control Crecidas (US\$)	TIR Riego + Control Crecidas (%)	Aumento Rentabilidad Proyecto Riego (%)
Sitio 1	20.657	93.787.211	7,8%	0,2%
Sitio 2	20.657	105.824.592	8,1%	0,2%

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 10-11: Ejemplo Daño en Viviendas Niblinto



10.7 RENTABILIDAD MULTIPROPÓSITO DEL PROYECTO

En la Tabla 10-7 se presenta la rentabilidad multipropósito del proyecto, considerando el riego, turismo e hidrogenación:

Tabla 10-7: Rentabilidad Multipropósito Proyecto

Sitio Embalse	VAN Riego+ Turismo + Control crecidas + Agua Potable (US\$)	TIR Riego + Turismo+ Control crecidas + Agua Potable (%)	Aumento Rentabilidad Proyecto Riego (%)
Sitio 1	115.144.255	8,2%	23,1%
Sitio 2	127.209.828	8,4%	20,5%

Fuente: Elaboración Propia.

10.8 METODO VALOR DEL AGUA E INCREMENTAL DE LA TIERRA

El método de las transacciones o valor del agua 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.

Se estima de esta manera 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 10-8.

Tabla 10-8: Beneficio de Proyecto utilizando Método de las Transacciones

Sitio de embalse	Beneficio por venta de agua (MMUS\$)
Sitio 1	4,5
Sitio 2	4,5

Fuente: Elaboración Propia.

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.

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 10-9.

Tabla 10-9: Beneficio de Proyecto utilizando Método del Valor Incremental de la Tierra

Sitio de embalse	Beneficio por venta de tierra (MMUS\$)
Sitio 1	37,2
Sitio 2	37,2

Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados antes presentados son discutibles dada una serie de limitaciones que existen para realizar estos análisis. En primer lugar no existen una cantidad de datos suficiente para ambos métodos de análisis que permitan tener resultados precisos. Varios de los datos que se utilizaron para el análisis dependen de factores que no aparece en los registros lo que impide que sean objetivos los resultados. Además no existe un mercado lo suficientemente grande que represente precios de compra venta reales del bien transado, como en es el caso de los derechos de agua en el sur.

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

10.9 MOMENTO ÓPTIMO DE INVERSIÓN

Puesto que los beneficios del proyecto son directamente dependientes del momento en que se inicia la construcción de las obras y el proyecto es rentable para ambos sitios en estudio, entonces el momento óptimo de inversión corresponde a iniciar de inmediato las obras.

11 EXTERNALIDADES

El desarrollo del proyecto de embalsamiento, trae consigo una serie de una serie de beneficios, tanto directos o como indirectos: Aumento y desarrollo de turismo y aumento del volumen de exportaciones; Aumento de la demanda de mano de obra; Incremento de la construcción de vivienda y Desarrollo de Infraestructura; Aumento del comercio y Desarrollo del sector Agroindustrial; Cambio en la estructura Geopolítica, asociada a la migración de individuos a la zona.

12 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo al proyecto realizado es posible plantear las siguientes conclusiones:

- a) Se puede concluir que el área de estudio está conformada por un 33% de agricultores que en la actualidad poseen un nivel tecnológico medio a alto y alrededor del 60% de la superficie beneficiada está en poder de este tipo de agricultores. No obstante, el 67% de los beneficiarios son de nivel técnico bajo, las posibilidades de desarrollo se pueden potenciar al mejorar la baja seguridad de riego con la cual actualmente trabajan, apoyados además por un fuerte programa de Transferencia Tecnológica y Asistencia Técnica.
- b) En relación a los aspectos climáticos, el área beneficiada cuenta con una alta capacidad de acumulación de días grado y horas de frío, lo que posibilita el desarrollo de una amplia gama de cultivos, especialmente frutales de hoja caduca, tales como manzanos, nogales, cerezos, vides viníferas, berries y olivos, entre otros. Además, es factible el riego de cultivos anuales y hortalizas, tales como trigo, maíz, papa, porotos, remolacha, lechuga, tomate y zanahoria, entre otros.
- c) Con el objeto de proporcionar apoyo directo y constante a los agricultores beneficiados por el presente proyecto, es necesario desarrollar un programa de Transferencia Tecnológica y Asistencia Técnica a los futuros usuarios del embalse de 8 años de duración. Este programa debe reforzar la organización de los regantes y la organización institucional de los mismos, a través de programas de gestión, capacitación en distribución de turnos y programación del riego, además se será un aliciente en la validación de los sistemas productivos y las nuevas tecnologías a implementar, de manera de elevar el nivel tecnológico y productivo acorde a las nuevas exigencias que impone una obra de esta naturaleza.
- d) Se analizaron siete alternativas de sitios de embalse, aguas arriba de la cota 400 msnm., de las cuales tres fueron seleccionadas 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 Sitio 1, Sitio 2 y Sitio 3 seguirían adelante con los estudios de prefactibilidad.
- e) Se consideraron muros del tipo CFRD con el fin de optimizar los recursos de materiales y así obtener un menor costo. El muro del **Sitio 1** resultó de 590 m de largo y 119 m de altura, con un volumen de 140 hm³. El muro del **Sitio 2** resultó de 560 m de largo y 118 m de altura, permitiendo almacenar un volumen de 150 hm³. El muro del **Sitio 3** resultó de 498 m de largo y 137 m de altura, permitiendo almacenar un volumen de 116 hm³.

- f) A partir del catastro efectuado, se concluye que la red de riego existente permite el adecuado riego de la zona en estudio. Por otra parte, para robustecer y comunicar los sectores de riego se han definido 5 Canales Matrices (48 Km), 2 Canales de Trasvases y 1 Túnel de Trasvase (54 Km en total) para dar cobertura de riego a los sectores de Niblinto, Coihueco y Cato. El Canal trasvase 1 conduce las aguas al Sector 1 - Cato, particularmente al río Cato, mientras que los trasvases 2 y 3 conducen las aguas al Sector 3 – Coihueco, específicamente a los esteros Coihueco y Relbunco, respectivamente. Los canales matrices 1 al 4, riegan el Sector 3, los matrices 1 y 2 captan sus aguas del Río Coihueco, en tanto que los matrices 3 y 4 captan desde el estero Relbunco. El matriz 5 riega el Sector 2 – Niblinto.
- g) El impacto productivo de las nuevas obras de riego, al pasar desde la situación actual a futura o con proyecto, están muy ligadas al cambio radical que se produce al aumentar la seguridad de riego. Dicho impacto, además de mejorar la productividad de los cultivos desarrollados en la actualidad, posibilita la entrada al riego de 2.350 nuevas hectáreas, que en la actualidad se encontraban en condiciones hídricas de secano. Finalmente, la mayor dotación y seguridad de recursos hídricos, permite la incorporación de especies de tipo multianual, que necesariamente requieren una condición de alta seguridad de riego.
- h) En relación a la generación de nuevos empleos, el proyecto implica la generación de 907 nuevos cupos de trabajo agrícola de tipo permanente en la zona.
- i) Si se comprara la situación sin proyecto con la futura o con proyecto, se puede concluir que esta última, en relación a los beneficios producidos, es más de cinco veces superior. Lo anterior se debe a la baja seguridad de riego actual existente en la zona, lo que no permite grandes cambios, al considerar sólo un programa de transferencia tecnológica sin una obra de regulación.
- j) De acuerdo a los resultados de los estudios de línea de base, los avances de la ingeniería y la legislación ambiental vigente, 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.
- k) Conforme a lo establecido en los artículos 8 y 10 letra a), b) y c), de la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, y en el artículo 3, letras a), b) y c) del DS 95/2001 MINSEGPRES, el Proyecto “Mejoramiento Riego Valle del Río Cato, Embalse Niblinto”, ingresa al SEIA por aplicación de las siguientes causales, **Letra a)** “Acueductos, embalses o tranques y sifones que deban someterse a la autorización establecida en el artículo 294 del Código de Aguas, presas, drenaje, desecación, dragado, defensa o alteración, significativos, de cuerpos o cursos naturales de aguas; **Letra b)** “Líneas de transmisión eléctrica de alto voltaje y sus subestaciones” y **Letra c)** “Centrales generadoras de energía mayores a 3 MW”.

De acuerdo al actual desarrollo de la ingeniería y avance del Proyecto y, como resultado del análisis efectuado en el Estudio de Análisis Ambiental (EAA), se concluye que el Proyecto puede generar y presentar los efectos, características o circunstancias descritos en los artículos del artículo 11 de la LGBMA: Letra b) *“Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire”*, Letra d) *“Localización en o próxima a poblaciones, recursos y áreas protegidas, sitios prioritarios para la conservación, humedales protegidos y glaciares, susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar”*, Letra e) *“Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona”*. Cabe indicar que los literales enunciados precedentemente, corresponden a los artículos 5, 9 y 10 del Reglamento del SEIA.

- l) Conforme a las recomendaciones de Ministerio de Desarrollo Social, la evaluación económica se realizó para una tasa de descuento de 6%. De acuerdo con lo señalado, los mejores indicadores económicos corresponden a los obtenidos en el **Sitio 2**, con un VAN de MMUS\$ 105 y una TIR de 13%. Las inversiones necesarias para materializar el proyecto de embalse en forma integral en el Sitio 2, ascienden a MMUS\$ 305. De la cifra antes señalada la inversión asociada a las obras de embalse equivalen a MMUS\$ 180 y a las obras de canales a MMUS\$ 125, es decir un 60% y 40% de la inversión total respectivamente. La cifra restante corresponde a las expropiaciones y compensaciones ambientales
- m) Se evaluó además el embalse como uso multipropósito considerando turismo e hidrogeneración además de riego. Los indicadores económicos corresponden a una VAN de MUS\$ 132.203 y una TIR de 8,5%. Esto representa un aumento en la rentabilidad del proyecto de riego de 20%.
- n) Tanto para un aumento de la inversión en obras de embalse y riego de un 35% como para una disminución de los beneficios agronómicos en un 25% el **sitio de embalse 1** deja de ser rentable económicamente, mientras que el sitio 2 sigue presentando un VAN positivo para un aumento en los costos de un 20%, dejando de ser rentable para un aumento de un 40% de este ítem. En el caso de una disminución de los beneficios, el sitio 2 deja de ser rentable para una disminución de un 28% o superior.

Respecto a la sensibilidad del proyecto con el valor de la tasa de descuento, tanto para el sitio 1 como para el 2 el proyecto no es rentable para tasas mayores o iguales al 8%.

En ambos sitios, se aprecia un decaimiento en la rentabilidad si se aumenta el período de ejecución de las obras, sin embargo el proyecto de riego de la superficie máxima sigue siendo rentable para el caso en que las obras tardan 10 años en construirse.

En referencia a la disminución de la eficiencia de riego en un 14%, se tiene que la rentabilidad del sitio 1 disminuye en un 4,3% mientras que en el sitio 2 el efecto es levemente menor (disminución de un 3,9%).

Por otro lado, ambos sitios dejan de ser rentables para una disminución del área con riego tecnificado de de 20% y 30% del área total, no así para un 70% del área con riego tecnificado.

Finalmente, si se prolonga el período de integración tecnológica en 3 años respecto de la situación base, ambos sitios dejan de ser rentables. Por otro lado si se disminuye dicho período de transferencia tecnológica en 3 años la rentabilidad del proyecto aumenta en un 91% para el Sitio 1 y en un 81% para el Sitio 2.

- o) La Participación Ciudadana se incluyó desde los comienzos del estudio, cuando los distintos actores involucrados dieron su opinión sobre este Proyecto. Este primer acercamiento, sirvió para que las personas se sintieran parte de del Proyecto, conocer sus percepciones respecto a él y además visibilizarlo ante distintos actores que no tenían conocimiento de éste.

Posteriormente se realizaron reuniones de participación ciudadana en las cuales se les informó de los avances del estudios de prefactibilidad del proyecto, se respondieron las dudas que presentaban los participantes y se registraron sus principales inquietudes y sugerencias para ser analizadas por el equipo de especialistas.

Se puede concluir que las estrategias de participación ciudadana sugeridas por la CNR fueron adecuadas, sin embargo, como forma de retro alimentar el trabajo de participación ciudadana al interior de la CNR, se recomienda considerar que es necesario, antes de comenzar con los estudios de un proyecto de este tipo, realizar reuniones con los regantes para conocer sus problemas de riego y levantar la necesidad de construir un embalse.

Existía un fuerte comentario del Presidente provisorio de la Junta de Vigilancia, Hernán Gutiérrez, señalando que no sabían quién solicitó un embalse. Por lo tanto, analizando esto desde el punto de vista de la participación ciudadana, no debe suceder que se realice un estudio para asegurar el riego de los agricultores de la zona, y que ellos mismos señalen que no saben quién solicito esto. El empoderamiento que los usuarios tengan sobre la importancia de un proyecto, es esencial para que efectivamente apoyen y participen activamente para conseguirlo. Un proyecto no debe ser visualizado por los usuarios como una decisión de otras personas ajenas al territorio, sino por el contrario, como una decisión endógena, de usuarios con una necesidad que resolver. Los usuarios tienen la responsabilidad de presionar para posicionar y que se ejecute un proyecto entre muchos otros, por lo tanto, mientras más empoderados estén desde un principio, mayor trabajo, tiempo y dedicación dispondrán para conseguirlo.

Se recomienda no plantear las reuniones de PAC sólo como instancia de información, sino también como espacio de dialogo y retroalimentación de los expertos. Tener claridad quiénes son los dirigentes de las distintas OUA y trabajar con ellos para solicitar apoyo en la difusión de reuniones de PAC o para conseguir información de distinta índole. Seguir Insistiendo sobre la importancia de la organización de los regantes o del fortalecimiento de sus organizaciones, sobre todo los regantes del río Coihueco que se encuentran más desorganizados que los del río Niblinto y Cato.