



Comisión Nacional de Riego

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD
“CONSTRUCCIÓN EMBALSE DE RIEGO EN
RÍO CHILLÁN, REGIÓN DEL BÍO-BÍO”**

INFORME FINAL

**TOMO I
“RESUMEN EJECUTIVO”**

SANTIAGO, ABRIL DE 2015



ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD “CONSTRUCCIÓN EMBALSE DE RIEGO EN RÍO CHILLÁN, REGIÓN DEL BÍO-BÍO”

**INFORME FINAL
TOMO I**

“Resumen Ejecutivo”

Estudio Elaborado por:



SMI Ingenieros Ltda.

Dirección: Galvarino Gallardo 1576, PROVIDENCIA - SANTIAGO

Fono: +56 02 22359094

www.smi-chile.cl

SANTIAGO, ABRIL DE 2015

CONTENIDO TOMO I RESUMEN EJECUTIVO

1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 OBJETIVOS	2
2.1 Objetivo General	2
2.2 Objetivos Específicos.....	2
3 ANALISIS DE ALTERNATIVAS DEL PROYECTO.....	3
4 ANALISIS HIDROLOGICO y de sedimentacion.....	6
4.1 Caudales Medios Mensuales	6
4.1.1 Análisis Pluviométrico	6
4.1.2 Análisis Fluviométrico	6
4.1.3 Curvas de Variación Estacional	7
4.2 Análisis de Crecidas.....	8
4.3 Análisis de Sedimentación	9
5 DERECHOS DE AGUAS Y ORGANIZACIONES DE USUARIOS	9
5.1 Peticiónes de Derechos de Aguas	9
5.2 Junta de Vigilancia del Río Chillán.....	10
5.3 Derechos de Aguas No Consuntivos e Interferencia con Sitio de Embalse	11
5.4 Análisis de Derechos Excedentes en el Sitio del Embalse	13
6 CONCESIONES MINERAS.....	13
7 ESTUDIO SISMICO.....	13
8 TRABAJOS DE TERRENO	13
8.1 Trabajos Topográficos	13
8.1.1 Poligonal	14
8.1.2 Restitución Aerofotogramétrica	14
8.2 Sondajes	14
8.3 Perfil Sísmico	15
8.4 Sondajes Eléctricos Verticales.....	15
8.5 Calicatas	16
9 INFRAESTRUCTURA DE RIEGO	16
10 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO	17
10.1 Geología Local.....	17
10.2 Hidrogeología.....	17
10.3 Estructuras.....	17
10.4 Caracterización Geotécnica del sitio de Presa	17
➤ Evacuador de Crecidas.....	18

11 MODELO DE SIMULACION OPERACIONAL.....	19
12 PROYECTO PRESA Y OBRAS ANEXAS.....	20
12.1 Diseños Preliminares de Presa y Obras Anexas	20
12.1.1 Presa Tipo CFRD	20
12.1.2 Presa Tipo RCC	22
13 DISEÑO PRELIMINAR MEJORAMIENTO DE LA RED DE RIEGO	25
14 SITUACIÓN AGROPECUARIA	26
14.1 Situación Agropecuaria Actual	26
14.2 Situación Agropecuaria con Proyecto o Futura.....	28
14.3 Precios Unitarios y Presupuesto	31
14.4 Evaluación de Costos Sociales de las Obras	32
15 EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	35
15.1 Evaluación Económica (Situación con Proyecto).....	35
16 Análisis de Generación.....	36
16.1 Derechos de Aguas en Zona de Inundación del Embalse	36
16.2 Potencialidad de Generación sin Embalse	37
16.3 Potencialidad de Generación con Embalse	38
17 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.....	39
17.1 Variable 1: Costos de Inversión	39
17.2 Variable 2: Costos Asociados a la Ejecución Temporal de las Obras	39
17.3 Variable 3: Costos Asociados al Manejo de la Obra	39
17.4 Variable 4: Beneficios	39
18 ANÁLISIS FINANCIERO Y DISPOSICIÓN A PAGO	40
18.1 Análisis Financiero	40
18.2 Disposición a Pago	40
19 ANÁLISIS DE RIESGO Y VALOR RESIDUAL.....	41
19.1 Análisis de Riesgo.....	41
19.2 Valor Residual.....	43
20 ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL.....	44
21 PROGRAMA DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA	46
22 COMENTARIOS Y CONCLUSIONES DEL ESTUDIO	50

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD – CONSTRUCCION EMBALSE DE RIEGO EN RIO CHILAN

RESUMEN EJECUTIVO

1 INTRODUCCIÓN

El Río Chillán, tiene su área de influencia de riego en la Octava Región del Biobío, Provincia de Ñuble y en el uso de sus aguas, involucra principalmente a las comunas de Pinto y Coihueco, y en menor grado a Chillán, y Chillán Viejo, abarcando una superficie actualmente regada cercana a 15.000 ha con baja seguridad, utilizando los recursos permanentes del río Chillan correspondientes a los Derechos de Aprovechamientos de Agua de los propios regantes, recurso que de ser regulado y distribuido con alta eficiencia podría llegar a bastecer unas 5.550 ha adicionales con una seguridad del 85%.

El desarrollo del regadío actualmente presenta notorias deficiencias producidas por una baja seguridad en la disponibilidad hídrica que afecta directamente el desarrollo agrícola de aproximadamente 15.000 ha de secano pertenecientes principalmente a las comunas de Pinto y Coihueco, además de la parte alta de la comuna de Chillán. En años normales a secos los caudales medios son cercanos a los 5 m³/s lo que permite regar hasta 950 ha con seguridad del 85%, situación que limita el desarrollo de cultivos multianuales y rentables. Los recursos hídricos existentes en el valle que provienen principalmente de la pluviometría y acumulación nival, no están mayormente regulados, alcanzando caudales de hasta los 25 m³/s en los períodos y meses más lluviosos.

Respecto de los canales de regadío, éstos no se encuentran revestidos y son extensos (la red tiene una longitud total estimada de 474 Km), y se encuentran sometidos a pérdidas de conducción siendo poco eficientes en la conducción y distribución del recurso.

Ya que existe una gran variación de la disponibilidad hídrica entre los meses de invierno y verano, resulta evidente considerar la construcción de una obra de regulación que aumente la seguridad del riego del valle, en conjunto con un mejoramiento de la infraestructura de las obras de distribución existentes.

Por lo anterior, mediante un llamado a licitación, la Comisión Nacional de Riego (CNR) ha encomendado a la Consultora SMI Ltda. el desarrollo de los estudios y trabajos que permitan definir el mejoramiento de la zona de riego de los productores silvo-agropecuarios ubicados en la cuenca del río Chillán. El proyecto pretende definir alternativas de mejoramiento del riego que considere: una obra de embalse para riego, el mejoramiento de las redes de conducción y distribución que permitan transportar el agua del embalse, además de una análisis del potencial de generación hidroeléctrica que pudiera obtenerse del esta obra.

hidrogeneración, lo cual se deberá hacer acorde a los estudios técnico-económicos del presente estudio.

- Determinar en función de los estudios Agropecuarios y Agro-económicos, las demandas hídricas del proyecto a nivel de Prefactibilidad.
- Efectuar diferentes estudios de ingeniería básica (hidrología, hidrogeología, mecánica fluvial, transporte de sedimentos, geológicos, geotécnicos, topográficos, etc.), para el estudio de las alternativas de presa.
- Analizar la situación agropecuaria actual y proyectarla, en función de la mayor seguridad de riego que cualquiera de las alternativas de proyecto generaría.
- Determinar el Tamaño y Emplazamiento óptimos para la Presa del Embalse, además del momento óptimo de la inversión.
- Plantear escenarios de proyecto con las obras seleccionadas y caracterizarlos con estudios de ingeniería y de agronomía, a nivel de prefactibilidad.
- Incluir el Anteproyecto de la Presa y sus Obras Anexas, así como la red de Canales de distribución.
- Evaluar eventuales interferencias que el proyecto podría tener con instalaciones existentes (caminos, sectores de cultivos, propiedad privada, entre otros) y cuantificar los costos asociados.
- Desarrollar un Programa de Participación Ciudadana
- Realizar un Estudio de Análisis Ambiental del Proyecto (EAA), precisando los impactos ambientales, las medidas de mitigación y sus costos, tanto para el embalse, su red de distribución y las obras de hidrogeneración.
- Determinar los beneficios y costos para cada escenario de proyecto.
- Preparar un programa de Inversión donde se consideren los costos de construcción y operación del embalse y obras anexas, y de la red de canales asociada, además estimar los costos de implementar los planes de Transferencia Tecnológica y Asistencia Técnica, para ser expuestos a la comunidad.
- Evaluación económica del proyecto mediante el Método de la Productividad Marginal o Método del Presupuesto, cuyos resultados deberán ser chequeados a través del desarrollo de los siguientes métodos: 1. Método del Valor Incremental de la Tierra, y 2. Método del Valor de Mercado de las Transacciones de Derechos de Aprovechamiento de Aguas.

3 ANALISIS DE ALTERNATIVAS DEL PROYECTO

Después de haber realizado una exhaustiva inspección de la cartografía existente, tales como las cartas IGM 1:50.000 Recinto, San Miguel, Coihueco y en especial el vuelo 1:10.000 de la CNR del año 1987, y tras de haber realizado visitas a terreno con diversos especialistas, se analizaron posibles sitios de embalse.

Cada lugar analizado presenta ventajas y desventajas respecto de otro, y con el fin de caracterizar cada uno de ellos y poder recomendar la mejor opción se tuvieron en cuenta una serie de criterios, que han sido especialmente pensados para este proyecto y que se relacionan con el objetivo principal de esta consultoría que es poner bajo riego la mayor cantidad de superficie posible, cuya demanda hídrica deberá ser asegurada por la obra. Los criterios tenidos en cuenta para caracterizar cada sitio fueron:

a.- Área de la cuenca a regular (Km²): interesa que sea la mayor posible, con el fin de tener control sobre los afluentes al embalse para, de esta forma, optimizar la operación de la

obra, respetando la constitución de derechos existentes en el río. En el caso que el recurso existente sea abundante un sitio con menor capacidad de regulación puede satisfacer también los requerimientos del proyecto.

b.- Área de riego cubierta (%): interesa que la obra se ubique aguas arriba del área de riego para que no quede ningún sector sin capacidad de regulación.

c.- Volumen embalsado (Hm^3): el proyecto considera maximizar el volumen embalsado en función de los requerimientos hídricos del sistema de riego. Este criterio persigue establecer si existen diferencias notables de capacidad de embalsamiento entre un sitio y otro.

d.- Volumen estimado muro (m^3): el volumen de material requerido para la construcción de la presa es fundamental en la estructura de costos del proyecto, por ello, cada ubicación busca minimizar el volumen requerido.

e.- Relación agua-muro: Se establece como un parámetro de comparación, y que sirve además para compararlo con otros proyectos tanto a nivel nacional como mundial.

f.- Aptitud geológica - geotécnica: la aptitud geológica - geotécnica es fundamental al momento de la elección del sitio de presa. A este nivel, esta caracterización se realiza a nivel de la observación visual, en terreno, de los especialistas complementado con información si existiese. En general, el objetivo es descartar aquellos sitios que a simple vista no son aptos.

g.- Ubicación de yacimientos: la ubicación de la zona de explotación de los materiales para la construcción del muro es importante en la estructura de costos. En lo posible se prefiere que el área de explotación quede aguas arriba del muro en la zona de la cubeta. Con ello se optimiza el traslado del material y el área intervenida queda posteriormente bajo agua.

i.- Disponibilidad de yacimientos: también es posible tener una apreciación, en base a la observación visual, sobre la disponibilidad de materiales existentes en la cuenca para la construcción de la presa. Esta disponibilidad puede hacer variar la elección del tipo de presa a construir.

j.- Tipo de presa: define el tipo de presa factible de construir en cada sitio, en función de los resultados de aptitud geológica – geotécnica y disponibilidad de materiales.

k.- Intervención de infraestructura existente (comunidades, caminos, redes eléctricas, etc): se analiza para cada sitio de presa si en el proceso de construcción y operación de la obra se verán intervenidas comunidades, caminos, redes eléctricas u otras, que deben ser consideradas en el desarrollo del proyecto.

l.- Análisis ambiental: también, en base a la observación de terreno del especialista, apoyado en información si es que existiese, se caracterizan las principales intervenciones ambientales que pudiese provocar el proyecto, las cuales deberán ser tratadas en mayor profundidad en el desarrollo de él.

m.- Inundación de áreas agrícolas cultivadas: se considera, en lo posible, evitar intervenir áreas que presenten algún grado de desarrollo agrícola.

La Tabla 3-1 siguiente muestra la caracterización de cada sitio de presa considerado:

Tabla 3-1 Matriz de Comparación de Alternativas

Aspecto	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Sitio 4	Sitio 5	Sitio 6	Sitio 7
Área de riego cubierta (%)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Rec. Hidrico Disp (Hm3)	415	398	334	279	36	112	160
Volumen embalsado (Hm3)	150	150	150	150	14	10	7
Altura de Muro (m)	100	110	123	130	80	80	60
Longitud Cronamiento (m)	1000	800	600	953	595	500	600
Volumen estimado muro (Hm3)	6	7	5	13	3	2	1
Area de Inundacion (há)	350	322	357	280	42	37	40
Relación agua-muro	25	21	30	12	5	5	7
Aptitud geológica - geotécnica	Mínima	Mínima	Apta	Minima	No se tine acceso	No se tine acceso	Minima
Ubicación de Yacimientos	Aguas arriba	Aguas arriba	Aguas arriba y eventualmente aguas abajo	Aguas arriba y eventualmente aguas abajo	Aguas arriba y eventualmente aguas abajo	Aguas arriba y eventualmente aguas abajo	Aguas arriba y eventualmente aguas abajo
Disponibilidad de Yacimientos	En desarrollo. Estimado Insuficiente	En desarrollo. Estimado Insuficiente	En desarrollo. Estimado Insuficiente	En desarrollo. Estimado Insuficiente	En desarrollo. Estimado Insuficiente	En desarrollo. Estimado Insuficiente	En desarrollo. Estimado Insuficiente
Tipo de Presa	CFRD	CFRD	CFRD-RCC	CFRD	CFRD	CFRD	CFRD
Intervención de infraestructura existente (comunidades, caminos, redes eléctricas, etc.)	Se debe reponer caminos y redes eléctricas	Se debe reponer caminos y redes eléctricas	Se debe reponer caminos y redes eléctricas	Se debe reponer caminos y redes eléctricas	Se debe reponer caminos y redes eléctricas	Se debe reponer caminos y redes eléctricas	Se debe reponer caminos y redes eléctricas
Análisis Ambiental	Inunda sectores forestales y en menor grado bosque nativo	Inunda sectores forestales y en menor grado bosque nativo	Inunda sectores forestales y en menor grado bosque nativo	Inunda sectores forestales y en menor grado bosque nativo	Inunda sectores forestales y en menor grado bosque nativo	Inunda sectores forestales y en menor grado bosque nativo	Inunda sectores forestales y en menor grado bosque nativo
Inundación de áreas agrícolas cultivadas	Inunda un sector de plantaciones	Inunda un sector de plantaciones	Inunda un sector de plantaciones	Inunda un sector de plantaciones	Inunda un sector de plantaciones	Inunda un sector de plantaciones	Inunda un sector de plantaciones

Desde el punto de vista de la geometría de cada emplazamiento, la alternativa N° 3 resultó ser la más recomendable esencialmente por su caracterización geológica – geotécnica. Además para un volumen de almacenamiento del orden de 150 Hm³, es la que requiere una menor longitud de muro y una menor cantidad de materiales para la construcción del muro. Como se puede apreciar de la matriz antes presentada, esta alternativa requiere un 20% menos de rellenos que la alternativa 1 y 40 % menos de rellenos que la alternativa 2.

Por ello, el desarrollo de los trabajos se orientó a caracterizar en forma más específica el sitio N° 3 denominado también Los Pellines, al que nos referiremos en este informe.

4 ANALISIS HIDROLOGICO Y DE SEDIMENTACION

4.1 Caudales Medios Mensuales

4.1.1 Análisis Pluviométrico

El análisis hidrológico del área del proyecto se abordó a través de la información pluviométrica proporcionada por la Dirección General de Aguas (D.G.A), de donde se obtuvo la pluviometría histórica de 10 estaciones cercanas al Río Chillán, que son:

Tabla 4-1 Estaciones Pluviométricas

Estación	Longitud (°)	Latitud (°)	Altura (m.s.n.m)	Precipitación anual media (mm).
DIGUA EMBALSE	71 32 00	36 15 00	390	1470.1
SAN MANUEL EN PERQUILAUQUEN	71 38 00	36 21 00	270	1460.5
BULLILEO EMBALSE	71 24 00	36 17 00	600	2105.1
SAN FABIÁN	71 32 00	36 33 00	460	1661.9
TRUPAN	71 49 00	37 16 00	480	1716.5
FUNDO ATACALCO	71 34 00	36 54 00	730	2329.3
LAS TRANCAS	71 30 00	36 54 00	1200	2179.4
DIGUILLIN	71 38 00	36 52 00	670	2109.2
PEMUCO	72 06 00	36 58 00	200	1224.8
CHILLANCITO	72 25 00	36 45 00	40	1039.4

4.1.2 Análisis Fluviométrico

El análisis fluviométrico se realizó en base a información de 6 estaciones fluviométricas de la Dirección General de Aguas (D.G.A) y la Estación de la Junta de Vigilancia del Río Chillán, que cumplían con los requisitos simultáneos de estar próximos a la cuenca del estudio, con un número de años con registros de al menos 40 años y que se indican en la Tabla 4-2 siguiente:

Tabla 4-2 Estaciones Fluviométricas

Estación	1960										1970									
	0/1	1/2	2/3	3/4	4/5	5/6	6/7	7/8	8/9	9/0	0/1	1/2	2/3	3/4	4/5	5/6	6/7	7/8	8/9	9/0
RIO PERQUILAUQUEN EN SAN MANUEL	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
RIO LONGAVI EN LA QUIRIQUINA	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
RIO LONGAVI EN EL CASTILLO	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
RIO ÑUBLE EN LA PUNILLA	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
RIO RENEGADO EN INVERNADA	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
RIO DIGUILLIN EN SAN LORENZO (ATACALCO)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
RIO CHILLAN	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Estación	1980										1990									
	0/1	1/2	2/3	3/4	4/5	5/6	6/7	7/8	8/9	9/0	0/1	1/2	2/3	3/4	4/5	5/6	6/7	7/8	8/9	9/0
RIO PERQUILAUQUEN EN SAN MANUEL	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
RIO LONGAVI EN LA QUIRIQUINA	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
RIO LONGAVI EN EL CASTILLO	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
RIO ÑUBLE EN LA PUNILLA	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
RIO RENEGADO EN INVERNADA	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
RIO DIGUILLIN EN SAN LORENZO (ATACALCO)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
RIO CHILLAN	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Estación	2000										2010									
	0/1	1/2	2/3	3/4	4/5	5/6	6/7	7/8	8/9	9/0	0/1	1/2	2/3	3/4						
RIO PERQUILAUQUEN EN SAN MANUEL	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■							
RIO LONGAVI EN LA QUIRIQUINA	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■							
RIO LONGAVI EN EL CASTILLO	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■							
RIO ÑUBLE EN LA PUNILLA	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■							
RIO RENEGADO EN INVERNADA	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■							
RIO DIGUILLIN EN SAN LORENZO (ATACALCO)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■							
RIO CHILLAN	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■							

Simbología				
■	■	■	■	■
12 meses	7 a 11 meses	1 a 6 meses	Sin datos	

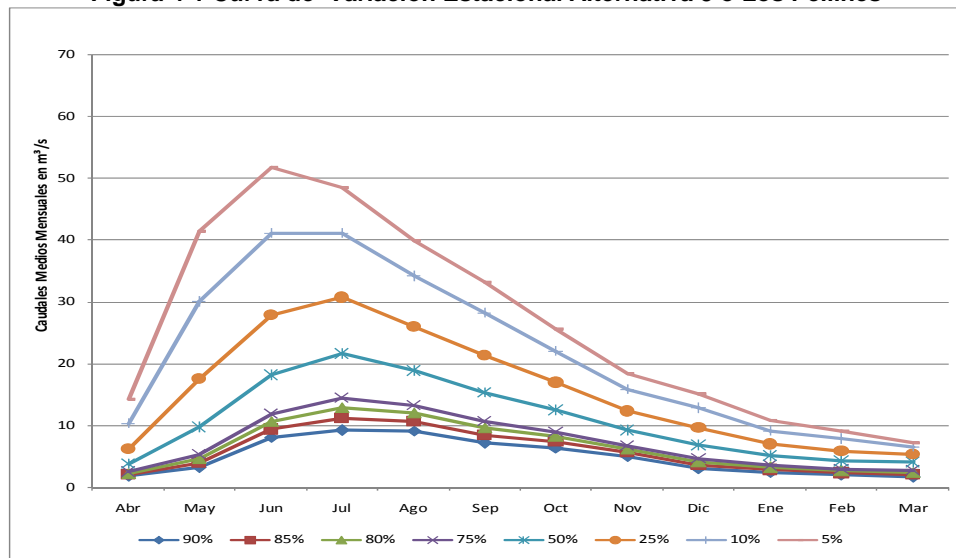
4.1.3 Curvas de Variación Estacional

A cada uno de los meses, de las series de caudales medios mensuales, para la Alternativa 1 del Embalse, se le realizó un análisis de frecuencia, con el fin de poder caracterizar el régimen hídrico de la cuenca. De igual forma que lo indicado en el punto anterior, el análisis se efectúa para la cuenca asociada a la Alternativa 1, y se extiende para las alternativas 2, 3, 4, 5, 6 y 7. A continuación se muestran de manera tabulada y gráfica los resultados obtenidos para el sitio 3 de presa, denominado Los Pellines.

Tabla 4-3 Curvas de Variación Estacional Alternativa 3 o Los Pellines (Transpuesto para Alternativa 3).

P Exc.	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Anual
90	1,78	3,12	8,00	9,14	9,06	7,11	6,35	4,90	2,94	2,38	1,92	1,59	7,02
85	2,02	3,88	9,35	11,14	10,63	8,43	7,33	5,59	3,56	2,80	2,29	2,05	8,01
80	2,25	4,60	10,59	12,84	11,96	9,55	8,16	6,17	4,08	3,16	2,60	2,41	8,79
75	2,47	5,34	11,78	14,39	13,17	10,57	8,92	6,70	4,55	3,49	2,88	2,72	9,46
50	3,77	9,68	18,11	21,56	18,79	15,30	12,43	9,14	6,76	5,01	4,19	3,98	12,16
25	6,16	17,55	27,86	30,66	25,92	21,30	16,87	12,25	9,55	6,93	5,85	5,27	14,86
10	10,22	29,98	41,04	41,06	34,07	28,16	21,96	15,80	12,75	9,12	7,75	6,44	17,29
5	14,25	41,32	51,74	48,51	39,90	33,08	25,60	18,34	15,03	10,70	9,11	7,15	18,75

Figura 4-1 Curva de Variación Estacional Alternativa 3 o Los Pellines



4.2 Análisis de Crecidas

Con el objeto de obtener un índice de precipitaciones para emplear en la cuenca se utilizó la estación meteorológica de Las Trancas. Dado que el análisis de la zona mostró que esta estación es la que mejor representa el índice de tormentas.

El análisis de precipitaciones se efectuó para períodos de 24, 48 y 72 horas, empleando los siguientes métodos:

- Método DGA-AC
- Verni&king
- Verni&king Modificado
- Método Racional Modificado
- Hidrograma Unitario Sintético (H.U.S)

En el caso de la determinación de la PMP (Precipitación Máxima Probable), con la que luego se deriva la CMP (Crecida Máxima Probable) se utilizó, para su estimación, el método de Herschfield, corregido por Stowhas.

Los resultados obtenidos para el sitio N°3, Los Pellines se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4-4 Caudal Máximo Instantáneo - Alternativa Embalse 3, Los Pellines

Periodo de retorno "T"	Caudales Maximos Instantaneos (m3/s), para los Métodos área 3				
	DGA-AC	Verni & king	Verni & king (Mod)	Método Racional (Mod)	H.U.S (24hh)
2	98	172	123	141	220
5	149	236	185	199	293
10	182	278	220	229	339
20	214	318	254	257	382
50	256	369	298	293	434
100	286	408	329	318	473
1000	-	536	436	400	600
10000	-	668	543	478	716
PMP	-	947	770	633	1038

Para el diseño se recomendó emplear los resultados del HUS, para las crecidas de periodo de retorno 1.000 años, de duración 24, 78 y 72 horas. La verificación de las obras puede efectuarse con la crecida decamilenaria o CMP, también para tormentas de 24, 48 y 72 horas.

4.3 Análisis de Sedimentación

La depositación de sedimentos en un embalse ocurre continuamente durante su operación y la capa de sedimentos depositados crece continuamente restando capacidad útil a la obra. Se propone que la vida útil adoptada por el proyecto no sea inferior a 50 años.

Para realizar el análisis se utilizó la estadística de la estación sedimentológica del Río Teno después de Junta con Claro, en consideración que corresponde a una estación en una cuenca a una latitud cercana a la del área en estudio y que cuenta con estadística sedimentológica bastante completa (desde el año 1976 al 2008). De acuerdo a los registros analizados, esta cuenca tiene una producción específica de 352 Ton/año/km².

Por otra parte, la consultora JRI en colaboración con la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile realiza un estudio llamado "Caracterización del Régimen Sedimentológico y Análisis de los Efectos de la Operación de Las Centrales del Proyecto HidroAysen". En dicho estudios también se caracterizan algunas cuencas de Chile central, obteniéndose valores promedios de producción específica de 496 ton/año/km², que corrobora el orden de magnitud de producción específica de la zona.

Debido a la alta incertidumbre de este tipo de estudios, se adoptará de manera conservadora para efectuar las estimaciones una tasa de producción específica de 550 ton/año/Km².

De esta forma el arrastre total de sedimentos a la zona del embalse resulta ser de 115.500 ton/año equivalente a 87.500 m³/año. Si se considera un período de vida útil para el embalse de 50 años se tiene un volumen total de 4,3 Hm³ acumulados.

5 DERECHOS DE AGUAS Y ORGANIZACIONES DE USUARIOS

5.1 Peticiones de Derechos de Aguas

Con el fin de analizar la situación de los derechos de agua en la zona en estudio, se procedió a solicitar los antecedentes pertinentes al Centro de Información de Recursos Hídricos de la DGA (CIRH), al Conservador de Bienes Raíces de Chillán (CBR Chillán) y a la Junta de Vigilancia del río Chillán (JVRCh) obteniéndose la información correspondiente a derechos

superficiales otorgados, solicitados y pendientes. En forma complementaria se consultó el “Catastro General de usuarios de aguas de la subcuenca del Río Nuble y sus afluentes. VIII Región” realizado pro DGA, MOP el año 1987.

En la cuenca del río Chillán se encuentran 436 solicitudes de derechos resueltas por la DGA y 1.382 solicitudes aún en trámite, distribuidas por comunas tal como se muestra en la Tabla 5-1 siguiente:

Tabla 5-1 Resumen Solicitud de Derechos de Aguas

Comuna	Solicitudes Aprobadas		Solicitudes Pendientes	
	Cantidad	%	Cantidad	%
Chillán	201	46,0	784	56,7
Chillán Viejo	29	6,7	237	17,1
Coihueco	157	36,0	251	18,1
Pinto	49	11,3	110	8,1
Total	436	100,0	1.382	100,0

La mayor cantidad de solicitudes, tanto aprobadas como pendientes, corresponden a la comuna de Chillán y han sido solicitadas mayoritariamente por agricultores de la zona con fines de uso agrícola.

La cuenca del río Chillán cuenta actualmente con aproximadamente 2.000 regantes de los cuales aproximadamente el 90 % debe regularizar sus derechos. De acuerdo al análisis legal realizado es posible hacerlo a través del artículo 2 ° Transitorio, que se aplica a los derechos de aguas inscritos en el CBR que están siendo utilizados por personas distintas de sus titulares, a los derechos de aprovechamiento no inscritos y a aquellos derechos que se extraen en forma individual de una fuente natural.

5.2 Junta de Vigilancia del Río Chillán

La Junta de Vigilancia del Río Chillán (JVRCh), es el ente organizador y de reparto del recurso de riego del Río Chillán; su constitución y estatutos constan en la escritura pública de fecha 09 de agosto de 1991, otorgada ante el Notario Público de Chillán don Manuel Bravo Bravo.

Mediante Decreto Supremo M.O.P. (Ministerio de Obras Publicas), de fecha 04 de febrero de 1994 y posterior publicación en el Diario Oficial N° 34.807 de fecha 05 de marzo de 1994, se aprobó la constitución y Estatutos de la referida junta de vigilancia, según resolución DGA N°534 del 11 de marzo de 1994. La Junta se encuentra constituida por un Directorio compuesto de 7 miembros, el cual es elegido periódicamente en una asamblea anual de acuerdo a las normas que establece el Código de Aguas.

Las oficinas de la junta de la vigilancia se encuentran ubicadas en Carrera #679, Chillán, teléfono 042-2430290 y correo electrónico es riochillan@gmail.com.

5.3 Derechos de Aguas No Consuntivos e Interferencia con Sitio de Embalse

De acuerdo con la información proporcionada por el Centro de Información de Recursos Hídricos de la Dirección General de Aguas (DGA), con fecha 7 de octubre de 2013, el estado general de aguas superficiales consuntivas y no consuntivas concedidas en la zona de estudio y toda información recopilado del CBR, se observa que existen interferencias en el sitio N° 3, que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 5-2 Interferencia de DAA en el Sitio N°3

Nombre	Tipo		Coordenadas		Resolución	Tipo Interferencia con la Presa	Qmax (m3/s)
			Norte	Este			
Endesa B	NC, P y C + E y C	Captación	5.922.925	265.416	Res DGA N° 755 (13-08-2002)	En punto de captación	49,16
		Restitución	5.924.275	258.616			
Estero Pierna Blanca	NC, P y C + E y C	Captación	5.924.176	264.261	Res DGA N° 361 (21-12-2009)	En punto de captación	1,5
		Restitución	5.924.273	258.615			
Estero San José	NC, P y C + E y C	Captación	5.921.791	268.541	Res DGA N° 348 (23-11-2011)	En punto de restitución	3,75
		Restitución	5.922.851	265.439			
Ramón Penroz Penroz	NC, P y C	Captación	5.921.823	266.295	Res DGA N° 207 (19-05-2004)	En punto de restitución	0,3
		Restitución	5.92.103	266.245			
Salvador Correa Reymond	NC, P y C + E y C	Captación	5.921.079	266.792	Res DGA N° 390 (30-12-2009)	En punto de restitución	7
		Restitución	5.922.797	265.411			

Nota: P y C (derecho de agua permanente y continuo), E y C (derecho de agua eventual y continuo)

Nota: El caudal otorgado en cada resolución es variable mes a mes. En esta tabla se indica el valor máximo.

De acuerdo con los datos de la tabla anterior y la ubicación de la alternativa 3 de embalse, existen 5 derechos de aguas de tipo no consuntivo, permanente y continuo, que se verían interferidos en sus puntos de captación, devolución y/o ambos por la obra. La Figura 5-1 siguiente muestra la ubicación de cada uno de estos derechos en relación al sitio de la presa Los Pellines.-

Esta situación de existencia de derechos de aguas en la zona del proyecto es de vital importancia en la consideración de la factibilidad de la presa Los Pellines. Los derechos antes indicados se encuentran legalmente constituidos y solo sería posible considerar este proyecto factible en la medida que se llegue a un acuerdo con los poseedores de estos derechos para efectuar la compra de ellos, o bien, implementar proyectos de tipo multipropósito en conjunto que permita el desarrollo de más de una actividad.

Figura 5-1 Lámina Derechos de Aguas No Consuntivos

5.4 Análisis de Derechos Excedentes en el Sitio del Embalse

Se revisó la información sobre derechos de aprovechamiento existentes en el Río Chillán, con la disponibilidad de agua en el sitio de embalse con la finalidad de identificar la existencia de recursos excedentes.

Del análisis puede observarse que no existe disponibilidad de derechos de agua de ningún tipo, ni permanentes ni eventuales. Hay déficit de derechos otorgados en la cuenca, es decir, existen más asignaciones que caudal en la zona. Recuérdese que en esta situación no se ha contabilizado los derechos de la Junta de Vigilancia al no existir equivalencia en caudal de sus acciones, por lo que este déficit sería mayor aún.

6 CONCESIONES MINERAS

Con el objetivo recoger toda la información catastral correspondiente al estudio del posible emplazamiento de un embalse de regadío en el río Chillán, se realizó un análisis en la zona del proyecto sobre las distintas pertenencias mineras, y se identificó que esta zona no se encuentra ubicada en ningún pedimento en trámite o solicitud de mensura ni pedimento constituido.

7 ESTUDIO SISMICO

Con el fin de caracterizar sísmicamente el área en donde se desarrollará el proyecto, se realizó un análisis sísmico de tipo probabilístico. Este análisis consideró dos principales fuentes sismogénicas existentes en la zona: interplaca tipo thrust e intraplaca de profundidad intermedia.

En el análisis se utilizaron las leyes de atenuación de Ruiz y Saragoni (2005) por ser las estimaciones más recientemente efectuadas y con datos exclusivamente chilenos y que considera la separación de fuentes sismogénicas antes mencionada. A modo de conclusión se estableció para la zona la ocurrencia de un sismo que combina a fuentes de generación: tipo thrust, intraplaca de profundidad intermedia y cortical, con las siguientes aceleraciones máximas esperadas:

Tabla 7-1 Valores de la aceleración horizontal para diversos periodos de retorno considerando fuentes interplaca tipo thrust, intraplaca de profundidad intermedia y corticales

Período de Retorno (años)	Pga (g)
475	0,376
1.950	0,549
9.900	0,771

8 TRABAJOS DE TERRENO

8.1 Trabajos Topográficos

En la zona del proyecto se efectuaron 2 tipos de trabajos de terreno: la construcción de una poligonal de apoyo y la restitución, a través de un vuelo Lidar existente, de la zona del proyecto a escala 1:10.000 y de la zona de presa y área de inundación a escala 1:2.000.

8.1.1 Poligonal

La Poligonal Principal de este estudio abarca toda la zona del proyecto, esto es presa y áreas de riego.

Las coordenadas de partida para este estudio se obtuvieron a partir del vértice IGM COIHUECO, ubicado en las instalaciones del Campamento Coihueco perteneciente a la DOH y cercano a la zona de estudio. Mientras que la cota se obtuvo a partir del PR EN-38 perteneciente al estudio del Embalse Niblinto y realizado por la CNR en el año 2012.

8.1.2 Restitución Aerofotogramétrica

Se realizó una restitución aerofotogramétrica a escala 1:10.000, de toda la zona del proyecto, que abarcó aproximadamente 25.000 ha, y una restitución de la zona de la presa y su área de inundación que abarcó aproximadamente 500 ha.

8.2 Sondajes

Para definir las propiedades del suelo donde se fundará la presa y definir las condiciones de fundación para esta y sus obras anexas, se definió la realización de 6 sondajes: 1 en el centro del valle, 3 en la ribera derecha y 2 en la ribera izquierda. La ubicación y distribución de los sondajes se presenta en la Tabla 8-1 y su ubicación relativa se presenta en la Figura 8-1

Tabla 8-1 Ubicación Prospecciones en Fundación de la Presa

Tipo	Nombre	Sector	Norte (m) WGS - 84	Este (m) WGS - 84
Sondaje Mecánico	S1	Sitio 3 - Los Pellines	5.923.983	262.617
Sondaje Mecánico	S2	Sitio 3 - Los Pellines	5.924.002	262.607
Sondaje Mecánico	S3	Sitio 3 - Los Pellines	5.924.040	262.615
Sondaje Mecánico	S4	Sitio 3 - Los Pellines	5.923.924	262.767
Sondaje Mecánico	S5	Sitio 3 - Los Pellines	5.924.122	262.644
Sondaje Mecánico	S6	Sitio 3 - Los Pellines	5.924.099	262.639

Figura 8-1 Ubicación Sondajes



8.3 Perfil Sísmico

De modo de completar la información de los sondajes mecánicos, se realizó la ejecución de un perfil sísmico en la ribera sur del río, de aproximadamente 300m de longitud ubicado entre las coordenadas 262.851E, 5.923.903N y 262.563E, 5.924.048N. Este perfil sísmico cubre, aproximadamente, la distancia existente entre los sondajes S1-S2 y S4. El objetivo de él fue intentar vincular los diferentes resultados obtenidos para los sondajes S1 y S2 con S4.

8.4 Sondajes Eléctricos Verticales

Con la finalidad de investigar en el valle del río Chillán los materiales que forman el subsuelo y la geometría de éste se ejecutaron Sondajes Eléctricos Verticales, SEV. Las áreas de ejecución fueron:

- 3 SEV en lo que se denomina sitio 1 de presa, que fue descartado, y en cuya área se encuentran gravas que fueron analizadas con el fin de caracterizarlas para yacimientos de una presa tipo CFGD.
- 4 SEV en lo que se denomina sitio 2 de presa, que fue descartado, y en cuya área se encuentran gravas que fueron analizadas con el fin de caracterizarlas para yacimientos de una presa tipo CFGD.
- 5 SEV en la zona de inundación del sitio de presa N° 3, Los Pellines, en el entorno del puente Mañiguales con el fin de caracterizar gravas en el lecho.
- 6 SEV en la zona de inundación del sitio de presa N° 3, Los Pellines, en el entorno de la quebrada Pierna Blanca con el fin de caracterizar gravas para el cuerpo de la presa.

8.5 Calicatas

Para este estudio se realizaron 75 calicatas, que se dividen de la siguiente manera:

- 25 calicatas de profundidades variables entre 1 y 6 m, distribuidas en la zona de inundación de la presa. En aquellos casos en que no fue posible llegar a los 6m de profundidad, se realizó inmediatamente al lado de la calicata un Sondaje Eléctrico Vertical (se ejecutó un total de 20 SEV).

A cada una de estas calicatas se les realizó un ensaye de clasificación completa y granulometría. Además se efectuaron 5 ensayos de análisis de materia orgánica y 5 ensayos de análisis de sales solubles

- 50 calicatas de profundidad media 3 m, distribuidas en el área de los canales de riego.

A cada una de estas calicatas se les realizó un ensaye de clasificación completa y granulometría.

- 2 calicatas para análisis de granulometría integral gigante efectuadas en el lecho del río, en la zona de inundación y en el lecho cercano al eje de la presa.

A cada una de estas calicatas se les realizó un ensaye de clasificación completa y granulometría.

9 INFRAESTRUCTURA DE RIEGO

A lo largo de su recorrido, el Río Chillán debe satisfacer la demanda de una gran cantidad de canales matrices que totalizan aproximadamente 480 km de trazados. Las bocatomas, en gran mayoría son de tipo artesanal, y no cuentan con estructuras de regulación adecuadas, lo que en la práctica se traduce en que la captación de agua no sea adecuadamente regulada.

Actualmente la JVRCH reparte las 1112.87acc en 46 canales, encontrándose aproximadamente 8 canales en estado no operativos, totalizando 52 canales. Es importante mencionar, que hay canales que se encuentran en desuso por problemas de cota en su captación. Sin perjuicio de lo anterior, las acciones de los canales están vigentes y en algunos casos han sido vendidas o traspasadas.

En general los canales presentan un trazado muy irregular, con secciones en tierra, no revestidos, con mucha maleza lo que dificulta su inspección.

El tipo de obra que se encuentra corresponde mayoritariamente a puentes de cruce predial y caminos vecinales, compuertas administrativas, marcos partidores, saques, etc., construidos principalmente en hormigón armado, compuertas metálicas y artesanales (de madera y latas), también se utilizan sacos en algunas bocatomas y saques para entregas.

Respecto al trazado de los canales, en general corresponden a canales de baja pendiente que se van desarrollando a través de sitios privados, a los cuales efectúan entregas directas o se derivan otros canales.

En general las velocidades se encuentran por debajo de 1m/s, a excepción de un canal con caudales mayores a 1m³/s como es el caso del canal San Pedro.

Desde el punto de vista hidráulico, la comparación de la situación actual con la capacidad de porteo según la distribución de derechos de agua de cada canal demuestra que la red de riego tiene una capacidad adecuada.

10 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

10.1 Geología Local

La geología local del sector de los proyectos se ha obtenido teniendo como base el estudio de geología regional incorporado en el Estudio Geológico-Geotécnico.

Se han identificado las siguientes unidades geológicas dentro del sector de la ubicación de alternativa elegida denominada Alternativa N°3, Los Pellines:

- Depósitos Aluviales Actuales (Qal)
- Depósitos de lavas modernas con cubierta de material fluvial (Qal/Qv)
- Depósitos de Conos de Deyección (Qc)
- Rocas (PPIcz)

10.2 Hidrogeología

La presencia de agua subterránea se concentra en los depósitos aluviales actuales del río Chillán, en donde se espera que debido a la nula a muy baja permeabilidad del depósito rocoso y el caudal del estero, el nivel freático se encuentre en superficie en los sectores de roca y a unos 2 m como máximo de la superficie o muy cercano a ella en los sectores de sedimentos. No se considera la presencia de niveles freáticos en los otros depósitos geológicos del sector.

10.3 Estructuras

No se han reconocido estructuras especiales más allá de la pseudo disposición de los estratos que se ha señalado anteriormente. No hay lineamientos específicos o fallas mayores dentro del sector del muro, obras anexas y sector de la cubeta, y solamente se han reconocido las estructuras indicadas en el acápite de geología regional que se ha analizado. Las macro estructuras o fallas mayores se encuentran alejadas del sector en análisis del proyecto de la alternativa de muro.

10.4 Caracterización Geotécnica del sitio de Presa

Los aspectos geotécnicos se han evaluado y definido basándose en los resultados de la exploración geológica de superficie, sondajes a diamantina con recuperación de testigos, sondajes eléctricos verticales, calicatas, ensayos de clasificación de los materiales.

El sector se encuentra prácticamente en roca en todo su desarrollo. En la zona central que corresponde al cauce del río, no existen sedimentos reconocidos dado que hay una estrechez del río que hace que el agua pase por un verdadero cañadón de unos 20m de ancho con presencia de roca en ambas riberas. La velocidad del agua en el sector, así como lo angosto de

esta estrechez, no hace posible, o es muy difícil que se pueda encontrar sedimentación de material fluvial en el sector indicado.

El perfil geofísico de resistividad muestra que en el sector del sondaje S4 existe un material clasificado como suelo que alcanzaría hasta unos 10m bajo el nivel final del sondaje. Frente al sondaje, en la cara que mira al río existe un claro afloramiento de roca.

➤ **Evacuador de Crecidas**

En el caso de una presa tipo CFRD se considera la construcción de un vertedero en la ladera izquierda del valle. La solución del tipo presa de hormigón rodillado RCC presenta el vertedero integrado al núcleo de la presa.

En el caso del vertedero de la presa CFRD, éste tiene una longitud total de desarrollo en horizontal de 500m con una inclinación máxima del 21,2%. Geológicamente el área corresponde a un macizo rocoso en donde se encuentran predominantemente rocas del tipo brechas.

Se debe indicar que no hay exploraciones específicas en el sector del vertedero y que solo se ha procedido a un reconocimiento del sector mediante la apertura de un sendero que mostró en ciertos sectores aislados la presencia de afloramientos rocosos dispersos. El trazado presenta cortes de hasta 30m de altura en su eje central por lo cual es imperativo desarrollar un programa intenso de exploraciones para determinar la real calidad del macizo rocoso y los ángulos de excavación.

➤ **Túnel de Desvío para Solución Presa de Tipo CFRD**

El túnel de desvío considerado para esta solución de diseño tiene una longitud de 532m, tiene una forma de herradura de medio punto con una sección de operación de 6,4 m de alto x 6,4 m de ancho. Se considera en cada extremo la ejecución de un portal falso de 5 m de longitud.

Geológicamente el área corresponde a un macizo predominante de brechas con intercalaciones o zonaciones de tobas y andesitas con presencia de una delgada cubierta de coluvio grueso la cual no alcanza a algunos metros de espesor y la que no es continua. En la zona de portales se encuentran sedimentos sueltos. Las alturas de sobrecarga sobre la clave del túnel varían entre 20 a 50 m.

➤ **Túnel de Desvío para Solución Presa de Tipo RCC**

El túnel de desvío considerado para esta solución de diseño tiene una longitud de 246m, tiene una forma de herradura de medio punto con una sección de operación de 6 m de alto x 6 m de ancho. Se considera en cada extremo la ejecución de un portal falso de 5 m de longitud.

Geológicamente el área corresponde a un macizo predominante de brechas con intercalaciones o zonaciones de tobas y andesitas con presencia de una delgada cubierta de coluvio grueso la cual no alcanza a algunos metros de espesor y la que no es continua. En la zona de portales se encuentran sedimentos sueltos. Las alturas de sobrecarga sobre la clave del túnel varían entre 20 y 30 m.

11 MODELO DE SIMULACIÓN OPERACIONAL

La evaluación de los recursos hídricos disponibles en la cuenca del Río Chillán se analizó en base al desarrollo de un modelo de simulación operacional de la cuenca Río Chillán, el cual, permitió integrar los elementos principales que constituyen el sistema de riego del río.

El modelo sirvió para determinar las capacidades de almacenamiento requeridas por un embalse, como elemento regulador del sistema, para que la seguridad del área de influencia sea del 85% de seguridad, bajo los criterios de falla de la CNR. Para todos los escenarios de Proyecto se simuló un periodo de 74 años hidrológicos, entre el mes de abril de 1939 y el mes de marzo de 2013.

Los escenarios de proyecto que se reproducirán en la simulación del modelo de la cuenca del Río Chillán son los siguientes:

- Estimación de la seguridad de riego en situación actual: de acuerdo con lo definido en el estudio agronómico, actualmente se encuentra bajo cultivo un total de 14.979 ha, de las cuales es posible regar con 85% de seguridad solo 950 ha.
- Estimación de diferentes tamaños de embalses para cubrir demandas variables entre 14.979 y 20.500 ha aproximadamente.

La modelación de la situación con proyecto consideró una serie de variables, que dieron origen a un total 60 escenarios, en que cada uno de ellos debía ser además simulado para 5 tamaños de embalses: 120, 150, 180, 200 y 210 Hm³.

Un resumen de los principales escenarios considerados y sus resultados se muestran en la Tabla 11-1, siguiente:

Tabla 11-1 Resultados Modelo de Simulación Operacional

Escenario	V embalse Hm ³	Sup Regada 85 % ha
SCP 1.3	120	15.100
	150	17.950
	180	20.300
	200	21.950
	210	22.450
SCP 5.3.1	120	14.978
	150	17.180
	180	18.800
	200	20.000
	210	20.650
SCP 5.3.2	120	14.975
	150	17.300
	180	19.700
	200	20.650
	210	20.850
SCP 5.3.3	120	15.050
	150	17.400
	180	20.000
	200	21.050
	210	21.550
SCP 7.3.1	120	15.050
	150	17.350
	180	20.150
	200	21.550
	210	22.050
SCP 7.3.2	120	15.050
	150	17.350
	180	20.150
	200	21.550
	210	22.050
SCP 7.3.3	120	15.100
	150	17.450
	180	20.300
	200	21.550
	210	22.050

12 PROYECTO PRESA Y OBRAS ANEXAS

12.1 Diseños Preliminares de Presa y Obras Anexas

El diseño a nivel de prefactibilidad comprende las dimensiones, geometría y materiales de una presa tipo CFRD (presa de enrocados) y RCC (presa de hormigón rodillado), con fines comparativos.

No se consideró la alternativa de una presa tipo CFGD (presa de gravas) dado que el análisis efectuado en el estudio de yacimientos para este tipo de presa indicó que no existe material suficiente que permita asegurar el abastecimiento de materiales para este tipo de obras. Si bien se observan en el valle áreas de acumulación de gravas, en general son de poca profundidad, encontrándose pronto el fondo de roca volcánica. Otras áreas exploradas fuera del lecho mostraron la presencia de una gran cantidad de material fino en las muestras.

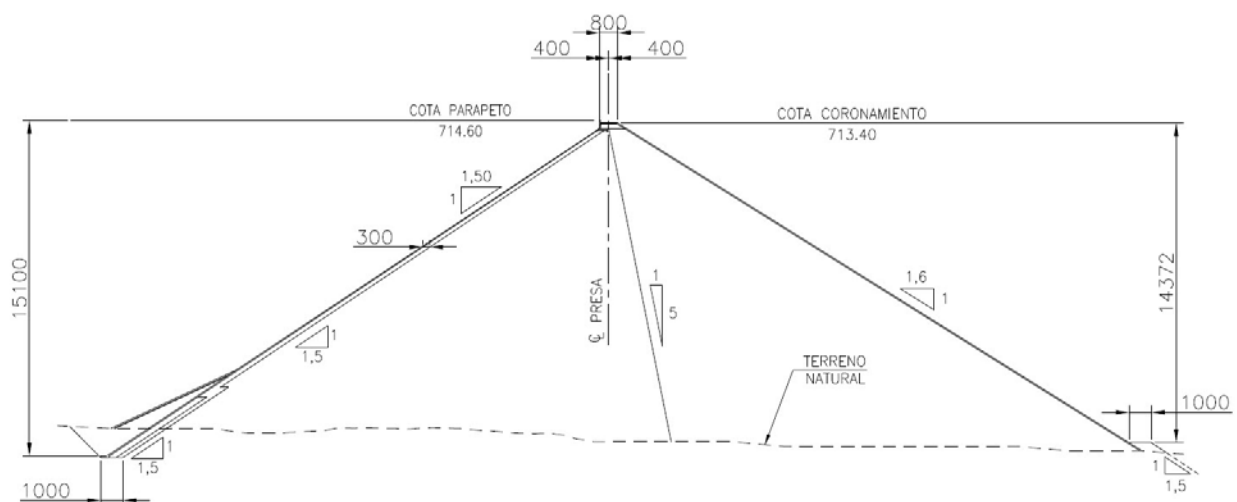
Por ello, en vista que los ensayos efectuados a los áridos prospectados en terreno son aptos para la construcción de una presa tipo RCC y que existen en el valle zonas para explotación de canteras que permiten la construcción de una presa tipo CFRD es que se consideraron estos 2 tipos de presas en el análisis comparativo.

12.1.1 Presa Tipo CFRD

12.1.1.1 Presa

En la zona de emplazamiento de la presa el cauce tiene un ancho medio estimado de 18m m, que permite la construcción de un plinto horizontal. El largo de coronamiento en este sitio, para una presa del orden de 210 Hm³ de capacidad y 150 m de altura aproximadamente, es de 560 m entre estribos. El diseño considera una presa de taludes 1,5:1 aguas arriba y 1,6:1 aguas abajo y 8 m de ancho de coronamiento, parámetros que fueron ratificados con un análisis de estabilidad simplificado.

Figura 12-1 Rellenos en Presa Tipo CFRD



12.1.1.2 Evacuador de Crecidas

El diseño corresponde a un evacuador de crecidas libre, sin compuertas y de tipo frontal de 40 m de ancho. Se considera para el diseño la crecida milenaria, que representa un caudal de 517 m³/s y la verificación para la crecida decamilenaria que representa un caudal de 637 m³/s.

La estructura de control considera un umbral tipo USBR entregando directamente al rápido de descarga que tiene una longitud de 400 m para finalizar en una obra de dissipación tipo salto de ski.

12.1.1.3 Obra de Desvío y Entrega

El túnel de desvío se diseñó para evacuar una crecida anual de un periodo de retorno de 20 años correspondiente a un caudal de 321 m³/s. Para la condición señalada la sección óptima del túnel resulta ser de medio punto de base 6,4 m y alto 6,4 m. con altura máxima de escurrimiento equivalente al 80% de su altura, escurrimiento libre. Radier del túnel hormigonado, paredes y bóveda con hormigón proyectado

La longitud total del túnel es de 542 m. Cuenta con un túnel falso de 5 m de longitud tanto en su entrada como salida.

En su entrada se ubica la ataguía de 23m de alto aproximadamente.

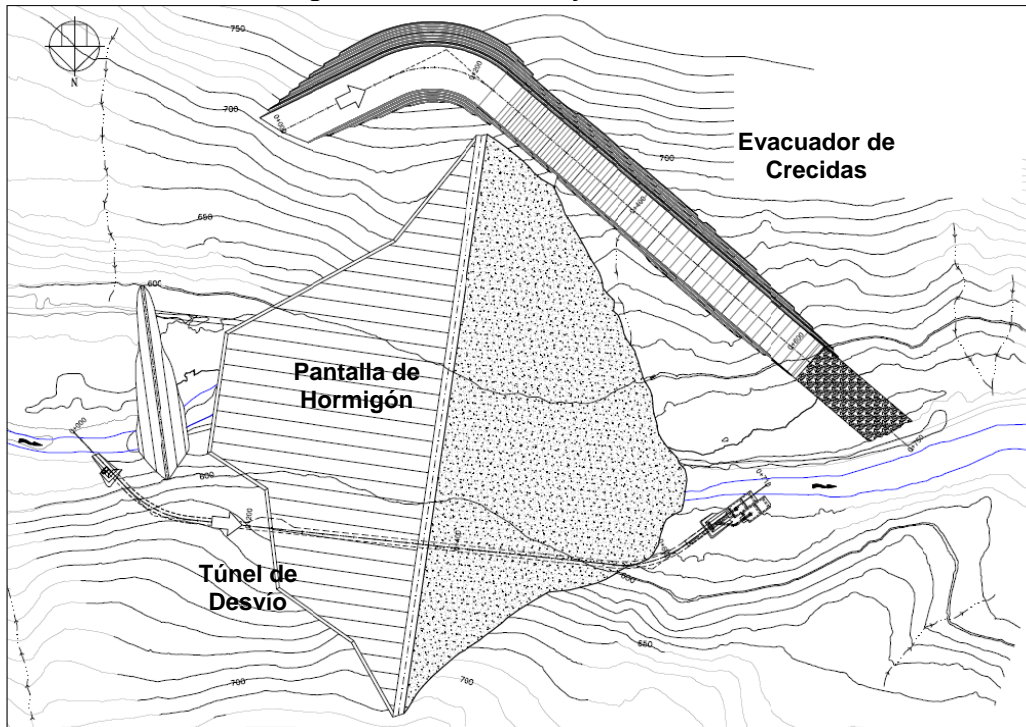
La entrega de agua para riego del embalse Los Pellines se hará a través de un conjunto de obras que permitan controlar el caudal demandado por los regantes y el caudal ecológico a dejar pasar. Además, dichas obras deberán permitir la descarga y vaciamiento del embalse durante un periodo no muy prolongado.

La Tabla 12-1 siguiente, muestra un resumen de las características de la presa, para los distintos tamaños considerados y la Figura 12-2 muestra la distribución en planta de estas obras.

Tabla 12-1 Resumen características presa CFRD

Capacidad Embalse Hm3	Z vertedero msnm	Carga m	Revancha m	Cota Muro msnm	Altura Muro m	Largo Coronamiento m	Volumen Muro Hm3	Relación A/M
120	682,0	3,6	3,8	689,4	119,4	462	4.124.582	29,1
150	691,9	3,5	3,8	699,2	129,2	503	5.144.194	29,2
180	699,7	3,3	3,8	706,8	136,8	530	6.102.670	29,5
200	704,3	3,2	3,8	711,3	141,3	551	6.712.366	29,8
210	706,0	3,2	3,8	713,0	143,0	560	7.009.751	30,0

Figura 12-2 Planta Presa y Obras Anexas



12.1.2 Presa Tipo RCC

12.1.2.1 Presa

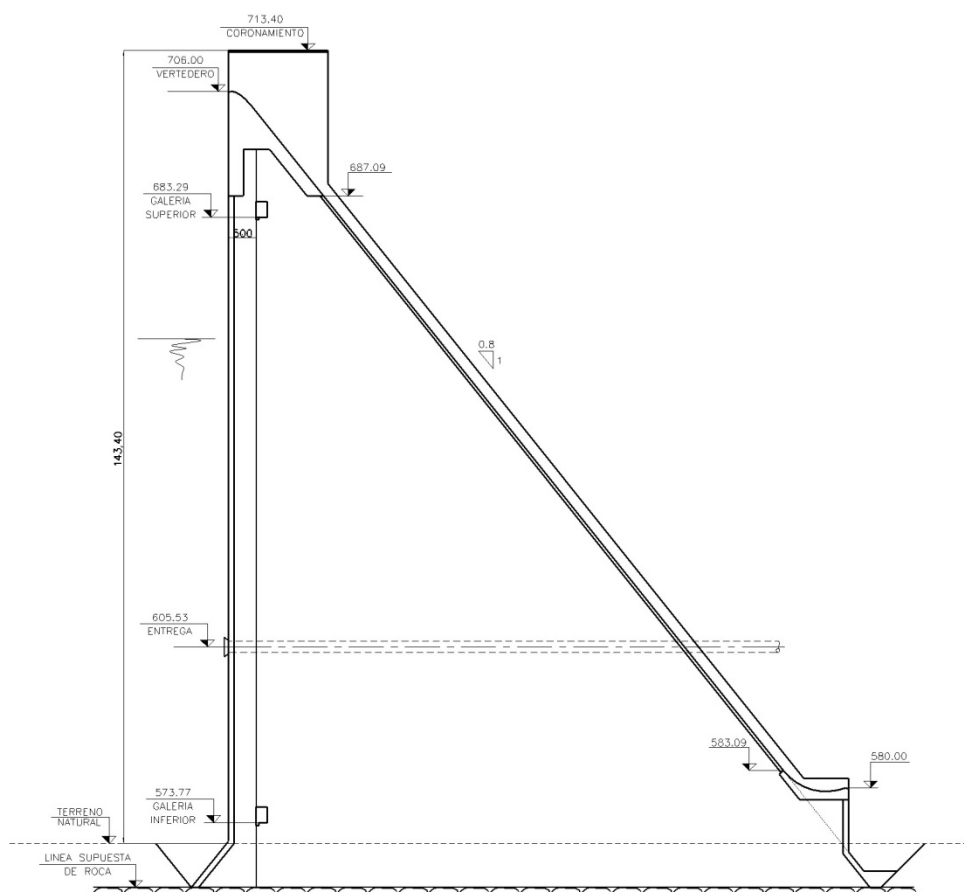
La definición de la geometría para un presa tipo RCC, se realizó considerando las características propias de los materiales que se utilizan en conjunto con las características geotécnicas y forma topográfica del emplazamiento, sin dejar de tomar en cuenta la sismicidad propia del sector.

El muro cuenta con un paramento vertical por aguas arriba, en tanto que la pared de aguas abajo presenta una pendiente de 0,8:1,0 (H:V), está pendiente se proyecta a partir del extremo superior del paramento de aguas arriba. No obstante, el muro presenta un ancho de 8m en el coronamiento lo que se consigue con un cambio de pendiente del paramento de aguas abajo dejándolo vertical en su tramo superior. Este diseño fue verificado con un análisis de estabilidad simplificado acorde con los alcances de esta consultoría.

Sobre el muro se emplaza el evacuador de crecidas con un rápido de descarga apoyado sobre el talud de aguas abajo.

En su interior el muro considera dos galerías de drenaje, una cerca de la cota de fundación y otra bajo la cota del umbral del vertedero. El largo de coronamiento es de 539 m aproximadamente. La Figura 12-3 12-3 siguiente, muestra la sección tipo considerada para este tipo de presa.

Figura 12-3 Geometría Sección Transversal Presa Tipo RCC



12.1.2.2 Evacuación de Crecidas

El diseño corresponde a un evacuador de crecidas libre, sin compuertas y de tipo frontal de 40 m de ancho, inserto en el cuerpo de la presa. Se considera para el diseño la crecida milenaria, que representa un caudal de 517 m³/s y la verificación para la crecida decamilenaria que representa un caudal de 637 m³/s.

La estructura de control considera un umbral tipo USBR entregando directamente al rápido de descarga para finalizar en una obra de disipación tipo salto de ski.

12.1.2.3 Obra de Desvío y Entrega

El túnel de desvío se diseñó para evacuar una crecida anual de un periodo de retorno de 10 años correspondiente a un caudal de 286 m³/s. Para la condición señalada la sección óptima del túnel resulta ser de medio punto de base 6,0 m y alto 6,0 m. con altura máxima de escurrimiento equivalente al 80% de su altura, escurrimiento libre. Radier del túnel hormigonado, paredes y bóveda con hormigón proyectado. La longitud total del túnel es de 256 m. Cuenta con un túnel falso de 5 m de longitud tanto en su entrada como salida.

En su entrada se ubica la ataguía de 13m de alto aproximadamente.

12.1.2.4 Obra de entrega

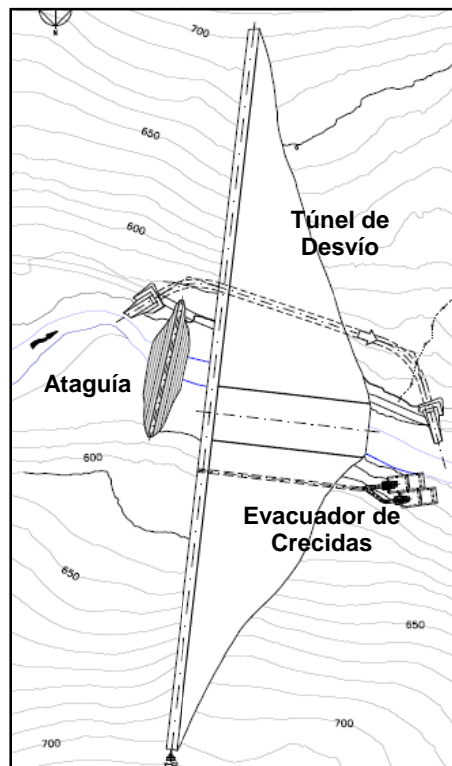
La entrega se produce a través de una tubería blindada inserta en el cuerpo de la presa para una capacidad de 40 m³/s, de 2,2 m de diámetro y 125 m de longitud. En su inicio se ubica una válvula de mariposa de D = 2.200 mm. A la salida, se ubica el manifold con dos salidas para dar lugar a 2 válvulas de mariposa de D= 1.500 mm y 2 válvulas Howel Bunger de D = 900 mm desde donde se materializa la entrega.

La Tabla 12-2 siguiente muestra un resumen de las características de la presa, para los distintos tamaños considerados y la Figura 12-4 muestra la distribución en planta de estas obras.

Tabla 12-2 Resumen características presa RCC

Capacidad Embalse Hm3	Z vertedero msnm	Carga m	Revancha m	Cota Muro msnm	Altura Muro m	Largo Coronamiento m	Volumen Muro Hm3	Relación A/M
120	682,0	3,6	3,8	689,4	119,4	462	1.240.633	96,7
150	691,9	3,5	3,8	699,2	129,2	503	1.501.357	99,9
180	699,7	3,3	3,8	706,8	136,8	530	1.740.902	103,4
200	704,3	3,2	3,8	711,3	141,3	551	1.891.002	105,8
210	706,0	3,2	3,8	713,0	143,0	560	1.966.076	106,8

Figura 12-4 Planta Presa y Obras Anexas



13 DISEÑO PRELIMINAR MEJORAMIENTO DE LA RED DE RIEGO

Se ha analizado en la red de canales existentes la factibilidad de integrar mayormente como matrices, la infraestructura existente. Este estudio de factibilidad considera como más adecuado, debido a la gran cantidad de canales con trazados paralelos, con su proximidad, incluso sus cruces intermedios, que facilitan su interconexión. Este análisis se corroboró en terreno, tomando cotas de los puntos necesarios para definir estas interconexiones.

Se destaca que para el análisis de los canales matrices propuestos se tomaron cotas en cada bocatoma de canal y se determinó la ubicación espacial y en cota de la primera entrega que hace cada canal, con el propósito de que la unificación o entrega propuesta garantice que todos los regantes queden abastecidos bajo esta nueva distribución propuesta.

En la Tabla 13-1, se resumen estas unificaciones propuestas.

Tabla 13-1 Resumen Unificaciones

Unificación N°	En ribera	Canales unificados	Q de diseño
1	Sur	González , Lautaro, Boyen I, Pinto y Utreras	1,16 m ³ /s.
2	Sur	Patagual , El Rosal y Boyen II	0,92 m ³ /s.
3	Sur	San Rafael , Lautaro II y Las Nieves	1.05 m ³ /s.
4	Norte	Roblería y Culenar	1,55 m ³ /s.
5	Norte	La Palma y Baeza	0,61 m ³ /s.
6	Norte	La Dehesa , Bórquez, Huaica y San Pedro	1,77 m ³ /s.
7	Norte	Puquios , Talquipén , La Victoria , Los Guindos	0,60 m ³ /s.
8	Norte	Reloca I , Mariposas y Venecia	0,96 m ³ /s.

Notas:

- 1 Q corresponde a matriz primario.
- 2 Sólo para identificar, **xxxx** matriz Primario, **xxxx** matriz Secundario.

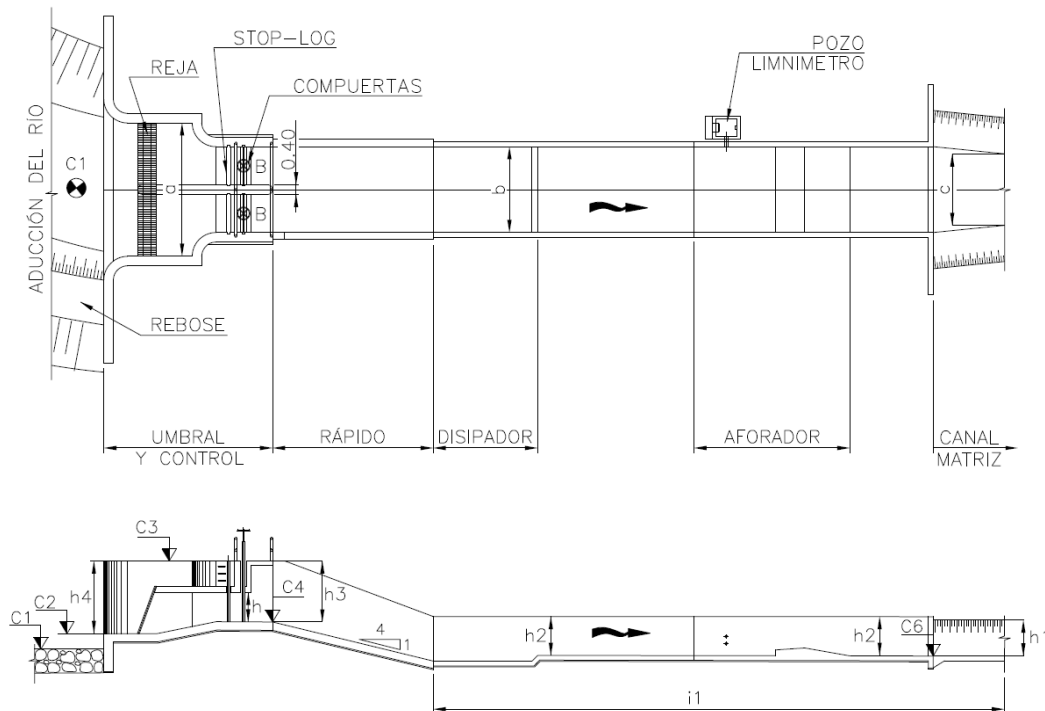
La variabilidad e inestabilidad del lecho del río Chillán impide la disposición de barreras transversales y permanentes, debiendo utilizarse para la bocatoma una configuración independiente de barrera y obra de toma o admisión. En cada caso la obra de admisión o toma propuesta, corresponde a una captación lateral sin intervención permanente del cauce del río, esto es, la barrera será temporal de materialización año a año.

Considerando, los efectos de sedimentación y socavación, es recomendable localizar la obra de control o de admisión, no inmediata al cauce del río, sino alimentarla por un canalón de aducción, que a su vez cumple la función de decantador, debiendo considerarse, su limpieza al menos anual, antes del período de riego, conjuntamente con la reposición de la barrera.

La cota del EH en la zona de la toma debe darse, al igual que todas las tomas existentes, mediante la implantación de una barrera de rellenos granulares de operación durante el período de riego.

En el siguiente esquema de la **Figura 13-1** se muestra la estructura de admisión y control propuesta.

Figura 13-1 Esquema estructura de admisión y control



14 SITUACIÓN AGROPECUARIA

14.1 Situación Agropecuaria Actual

Abarcando una superficie actual regada de aproximadamente 14.979 ha, de las cuales se pueden regar en un año con 85% de excedencia alrededor de 3.110 ha. El área potencial de riego alcanza a las 20.000 ha, incluyendo las actuales áreas con baja seguridad de riego y aquellas actualmente en secano.

Se estima que el número de agricultores beneficiados, incluyendo áreas de secano y riego, alcanza a las 2.000 unidades.

Existe una predominancia de suelos actualmente con praderas naturales y cereales, las cuales requieren de un menor número de riegos. Frutales y empastadas de alto valor forrajero, sólo se producen en aquellos predios que cuentan con mayor número de acciones de agua de riego y mayor seguridad, apoyada por la existencia de pozos profundos y de norias.

El área de estudio se dividió en área poniente y oriente del río Chillán, respectivamente. Se aplicó una encuesta distribuida en todos los estratos y sectores del área que permitió caracterizar la zona. La Tabla 14-1 y Tabla 14-2 siguientes muestran la distribución de superficie y número de predios existentes en cada sector.

Tabla 14-1 Distribución de la Superficie y Número de Predios

Sector		Estrato de Tamaño	Presencia de Frutales/Vides	Nivel Técnico	Número Predios			Superficies (ha)			Superficies (ha)			
Nº	Nombre				Encuestado	Ajustado	Encuestado	Ajustado	Predio Promedio	P. Promedio Expandido				
					Nº	%	Nº	Nº	%	Nº				
1	Oriente	0 a 1 ha	Sin Frutales	Bajo	71	50,7	361	27,45	38,8	75,73	0,21	75,73		
		0 a 1 ha	Sin Frutales	Medio-Alto	34	24,3	173	23,16	32,7	63,82	0,37	63,82		
		0 a 1 ha	Con Frutales	Medio	35	25,0	179	20,21	28,5	55,63	0,31	55,63		
		Total Estrato 0 a 1 ha					140	100,0	713	70,82	100,0	195,18		195,18
		1,01 a 3 ha	Sin Frutales	Bajo	25	36,2	104	49,95	37,5	204,97	1,97	204,97		
		1,01 a 3 ha	Sin Frutales	Medio-Alto	32	46,4	133	62,75	47,2	257,98	1,94	257,98		
		1,01 a 3 ha	Con Frutales	Medio-Bajo	7	10,1	29	12,73	9,7	53,02	1,83	53,02		
		1,01 a 3 ha	Con Frutales	Alto	5	7,3	20	7,60	5,6	30,60	1,53	30,60		
		Total Estrato 1,01 a 3 ha					69	100,0	286	133,03	100,0	546,58		546,58
		3,01 a 12 ha	Sin Frutales	Bajo	23	31,5	105	126,02	27,4	589,55	5,61	589,55		
		3,01 a 12 ha	Sin Frutales	Medio-Alto	27	37,0	123	184,25	40,0	860,66	7,00	860,66		
		3,01 a 12 ha	Con Frutales	Medio-Bajo	17	23,3	78	104,70	22,8	490,57	6,29	490,57		
		3,01 a 12 ha	Con Frutales	Alto	6	8,2	27	45,40	9,8	210,86	7,81	210,86		
		Total Estrato 3,01 a 12 ha					73	100,0	333	460,37	100,0	2.151,64		2.151,64
		12,01 a 50 ha	Sin Frutales	Bajo	8	10,7	26	175,30	9,1	556,47	21,40	556,47		
		12,01 a 50 ha	Sin Frutales	Medio	32	42,7	105	848,60	44,0	2.690,61	25,62	2.690,61		
		12,01 a 50 ha	Sin Frutales	Alto	20	26,7	66	517,48	26,9	1.644,94	24,92	1.644,94		
		12,01 a 50 ha	Con Frutales	Medio	6	8,0	20	122,74	6,4	391,36	19,57	391,36		
		12,01 a 50 ha	Con Frutales	Alto	9	11,9	29	266,02	13,6	831,65	28,68	831,65		
		Total Estrato 12,01 a 50 ha					75	100,0	246	1.930,14	100,0	6.115,03		6.115,03
		50,01 a 100 ha	Sin Frutales	Medio-Bajo	6	42,9	19	407,30	38,7	1.243,76	65,46	1.243,76		
		50,01 a 100 ha	Sin Frutales	Alto	3	21,4	9	264,60	25,1	806,68	89,63	806,68		
		50,01 a 100 ha	Con Frutales	Medio-Alto	5	35,7	16	381,10	36,2	1.163,42	72,71	1.163,42		
		Total Estrato 50,0 a 100 ha					14	100,0	44	1.053,00	100,0	3.213,86		3.213,86
		Mayor de 100 ha	Sin Frutales	Medio-Bajo	2	16,7	6	264,00	14,2	775,05	129,18	775,05		
		Mayor de 100 ha	Sin Frutales	Alto	7	58,3	19	981,70	52,7	2.876,40	151,39	2.876,40		
		Mayor de 100 ha	Con Frutales	Medio-Alto	3	25,0	8	618,30	33,1	1.806,62	225,83	1.806,62		
		Total Estrato Mayor de 100 ha					12	100,0	33	1.864,00	100,0	5.458,07		5.458,07
		Total Sector 1 Oriente					383		1.655	5.511,36		17.680,36		17.680,36

Tabla 14-2 Distribución de la Superficie y Número de Predios

Sector		Estrato de Tamaño	Presencia de Frutales/Vides	Nivel Técnico	Número Predios			Número Predios			Superficies (ha)			
Nº	Nombre				Encuestado	Ajustado	Encuestado	Ajustado	Predio Promedio	P. Promedio Expandido				
					Nº	%	Nº	Nº	%	Nº				
2	Poniente	0 a 1 ha	Sin Frutales	Bajo	23	57,5	148	13,36	55,9	48,98	0,33	48,98		
		0 a 1 ha	Sin Frutales	Medio-Alto	17	42,5	109	10,52	44,1	38,64	0,35	38,64		
		Total Estrato 0 a 1 ha					40	100,0	257	23,87	100,0	87,62		87,62
		1,01 a 3 ha	Sin Frutales	Bajo	4	40,0	14	8,80	47,7	31,55	2,25	31,55		
		1,01 a 3 ha	Sin Frutales	Medio-Alto	6	60,0	21	9,65	52,3	34,60	1,65	34,60		
		Total Estrato 1,01 a 3 ha					10	100,0	35	18,45	100,0	66,15		66,15
		3,01 a 12 ha	Sin Frutales	Bajo	2	25,0	10	15,50	23,5	64,17	6,42	64,17		
		3,01 a 12 ha	Sin Frutales	Medio-Alto	6	75,0	29	50,40	76,5	208,87	7,20	208,87		
		Total Estrato 3,01 a 12 ha					8	100,0	39	65,90	100,0	273,04		273,04
		12,01 a 50 ha	Sin Frutales	Bajo	7	30,4	24	208,00	30,0	633,22	26,38	633,22		
		12,01 a 50 ha	Sin Frutales	Medio	9	39,1	31	260,00	37,5	791,53	25,53	791,53		
		12,01 a 50 ha	Sin Frutales	Alto	5	21,7	17	175,90	25,4	536,13	31,54	536,13		
		12,01 a 50 ha	Con Frutales	Alto	2	8,8	7	50,00	7,1	149,87	21,41	149,87		
		Total Estrato 12,01 a 50 ha					23	100,0	79	693,90	100,0	2.110,75		2.110,75
		50,01 a 100 ha	Sin Frutales	Medio-Bajo	6	66,7	11	435,80	65,9	703,94	63,99	703,94		
		50,01 a 100 ha	Sin Frutales	Alto	2	21,8	3	125,20	18,9	201,89	67,30	201,89		
		50,01 a 100 ha	Con Frutales	Medio-Alto	1	11,5	2	100,00	15,2	162,36	81,18	162,36		
		Total Estrato 50,0 a 100 ha					9	100,0	16	661,00	100,0	1.068,19		1.068,19
		Mayor de 100 ha	Sin Frutales	Medio-Bajo	2	50,0	4	402,80	50,2	732,65	183,16	732,65		
		Mayor de 100 ha	Sin Frutales	Alto	1	25,0	2	250,00	31,1	453,89	226,95	453,89		
		Mayor de 100 ha	Con Frutales	Medio-Alto	1	25,0	2	150,00	18,7	272,92	136,46	272,92		
		Total Estrato Mayor de 100 ha					4	100,0	8	802,80	100,0	1.459,46		1.459,46
		Total Sector 2 Poniente					94		434	2.265,92		5.065,21		5.065,21

A partir de los resultados de la encuesta se caracterizaron predios promedio, de tal forma que en cada uno de ellos queden representadas al máximo todas las variables que participan al interior de las tipologías prediales (sectores, suelos, clima, niveles tecnológicos, uso de suelos, disponibilidad de agua, etc.), procediendo posteriormente a seleccionar un Predio Promedio, el cual es la resultante directa del cociente entre el área de cada subdivisión predial o subestrato y el número de predios que representa.

Dicha estructura es la base para la posterior expansión tanto a la correspondiente en el uso del suelo como a la de los valores económicos al total del área en estudio. Los suelos indirectamente productivos, en general, se encuentran ocupados por casas, bodegas, caminos y cercos, entre

otros. La Tabla 14-3 siguiente muestra el uso actual del suelo en el área de estudio, obtenida a través de la determinación de predios promedio.

Tabla 14-3 Uso del Suelo Total Área

Rubro Productivo	Método de Riego	Uso del Suelo Total Área de Estudio					
		Riego Superficial		Riego por Pozo		Total	
		ha	%	ha	%	ha	%
RIEGO							
Cultivos y Hortalizas							
Trigo	6%Piv+3,4%Asp+90,6%Ten	4.031,961	30,9	580,661	29,9	4.612,622	20,3
Maíz Grano	9%Piv+6%Asp+85%Sur	1.233,302	9,5	238,232	12,3	1.471,534	6,5
Papa	Surco	101,879	0,8	24,463	1,3	126,342	0,6
Poroto	Surco	149,176	1,1	15,157	0,8	164,333	0,7
Huerta Casera o Chacra	1,2%Cin+98,8%Sur	133,185	1,0	18,590	1,0	151,775	0,7
Achicoria	53,3%Piv+28,9%Asp+17,8%Sur	57,009	0,4	13,151	0,7	70,160	0,3
Remolacha	79,7%Piv+15,9%Asp+4,4%Sur	1.023,984	7,9	268,473	13,8	1.292,457	5,7
Semillero Maíz	Pivote	73,764	0,6			73,764	0,3
Semillero Maravilla	Pivote	149,954	1,2	24,576	1,3	174,530	0,8
Semillero Poroto	70,6%Piv+19,7%Asp+9,7%Sur	113,773	0,9	30,581	1,6	144,354	0,6
Otros Semilleros	Pivote	157,636	1,2	15,744	0,8	173,380	0,8
Choclo	27%Asp+73%Sur	90,779	0,7	9,602	0,5	100,381	0,4
Espárrago	12,7%Piv+18,5%Asp+68,8%Sur	544,093	4,2	97,678	5,0	641,771	2,8
Lechuga	Surco	8,339	0,1	0,443	0,0	8,782	0,0
Morrón	Surco	30,640	0,2	1,647	0,1	32,287	0,1
Tomate	Surco	10,820	0,1	1,061	0,1	11,881	0,1
Zanahoria	27,1%Piv+10%Asp+62,9%Sur	186,281	1,4	27,759	1,4	214,040	0,9
Otras Hortalizas	44,9%Cin+55,1%Sur	77,653	0,6	11,730	0,6	89,383	0,4
Frutales y Vides							
Arándano	86,8%Got+13,2%Sur	313,044	2,4	35,404	1,8	348,448	1,5
Avellano Europeo	Goteo	33,532	0,3	3,892	0,2	37,424	0,2
Cerezo	57,4%Got+42,6%Sur	58,470	0,5	4,139	0,2	62,609	0,3
Frambuesa	12,7%Got+87,3%Sur	305,248	2,3	85,629	4,4	390,877	1,7
Kiwi	67,7%Got+32,3%Sur	43,342	0,3			43,342	0,2
Manzano	25,4%Got+74,6%Sur	86,334	0,7	12,100	0,6	98,434	0,4
Nogal	Surco	0,804	0,0	0,668	0,03	1,472	0,01
Otros Frutales	46,6%Got+53,4%Sur	67,918	0,5	1,720	0,1	69,638	0,3
Huerta Frutal	Surco	8,763	0,1	3,783	0,2	12,546	0,1
Vid Vinífera Fina Tinta	Goteo	97,418	0,8			97,418	0,4
Alfalfa	4,3%Asp+95,7%Ten	390,630	3,0	44,133	2,3	434,763	1,9
Trébol	10,6%Asp+89,4%Ten	108,254	0,8	16,322	0,8	124,576	0,6
Maíz Silo	7,1%Asp+92,9%Sur	179,717	1,4	41,648	2,1	221,365	1,0
Avena Forrajera	Tendido	18,135	0,1	1,777	0,1	19,912	0,1
Pradera Mixta	28,3%Asp+71,7%Ten	615,851	4,7	94,488	4,9	710,339	3,1
Pradera Natural	Tendido	2.323,712	17,8	195,116	10,0	2.518,828	11,1
Otras Praderas	Tendido	211,049	1,6	22,027	1,1	233,076	1,0
Barbecho		4,675	0,0	1,350	0,1	6,025	0,0
Total Riego		13.041,124	100,0	1.943,744	100,0	14.984,868	65,9
SECANO							
Trigo y Otros Cereales						2.096,449	9,2
Raps						193,939	0,9
Viña Cepa País						0,633	
Pradera Natural y Otras Praderas						1.758,791	7,7
Forestal						682,799	3,0
Secano Sin Uso						1.519,014	6,7
Total Secano						6.251,625	27,5
Indirectamente Productivo						1.112,339	4,9
Sin Uso Agrícola						397,375	1,8
Total Área		13.041,124		1.943,744		22.746,207	100,0

Fuente: Elaboración Propia

Cabe señalar que el uso del suelo presentado en esta oportunidad corresponde al año 0 del proyecto y no refleja la evolución propia que éste alcanzaría con el tiempo.

14.2 Situación Agropecuaria con Proyecto o Futura

La situación futura o con proyecto corresponde al mejoramiento de las condiciones actuales que enfrenta el área en estudio, la cual es una agricultura de tipo semi-intensiva, principalmente en base a cereales, chacras, cultivos industriales, frutales y praderas. Para esto se espera un incremento en la seguridad de riego y en la superficie regada mediante la construcción de obras

civiles, que en este caso específico se producen mediante la construcción de un embalse anual, que permita mejorar la seguridad de riego de la actual superficie regada y, a su vez, permita incorporar nueva superficie de riego. Lo anterior se traduce en el riego de aproximadamente 20.553 ha.

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

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.

Los supuestos de desarrollo que están presentes en la determinación de la situación futura se han basado íntegramente en experiencias locales y en las actuales perspectivas agroeconómicas.

En relación a la caracterización de situación futura o con proyecto, ésta pretende dar una pauta para evaluar económicamente la ejecución de proyectos de riego, con el fin de tener una herramienta común de comparación y priorización para la mejor asignación de los recursos del sector. La estructura de uso futuro del suelo en la situación con proyecto, se planteó suponiendo que se mantendrán los mismos factores y prioridades que definen el uso actual de la tierra, es decir, el uso de la tierra se adaptará a las condiciones hidrológicas esperadas y a la seguridad de riego asociada. Se debe señalar que los métodos de riego adoptados por tipo de cultivo se presentan en cada cuadro de asignación de cultivos. Al respecto, sólo se ha considerado riego presurizado en aquellos cultivos que de acuerdo a su rentabilidad lo ameritan y lo pueden costear sin perjudicar su rentabilidad. La tabla N° 14-4 siguiente muestra la distribución de cultivos y el uso propuesto en situación con proyecto, para toda el área del proyecto.

Tabla 14-4 Distribución de Cultivos y Uso Propuesto en Situación con Proyecto

Rubro Productivo	Método de Riego	Uso del Suelo Total Área de Estudio					
		Riego Superficial		Riego por Pozo		Total	
		ha	%	ha	%	ha	%
RIEGO							
Cultivos y Hortalizas							
Trigo	9%Piv+91%Ten	1.217,819	5,9			1.217,819	5,4
Maíz Grano	48%Piv+52%Sur	1.599,622	7,8			1.599,622	7,0
Papa	3%Cin+97%Sur	1.197,350	5,8			1.197,350	5,3
Poroto	Surco	428,384	2,1			428,384	1,9
Achicoria	75%Piv+25%Sur	734,263	3,6			734,263	3,2
Remolacha	74%Piv+26%Sur	2.405,983	11,7			2.405,983	10,6
Semillero Maíz	34%Piv+66%Sur	274,468	1,3			274,468	1,2
Semillero Maravilla	13%Cin+32%Piv+55%Sur	569,528	2,8			569,528	2,5
Semillero Poroto	14%Cin+52%Piv+34%Sur	445,127	2,2			445,127	2,0
Otros Semilleros	Pivote	160,402	0,8			160,402	0,7
Choclo	25%Cin+75%Sur	519,862	2,5			519,862	2,3
Espárrago	14%Cin+43%Piv+43%Sur	1.027,311	5,0			1.027,311	4,5
Lechuga	4%Cin+96%Sur	161,732	0,8			161,732	0,7
Morrón	23%Cin+77%Sur	320,491	1,6			320,491	1,4
Poroto Granado	1%cin+6%Asp+93%Sur	265,919	1,3			265,919	1,2
Tomate	6%Cin+94%Sur	142,218	0,7			142,218	0,6
Zanahoria	3%Cin+38%Piv+59%Sur	1.089,803	5,3			1.089,803	4,8
Frutales y Vides							
Arándano	96%Got+4%Sur	657,900	3,2			657,900	2,9
Avellano Europeo	90%Got+10%Sur	400,519	2,0			400,519	1,8
Cerezo	63%Got+37%Sur	807,986	3,9			807,986	3,6
Frambuesa	10%Got+90%Sur	468,323	2,3			468,323	2,1
Kiwi	88%Got+12%Sur	43,342	0,2			43,342	0,2
Manzano	82%Got+18%Sur	443,190	2,2			443,190	2,0
Nogal	91%Got+9%Sur	961,492	4,7			961,492	4,23
Otros Frutales	44%Got+56%Sur	69,638	0,3			69,638	0,3
Huerta Frutal	Surco	12,546	0,1			12,546	0,1
Vid Vinífera Fina Tinta	45%Got+55%Sur	1.191,921	5,8			1.191,921	5,2
Alfalfa	4%Asp+96%Ten	942,564	4,6			942,564	4,1
Trébol	1%Asp+99%Ten	1.036,855	5,0			1.036,855	4,6
Maíz Silo	9%Asp+91%Sur	221,365	1,1			221,365	1,0
Avena Forrajera	Tendido	35,610	0,2			35,610	0,2
Pradera Mixta	27%Asp+73%Ten	699,528	3,4			699,528	3,1
Total Riego		20.553,061	100,0			20.553,061	90,4
SECANO							
Viña Cepa País						0,633	
Forestal						682,799	3,0
Total Secano						683,432	3,0
Indirectamente Productivo						1.112,339	4,9
Sin Uso Agrícola						397,375	1,8
Total Área		20.553,061				22.746,207	100,0

14.3 Precios Unitarios y Presupuesto

El presupuesto lo conforman las siguientes grandes partidas:

- Presa y Obras Anexas.
- Mejoramiento de Canales.
- Diseño de aforadores.
- Interferencias.
- Plan de Manejo Ambiental.
- Expropiaciones.

El presupuesto fue elaborado en base a un análisis de precios unitarios realizado con información de proyectos construidos por la DOH en los últimos años y estudios de prefactibilidad realizados por la CNR recientemente, de alcances similares a los del Proyecto “Estudio de Prefactibilidad Construcción Embalse de Riego en Río Chillán”.

Los costos de operación se refieren a aquellos montos asociados a las actividades necesarias para mantener el funcionamiento y el control de las obras durante su vida útil. La valorización, en concepto de anualidad de costos de operación y mantenimiento, se ha estimado en un porcentaje de los montos totales de la presa y obras anexas, para el mantenimiento de la presa, y un porcentaje de los montos totales de los mejoramientos de los canales, para el mantenimiento de la red de canales. Sobre la experiencia de proyectos de alcance similar, como el Estudio de Prefactibilidad Mejoramiento del Sistema de Riego en Río Claro de Rengo elaborado por la Consultora, se aplica un porcentaje de 0,5% para la operación del embalse y un 1% para la operación de la red de canales. Los valores obtenidos para los costos de operación, en los dos ítems mencionados, se presentan en cuadros resumen para cada tamaño de embalse a continuación de los costos de inversión.

Se obtuvo el costo directo de las grandes partidas, a cuyo valor se le agregó un 45% por concepto de Gastos Generales y Utilidades. Finalmente, el valor obtenido para el costo total del proyecto es la suma de los Costos Directos, los Gastos Generales y Utilidades y las Expropiaciones, no se consideró el recargó por el Impuesto al Valor Agregado (IVA).

El presupuesto se realizó con moneda nacional, pesos chilenos (\$), con mes base a diciembre de 2013. Asimismo, los montos parciales y totales se encuentran expresados en moneda extra dólares (USD). Los indicadores monetarios utilizados para esta fecha son los siguientes:

US\$ = \$504 (Dólar observado de los últimos cinco años, a los que se les descontó el 5% de los valores más altos y el 5% de los más bajos. Fuente: Estudio Agroeconómico del Proyecto).

1 UF = \$ 23.267,17 (Serie: Original, Frecuencia: Mensual. Fuente: Banco Central de Chile, Web Oficial: www.bcentral.cl).

14.4 Evaluación de Costos Sociales de las Obras

Los precios sociales de cada una de las partidas se obtuvieron a partir de los precios privados, a través de aplicación de multiplicadores (m), los cuales se asocian al grado de participación de los siguientes factores de producción:

- Mano de obra calificada: 0,98
- Mano semi-calificada: 0,68
- Mano de obra no calificada: 0,62
- Divisas: 1,01

En el caso de los costos asociados a expropiaciones, no corresponde realizar una transformación de costos, debido a que no intervienen los factores productivos definidos anteriormente. Por lo anterior se utilizaran los mismos valores mostrados en la evaluación de costos privados.

De acuerdo con lo mostrado en Tabla 14-6, el costo social de las obras del proyecto alcanza aproximadamente a un 74 % del costo privado de las obras.

Tabla 14-5 Resumen de Presupuesto de Obras según Partidas Principales para Alternativas de Tamaño de Embalse

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	TAMAÑO N°1	TAMAÑO N°2	TAMAÑO N°3	TAMAÑO N°4	TAMAÑO N°5
		120 Hm3	150 Hm3	180 Hm3	200 Hm3	210 Hm3
		PRECIO TOTAL (M USD)	PRECIO TOTAL (M USD)	PRECIO TOTAL (M USD)	PRECIO TOTAL (M USD)	PRECIO TOTAL (M USD)
1	INSTALACIONES DE FAENA	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
2	PRESA	111,2	134,2	155,4	168,7	175,3
3	OBRAS DE DESVÍO Y ENTREGA	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8
4	CANALES	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
5	AFORADORES	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
6	INTERFERENCIAS	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4
7	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	2,4	2,8	3,2	3,4	3,5
TOTAL COSTO DIRECTO		144,6	168,1	189,6	203,1	209,9
GASTOS GENERALES Y UTILIDADES (45% s/CD)		65,1	75,6	85,3	91,4	94,4
8	EXPROPIACIONES	14,9	14,9	14,9	14,9	14,9
TOTAL INVERSION		224,6	258,6	289,9	309,4	319,3
TOTAL COSTOS DE MANTENIMIENTO (ANUAL)		0,6	0,7	0,8	0,9	0,9

Nota: GG y U no aplica para ítem expropiaciones.
 1 USD = \$504 (diciembre 2013). UF = \$23.267,17 (diciembre 2013).

Tabla 14-6 Costos Sociales de Obras según Partidas Principales para Alternativas de Embalse

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	TAMAÑO N°1	TAMAÑO N°2	TAMAÑO N°3	TAMAÑO N°4	TAMAÑO N°5
		120 Hm3	150 Hm3	180 Hm3	200 Hm3	210 Hm3
		PRECIO TOTAL (M USD)	PRECIO TOTAL (M USD)	PRECIO TOTAL (M USD)	PRECIO TOTAL (M USD)	PRECIO TOTAL (M USD)
1	INSTALACIONES DE FAENA	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
2	PRESA	83,5	100,8	116,7	126,7	131,6
3	OBRAS DE DESVÍO Y ENTREGA	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
4	CANALES	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
5	AFORADORES	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
6	INTERFERENCIAS	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5
7	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	2,0	2,3	2,6	2,8	2,9
TOTAL COSTO DIRECTO		111,7	129,3	145,5	155,7	160,7
GASTOS GENERALES Y UTILIDADES (45% s/CD)		50,3	58,2	65,5	70,1	72,3
8	EXPROPIACIONES	14,9	14,9	14,9	14,9	14,9
TOTAL INVERSION		177,5	203,1	226,7	241,6	248,8
TOTAL COSTOS DE MANTENIMIENTO (ANUAL)		0,6	0,7	0,8	0,9	0,9

Nota: GG y U no aplica para ítem expropiaciones
 1 USD = \$504 (diciembre 2013). UF = \$23.267,17 (diciembre 2013).

15 EVALUACIÓN ECONÓMICA

15.1 Evaluación Económica (Situación con Proyecto)

Una vez calculados los costos privados y sociales del proyecto, se procedió a evaluar la viabilidad económica mediante los siguientes indicadores financieros:

- Valor Actualizado Neto Privado (VAN Privado)
- Tasa Interna de Retorno Privado (TIR Privado)
- Índice Valor Actualizado Neto Privado (IVAN Privado)
- Valor Actualizado Neto Social (VAN Social)
- Tasa Interna de Retorno Social (TIR Social)
- Índice Valor Actualizado Neto Social (IVAN Social)

Para estos efectos, se han considerado los siguientes valores de entrada:

- Tasa de Descuento Social: 6%
- Tasa de Descuento Privada: 12%
- Factor para mantenimiento de embalse (social y privado): 0,5%
- Factor para mantenimiento de canales (social y privado): 1%
- Valorización del dólar: \$504 (diciembre de 2013)
- Valorización de la UF: \$23.267,17 (diciembre de 2013)

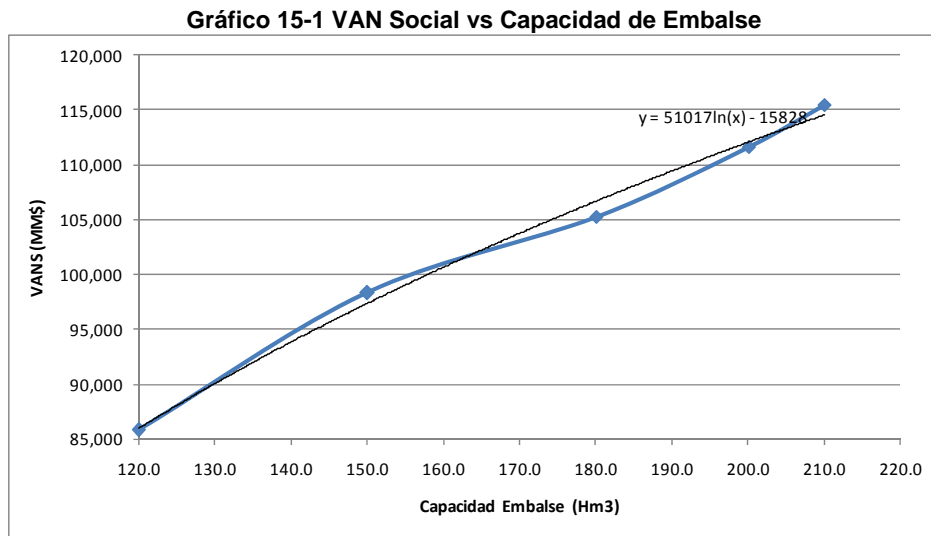
En la Tabla 15-1 se resume el resultado obtenido con sus principales índices financieros (VAN, TIR, IVAN y B/C):

Tabla 15-1 Resultados Evaluación Económica Proyecto

VOLUMEN DE EMBALSE (Hm ³)	HECTÁREAS REGADAS	EVALUACIÓN PRIVADA				EVALUACIÓN SOCIAL			
		VAN (M\$)	TIR	IVAN	B/C	VAN (M\$)	TIR	IVAN	B/C
210,0	20.650	-63.088	7,60%	0,54	0,53	115.453	10,70%	2,08	1,98
200,0	20.000	-60.887	7,60%	0,54	0,53	111.682	10,70%	2,08	1,98
180,0	18.800	-56.228	7,70%	0,55	0,54	105.232	10,70%	2,08	1,98
150,0	17.180	-47.874	8,00%	0,57	0,56	98.297	10,80%	2,12	2,02
120,0	14.978	-40.096	8,10%	0,59	0,57	85.799	10,7%	2,12	2,02

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la tabla anterior, sólo para las evaluaciones sociales se obtuvieron indicadores positivos de rentabilidad. A continuación, se presenta un gráfico de los valores del indicador VAN evaluado con precios sociales en función de las distintas capacidades de embalse:



16 ANÁLISIS DE GENERACIÓN

El área de inundación de la presa Los Pellines cubre la zona de captación y/o restitución de derechos no consuntivos otorgados por la DOH a terceros, cuyo detalle se indica en el Tomo IV, Cap. 8 de este informe.

Para que el proyecto sea factible desde el punto de vista de la operación de los derechos de aguas otorgados es necesario llegar a acuerdo con los sostenedores privados de estos derechos no consuntivos existentes, de tal forma que el embalse pueda inundar ciertas áreas, en donde están constituidos dichos derechos. Una forma de trabajo en conjunto puede ser abordar la generación hidroeléctrica en forma conjunta, a pie de presa.

Con el fin de caracterizar esta situación, la CNR ha solicitado al consultor un análisis preliminar de la potencialidad de generación hidroeléctrica a pie de presa y la misma potencialidad sin la presa, con el fin de estimar, en forma comparativa las bondades de ambas situaciones.

16.1 Derechos de Aguas en Zona de Inundación del Embalse

Según los datos entregados por el Centro de Información de Recursos Hídricos de la Dirección General de Aguas (DGA), con fecha 7 de octubre de 2013, y toda información recopilado del CBR de Chillán, el estado general de aguas superficiales no consuntivas permanente y continuo concedidas en la zona de estudio, consideran 5 derechos de aguas que interfieren con el área de inundación del embalse y cuyo detalle se presenta en el numeral 5.3.

Por su parte, el detalle de las distancias entre punto de captación y restitución y el desnivel existente en cada caso se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 16-1 Desnivel y distancia entre puntos de captación y restitución

Nombre	Distancia entre punto de Captación y Restitución (m)	Desnivel entre punto de Captación y Restitución (m)
Endesa B	7.400	150.0
Estero Pierna Blanca	5.545	140.0
Estero San José	7.255	375.0
Ramón Penroz Penroz	285.0	17.0
Salvador Correa Reymond	2.190	85.0

16.2 Potencialidad de Generación sin Embalse

Con el fin de efectuar un análisis comparativo, se estimará el potencial de generación del derecho Endesa B, que cuenta con la mayor cantidad de caudal otorgado, tal como se mencionó anteriormente.

La Tabla 16-2 siguiente indica el caudal medio mensual afluyente al punto de captación del derecho de Endesa B.

Tabla 16-2 Caudal medio mensual afluyente a punto captación derecho Endesa B

Q	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
Promedio	4,5	12,2	19,3	20,7	17,9	14,6	11,8	8,6	6,5	4,8	4,0	3,5
Max	27,3	51,0	53,3	66,7	37,1	40,2	28,1	17,8	21,7	11,0	9,2	7,7
Min	0,6	1,2	3,1	3,9	4,3	3,6	2,1	1,3	1,0	0,5	0,6	0,4

Se cuenta con una estadística de 74 años de caudales medios mensuales afluentes al punto de captación de los derechos de Endesa B, por lo cual se estimó para cada mes el caudal generable y la altura neta de generación, para calcular finalmente la potencia de generación. Los valores obtenidos se presentan en la siguiente tabla, que considera generación a través de 2 unidades (2 turbinas):

Tabla 16-3 Potencia Media Anual

Q diseño total (m ³ /s)	P _{media} Anual (MW)
16	11.0
20	10.9
30	9.9
40	7.4

De acuerdo con lo anterior, se estima para esta opción una potencia media anual de generación del orden de 10 MW.

16.3 Potencialidad de Generación con Embalse

De acuerdo a lo indicado en la modelación del sistema de riego, se procesaron una gran cantidad de escenarios, para el análisis de la potencialidad de generación hidroeléctrica se utilizó el escenario 5.3.1 que considera la regulación de los derechos de los regantes.

Luego, la matriz de caudales de generación considerará la suma de los caudales evacuados por la obra de entrega y por aquellos evacuados por el vertedero, potenciando de esta manera la generación en el período julio – octubre. La Tabla 16-4 siguiente muestra los caudales generables para esta situación.

Tabla 16-4 Caudales Generables Medios (m³/s)

	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Q m ³ /s	2,97	5,51	6,71	6,91	11,78	13,39	12,18	17,18	21,83	21,89	18,23	8,44

Fuente: Elaboración Propia

Esta tabla muestra que el caudal generable en época de invierno es muy distinto al de la época de verano, motivo por el cual el proyecto considerará la generación mediante 2 turbinas. En época de poco caudal puede operar una sola de ellas y en época de alta demanda, ambas.

Esta situación se graficó buscando aquella combinación que cubriera el espectro más amplio para aprovechar todo el margen de generación, encontrándose la siguiente situación de diseño:

- N° de turbinas : 2
- Caudal de diseño de cada una : 9 m³/s
- Caudal mínimo operación : 4,5 m³/s (1 sola turbina)
- Caudal Máximo de operación : 21,6 m³/s (2 turbinas operando hasta un 20 % adicional de su capacidad)

Tabla 16-5 Potencia Media Anual

Q diseño total (m ³ /s)	P _{media} Anual (MW)
32	8.9
40	9.5
52	10.3
64	9.8

La Tabla 16-5 anterior considera que el caudal de diseño indicado se genera a través de 2 unidades generadoras e indica que la potencia media esperada es del orden de 9 MW.

Los resultados obtenidos indican que la potencialidad de generación a pie de presa es comparable a la situación de generación sin embalse. De esta forma, para potenciar el proyecto de riego se podría incorporar la generación hidroeléctrica para los terceros tenedores de derechos en el área de inundación del embalse y con el hacer factible la construcción de la presa.

17 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Sobre los escenarios anteriormente definidos se realizó un análisis de sensibilidad del proyecto, identificando las variables que inciden significativamente en los resultados de rentabilidad del mismo, cuyos resultados se presentan a continuación:

17.1 Variable 1: Costos de Inversión

Una vez realizada la sensibilización de las variables relacionadas con los costos de inversión, se apreció que existe una incidencia en la evaluación económica social cuando se aumentan los costos de la presa y sus obras anexas, obteniendo una disminución del VAN y la TIR con respecto al VAN del presupuesto, así como también sigue la misma tendencia en el caso que aumenta el costo de la presa, obras anexas, mejoramiento de la red de distribución, expropiaciones y plan de manejo ambiental.

La evaluación privada continua siendo negativa, sigue el mismo comportamiento que el curso del VAN social, y continua siendo negativo, y en términos de valor absoluto menor.

17.2 Variable 2: Costos Asociados a la Ejecución Temporal de las Obras

En este caso se evaluó un aumento del período de construcción de las obras en un año, lo que trae consigo un atraso en un año en la incorporación de los beneficios agropecuarios al proyecto por lo que se desplazan los costos de operación y mantención comenzando el año 4. En este escenario para el caso de la evaluación social se aprecia un aumento en el VAN obteniendo una TIR que duplica la tasa de descuento social.

La evaluación privada continua siendo negativa.

17.3 Variable 3: Costos Asociados al Manejo de la Obra

Las variables asociadas al manejo de la obra no generan mayor incidencia, el VAN social se mantiene dentro del mismo orden y el VAN privado sigue siendo negativo para este caso.

17.4 Variable 4: Beneficios

Al disminuir los beneficios se siguen presentando valores negativos para la evaluación privada y se mantienen los valores de rentabilidad positivos para la evaluación social, donde estos se ven disminuidos y así mismo la TIR, pero esta se mantiene mayor que la tasa de descuento respectiva.

Para el caso en donde se aumentan los beneficios el VAN aumenta para el caso social y el VAN privado mantiene la misma tendencia.

18 ANÁLISIS FINANCIERO Y DISPOSICIÓN A PAGO

18.1 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 la 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 tres años (años 0, 1 y 2).
- El establecimiento de cultivos según el estrato de tamaño se produce entre cuatro 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 cuatro y doce 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, asistencia técnica, riego tecnificado, uso de pozos y rentabilidad predial de sustento). A partir de la información mencionada se efectuó el análisis financiero de cada uno de los Predios Promedio seleccionados.

El flujo de caja se realizó para un horizonte de 30 años, el cual corresponde al período de evaluación del proyecto. Se debe señalar que la utilidad disponible corresponde a la utilidad neta resultante de la ganancia efectiva del proyecto (diferencial entre los flujos netos de situación futura y sin proyecto) una vez descontada la rentabilidad predial.

18.2 Disposición a Pago

La disposición a pago analiza 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.

Este análisis se efectuó a precios de mercado, y consideró los patrones productivos y económicos que tipifican la estructura de cultivos desarrollada en los predios de los estratos de tamaño considerados. Los resultados se muestran en la Tabla 18-1 siguiente, donde se puede observar por Predio Promedio la comparación entre el Valor Anual Equivalente de la utilidad obtenida del análisis financiero con el valor unitario expandido para el financiamiento de la alternativa de obras propuesta.

Tabla 18-1 Determinación de la Disposición de Pago por Predio Promedio

Predio Promedio	Nº Predios	P. Promedio ha Riego	Anualidad Equivalente Utilidad Disponible	Costo Unitario Compromiso	Total Costo por Predio Promedio	Diferencial Util - Costo	Necesidad Subsidio
Sector 1 Estrato de Tamaño 0 a 1 ha Sin Frutales Nivel Bajo	361	0,146	23.471	521.903	76.198	-52.727	70,0%
Sector 1 Estrato de Tamaño 0 a 1 ha Sin Frutales Nivel Medio-Alto	173	0,305	62.088	521.903	159.180	-97.093	60,0%
Sector 1 Estrato de Tamaño 0 a 1 ha Con Frutales (a Excepción de Huerta Frutal) Nivel Medio	179	0,259	85.566	521.903	135.173	-49.606	40,0%
Sector 1 Estrato de Tamaño 1,01 a 3 ha Sin Frutales Nivel Bajo	104	1,665	305.328	521.903	868.969	-563.641	60,0%
Sector 1 Estrato de Tamaño 1,01 a 3 ha Sin Frutales Nivel Medio-Alto	133	1,675	901.341	521.903	874.188	27.153	0,0%
Sector 1 Estrato de Tamaño 1,01 a 3 ha Con Frutales (a Excepción de Huerta Frutal) Nivel Medio-Bajo	29	1,678	332.083	521.903	875.754	-543.671	60,0%
Sector 1 Estrato de Tamaño 1,01 a 3 ha Con Frutales (a Excepción de Huerta Frutal) Nivel Alto	20	1,375	1.151.933	521.903	717.617	434.316	0,0%
Sector 1 Estrato de Tamaño 3,01 a 12 ha Sin Frutales Nivel Bajo	105	5,470	1.302.413	521.903	2.854.811	-1.552.398	50,0%
Sector 1 Estrato de Tamaño 3,01 a 12 ha Sin Frutales Nivel Medio-Alto	123	6,488	1.885.054	521.903	3.386.108	-1.501.054	40,0%
Sector 1 Estrato de Tamaño 3,01 a 12 ha Con Frutales (a Excepción de Huerta Frutal) Nivel Medio-Bajo	78	5,510	3.821.314	521.903	2.875.687	945.627	0,0%
Sector 1 Estrato de Tamaño 3,01 a 12 ha Con Frutales (a Excepción de Huerta Frutal) Nivel Alto	27	6,865	4.218.870	521.903	3.582.866	636.004	0,0%
Sector 1 Estrato de Tamaño 12,01 a 50 ha Sin Frutales Nivel Bajo	26	15,733	3.938.996	521.903	8.211.104	-4.272.107	50,0%
Sector 1 Estrato de Tamaño 12,01 a 50 ha Sin Frutales Nivel Medio	105	23,908	7.883.517	521.903	12.477.663	-4.594.146	40,0%
Sector 1 Estrato de Tamaño 12,01 a 50 ha Sin Frutales Nivel Alto	66	23,702	7.517.892	521.903	12.370.151	-4.852.259	40,0%
Sector 1 Estrato de Tamaño 12,01 a 50 ha Con Frutales (a Excepción de Huerta Frutal) Nivel Medio	20	17,024	6.883.268	521.903	8.884.881	-2.001.613	20,0%
Sector 1 Estrato de Tamaño 12,01 a 50 ha Con Frutales (a Excepción de Huerta Frutal) Nivel Alto	29	25,953	11.453.706	521.903	13.544.955	-2.091.249	20,0%
Sector 1 Estrato de Tamaño 50,01 a 100 ha Sin Frutales Nivel Medio-Bajo	19	52,504	19.863.061	521.903	27.402.008	-7.538.947	30,0%
Sector 1 Estrato de Tamaño 50,01 a 100 ha Sin Frutales Nivel Alto	9	82,460	24.577.624	521.903	43.036.142	-18.458.517	40,0%
Sector 1 Estrato de Tamaño 50,01 a 100 ha Con Frutales (a Excepción de Huerta Frutal) Nivel Medio-Alto	16	63,042	38.889.948	521.903	32.901.824	5.988.124	0,0%
Sector 1 Estrato de Tamaño Mayor de 100 ha Sin Frutales Nivel Medio-Bajo	6	107,991	41.035.848	521.903	56.360.853	-15.325.005	30,0%
Sector 1 Estrato de Tamaño Mayor de 100 ha Sin Frutales Nivel Alto	19	131,861	48.081.025	521.903	68.818.684	-20.737.659	30,0%
Sector 1 Estrato de Tamaño Mayor de 100 ha Con Frutales (a Excepción de Huerta Frutal) Nivel Medio-Alto	8	206,633	134.402.058	521.903	107.842.433	26.559.625	0,0%
Sector 2 Estrato de Tamaño 0 a 1 ha Sin Frutales Nivel Bajo	148	0,255	42.717	521.903	133.085	-90.369	70,0%
Sector 2 Estrato de Tamaño 0 a 1 ha Sin Frutales Nivel Medio-Alto	109	0,256	126.869	521.903	133.607	-6.738	10,0%
Sector 2 Estrato de Tamaño 1,01 a 3 ha Sin Frutales Nivel Bajo	14	1,765	364.728	521.903	921.159	-556.432	60,0%
Sector 2 Estrato de Tamaño 1,01 a 3 ha Sin Frutales Nivel Medio-Alto	21	1,296	430.392	521.903	678.387	-245.994	40,0%
Sector 2 Estrato de Tamaño 3,01 a 12 ha Sin Frutales Nivel Bajo	10	5,801	1.803.504	521.903	3.027.561	-1.224.056	40,0%
Sector 2 Estrato de Tamaño 3,01 a 12 ha Sin Frutales Nivel Medio-Alto	29	6,130	3.252.367	521.903	3.199.267	53.101	0,0%
Sector 2 Estrato de Tamaño 12,01 a 50 ha Sin Frutales Nivel Bajo	24	25,224	33.322	521.903	13.164.487	-13.131.165	100,0%
Sector 2 Estrato de Tamaño 12,01 a 50 ha Sin Frutales Nivel Medio	31	24,153	8.201.624	521.903	12.605.425	-4.403.801	30,0%
Sector 2 Estrato de Tamaño 12,01 a 50 ha Sin Frutales Nivel Alto	17	30,527	15.044.924	521.903	15.932.140	-887.216	10,0%
Sector 2 Estrato de Tamaño 12,01 a 50 ha Con Frutales (a Excepción de Huerta Frutal) Nivel Alto	7	17,105	13.348.419	521.903	8.927.155	4.421.264	0,0%
Sector 2 Estrato de Tamaño 50,01 a 100 ha Sin Frutales Nivel Medio-Bajo	11	62,461	23.888.560	521.903	32.598.599	-8.710.038	30,0%
Sector 2 Estrato de Tamaño 50,01 a 100 ha Sin Frutales Nivel Alto	3	66,152	36.369.676	521.903	34.524.943	1.844.732	0,0%
Sector 2 Estrato de Tamaño 50,01 a 100 ha Con Frutales (a Excepción de Huerta Frutal) Nivel Medio-Alto	2	79,559	15.143.569	521.903	41.522.100	-26.378.531	60,0%
Sector 2 Estrato de Tamaño Mayor de 100 ha Sin Frutales Nivel Medio-Bajo	4	182,063	1.796.641	521.903	95.019.271	-93.222.629	100,0%
Sector 2 Estrato de Tamaño Mayor de 100 ha Sin Frutales Nivel Alto	2	223,314	81.964.999	521.903	116.548.301	-34.583.302	30,0%
Sector 2 Estrato de Tamaño Mayor de 100 ha Con Frutales (a Excepción de Huerta Frutal) Nivel Medio-Alto	2	127,728	181.528.861	521.903	66.661.658	114.867.203	0,0%

Como se observa en las Tabla 18-1 solo una parte de los predios tienen la capacidad suficiente para el pago de las obras. De esta manera el otorgamiento de subsidios por parte del Estado es necesario, calculándose un subsidio ponderado anual de \$1.910.037 por predio y cuya suma de montos alcanza al 31,4% del total de costos de obras de riego.

19 ANÁLISIS DE RIESGO Y VALOR RESIDUAL

19.1 Análisis de Riesgo

El método empleado para determinar el riesgo de la inversión en el presente proyecto fue la implantación de un modelo probabilístico, con el cual, se generó una simulación de los indicadores del VANP y el VANS. La implementación del modelo probabilístico se realizó mediante el software @Risk (versión 5.5.1, Palisade Corporation) utilizando un muestreo aleatorio a través del método Monte Carlo.

En la siguiente tabla resumen se presentan los VaR para las simulaciones de los indicadores VANP y VANS en cada escenario de proyecto.

Tabla 19-1 Value at Risk (Var) obtenido de las Simulaciones del VANP

TAMAÑO N°	VOLUMEN DE EMBALSE (hm ³)	HECTÁREAS REGADAS	EVALUACIÓN PRIVADA			
			VANP PRESUPUESTO	VANP ESPERADO	VANP RIESGO (Percentil 5% Distribución con mejor test chi cuadrado)	VaR VANS
			(millones \$) (1)	(millones \$) (2)	(millones \$) (3)	(millones \$) (2) - (3)
1	210	20.650	-63.088	-80.090	-101.691	21.601
2	200	20.000	-60.887	-76.932	-94.812	17.879
3	180	18.800	-56.228	-71.483	-89.723	18.240
4	150	17.180	-47.874	-60.956	-75.221	14.265
5	120	14.978	-40.096	-51.301	-62.961	11.660

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19-2 Value at Risk (Var) obtenido de las Simulaciones del VANS

TAMAÑO N°	VOLUMEN DE EMBALSE (hm ³)	HECTÁREAS REGADAS	EVALUACIÓN SOCIAL			
			VANS PRESUPUESTO	VANS ESPERADO	VANS RIESGO (Percentil 5% Distribución con mejor test chi cuadrado)	VaR VANS
			(millones \$) (1)	(millones \$) (2)	(millones \$) (3)	(millones \$) (2) - (3)
1	210	20.650	115.453	94.682	77.300	17.382
2	200	20.000	111.682	91.680	74.962	16.718
3	180	18.800	105.232	86.561	71.175	15.385
4	150	17.180	98.297	81.388	67.881	13.506
5	120	14.978	85.799	71.313	59.916	11.397

Fuente: Elaboración Propia

Cabe mencionar, que el análisis de las correlaciones entre las variables de entrada, de los costos del Proyecto y las variables de salida VANP y VANS, otorgó unos coeficientes elevados de correlación entre la partida de hormigón rodillado y los indicadores de rentabilidad, cosa que cabría de esperar dado el importante peso de la partida en la configuración del presupuesto. A tenor de las cifras mostradas en el cuadro anterior y teniendo en cuenta que la simulación final del modelo probabilístico asumió una banda de valores límite en torno a un -5% y+40% de factores probabilísticos para el precio del hormigón rodillado, se puede afirmar que las desviaciones obtenidas post-simulación de los indicadores de rentabilidad VANP y VANS son razonablemente acotadas, si bien es cierto, la alta correlación del precio del hormigón rodillado

se ve atenuada por la combinación con las otras variables simuladas en aquellos casos en que los valores de las extracciones fueron favorables para aumentar los indicadores de rentabilidad.

19.2 Valor Residual

El valor residual del proyecto se estimó como el VANS del flujo de beneficios netos a partir del horizonte de evaluación del proyecto; que corresponde al año 30, hasta la vida útil del proyecto, estimado en el año 50. Los resultados del valor residual se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 19-3 Valor Residual Vida Útil Proyecto

VOLUMEN DE EMBALSE (Hm ³)	VANS (MM\$)
210	395.343
200	383.376
180	361.315
150	331.637
120	291.115

Fuente: Elaboración Propia

En el siguiente cuadro se hace un comparativo entre los indicadores económicos resultado del estudio de rentabilidad y los indicadores económicos resultado de agregar el valor residual para cada uno de los embalses al flujo del año 30.

Tabla 19-4 Comparativo para Precios Privados

ESCENARIO	VOLUMEN DE EMBALSE (Hm ³)	SIN AGREGAR VALOR RESIDUAL AL FLUJO N° 30				AGREGANDO VALOR RESIDUAL AL FLUJO N° 30			
		VANP (M\$)	TIR (%)	IVAN	B/C	VANP (M\$)	TIR (%)	IVAN	B/C
1	210	-63.088	7,60	0,54	0,53	-51.306	9,00	0,54	0,53
2	200	-60.887	7,60	0,54	0,53	-49.462	9,00	0,54	0,53
3	180	-56.228	7,70	0,55	0,54	-45.460	9,1	0,55	0,54
4	150	-47.874	8,00	0,57	0,56	-38.006	9,30	0,57	0,56
5	120	-40.096	8,10	0,59	0,57	-31.420	9,50	0,59	0,57

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19-5 Comparativo para Precios Sociales

ESCENARIO	VOLUMEN DE EMBALSE (Hm ³)	SIN AGREGAR VALOR RESIDUAL AL FLUJO N° 30				AGREGANDO VALOR RESIDUAL AL FLUJO N° 30			
		VANS (M\$)	TIR (%)	IVAN	B/C	VANS (M\$)	TIR (%)	IVAN	B/C
1	210	115.453	10,7	0,54	0,53	180.390	11,60	2,08	1,98
2	200	111.682	10,7	0,54	0,53	174.654	11,60	2,08	1,98
3	180	105.232	10,7	0,55	0,54	164.579	11,60	2,08	1,98
4	150	98.297	10,8	0,57	0,56	152.684	11,70	2,12	2,02
5	120	85.799	10,7	0,59	0,57	133.616	11,70	2,12	2,02

Fuente: Elaboración Propia

20 ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL

Las principales conclusiones y recomendaciones del análisis ambiental del proyecto son:

Medio Físico

- Desde el punto de vista climático, el proyecto se encuentra en una zona de transición entre los climas Templado cálido con lluvias invernales (Csb) y Clima templado frío lluvioso con influencia mediterránea (Cfsb). Esto indica que el llenado y vaciado del embalse, seguirá el patrón asociado al régimen nivopluvial que posee la cuenca del Río Chillán. Respecto al contexto geomorfológico, en el área de emplazamiento, se conjugan una serie de procesos morfodinámicos asociados a situaciones de media montaña, es decir, entre la Precordillera Andina y alta cordillera. En el ambiente propiamente fluvial, se encuentran áreas de sedimentación, terrazas, erosión de riberas, y presencia de materiales por arrastre del cauce de diverso tamaño. En el área de las vertientes adyacentes al cauce y de acuerdo al grado de pendientes, se desarrollan procesos de erosión de laderas y acumulación de materiales (conos de deyección).
- Dentro de la zona de inundación, se presentan capacidades de uso clase III y IV en las zonas más homogéneas topográficamente. Dentro de las áreas más boscosas y con mayor pendiente, se encuentran suelos con capacidades VI, VII y VIII. El proyecto de esta manera afectará clases con capacidad de suelo, que son de baja productividad desde el punto de vista agronómico, como también suelos con aptitud forestal y ganadera.

Medio Biótico

- En el área del proyecto se determinaron 5 tipos de formaciones vegetacionales, asociadas a 5 unidades de vegetación (Bosque Renoval de *Nothofagus obliqua* y *Persea lingue*; Pradera Perenne de *Bromus hordeaceus*; Bosque Pantanoso (Hualve) de *Drimys winteri* y *Myrceugenia exsucca*; Vegetación Ripariana de *Baccharis salicifolia* y *Galega officinalis*; Vegetación Ripariana de *Baccharis salicifolia* y *Persea lingue*).
- Se detectó la presencia de 88 especies de flora vascular, las cuales estaban distribuidas en 57 familias y 82 géneros, correspondientes al 29,8 % y 8,0 % del estimado para Chile continental. Estas especies presentan un 56,2 % de taxa nativos, 21,6 % de alóctonos asilvestrados y 21,6 % endémicos de Chile.
- Existe presencia de 7 especies en categorías de conservación. El “Ciprés de la cordillera” (*Austrocedrus chilensis*), el “Lingue” (*Persea lingue*); “Costilla de Vaca” (*Blechnum chilense*); “Quil quil” (*Blechnum hastatum*); “Naranjillo” (*Citronella mucronata*), *Gilliesia gramínea*, Copihue (*Lapageria rosea*).
- En cuanto a fauna terrestre, la riqueza del área del proyecto es diversa, estando presente especies de todas las clases de vertebrados terrestres. En general, el paisaje mantiene un alto grado de sus características originales, conservando hábitats de interés para algunas especies
Todos los ambientes dentro del área de proyecto, tanto terrestres como acuáticos, con menor o mayor grado de perturbación son importantes como refugio de fauna, debido a que la matriz del paisaje es fuente de dispersión de especies, ya que contiene un alto grado de sus características originales.
- Existe diversidad de vida acuática en el área de estudio del proyecto, reflejado en la presencia de una especie nativa, *Trichomycterus areolatus* (bagrecito). Esta especie se encuentra protegida ambientalmente y está clasificada como Vulnerable, por lo que se deben tomar las medidas tendientes a preservar y minimizar los eventuales impactos en el hábitat que lo cobija.
- En líneas generales, la calidad de las aguas presenta indicadores adecuados para la vida acuática y el riego, exceptuando casos puntuales registrados en la campaña de verano, que luego en la campaña de otoño ya volvieron a rangos normales.
- Sin duda este ecosistema presenta un equilibrio estable y de dependencia entre un elemento y otro. Se estima que la alteración a uno de estos subsistemas causaría una modificación al resto del medio.

Medio Humano y Construido

- El área en que se proyecta el emplazamiento de la zona de inundación y muro, presenta una baja densidad y escasa población permanente.
- A partir de la prospección arqueológica realizada en terreno, la presencia de elementos de carácter prehispánico en el área ha quedado fehacientemente demostrada, elemento que se debe considerar en el diseño de las obras del proyecto.

A modo de síntesis se concluye que algunos elementos del medio Biótico presentes serían potencialmente los de mayor valor ambiental a ser afectados, considerando que se encuentran en alguna categoría de conservación, como el Lingue (*Persea lingue*) y Ciprés de la Cordillera (*Austrocedrus chilensis*), por nombrar algunos.

Por el lado de la Fauna las especies más sensibles se encuentran dentro de la taxa de Anfibios y Reptiles, principalmente.

En relación al medio socioeconómico y cultural es importante destacar que la zona de estudio es valiosa en elementos de carácter prehispánico, por lo que no se pueden descartar la existencia de más evidencias arqueológicas a lo largo del área de estudio.

21 PROGRAMA DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA

El programa de Participación Ambiental y Ciudadana de este estudio consideró las siguientes actividades:

- Lanzamiento del Estudio.
- 3 Reuniones de Participación Ambiental y Ciudadana.
- 1 Reunión técnica.
- 1 Taller legal.
- 10 entrevistas.

➤ Reunión Lanzamiento del Estudio

- Quedó de manifiesto que el estudio está relacionado con las necesidades de los agricultores y sus observaciones se orientaban a mejorarlo aún más.
- Se expresó la preocupación por los derechos orientados a la generación hidroeléctrica que se encuentran constituidos en el sector.
- El proyecto será muy importante para el desarrollo agrícola del sector relacionado con la Junta de Vigilancia del Río Chillán y a sus regantes.
- Se cumplieron los objetivos generales de la reunión, respecto de asistencia (54% de convocatoria, de los 83 que fueron invitados), exposición (fue entendida por la mayoría de los participantes), dinámica de conversación (diversidad de temas y opiniones).

➤ 1° Reunión de Participación Ambiental y Ciudadana (Pinto, Chillán, Coihueco)

- Quedó de manifestó que el estudio está relacionado con una necesidad real de los agricultores, los que fueron enfáticos en señalar la necesidad de seguir avanzando con el proyecto para que se construya una obra que solucione los problemas de escasez de agua y seguridad de riego.
- Quedó manifestada la preocupación de algunos participantes, con el tema de los derechos de aguas y el proceso de regularización tomando en cuenta la cantidad de sucesiones que existen.

- Quedó de manifiesto la preocupación (de un sector mayoritario de los participantes) por la instalación de empresas hidroeléctricas en el sector del embalse, lo que podría desvirtuar el sentido de esta obra. .
- Se remarcó la necesidad de integrar al proyecto a un grupo mayor de beneficiarios, tratando de incorporar a gente que no es beneficiario de INDAP y a las personas que pertenecen al PRODESAL de la Municipalidad de Coihueco y Chillán.
- Se estableció la preocupación, tanto de la representante del Seremi de Medio Ambiente como de un profesional de la Municipalidad de Chillán, de los impactos medio ambientales que podría producir la construcción del embalse en el lugar seleccionado.
- Quedó establecida también, la preocupación de los agricultores que se verán afectados por la inundación lo que plantea la necesidad de generar una línea de trabajo particular con ellos.
- Se estableció el apoyo de la autoridad comunal al proyecto y las buenas relaciones que tienen con la Junta de Vigilancia del Río Chillán.

➤ **1° Reunión de Participación Ambiental y Ciudadana: Sector Los Pellines**

- Quedó de manifestó que el estudio está relacionado con una necesidad real de los agricultores, los que expresan su preocupación e inquietud en la medida que sus proyectos particulares se verán afectados, producto de la inundación que se producirá, cuando se construya el embalse.
- Quedo manifestada la necesidad de no alterar o en su defecto, mejorar la conectividad que existe actualmente en el sector, buscando que el desarrollo productivo y la vida cotidiana no se vea alterada.
- Quedó manifestada la preocupación de algunos participantes, con relación al sentido del proyecto, teniendo en cuenta que, existen otros proyectos en la zona o que se podrían mejorar las técnicas de riego en vez de generar un proyecto que será tan invasivo para el sector.
- Quedó de manifiesto la preocupación (de un sector de los participantes) por percibir que el proyecto se realizará en la medida que se combine con generación hidroeléctrica y eso podría desvirtuar el sentido de esta obra que está orientado al riego.
- Como conclusión general, quedo claro que el proyecto es rechazado por un sector importante de la gente del sector, expresándose una aceptación pasiva por parte de los pequeños agricultores al percibir que podría mejorar su conectividad.
- Se cumplieron los objetivos generales de la reunión, respecto de asistencia (hubo buena asistencia con relación a la convocatoria, 80%), con relación a la exposición (fue fácil de comprender para el 100%), dinámica de conversación (diversidad de opiniones que representaron a todo el universo de participantes).

➤ **2° Reunión de Participación Ambiental y Ciudadana (Pinto, Coihueco, Chillán)**

- Se expreso claramente la necesidad de parte de la JV Rio Chillan de sentirse parte del desarrollo del estudio, de que sus ideas sean acogidas, que se generen reuniones para precisar algunos aspectos del estudio y que se le entregue información del estudio, para canalizarla a sus regantes.
- Se expreso la preocupación de parte de un representante del municipio, por la inundación que producirá la construcción del embalse en el lugar seleccionado.
- Se manifiesta la preocupación de los regantes con la posibilidad de generación hidroeléctrica en el sector del embalse, porque consideran que podría desvirtuar el sentido de esta obra.
- Se remarca nuevamente, que el proyecto será muy importante para el desarrollo agrícola del sector relacionado con la Junta de Vigilancia del Río Chillan y sus regantes.
- Se estableció la preocupación, con relación a los derechos de aguas no consuntivos que están otorgados en el lugar del embalse y que pueden afectar el desarrollo del proyecto.
- Se expreso la necesidad de que el tema de los derechos de aguas se fuera asumiendo desde ya, por lo conflictivo que se podría manifestar más adelante.
- Nuevamente estuvieron presente los impactos medioambientales que podría producir la construcción del embalse en el lugar seleccionado y el peligro que representan los volcanes.

➤ **2° Reunión de Participación Ambiental y Ciudadana: Sector Los Pellines**

- Quedó de manifestó que el estudio estaba relacionado con una necesidad real de los agricultores, pero al mismo tiempo representaba una preocupación e inquietud en la medida que sus proyectos particulares se iba a ver afectados, producto de la inundación que se produciría cuando se construyera el embalse.
- Quedo expresada la satisfacción de un sector de los participantes por ver que la continuidad del proyecto de construcción del embalse se vea paralizado y de esa formas sus proyectos no se vean afectados.
- Quedó manifestada la insatisfacción de algún sector de pequeños agricultores, por ver frustradas sus esperanzas de que con la construcción del embalse se mejorará la conectividad que existe actualmente en el sector y de esa forma mejorara su calidad de vida.
- Quedó de manifiesto la sensación de algunos participantes de que el tema de generación hidroeléctrica está muy relacionado con proyectos de riego y que se les busca siempre asociarlos, lo que causa inquietud porque de esa forma se estarían desvirtuando los proyectos de desarrollo agrícola.
- Quedó expresada la molestia por la entrega de derechos no consuntivos a empresas que no están aportando al desarrollo agrícola del sector y que por el contrario están impidiendo que se puedan generar obras necesarias para satisfacer las necesidades de agua que existe.

- Como conclusión general, queda claro que la no continuidad del proyecto fue recibido con satisfacción por un sector de los participantes (los que eran más afectados) y con molestias con otros que entendían que era una obra que iba a beneficiar al bien común o que les producía mejoras particulares en su vida cotidiana (pequeños agricultores y mejora del camino).

➤ **3° Reunión de Participación Ambiental y Ciudadana (Pinto, Coihueco, Chillán)**

- Se expreso claramente el aporte que durante todo el estudio se recibió de parte de la JV Rio Chillan, tanto en disposición de aportar con información, con sus ideas en las diversas reuniones y con su cuestionamiento final a ENDESA y su forma fraudulenta, según ellos, de adquirir derechos no consuntivos en el sector del embalse.
- Se estableció la preocupación de parte de los regantes ante la paralización del proyecto por la interferencia de Endesa, expresando su molestia y cuestionamiento a los derechos no consuntivos que han desvirtuado y entorpecido el desarrollo agrícola.
- Se sigue manifestando la preocupación que tienen los regantes al sentir que se está privilegiando la generación hidroeléctrica por sobre los proyectos de riego a los cuales se les insiste en asociar con esos proyectos de generación.
- Se remarca nuevamente, que el proyecto era muy importante para el desarrollo agrícola del sector relacionado con la Junta de Vigilancia del Río Chillan y sus regantes y que a pesar de que dio una buena rentabilidad no se va a poder realizar.

22 COMENTARIOS Y CONCLUSIONES DEL ESTUDIO

Con respecto a los resultados expuestos en los capítulos anteriores se puede comentar y concluir lo siguiente:

- La existencia de derechos de aguas de terceros en la zona del proyecto es de vital importancia en la consideración de la factibilidad de la presa Los Pellines. Los derechos antes indicados en el numeral 5.3 se encuentran legalmente constituidos y solo sería posible considerar este proyecto factible en la medida que se llegue a un acuerdo con los poseedores de estos derechos para efectuar la compra de ellos, o bien, implementar proyectos de tipo multipropósito en conjunto que permita el desarrollo de más de una actividad.

Los resultados obtenidos del análisis de generación indican que la potencialidad de generación a pie de presa es comparable a la situación de generación sin embalse. De esta forma, para potenciar el proyecto de riego se podría incorporar la generación hidroeléctrica para los terceros tenedores de derechos en el área de inundación del embalse y con ello hacer factible la construcción de la presa.

Según la Ley N°1.123 que establece normas de ejecución de obras de riego por el estado, con lo cual han sido ejecutadas la mayoría de las obras de embalse para riego, no es posible financiar embalses para otro propósito que no sea el riego. Sin embargo, en forma particular, posteriormente los regantes pueden evaluar la incorporación de otros fines como la generación hidroeléctrica.

Por lo anterior, este escenario planteado de derechos de agua, no hace viable el proyecto bajo la modalidad de financiamiento por la Ley N°1.123. Sin embargo, vale indicar que existe la alternativa de financiamiento vía concesiones de obras multipropósito, a modo de ejemplo, la obra del embalse Punilla, actualmente en licitación para construcción.

- Se han estudiado 5 volúmenes de embalse. Con un volumen de 120 Hm³ se puede regar un área comprendida entre 14.978 ha y 15.100 ha, con un volumen de 150 Hm³, entre 17.180 ha y 17.950 ha, con un volumen de 180 Hm³, entre 18.800 ha y 20.300 ha, con un volumen de 200 Hm³, entre 20.000 ha y 21.950 ha y con un volumen de 210 Hm³, entre 20.650 ha y 22.450 ha. La variación de superficie para un mismo tamaño se relaciona con los supuestos que se hacen respecto de la equivalencia de una acción de riego en el río Chillán.

- Se efectuó la evaluación económica del proyecto para todas las capacidades de embalse, además, se consideraron sensibilizaciones de los parámetros de entrada, entiéndase costos, beneficios, entre otros. El indicador del VAN privado para cada uno de los escenarios de tamaño de embalse considerado ha resultado con valores negativos, lo que revelaría que el proyecto desde el punto de vista privado, no resulta viable.

Desde el punto de vista social el proyecto se sustenta debido a la existencia de una gran cantidad de pequeños agricultores que por su situación no tienen acceso a mejorar su condición de desarrollo agrícola, la que además depende de la seguridad de abastecimiento hídrico, principal motivo del proyecto.

- En relación al VAN social todas las capacidades muestran valores positivos, oscilando entre 85.799 MM\$ y 115.453 MM\$, siendo el mayor valor el de un embalse de capacidad de 210 Hm³ y el valor más desfavorable el de un embalse de capacidad 120 Hm³.

Por su parte, la TIR social oscila entre el 10,70% y el 10,80% para las 5 capacidades analizadas.

- La capacidad recomendada del embalse que permite el aprovechamiento de los recursos de manera óptima corresponde a una capacidad total de 210 hm³, considerando un volumen muerto de 4,30 hm³, con lo cual se obtiene una superficie regada de 20.650 ha con un 85% de seguridad de riego.

- Se desarrolló el diseño hidráulico de la red de canales matrices considerados para la unificación de bocatomas, de modo de cumplir con el objetivo de conducir y distribuir el recurso hídrico en la zona de riego, con mayor seguridad y eficiencia.

- La red de canales matrices se definió de acuerdo a las unificaciones de bocatomas, considerando el uso de canales existentes como matrices y disposición de marcos partidores.

- Un aspecto importante a destacar es la necesidad de que los regantes regularicen y perfeccionen sus derechos de agua, con el fin de facilitar su postulación a proyectos financiados por el estado.