



EVALUACIÓN EX POST DE CORTO Y MEDIANO PLAZO

EMBALSE PUCLARO, IV REGIÓN DE COQUIMBO

División de Evaluación Social de Inversiones

Ministerio de Desarrollo Social

Septiembre, 2012

Documento elaborado por
Departamento de Metodologías y Departamento de Estudios
Orietta Valdés y Valeria Araya
División de Evaluación Social de Inversiones
Ministerio de Desarrollo Social
Gobierno de Chile
Septiembre, 2012

RESUMEN EJECUTIVO.....	4
MARCO TEÓRICO	5
CICLO DE VIDA DE LOS PROYECTOS.....	5
EVALUACIÓN EX POST DE PROYECTOS.....	7
VALORACIÓN DEL AGUA PARA RIEGO.....	20
ESTUDIO EX POST EMBALSE PUCLARO.....	32
INTRODUCCIÓN.....	32
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA.....	32
CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN.....	43
MERCADO	49
SITUACIÓN BASE (EX ANTE)	53
IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	53
ANTECEDENTES.....	53
SITUACIÓN AGRÍCOLA.....	56
ETAPA DE INVERSIÓN DEL PROYECTO	62
COSTOS DE INVERSIÓN	62
ANÁLISIS DE LOS PLAZOS EFECTIVOS DEL PROYECTO	67
DISEÑO DEL PROYECTO.....	68
ETAPA DE OPERACIÓN DEL PROYECTO.....	71
VOLUMEN ACUMULADO Y CAUDAL ENTREGADO	71
COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	73
TRASPASO DE LA OBRA	75
ASIGNACIÓN DE LOS DERECHOS DE AGUA.....	78
MODELO DE GESTION	80
PROYECTOS BONIFICADOS POR LA LEY 18.450.....	83
PROGRAMAS DE FOMENTO A LA ASISTENCIA TÉCNICA Y CREDITICIA A LOS AGRICULTORES, PROVINCIA DEL ELQUI.....	84
ESTUDIOS E INICIATIVAS	87
BENEFICIOS DEL PROYECTO	90
SITUACIÓN SIN PROYECTO	90
SITUACIÓN CON PROYECTO	94
ANÁLISIS DE LAS FORTALEZAS, DEBILIDADES, OPORTUNIDADES Y AMENAZAS DEL PROYECTO.....	111
DESEMPEÑO DEL PROYECTO.....	112
BENCHMARKING	112
BIBLIOGRAFÍA	119

RESUMEN EJECUTIVO

El presente estudio tuvo por objetivo evaluar a nivel de producto y resultados intermedios del proyecto Embalse Puclaro, ubicado en la Provincia del Elqui.

Para llevar a cabo la evaluación ex post, en primer lugar se recopiló información sobre el área beneficiada por el embalse como antecedentes geográficos, demográficos y económicos. Una vez realizada la descripción de la Provincia del Elqui se elaboró la “Situación Base” que corresponde a la situación original de la población objetivo del proyecto, donde se argumentan la razones que dieron origen al proyecto.

Uno de los principales antecedentes de la evaluación Ex Ante es la situación agrícola, ya que a modo general, detalla los tipos de cultivos y sus respectivos rendimientos generados sin la existencia de una obra de riego. Este punto es de vital importancia porque puede convertirse en una de las razones más poderosas para argumentar la construcción de un embalse, esto por la clara posibilidad de maximizar los beneficios de la zona. Sin embargo, para el embalse Puclaro, la recopilación de esta información fue una tarea dificultosa, ya que específicamente en frutales, no se detallaban que tipo de frutales se habían contabilizado y posteriormente al no tener una línea base en este aspecto, fue difícil evaluar la rentabilidad Ex Post de los cultivos.

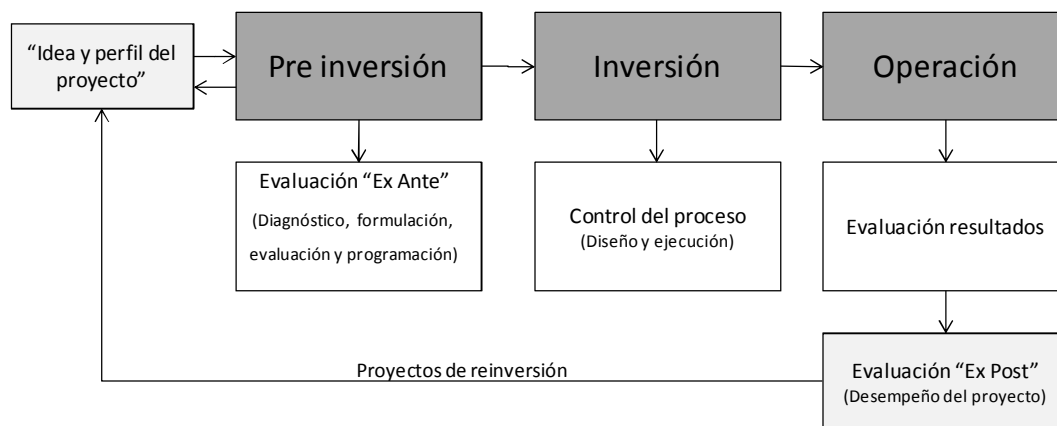
La etapa de *Inversión del Proyecto* integró los costos de inversión, los plazos destinados a la construcción del embalse y diseño del proyecto (obras ejecutadas). En la *etapa de Operación* se describió el volumen acumulado y entregado, los costos de operación y mantención, modelo de gestión, programas y proyectos desarrollados por distintas entidades, entre otros aspectos. Los beneficios se elaboraron en situación con y sin proyecto, en la cual también se analizó los costos y las rentabilidades. Finalmente se expone un análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) y lecciones aprendidas del embalse Puclaro.

MARCO TEÓRICO

CICLO DE VIDA DE LOS PROYECTOS

Se distinguen las siguientes fases del ciclo de vida de proyectos de inversión: Pre inversión, inversión y operación.

Diagrama 1. FASES DEL CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO



Fuente: Elaboración Propia.

ESTADO DE PRE INVERSIÓN

En este estado se prepara y evalúa el proyecto de manera de obtener de él, el máximo excedente económico a lo largo de su vida útil, realizando estudios de mercado, técnicos, económicos, financieros y otros, que aseguren al mismo tiempo maximizar beneficios y minimizar costos¹.

El proceso de pre inversión contiene las siguientes etapas:

1. Generación y análisis de la idea del proyecto
2. Estudio en el nivel de perfil
3. Estudio de pre factibilidad
4. Estudio de factibilidad

¹ MIDEPLAN, 1992. Inversión Pública, Eficiencia y Equidad.

La *generación y análisis de la idea del proyecto* es la etapa que determina las necesidades que se pretende satisfacer. En esta etapa corresponde identificar todas las alternativas de solución al problema previamente detectado.²

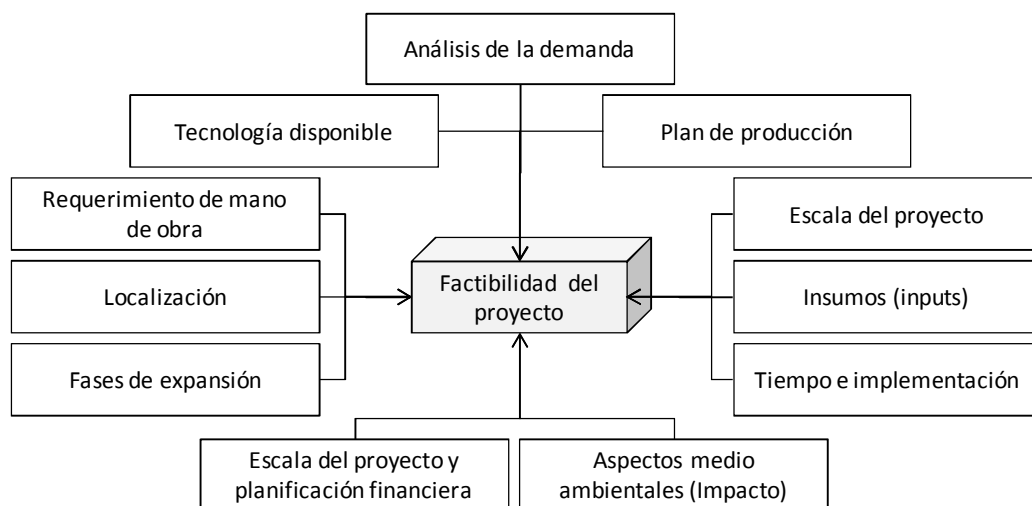
El *estudio en el nivel de perfil* estudia todos los antecedentes que permiten formar un juicio respecto a la conveniencia y factibilidad técnico-económica de llevar a cabo la idea de proyecto.

La *pre factibilidad* examina con más detalle las alternativas viables desde el punto de vista técnico, económico y social, que fueron determinadas en general en la etapa anterior, descartando las menos atractivas y seleccionando la o las mejores.³

En esta etapa se debe analizar información relativa a los mercados, demanda y oferta de los bienes y/o servicios del proyecto; análisis de las alternativas tecnológicas, localización y tamaño, sus restricciones y barreras del proyecto; también es necesario incorporar la estimación de costos e impactos durante la vida del proyecto; requerimientos legales y organizacionales; momento óptimo para dar inicio al proyecto, vida útil de los activos del proyecto y su valor residual.

Para la evaluación de la *factibilidad* se requiere la información:

Diagrama 2. INFORMACIÓN REQUERIDA PARA EVALUAR LA FACTIBILIDAD DE UN PROYECTO



Fuente: Elaboración Propia.

² MIDEPLAN, 1992. Inversión Pública, Eficiencia y Equidad.

³ MIDEPLAN, 1992. Inversión Pública, Eficiencia y Equidad.

Los resultados deben ser sometidos a un análisis de sensibilidad, los que determinarán la factibilidad del proyecto.

Es importante estudiar con precisión todos los aspectos legales, análisis de factibilidad de terrenos y labores necesarias en la operación, y estudios que aseguren la viabilidad técnica del proyecto, como por ejemplo, estudios de suelos para definir trazados, entre otros.

ESTADO DE INVERSIÓN

En este estado se realizan todas las acciones tendientes a ejecutar físicamente el proyecto o programa, tal como fue especificado en la pre inversión, a fin de concretar los beneficios netos estimados en la misma. En este estado se distinguen dos etapas principales: la etapa de diseño y la de ejecución⁴.

ESTADO DE OPERACIÓN

Consiste en poner en marcha los proyectos y concretar los beneficios netos y estimados en el estado de pre inversión⁵.

Es necesario elaborar una programación de las actividades utilizando una carta Gantt, con las labores y procesos, la estructura organizacional, los requerimientos de información, plan de monitoreo y evaluación Ex Post, con el detalle del presupuesto y plan de financiamiento.

EVALUACIÓN EX POST DE PROYECTOS

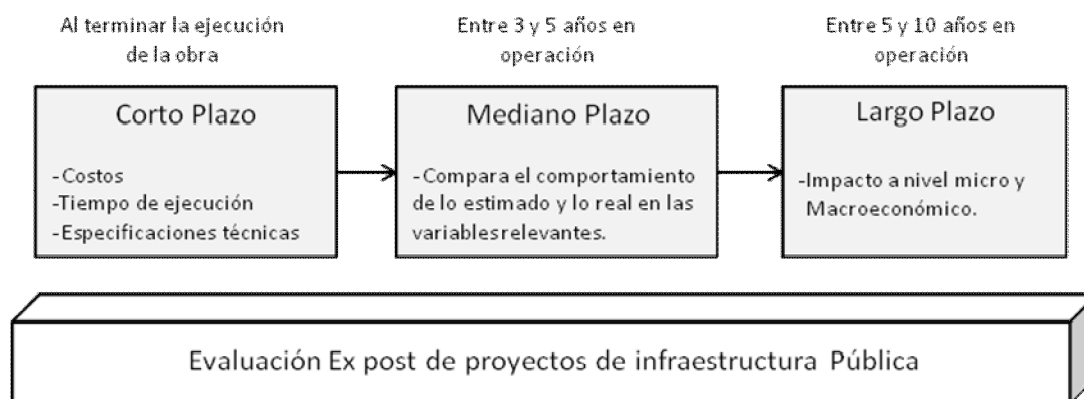
La evaluación Ex Post de proyectos, es una herramienta utilizada para retroalimentar la metodología Ex Ante de formulación y evaluación de un proyecto de inversión de infraestructura pública.

Según *la dimensión temporal de los resultados*, los proyectos de Inversión Pública pueden ser medidos en distintos espacios temporales. El espacio temporal puede determinar la causalidad entre el proyecto y los beneficios asociados a su construcción y operación.

⁴ MIDEPLAN, 1992. Inversión Pública, Eficiencia y Equidad.

⁵ MIDEPLAN, 1992. Inversión Pública, Eficiencia y Equidad.

Diagrama 3. Etapas evaluación Ex Post de proyectos



Fuente: Elaboración Propia.

La *evaluación Ex Post de corto plazo*, se efectúa una vez finalizada la fase de ejecución de una iniciativa de inversión, analizando variables de costos, tiempo de ejecución y especificaciones técnicas (tamaño, producto, localización, etc.). En algunos casos, se podrá estimar el cambio en la rentabilidad social de las iniciativas, atribuible sólo a la variación en los plazos reales, en los montos de la inversión y eventualmente en los costos de operación. Los indicadores que midan los resultados, serán propios de cada tipología de proyecto.

Por otra parte, la *evaluación Ex Post en profundidad*, es un estudio completo y detallado que analiza y compara el comportamiento del modelo de gestión y los costos de operación de una iniciativa de inversión. Esta evaluación se realiza una vez que la iniciativa entra en operación, esto es generalmente entre 3 a 5 años después de finalizada su ejecución.

Por último, la *evaluación Ex Post de largo plazo*, mira el proyecto en régimen y mide el impacto a nivel micro y macroeconómico. Asimismo, busca determinar si éstos logran dar respuestas a la situación que le dio origen, en qué medida esto se consigue, y qué factores explican estos resultados. Es importante analizar si el proyecto implica un cambio significativo en los beneficiarios, perdurable y sostenible en el tiempo, en algunas de las condiciones de la población objetivo que se plantearon como fundamentales en la preparación del proyecto. El horizonte de tiempo para medir resultados de largo plazo es entre 5 y 10 años después de implementado el proyecto.

La evaluación Ex Post de proyectos de inversión de infraestructura pública puede ser a nivel de producto, corto plazo, o a nivel de resultados intermedios o finales, mediano o largo plazo.

A NIVEL DE PRODUCTO

Consiste en estudiar el desempeño del proyecto tanto en el uso de recursos como en la cantidad y calidad de los productos generados, haciendo un análisis comparativo entre las estimaciones realizadas en la etapa de pre inversión y los valores efectivos Ex Post⁶.

El procedimiento para realizar una evaluación Ex Post a nivel de producto consta de las siguientes etapas:

1. Recopilación de la situación Ex Ante, esta etapa pretende recopilar los antecedentes e información contenida en el estudio de pre inversión que justificó la posterior construcción de la obra.
2. Recopilación de información Ex Post, para ello deben establecerse previamente las variables que se tomarán en cuenta en el estudio y luego levantar la información pertinente.
3. Comparación de la situación Ex Ante con respecto a Ex Post, esta comparación surge luego de haber recopilado la información pertinente a las variables relevantes, comparando las variables previstas y el comportamiento efectivamente observado.
4. Estudio y aplicación de las diferencias observadas, en esta etapa se realizará un estudio de las diferencias observadas, tratando de identificar el motivo que produjo dichas diferencias. Esta etapa contempla visitas técnicas a la obra, a funcionarios relevantes de instituciones públicas relacionadas con el proyecto, asociaciones, cooperativas, entre otros.

⁶ Ingeniería Industrial, Universidad de Chile. 2007. Sistemas de Evaluación ex post de proyectos de riego. Informe final ó Estudio Análisis para el mejoramiento del proceso de evaluación de proyectos de riego. Tomo III.

5. Conclusiones, esta última etapa debe presentar recomendaciones y conclusiones con el fin de introducir mejoras y retroalimentar la evaluación ex ante.

A. VARIABLES PERTINENTES PARA PROYECTOS DE RIEGO

Etapas de Inversión (Corto Plazo)

A continuación se señalan las variables que deben ser estudiadas en esta etapa.

- i. **Costos de Inversión:** Estos corresponden al valor de los recursos utilizados en la materialización física del proyecto, signifiquen o no desembolsos. En esta variable deben ir incluidos los costos de mitigación ambiental e interferencias. Se debe registrar no sólo el monto, sino también los momentos en que se realizaron los desembolsos.

Las principales partidas que se han de considerar en este tipo de obras son:

- ✓ Expropiaciones (Por ejemplo: Adquisición de Faja Fiscal y, Terrenos a Inundar)
- ✓ Construcción de Obras
 - Construcción del proyecto
 - Mitigación de impactos ambientales
 - Construcción de interferencias
- ✓ Asesoría a ITO
- ✓ Medidas de compensación por impactos ambientales del proyecto

- ii. **Obras ejecutadas:** Corresponde al detalle del tipo de obras ejecutadas como parte del proyecto, así como también el volumen de obras ejecutado.

- iii. **Plazos de ejecución del proyecto:** Se deben registrar las fechas de los principales hitos en la materialización del proyecto, entre estos se encuentran:

- Fecha de inicio del contrato
- Fecha de inicio de las obras
- Fecha de inicio y término principales etapas del proyecto

- Fecha de recepción provisoria de las obras
- Fecha de recepción definitiva de las obras

iv. **Tamaño del proyecto:** Corresponde al resultado o producto final de la etapa de ejecución y dependiendo del proyecto, este estará referido a:

- Capacidad de acumulación del embalse
- Otros

La información necesaria para realizar la evaluación Ex Post en esta etapa puede ser recogida de las siguientes fuentes:

Tabla 1. Fuentes de información para evaluación Ex Post etapa de inversión

VARIABLE	INSTITUCIÓN RESPONSABLE
Costos de inversión	DOH (Departamento de Presupuesto/ Dpto. de Construcción)
Obras ejecutadas	DOH (Departamento de Construcción o Dirección Regional)
Plazos de ejecución	DOH (Departamento de Construcción o Dirección Regional)
Tamaño del Proyecto	DOH (Departamento de Construcción o Dirección Regional)

Fuente: Informe Final "Estudio Análisis para el Mejoramiento del Proceso de Evaluación de Proyectos de Riego", Ingeniería Industrial - Universidad de Chile, Julio 2007.

Para que las cifras sean comparables, deben expresarse todas en misma moneda y fecha. Para esto es recomendable actualizar los valores que se encuentran en moneda presupuestaria de cada año (30 de junio de cada año), al mes de diciembre del año anterior al efectuado el análisis, utilizando para ello el Índice de Precios al Consumidor (IPC).

A NIVEL DE RESULTADOS INTERMEDIOS Y FINALES (MEDIANO Y LARGO PLAZO)

Se ubica al intermedio y/o al final de la operación del proyecto. Los resultados intermedios miden el cumplimiento de objetivos durante la operación del proyecto, mientras que los resultados finales determinan a nivel de fin del proyecto, el cambio sobre el bienestar de la población objetivo.

Resultados intermedios (Etapa de operación-Mediano Plazo)

Como se mencionó anteriormente, es recomendable que esta etapa sea evaluada de 3 a 5 años después de que la obra de riego entra en operación. En esta etapa las principales variables a considerar son las siguientes:

- i. **Volumen acumulado y caudal entregado:** Corresponde al aumento de oferta de agua generado por el proyecto. Dependiendo del tipo de proyecto, este corresponde al volumen de agua acumulado y/o entregado en los meses de temporada agrícola.
- ii. **Asistencia técnica a los agricultores:** Comprende el apoyo técnico entregado por los organismos públicos a las organizaciones de usuarios, como también la transferencia tecnológica realizada a los agricultores, como por ejemplo INDAP. Para ello se debe mantener la siguiente información:
 - Gasto en asistencia técnica: Correspondiente al gasto contable destinado a las labores de asistencia técnica, identificando el tipo de asistencia entregada, distinguiéndose entre esta organización de usuarios y transferencia tecnológica.
 - Productos entregados: Depende de la forma en que se lleve a cabo la asistencia técnica, se debe seleccionar al tipo de indicador relevante para cuantificar el producto entregado, como por ejemplo, número de talleres de capacitación realizados, número de agricultores que participaron en dichas actividades de transferencia tecnológica, entre otros.
- iii. **Asistencia crediticia a los agricultores:** Esta etapa considera aquellos ítems como el gasto en asistencia crediticia y número de agricultores beneficiados por dicha asistencia.

En el caso de los pequeños agricultores, esta información se puede obtener a través del INDAP.

- iv. **Costos de operación y mantenimiento:** Corresponde a la información de los gastos contables que fueron destinados a la operación y mantenimiento de la obra. Esta información se puede obtener directamente de la organización de regantes.
- v. **Recuperación de costos:** Para aquellos proyectos que fueron introducidos bajo el DFL N° 1.123/81, es conveniente realizar un estudio basado en el reembolso efectivo del proyecto.
- vi. **Ingreso por venta de agua:** En el caso de proyectos concesionados, es conveniente estudiar aquellos ingresos obtenidos en base a la venta de agua o servicios prestados por el concesionario.

La información pertinente a este estudio se puede obtener en base a las siguientes instituciones.

Tabla 2. Fuentes de información para evaluación ex post etapa de operación

VARIABLE	INSTITUCIÓN RESPONSABLE
Volumen acumulado y caudal entregado	<u>DOH</u> Asociación de Canalistas/ Junta de vigilancia
Asistencia técnica y crediticia a agricultores	INDAP CORFO
Costos de operación y mantenimiento de la obra	DOH Asociación de Canalistas/ Junta de vigilancia
Recuperación de costos (DFL N° 1.123)	DOH /Tesorería General de la República
Ingresos por venta de agua (Ley de concesiones)	Empresa concesionaria/ Superintendencia de Valores y Seguros/ Asociación de Canalistas

Fuente: Informe Final: Estudio Análisis para el Mejoramiento del Proceso de Evaluación de Proyectos de Riego”, Ingeniería Industrial - Universidad de Chile, Julio 2007.

Resultados finales (Largo Plazo o Impacto)

Un estudio a nivel de impacto busca identificar no sólo aquellas variables que tienen relación con los efectos directos del proyecto, sino también aquellas externalidades y efectos indirectos generados por el proyecto.

Para un estudio a nivel de impacto es necesario realizar las siguientes actividades:

- Selección de un grupo control y un grupo beneficiario
- Construcción de Línea Base
- Seguimiento de las variables mediante indicadores
- Estimación del impacto generado por el proyecto

Estas actividades se propone que se aborden de la siguiente manera:

IDENTIFICACIÓN GRUPO DE CONTROL Y GRUPO BENEFICIARIO

Grupo control es aquel segmento que no se encuentra beneficiado por el proyecto y posee características sociales, económicas, tecnológicas y agroclimáticas similares a la del grupo beneficiario. Este grupo puede ser seleccionado a partir de un grupo de agricultores de una zona geográfica cercana, pero que se encuentran y permanecerán, en una situación de riego similar a las del grupo beneficiario en la situación sin proyecto.

Ambos grupos, control y beneficiario, deben ser seleccionados en la etapa de pre inversión. En rigor, para lograr una mayor precisión, se debería seleccionar un grupo de control y beneficiarios por cada tipo de predio identificado en el estudio de pre inversión. Sin embargo, dado el alto costo que ello conlleva y una representatividad estadística compleja, puede no ser recomendable llegar a ese nivel de detalle. De esta forma, se deberían agrupar aquellos predios según grado de homogeneidad, (por ejemplo, pequeños, medianos y grandes productores) o bien, concentrarse en aquellos productores más representativos de la zona. (ANEXO I: ANTECEDENTES)

ELABORACIÓN LÍNEA DE BASE PARA PROYECTOS DE RIEGO

Los impactos del proyecto, ya sean positivos o negativos, afectan tanto a la población beneficiaria como a otros grupos, que debido a la existencia de externalidades y efectos indirectos se ven afectados por el proyecto. Por esta razón es que el estudio de impacto no debe abarcar sólo aquella zona de beneficiarios, agricultores que se incorporan al riego, o aumentan su eficiencia, sino a la totalidad de la zona afectada por el proyecto.

La línea base del proyecto se debe elaborar en la etapa de pre inversión del proyecto, es decir, en el estudio de factibilidad. A continuación se detallan algunas de las variables de impacto que deberían ser medidas en la línea base de un proyecto de riego:

VARIABLES DE IMPACTO DIRECTO DEL PROYECTO SOBRE EL GRUPO BENEFICIARIO

- i. **Cambios en la productividad de la tierra.** El principal objetivo de este tipo de proyectos es el aumentar la productividad de la tierra de los agricultores beneficiados. El impacto de dicha variable puede ser medida mediante el seguimiento de las siguientes variables:
 - Estructura de cultivos
 - Costos de producción
 - Rendimiento de los cultivos
 - Precio de venta
- ii. **Superficie regada:** Es el incremento en la superficie cultivada por motivo de una mayor oferta de agua. Se pueden distinguir tres efectos que deben ser medidos en la superficie beneficiada principalmente:
 - Superficie con un mejoramiento de la seguridad de riego
 - Superficie de nuevo riego
 - Tasa de incorporación de los regantes a lo largo del tiempo

- iii. **Incorporación de tecnología:** Uno de los principales impactos esperados es que grandes obras de riego conlleven a una incorporación de tecnología en las explotaciones agrícolas, principalmente en tecnologías de riego.
- iv. **Generación de empleo:** Se analiza si existe un impacto en la generación de empleo en el área agrícola por motivo de la construcción de la represa, en este ítem se debe distinguir entre número de empleados temporales y permanentes del rubro.
- v. **Estructura de propiedad de la tierra:** Analizar si existe un impacto generado por el proyecto en la tenencia de la tierra en la zona beneficiaria.
- vi. **Migración:** Se debe analizar si existe algún impacto en la migración campo- ciudad, luego de construido el proyecto, sobre el grupo de beneficiarios.

VARIABLES DE IMPACTO AGREGADAS (Total área de influencia del proyecto)

- i. **Generación de empleo indirecto por el aumento de los servicios asociados a la agricultura y construcción del embalse:** Uno de los impactos que siempre se argumenta que genera este tipo de proyectos es el incremento del empleo generado. Para hacer un análisis efectivo de este impacto , es necesario medir las siguientes variables:
 - Número de empleos generados durante la etapa de construcción: Este debe considerar el empleo total, tanto del personal perteneciente a la zona, como aquellos que llegaron con motivo de la construcción de este. Este impacto es de carácter temporal.
 - Número de empleos para la operación y mantención del embalse, se debe considerar el empleo total. Impacto no permanente.
 - Generación de empleo: Por motivo de nuevas inversiones realizadas de forma complementaria, tanto de índole pública como privada. Consiste en un impacto temporal.

- Generación de empleo permanente de actividades complementarias a la actividad agrícola. Por ejemplo, comercio, industrias, servicios financieros, otros.
- ii. **Migración:** Se espera que la construcción de estas obras disminuya la migración campo-ciudad, por lo que se debe hacer un seguimiento de esta variable durante la operación del proyecto para así validar dicho planteamiento.
- iii. **Estructura de propiedad de la tierra:** En general las evaluaciones de proyectos de riego suponen la inexistencia de un impacto en la estructura de la propiedad de la tierra. Sin embargo, al modificarse el potencial productivo de la zona, probablemente exista algún cambio en la estructura de la propiedad de la tierra, por lo que es conveniente plantear un mecanismo de seguimiento orientado a determinar el real impacto sobre esta variable.
- iv. **Impacto en el valor del suelo agrícola:** El incremento en la oferta de agua en la zona genera un incremento en el potencial productivo del suelo, lo que conlleva a un alza en el valor de la tierra. Por lo que es conveniente medir mediante métodos alternativos el comportamiento de dicha variable.
- v. **Impacto en el valor de los derechos de agua:** En el caso de existir un mercado eficiente de agua, el proyecto debiese repercutir en este mercado.
- vi. **Efecto sobre actividades económicas relacionadas con la agricultura:** Aquellas actividades que tienen como objeto el procesamiento de los productos agrícolas, como es el caso de la agroindustria, plantas de embalaje y frío. Es por esto, que debería medirse también cuál ha sido el desarrollo de este tipo de actividades luego de haber sido construida la obra.
- vii. **Efecto sobre el turismo:** Las obras de embalse pueden contribuir a la generación de turismo en la zona, para medir el potencial impacto de esta variable se puede hacer seguimiento de:

- Inversión en actividades turísticas de la zona, entre estas se encuentran, hotelería, restaurantes, servicios, otros.
- Aumento en la demanda turística: Número de turistas, número de días de hospedaje, otros.
- Aumento de la oferta de servicios turísticos: Número de habitaciones, número de camas, número de restaurantes, otros.
- Impactos ambientales: Se debe establecer un plan de seguimiento consistente con lo establecido en el estudio de impacto ambiental.

ANÁLISIS DE LAS VARIABLES

Para obtener resultados robustos de un estudio de impacto es necesario que los datos sean obtenidos de forma periódica. Debido a la actual falta de información sobre las variables que inciden la medición de los impactos del proyecto, se sugiere que se haga un seguimiento anual de las variables que inciden directamente sobre los beneficiarios de la zona y un seguimiento cada 5 años de las variables más agregadas.

Para que estas variables de impacto sean realmente levantadas, sería necesario que un organismo público genere un sistema de levantamiento periódico.

Al momento de hacer un estudio de impacto, las instituciones que generan información relevante al respecto se presentan a continuación.

Tabla 3. Variables de seguimiento evaluación Ex Post a nivel de impacto

Cambio en el nivel de renta de los agricultores	INDAP
	ODEPA
Superficie Regada	INDAP
	ODEPA/ CIREN
	SAG
	INE
	JUNTA DE VIGILANCIA
Generación de empleo	ODEPA
	INE
Migración	INE
Estructura de propiedad de la tierra	INDAP
	DOH
Impacto en el valor del suelo agrícola	DOH
	ODEPA
Impacto en el valor de los derechos de agua	DGA
	DOH
	Conservador de Bienes Raíces
Impacto sobre la actividad económica relacionada con la agricultura	
Incorporación de tecnología	INDAP
Efecto sobre el turismo	INE
	DOH
	SERNATUR
Impactos ambientales	DOH

Fuente: Elaboración propia en base a “Informe Final: Estudio Análisis para el Mejoramiento del Proceso de Evaluación de Proyectos de Riego”, Ingeniería Industrial - Universidad de Chile, Julio 2007.”

En resumen, la evaluación Ex Post de un proyecto permite verificar aspectos relevantes asociados a este, tales como:

- La racionalidad del proyecto: Con el fin de verificar si la conveniencia de los objetivos señalados por el proyecto Ex Ante lograron dar respuesta a las necesidades o problemas destacados.
- Coherencia entre objetivos, actividades, y recursos asignados al proyecto.
- La eficacia resultante de comprobar el grado en que los resultados logran avanzar hacia los objetivos señalados en el proyecto.
- Eficiencia del proyecto: medida por la relación existente entre los costos del proyecto y los resultados.
- Evaluación de Impacto: Análisis de los cambios o mejoras logrados en la realidad versus lo esperado antes de la materialización del proyecto.

VALORACIÓN DEL AGUA PARA RIEGO

La formulación y evaluación social de proyectos de grandes obras de riego utiliza distintos métodos de valoración del agua para estimar el beneficio marginal, considerando como objetivo principal la productividad agrícola generada por la disponibilidad del recurso.

En este ámbito, se distinguen los siguientes métodos de valoración del agua de riego: *Método del valor marginal de producción; Método de precios hedónicos; y Método del Mercado del agua.*

La elección del método de valoración más adecuado dependerá directamente de las *características del agua a valorar, información disponible y capacidad del formulador para aplicar métodos de valoración del agua.*

MÉTODO DEL VALOR MARGINAL DE PRODUCCIÓN

El método del valor marginal de producción, conocido habitualmente como *Método del Presupuesto*, ha sido utilizado ampliamente en la evaluación de proyectos de grandes obras de riego o en la valoración de distintos proyectos relacionados con la agricultura.

Este método evalúa la contribución incremental de producción, es decir, la diferencia entre los ingresos y todos los costos asociados a la producción distintos al agua, incluyendo los costos

asociados a la gestión del sistema productivo. Este método es capaz de identificar el cambio de la productividad en función al incremento de recursos hídricos como insumo.

La aplicación de este método debe ser rigurosa en la inclusión de todos los costos incurridos por el usuario para captar, transportar y almacenar agua, además de todos los otros costos asociados (Por ejemplo, mano de obra familiar, gestión de la granja, fertilizantes, otros).

Este método es el de más amplia difusión en la evaluación de proyectos de riego por la relativa facilidad de aplicación. No obstante, *es altamente sensible* a pequeñas variaciones en los supuestos y especificaciones relativas a los rendimientos y precios de los insumos. Asimismo, si se omite algún atributo o insumo, erróneamente se asignarán mayores beneficios al agua.

Para mejorar la certeza sobre la *calidad de la información* es preciso recurrir a fuentes primarias de búsqueda, tales como: encuestas directas a los usuarios o posibles beneficiarios, asociación de canalistas, juntas de vigilancia, información gubernamental o de empresas privadas. De igual modo, tener seguridad de la información aludida a la ubicación geográfica del proyecto, agroclimatología del lugar, cultivos agrícolas actuales y potenciales, clases o tipos de suelo, temperatura máxima y mínima, días libres de heladas, horas frío, días grado, evapotranspiración, entre otros; son parámetros que influirán directamente en los resultados finales de la valoración del agua para riego.

Asimismo, este método supone que si todos los mercados son competitivos, excepto el del agua, el valor total de producción es igual a los costos de oportunidad de todos los insumos, incluidos el capital y el valor de la tierra.

Cuando los costos de oportunidad o precio sombra de los otros insumos, distintos del agua, están determinados por su precio de mercado, entonces el precio sombra del agua es igual a la diferencia (residuo) entre el valor de la producción y los costos de todos los insumos distintos del agua.

El costo total de la producción está dado por:

$$CT = \sum_{j=1}^n \left(\sum_{i=1}^m P_{ij} \cdot Q_{ij} \right) + \sum_{i=1}^m P_a \cdot Q_i$$

Donde:

- CT = Costo total de la producción agrícola;
- P_{ij} = Precio del insumo j para la especie agrícola i ;
- Q_{ij} = Cantidad demandada del insumo j para la especie agrícola i por hectárea;
- P_a = Precio del agua (l/s; m³);
- Q_i = Consumo de agua por especie agrícola i por hectárea (l/s/ha; m³/ha).
- H_i = Cantidad de hectáreas destinadas a la especie agrícola i (ha).

Previo a la aplicación del método del presupuesto para la evaluación Ex Post de embalse, es necesario hacer una revisión de los antecedentes del proyecto Ex Ante, a modo de recoger la información base utilizada en la formulación y evaluación del proyecto ejecutado.

En esta sección, es importante describir la situación silvoagropecuaria de la situación Ex Ante del proyecto de inversión.

A. EVALUACIÓN EX ANTE DEL PROYECTO (SITUACIÓN ACTUAL Y CON PROYECTO)

En esta fase, corresponderá identificar la situación base y optimizada descrita y evaluada en la evaluación Ex Ante del proyecto. Asimismo, será necesario identificar las alternativas analizadas y las alternativas no factibles por motivos técnicos, presupuestarios, legales u otros.

Al mismo tiempo, la alternativa viable o considerada como la más eficiente desde el punto de vista técnico y económico, la cual debe contener una descripción total de los parámetros considerados en la evaluación.

El formulador deberá enfocar su búsqueda en conseguir el siguiente tipo de información:

- DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

Geografía: Definir los límites naturales, presencia de lomajes, cordones montañosos, división y subdivisión de las cuencas, presencia de ríos, canales, vertientes naturales, acuíferos subterráneos, vegetación, aspectos geológicos, etc. Asimismo, resulta fundamental la incorporación de cartografía que indiquen la ubicación específica, superficie y amplitud del proyecto, es decir, zona que sería beneficiada por el proyecto.

Esta información puede ser obtenida utilizando herramientas como cartografías georreferenciadas, atlas geográficos de Chile y otros que sean convenientes para la formulación del proyecto.

Capacidad de uso del suelo: Para la evaluación agroeconómica del proyecto, resulta esencial tener absoluto conocimiento de la *capacidad de uso del suelo* de los terrenos asociados al proyecto, dado que la productividad agrícola está directamente relacionada con la calidad y tipo de suelo, lo cual influirá en la factibilidad de selección de las alternativas de producción silvoagropecuarias, en el rendimiento de las variedades seleccionadas y en su calidad.

Por lo tanto, siempre será necesario evaluar la capacidad de uso de suelo del área de cualquier tipo de proyecto que implique o influya en el incremento potencial de la producción silvoagropecuaria del sector, debiendo detallar:

- a) Clases y categorías de suelo del área beneficiada por el proyecto.
- b) Caracterización física y química de los suelos.
- c) Clases de profundidad y humedad del suelo.
- d) Textura.
- e) Pedregosidad.
- f) Pendiente.
- g) Grado de erosión.
- h) Clases de drenaje.
- i) Salinidad.

Este tipo de información deberá ser obtenida de un estudio Ex Ante de suelos *in situ* certificado, del Centro de información de Recursos Naturales (CIREN) o de estudios públicos o privados certificados por alguna institución pública, los cuales no superen una antigüedad de 5 años.

Agroclimatología: Es importante tener una línea base de la agroclimatología del área del proyecto, dado que esta información será fundamental para los tipos de cultivos o plantaciones para la situación sin y con proyecto. Por ello, es oportuno recopilar información sobre los principales factores agroclimáticos que influyen en la toma de decisiones de producción, siendo conveniente considerar los siguientes ítems:

Tabla 4. Características agroclimáticas

Características	Ítems
Térmicas	- Período libre de heladas; - Suma de temperaturas ($T^{\circ} > 10^{\circ} \text{C}$) (Sep. - febrero); - Temperatura máxima y mínima mensual; - Temperatura media mensual; - Humedad relativa media mensual; - Heladas (Fecha primera helada y última, estimar probabilidad de ocurrencia) - Período receso vegetativo (Meses temperatura media $< 10^{\circ} \text{C}$); y - Horas de frío anuales (Temperatura $< 7^{\circ} \text{C}$).
Hídricas	- Meses con sequía climática (Índice hum. $< 0,5$) (Periodo seco); - Déficit hídrico; - Meses con excedente hídrico (Índice hum. $> 1,0$) (Periodo húmedo); - Excedente hídrico anual; - Precipitaciones; y - Evapotranspiración potencial.

Fuente: Elaboración propia.

Esta información puede ser obtenida del Atlas Agroclimático de Chile o del Centro de información de recursos naturales (CIREN).

- **INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA**

El análisis socioeconómico es determinante en la evaluación de la situación actual de la población, su participación y comportamiento futuro. Además, este análisis es la base para la formulación y construcción de los parámetros a utilizar en la aplicación del *Método del presupuesto*, por lo que es fundamental contar con fuentes de información robustas, para así, incrementar la certidumbre de la evaluación económica del proyecto.

Para esto, es recomendable compilar la siguiente información:

- a) **Precios.** A pesar de que las fuentes de información son escasas, es deseable contar con los precios al productor de los productos. Los precios deben ser obtenidos de la base estadística de precios de ODEPA a nivel central o regional, u otro tipo de fuente de información gubernamental.
- b) **Demografía.** Descripción en base al censo poblacional (INE) la densidad poblacional, empleo, dispersión poblacional, niveles socioeconómicos y otros relevantes. Incorporar un análisis asociado al crecimiento de la población durante las últimas décadas y asociarlo al crecimiento país o del área de estudio. Hacer un completo análisis de la información expuesta en este punto.
- c) **Descripción de la industria.** Incorporar información relativa al rubro y cantidad de industrias asociadas al rubro agrícola, minero, forestal y otros. Esta información debe ser obtenida de la base estadística de la Aduana, además de otro tipo de herramientas, tales como estudios de mercado de Pro-Chile o de Food and Agriculture Organization (FAO).
- d) **Potenciales usos de agua.** Es fundamental describir los actuales usos consuntivos y no consuntivos del agua, y el uso potencial del recurso.
- e) **Disponibilidad de propiedad de derechos de agua.** Corroborar la disponibilidad, propiedad de los derechos de agua en la zona y distribución de estos por tipo de

productor. Esta información debe ser obtenida de la Dirección de general de aguas (DGA) y Servicio de Impuestos Internos (SII) o INDAP.

Estadísticas Agrarias: Para hacer un buen desarrollo y análisis del método del presupuesto, el formulador deberá contar con información de confianza y segura, ya que gran parte de los supuestos y fundamentos entregados por las estadísticas agrarias, tendrán directa relación con el desarrollo y resultados finales del presupuesto del proyecto.

En este ámbito, es importante contar con datos estadísticos de la superficie agrícola explotada y sin explotar, seguridad de riego del sector, detallando la cantidad de hectáreas regables y tipo de riego (surco, tendido, etc.), distribución de los cultivos o plantaciones (cantidad de cereales, frutales, ganado, forestales, etc.), segmentación de los predios, demografía, mercado y precios de los productos.

Esta información debe ser obtenida del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) o en la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). Los estudios deberán ser revalidados con encuestas *in situ* o con información disponible en las juntas de vigilancia respectivas o servicios regionales.

- **BALANCE HÍDRICO**

El balance hídrico es una herramienta fundamental que permite evaluar la disponibilidad efectiva de agua para riego y la demanda potencial de agua para una situación sin y con proyecto.

La oferta hídrica evalúa la presencia y comportamiento del agua en la región, cuencas y subcuencas involucradas en el proyecto, por lo que el evaluador debe recopilar información sobre las precipitaciones diarias, mensuales y estacionales del sector, los principales afluentes, efluentes y los límites naturales de la cuenca y subcuencas. También, es importante incorporar información disponible sobre la disponibilidad de aguas subterráneas, caudales mínimos y máximos, nivel de escurrimiento y capacidad de recarga de los acuíferos.

Por lo tanto, el estudio hidrológico deberá contener la siguiente información:

- a) **Agua Superficial:** Cuencas (Afluentes y efluentes, caudal máximo y mínimo diario, mensual y estacional); Subcuencas (Afluentes y efluentes, caudal máximo y mínimo diario, mensual y estacional); Vertientes; Lagos; Lagunas, etc.
- b) **Aguas Iluvias:** Precipitaciones (Intensidad de lluvia diaria, mensual y estacional, escurrimiento, etc.)
- c) **Aguas subterráneas:** Capacidad de recarga, caudal máximo y mínimo, capacidad de abastecimiento del acuífero, cantidad y ubicación de pozos fiscales, norias, etc.

La demanda hídrica alude a todos los consumos hídricos actuales que el valle sostiene en base a la agricultura. Para la estimación de la demanda hídrica, es necesario calcular el consumo bruto de agua en la agricultura del valle.

B. EVALUACIÓN EX POST DEL PROYECTO

La evaluación Ex Post tiene por objetivo verificar la conveniencia efectiva del proyecto. Para ello, se evalúa el beneficio incremental generado efectivamente por el embalse, por lo que es necesario verificar si los supuestos considerados en la evaluación Ex Ante fueron efectivos o no. Para esto, es necesario describir la situación agrícola posterior a la puesta en marcha del proyecto.

Los parámetros a utilizar en la *situación con proyecto*, son los mismos involucrados en la evaluación Ex Ante.

- **BENEFICIO INCREMENTAL**

El beneficio incremental debe considerar el cambio del rendimiento de cultivos en una situación en que las condiciones hídricas mejoran. Dicho cambio debería afectar positivamente el ingreso y margen bruto esperado por el productor.

La estimación de los beneficios generados por el proyecto sigue la misma metodología que la descrita en la estimación de beneficios "*situación sin proyecto*". Asimismo, los beneficios del

proyecto deben ser calculados como el *beneficio incremental del proyecto*, el cual es producto de la diferencia entre los beneficios de la situación con proyecto y sin proyecto.

- **COSTOS TOTALES**

Los costos a evaluar están en función a los costos planteados durante la situación Ex Ante del proyecto. Por lo tanto, los ítems a considerar son: costos de inversión, costos agroeconómicos, costos de mantenimiento y operación de la obra.

- ✓ *COSTOS DE INVERSIÓN Y REINVERSIÓN*

Son todos aquellos costos relacionados con la inversión de la obra, tales como la construcción de la presa y canales anexos.

- ✓ *COSTOS DE PRODUCCIÓN*

Generada la información sobre la superficie destinada a cada tipo de cultivo o plantación frutal, es posible construir los costos totales de la situación Ex Post. Para ello, es necesario considerar los siguientes parámetros:

- **SUPERFICIE TOTAL Y DISTRIBUCIÓN**

Para la situación Ex Post del proyecto en evaluación, es posible determinar cuáles fueron los cultivos agrícolas incorporados en la actualidad y la proporción de la distribución de especies agropecuarias a nivel de cuenca. Para ello, es necesario recurrir a distintas fuentes de información que den a conocer la distribución actual de la zona en estudio, tales como catastro frutícola de CIREN, el cual da información robusta sobre la distribución frutícola del sector. Dicha información se encuentra disponible en la página de oficial de ODEPA o en CIREN, para obtener detalles de la información georreferenciada de la cuenca. Asimismo, es fundamental con los registros de la superficie destinada a otro tipo de cultivos, tales como hortalizas, cultivos anuales y pastizales, información que puede ser obtenida en base al censo silvoagropecuario, realizado cada 10 años por el INE, o información actualizada proveniente de fotos satelitales en infrarrojo o imágenes LANSAT, midiendo el área cultivada en software tales como ArcGis.

- **PRODUCTIVIDAD AGRÍCOLA**

Al igual que en la situación sin proyecto, será necesario incorporar la matriz del precio a productor de todos los productos e insumos generados por la producción de los cultivos.

El rendimiento de los cultivos o plantaciones debe ser obtenido de fuentes de información confiables, tales como ODEPA, INDAP, entre otras fuentes públicas o privadas. Asimismo, la información deberá ser validada en terreno, directamente con productores del sector o con fuentes de información que posean información relevante de la zona, tales como, INDAP, INIA, Junta de Vigilancia u otro.

- **COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.**

Costos ordinarios de faenas de limpieza y despeje de canales y acueductos, mantenimiento de revestimientos y obras de arte, reparaciones menores en general, los sueldos y jornales del personal a cargo de la administración, energía y combustible necesarios en la explotación de las obras de mantenimiento de campamentos; cuota de riego anual cancelada por acción en el sistema de riego, equivalente a cubrir el costo de administración, mantención, operación y mejoramiento de toda la red de riego. Además, habrá que considerar el costo de operación y mantenimiento del riego intrapredial.

- **HORIZONTE DE EVALUACIÓN**

El horizonte de evaluación de la situación Ex Post es el mismo determinado en la línea base del proyecto o situación Ex Ante.

- **RENTABILIDAD DEL PROYECTO**

Al igual que los proyectos privados, los proyectos sociales obedecen en su búsqueda de información a un proceso metodológico que en general puede adaptarse a cualquier proyecto⁷.

⁷ Sapag et al (2007). Preparación y Evaluación de Proyectos. Quinta edición. Mc Graw Hill.

La evaluación social de proyectos debe corregir los valores privados modificando los precios de mercado y agregando otros que la evaluación privada no debe incorporar, con lo cual se efectúan los ajustes que permitan expresar en los flujos los valores sociales, en consideración al problema o distorsión que el proyecto intenta resolver. Así un determinado proyecto que puede ser desechado por un inversionista privado puede no serlo desde el punto de vista social⁸.

Para lograr una construcción óptima del método del presupuesto, es importante considerar *precios sociales* en su evaluación social, dado que el beneficio agrícola será uno de los beneficios directos de proyectos de grandes obras de riego.

La evaluación social de proyectos de riego debe evaluar todos los beneficios generados por el proyecto, además, de las externalidades y costos y beneficios intangibles de este.

Cuando los proyectos de riego tienen un objetivo único que es mejorar la producción agrícola de un área determinada, es necesario analizar profundamente los beneficios asociados a la producción agrícola del proyecto, sin dejar de lado los beneficios asociados a las externalidades y beneficios intangibles del proyecto.

La evaluación social de proyectos no considera los ítems de *depreciación, impuestos, amortización y capital*. Para la evaluación de la rentabilidad social del proyecto, se utilizan los indicadores TIR y VAN.

Por otra parte, la evaluación Ex Post a nivel privado, estará definido por la situación Ex Post del proyecto, definiendo el modelo de negocio y objetivos del proyecto.

En el caso de “concesiones” el beneficio del proyecto estaría definido por la venta de agua a los distintos sectores productivos, tales como, agricultura, minería, industria, agua potable y otros. Sin embargo, para proyectos enfocados al mejoramiento de la agricultura, entonces el agua pasa a ser parte de los insumos requeridos para mejorar la producción agrícola, en este caso, la estimación de los beneficios estaría basada en el [Método del Presupuesto](#), considerando el incremento de la

⁸ Sapag et al (2007). Preparación y Evaluación de Proyectos. Quinta edición. Mc Graw Hill.

producción agrícola *Ex Post* y el precio de venta o precio de mercado a nivel nacional o local de los productos. Así también, es posible considerar precios de mercado de exportación, en caso de que existan antecedentes sólidos de que los productos a obtener puedan ser introducidos a mercados internacionales, asumiendo volúmenes mínimos para la exportación de cada tipo de producto. Estos datos, deberán ser validados mediante un estudio de mercado de los productos.

La evaluación privada de proyectos, considera precios reales o precios de mercado, tanto para productos, como para insumos, mano de obra y uso o servicio de maquinaria.

Para la evaluación de la rentabilidad del proyecto, se utilizan los indicadores VAN, TIR y una tasa privada que debería estar definida según la rentabilidad esperada por el negocio, usualmente, la tasa privada de descuento utilizada en proyectos de riego varía entre un 10% a un 15%. Sin embargo, esta podría tomar valores menores o superiores si el formulador y evaluador del proyecto lo determina.

ESTUDIO EX POST EMBALSE PUCLARO

INTRODUCCIÓN

El Embalse Puclaro Intendente Renán Fuentealba Moena es una obra construida por el Estado de Chile, según el DFL 1.123/81 y decreto supremo MOP N°285/94.

El embalse tiene características multianuales y está ubicado en el “Valle del río Elqui”, comuna de Vicuña, Provincia del Elqui, 50 Km al oriente de La Serena, Región de Coquimbo y a 432 m.s.n.m..

El Valle del Elqui se caracteriza por su producción agrícola favorecida por el clima, temperatura y luminosidad propia del área. Las lluvias son escasas, presentándose irregularmente a lo largo del año, con una concentración de un 85% durante los meses de Mayo a Agosto, temporada de menor requerimiento de agua para los cultivos de la zona.

El proyecto “Embalse Puclaro” beneficiaría a 3.700 productores agrícolas de la zona, de los cuales 2.538 poseen predios inferiores a 5 hectáreas, 1.058 poseen predios de un tamaño entre 5,1 y 20 hectáreas y 104 con más de 20 hectáreas. La superficie total del proyecto abarcaría 18.485 hectáreas.

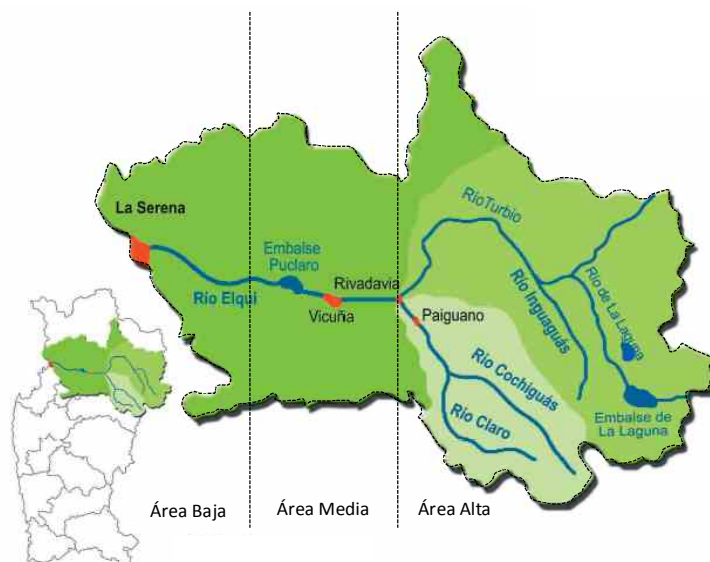
El objetivo del presente estudio es realizar un estudio Ex post a corto y mediano plazo del Embalse Puclaro, IV Región, con el fin de verificar el cumplimiento de los objetivos del proyecto original; verificar la validez de las proyecciones realizadas en la preinversión para retroalimentar y actualizar las metodologías, parámetros y supuestos del sistema de evaluación ex ante; y elaborar, aplicar y validar técnicas de recolección de datos e información para ser consideradas como posibles ajustes a la metodología de formulación y evaluación de grandes obras de riego.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA

La cuenca hidrográfica del río Elqui es parte de la IV Región de Coquimbo y está ubicada aproximadamente entre los paralelos 29°35' y 30°27' de latitud sur y meridianos 71°22' y 69°52' longitud oeste. Limita con las cuencas del río Huasco y las quebradas de Los Choros, Honda y

Chancai, al este con la República de Argentina y al sur con la cuenca del río Limarí y la cuenca costeras de las quebradas El Culebrón y Lagunillas⁹.

Ilustración 1. Ubicación del embalse y subdivisión de los sectores beneficiados por el embalse



Fuente: CNR, 2005. Gestión integrada de los recursos hídricos y algunas experiencias de organizaciones de usuarios de agua. Elaborado por el departamento de recursos hídricos de la Universidad de Concepción.

El área beneficiada está subdividida en 3 secciones clasificadas según su ubicación respecto al embalse, siendo estos:

El sector alto, aledaño a los ríos Turbio, Paihuano, Claro y Cochiguaz, hasta confluencia ríos Claro y Turbio. El sector medio, desde la confluencia de los ríos Claro y Turbio hasta la quebrada de Marqueza, comprende la ciudad de Vicuña y lugar de emplazamiento del Embalse Puclaro. Mientras que el sector bajo, abarca desde la quebrada de Marqueza hasta el Océano Pacífico.

El embalse cuenta con una superficie tributaria de 676.500 hectáreas, siendo 760 hectáreas la superficie total del embalse, y con una capacidad de 200 HM³, de los cuales 175 HM³ son destinados para la regulación del agua para riego y 25 HM³, para el control de crecidas. El tamaño del embalse permitiría una regulación interanual, es decir, podría almacenar agua en los años

⁹ Pérez César, 2005. Cambio climático: Vulnerabilidad, adaptación y rol institucional. Estudio de casos en el valle del Elqui. Universidad de La Serena.

húmedos para entregar en aquellos más secos¹⁰. El caudal medio anual del embalse es de 9.5 m³/seg.; la longitud del lago es de 7.400 metros, con un ancho que varía entre 1 y 2 km., y la cota máxima aguas normales alcanza 508.80 m.s.n.m.

La presa es de tipo C.F.G.D, gravas compactadas en pantalla de hormigón, y se encuentra ubicada en la cota 516 m.s.n.m. Posee una longitud de coronación de 595 metros y una altura de muro de 83 metros. El volumen del muro es de 4.900.000 M³.

La pared del muro es moldeada, posee una profundidad de 58 metros y una superficie de 16.850 M².

Sub cuenca del Valle del Elqui

El río Elqui nace en la cota 815 m.s.n.m, 2 km aguas arriba de Rivadavia, en la unión de los ríos Turbio, que viene desde el oriente, y Claro o Derecho, que proviene del sur. Desde Rivadavia, a 75 km de La Serena, el río principal se desarrolla casi en dirección E-W y prácticamente no recibe afluentes, salvo varias quebradas de considerable desarrollo, pero normalmente secas y que sólo le aportan agua en caso de lluvia directa en los años muy húmedos. Normalmente, un área cercana a 3.900 km², no participa del comportamiento hidrológico del Elqui.

Por la ribera norte las quebradas más importantes son Marquesa y Santa Gracia, que confluyen en su curso medio e inferior, respectivamente. Por el sur, recibe las quebradas San Carlos, Arrayán y Talca, aparte de otras menores. Si bien dichas quebradas no aportan escurrimientos superficiales, entre Algarrobal y La Serena numerosas vertientes descargan sobre la planicie aluvial del río con caudales que van de unos pocos litros por segundo hasta 250 l/s¹¹.

¹⁰ CIAPEP MIDEPLAN-U. Católica; MIDEPLAN. Chile; Universidad Católica de Chile. Instituto de Economía. Embalse Puclaro. Santiago, Chile: Instituto de Economía, U.C., Nov. 1991. vi, 354 p.

¹¹ CADE-IDEPE Consultores de Ingeniería, 2004. Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad. Cuenca del Río Elqui. DGA, Ministerio de Obras Públicas, Gobierno de Chile.

El drenaje de la cuenca alcanza una superficie de 9.645 km² y presenta un régimen pluvio –nival , incluyendo la sub cuenca del río Turbio y del río claro¹².

Sub cuenca del río Turbio

El río Turbio es el principal afluente del río Elqui y nace a 43 km aguas arriba de Rivadavia, a 1.370 m.s.n.m., en la confluencia de los ríos Toro y La Laguna, drenando un área de 4.196 km².

En su trayectoria, el río Turbio cambia constantemente de dirección, recorriendo una distancia de aproximadamente 70 km hasta unirse con el río Claro. Desde este punto hasta su junta con el río Claro, sus principales afluentes son el río Incaguaz, los esteros Huanta y Los Tilos¹³.

Sub cuenca del río Claro

El río Claro o Derecho aparece también en la alta cordillera y su único afluente es el río Cochiguaz. El área drenada es de 1.512 km², y toma rumbo N-S con una longitud de 65 km.

Clima

El clima del valle de Elqui, clima característico de la IV región, está determinado por tres factores principales: Anticiclón del Pacífico; corriente de Humboldt; y relieve. El **anticiclón del Pacífico** es el responsable de la dirección de los vientos dominantes (de Sur a Sur Oeste) y de la ocurrencia de lluvias invernales. La **corriente fría de Humboldt** tiene importantes efectos sobre las temperaturas: las isothermas se orientan paralelas a la costa y van aumentando hacia el interior. Por lo tanto, **el relieve**, caracterizado por la presencia de la Cordillera de los Andes, ejerce una importante influencia tanto en las temperaturas como en las precipitaciones¹⁴.

⁴ y ⁵ Pérez César, 2005. Cambio climático: Vulnerabilidad, adaptación y rol institucional,. Estudio de casos en el valle del Elqui. Universidad de La Serena.

El valle del Elqui presenta un clima mediterráneo semiárido, caracterizado por la presencia de lluvias poco abundantes, de fuerte intensidad y concentradas en el período frío que comprenden los meses de mayo, junio, julio y agosto; por su parte, la estación seca se centraliza en el periodo cálido que comprende los meses de septiembre a abril. La precipitación media anual es de 100 milímetros. La zona beneficiada por el embalse Puclaro, se caracteriza por la presencia de cuatro distritos agroclimáticos los cuales explican la actual estructura de cultivos que registra el valle, a nombrar: Distrito agroclimático La Serena, distrito agroclimático Almendral, distrito agroclimático Vicuña y distrito agroclimático Paihuano. La siguiente Tabla indica los valores de los parámetros meteorológicos y distribución espacial respectivamente para cada uno de estos 4 distritos¹⁵.

Tabla 5. Características de los distritos agroclimáticos en la zona de influencia.

Parámetro	Distrito La Serena	Distrito Almendral	Distrito Vicuña	Distrito Paihuano
Nubosidad (décimos)	5,7	S/i	3,1	2,6
Horas sol	12,2	S/i	9,1	9,2
Horas Luz	6,1	12,2	12,2	12,2
Rad. Solar (Ly/día)	357	432	443	446
T° máx media °C	17,7	21,5	24,6	24,8
T° Mín media °C	10,5	11,8	7,7	10,8
T° Mín abs media °C	7	6,8	3,2	6,1
Horas Frío	119	46,8	71,4	98
Suma térmica (Base 10°C)	1.491	2.116	2.230	2.847
T° media	14,1	16,7	16,2	17,8
Precipitaciones (mm)	101,5	134,3	108	23,1
Evaporación (mm/mes)	1.094	1.767	2.100	2.022
Humedad Relativa (%)	79	66	65	53
Índice Humedad	0,09	0,15	0,09	0,04
Déficit Hídrico (mm)	993	1.633	1.992	1.939
VIENTO				
Velocidad (Km/hr)	11,4	5,6	9,7	2,4
Dirección	Oeste	Oeste	Oeste	Oeste
POT PRODUCTIVO				
Riego	137,4	174,3	182	193,6
Secano	18,9	15,8	13,5	9,7

^{6 y 7} CNR, 2005. Informe Final. Programa óTransferencia tecnologías de riego/validación Sistemas productivos, Puclaro-Elqui, IV Región, II Etapa.

Fuente: CNR, 2007. Programa de transferencia de riego/Validación sistemas productivos Puclaro- Elqui. IV Región, II Etapa.

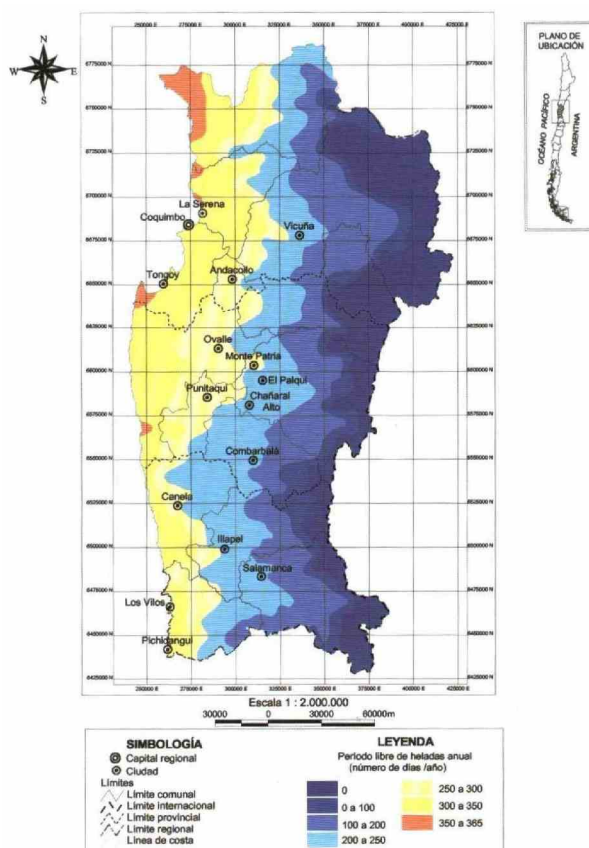
Según estos antecedentes, tenemos que la zona correspondiente al Distrito agroclimático de la Serena es apta para la producción de frutales subtropicales tales como papayo, chirimoyo, lúcumo y paltos. El distrito agroclimático de Almendral debido a sus mejores condiciones térmicas lo hace más favorable para el cultivo de frutales o vides con mayores requerimientos calóricos, además de la producción de cultivos primores. Los distritos agroclimáticos de Vicuña y Paihuano poseen una aptitud climática para la vid, algunos frutales de hoja persistente y especies de hoja caduca con bajo a medio requerimiento de frío¹⁶.

En las localidades costeras, ubicadas entre la ciudad de La Serena y Las Rojas se registran un periodo de ocurrencia de heladas que oscila entre 15 y 65 días del año, principalmente concentradas en los meses de invierno durante los meses de junio y julio. Desde la localidad de Las Rojas hasta El Tambo, a unos 3 kilómetros al poniente de la ciudad de Vicuña, se registran heladas en un periodo que varía entre 65 a 115 días abarcando principalmente los meses de mayo, junio julio. En este sector es más probable que ocurran heladas más tempranas en otoño. Luego desde la localidad de El Tambo hasta Rivadavia se registra un periodo de ocurrencia de heladas que abarca entre 115 y 165 días, en estos sectores es más probable que se registren heladas durante los meses de otoño y tardías en primavera. Finalmente, entre la zona que abarca desde el sur y el oriente de Rivadavia hacia la Cordillera se registra un periodo libre de heladas que abarca entre 100 y 200 días, siendo frecuente que ocurran heladas tempranas y tardías durante los meses de mayo y agosto respectivamente¹⁷.

¹⁶ CNR, 2005. Informe Final. Programa óTransferencia tecnologías de riego/validación Sistemas productivos, Puclaro-Elqui, IV Región, II Etapaõ.

¹⁷ CNR, 2005. Informe Final. Programa óTransferencia tecnologías de riego/validación Sistemas productivos, Puclaro-Elqui, IV Región, II Etapaõ.

Ilustración 2. Periodo libre de heladas anual (días/año) para la IV región de Chile.



Fuente: CNR, 2007. Programa de transferencia de riego/Validación sistemas productivos Puclaro- Elqui. IV Región, II Etapa.

Influencia del Embalse Puclaro en el clima del Valle del Elqui

A fines del año 1999 se terminó de construir el Embalse Puclaro, en el sector medio del Valle del Elqui. A fines del año 2002, el embalse alcanzó por primera vez su cota máxima. La instalación de un embalse en un medio ambiente árido conlleva un gran cambio de las propiedades de la superficie del suelo, lo cual influye en el balance de los componentes del balance de radiación y de energía, y, por ende, pueden influir en el clima local¹⁸.

Para determinar el impacto climático generado por este lago artificial se desarrolló un estudio basado en la modelación matemática. Las conclusiones de dicho trabajo son las siguientes¹⁹:

- Tanto durante el verano como durante el invierno se produce una modificación en los sistemas de viento; pero ésta abarca tan sólo un área del entorno del embalse de 4 km en la dirección del viento.
- Durante las noches de verano, la influencia del embalse sobre los campos de viento es más pronunciada que durante las noches de invierno.
- La temperatura y la humedad sobre el lago formado por el embalse también difieren considerablemente de las de su entorno. Durante el verano, la extensión vertical del efecto del lago alcanza aproximadamente los 300 m sobre el nivel del suelo; durante el invierno esta influencia es menos pronunciada.
- La influencia del embalse sobre la temperatura del aire se extiende por 4 km en el entorno en la dirección del viento. Debido a los débiles vientos nocturnos, la influencia del embalse sobre los campos de temperatura se restringe sólo al área del lago durante la noche.
- Durante la noche, la evaporación del agua del lago del embalse es aún significativa. Como los vientos nocturnos son débiles, se acumula vapor de agua sobre el lago y la humedad relativa alcanza aproximadamente el 100%. Por lo tanto, se forma neblina sobre el lago. Durante las noches de invierno en que los vientos de montaña aumentan, se produce transporte de aire húmedo del lago viento abajo, en la dirección oeste, por aproximadamente 4 km.

De los resultados del estudio se desprende que el impacto climático del Embalse Puclaro es muy local y que se extiende por apenas 4 km en su entorno inmediato, particularmente en las direcciones oeste y este²⁰.

^{10 y 19} Los sistemas naturales de la cuenca del río elqui (región de coquimbo, chile): vulnerabilidad y cambio del clima. Cepeda pj (ed): 41-62 (2008). Ediciones universidad de la serena, la serena, chile

²⁰ Los sistemas naturales de la cuenca del río elqui (Región de Coquimbo, Chile): Vulnerabilidad y cambio del clima. Cepeda pj (ed): 41-62 (2008). Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile

Suelo

Las características de formación original de los suelos determinan por una parte la geografía general de un área y la calidad agrícola de la zona. Por esto, se han definido tres sectores predominantes en la conformación de suelos en la zona del Valle de Elqui, siendo estos:

Sector La Serena

Los suelos de La Serena están constituidos por terrazas en diferentes niveles, producto de sedimentación marina. La terraza más baja (litoral) presenta arenas y limos estratificados de hasta 2 metros de profundidad, presentando suelos de mal drenaje con nivel freático a 1 metro de profundidad. En verano se aprecian manchas salinas en la superficie.

Hacia la porción Este del área, el valle es ancho y presenta dilataciones como consecuencia de las quebradas que descienden hasta él. Frente a ellas aparecen depósitos de arrastre que dan origen a conos de deyección.

Los suelos de este sector, pueden ser caracterizados agrícolamente en tres grupos:

Terrazas marinas recientes, colindantes al litoral. Estos suelos son utilizados principalmente para la producción de chacras, hortalizas y pastos, siendo conocidos como Vegas de La Serena.

Suelos de terrazas marinas antiguas y suelos de Piedmont, con apariencia de terrazas aluviales, donde los primeros, son suelos de poca profundidad con presencia ocasional de sustratos calcáreos, mientras que los segundos, presentan texturas gruesas con cierta compactación a profundidad variable. Estos últimos constituyen la “Gran Duna” por su apariencia de lomaje de cumbres planas y fuerte caída hacia el mar.

Suelos de cono de deyección jóvenes, que se ubican hacia el Este de La Serena, fuera de la franja costera. Utilizados para la producción de primores, chacras, frutales finos, y papas.

Sector Vicuña

El sector de Vicuña presenta menor variación del tipo de suelo, con excepción de la serie Rivadavia, suelos de texturas medias a gruesas, profundidad moderada y pendientes variables de suave a muy pronunciada. No hay limitaciones por drenaje.

En el lado Oeste, desde El Tambo a Almendral, predominan las plantaciones de paltos, chirimoyos y papayos, por ser localidades con bajo riesgo de ocurrencia de heladas. Mientras que en Vicuña también resaltan las plantaciones de paltos y chirimoyos en huertos caseros. Sin embargo, en esta área la especie predominante es la vid.

Sector Paihuano

Los suelos del sector Paihuano son de origen glacial y fluvial, predominan los conos de edad variable donde abundan bosques, guijarros y arenas gruesas.

Gran parte de los suelos se caracteriza por presentar textura gruesa, profundidad moderada a delgada y pendientes que van desde casi planas en las vecindades de los cauces hasta abruptas en las laderas de los valles.

Los ríos y quebradas ocupan gran parte de la superficie del valle, por lo que la tierra fácil de cultivar, es muy escasa en comparación a la superficie total. Sin embargo, en la actualidad existen sectores del valle que se cultivan ininterrumpidamente sin considerar la calidad de tierra.

Geología y Geomorfología

La geología de la cuenca está dominada principalmente por la presencia de rocas volcánicas calco alcalinas intermedias de edad mesozoica y cenozoica, intercaladas con rocas sedimentarias de similar litología. Estas rocas albergan depósitos hidrotermales de3 varios metales, donde predominan los de cobre, oro y plata²¹.

²¹ Pérez César, 2005. Cambio climático: Vulnerabilidad, adaptación y rol institucional,. Estudio de casos en el valle del Elqui. Universidad de La Serena.

Los elementos fisiográficos que se pueden identificar claramente son: Cordillera de los Andes, Valles Transversales, Cordillera de la Costa y Planicies Litorales.

El relieve de la cuenca del río Elqui se orienta de Oeste a Este (Fig. 2.3). En el sector del nacimiento del río Elqui (confluencia de los ríos Claro o Derecho y Turbio) la precordillera Andina presenta importantes alturas, destacando el Cerro Mamalluca (2.330 m s.n.m.) por el norte y el Cerro El Molle (2.630 m s.n.m.) por el sur del río Elqui en el sector de Paiguano²².

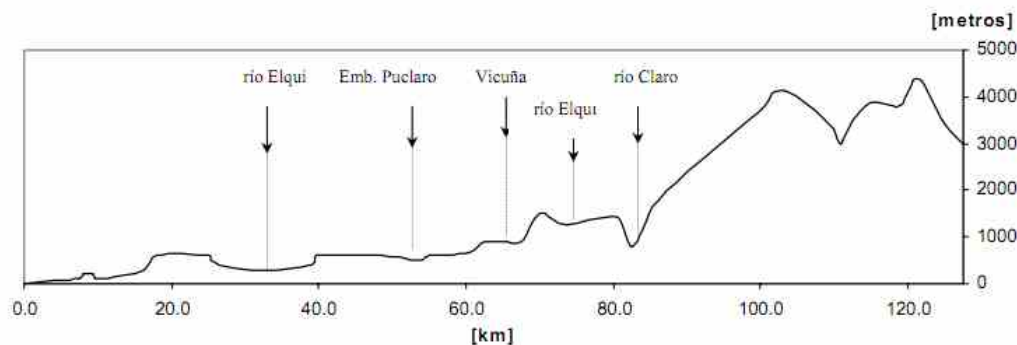
Desde este sector hasta la desembocadura en el sector de La Serena, el río Elqui posee un curso general de tipo recto y escurrimiento en sentido Oriente – Poniente. En sus primeros kilómetros hasta la localidad de El Molle, el río Elqui se caracteriza principalmente por presentar un escurrimiento de tipo recto y valles de reducida extensión. Las elevaciones (cerros y lomajes) que se presentan en este sector, están comprendidas entre los 1.000 y 1.600 m s.n.m. disminuyendo en forma paulatina (baja sinuosidad del relieve)²³.

El tramo final del río (desde el sector de El Molle hasta la desembocadura en el mar), el cauce principal presenta escurrimiento de tipo anastomosado y valles con mayores amplitudes, cuyo material de sedimentación fluvial ha originado amplias terrazas laterales de significativa importancia humana y económica para el área. Estas terrazas se encuentran claramente desarrolladas a unos 25 km de la desembocadura, el nivel superior tiene uno 30 m de altitud en sus inicios, disminuyendo en dirección al mar con una pendiente de 7%, hasta alcanzar unos 120 a 130 m cerca de la desembocadura. Las diferencias de altitud en el valle transversal, oscilan entre los 700 m por el norte del cauce principal de la cuenca y 260 m por el sur de este mismo curso fluvial²⁴.

En la costa, este valle se mezcla con las planicies litorales que se extienden latitudinalmente por el borde costero, alcanzando en algunos sectores un ancho de 30 km (sector de la Serena).

^{22, 21 y 22} CADE-IDEPE consultores de ingeniería, 2004. Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad. Cuenca del Río Elqui. DGA, Ministerio de Obras Públicas, Gobierno de Chile.

Ilustración 3. Perfil topográfico W-E a latitud 30° (Cuenca del río Elqui). Relieve cuenca del río Elqui.



Fuente: CADE-IDEPE Consultores de Ingeniería, 2004. Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad. Cuenca del Río Elqui. DGA, Ministerio de Obras Públicas, Gobierno de Chile.

CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN

Demografía, empleo y desocupación regional

Según proyecciones efectuadas al año 2010 -a partir del último Censo de Población y Vivienda para la Región de Coquimbo (2002) se estimó una población de 718.717 habitantes (355.860 hombres y 362.857 mujeres), con una densidad de 17,7 habitantes por kilómetro cuadrado. La tasa media estimada de crecimiento anual para el período 2008-2010, es de 1,5 personas por cada 100 habitantes²⁵.

Tabla 6. Densidad Poblacional, Provincia del Elqui, años 1992 y 2002.

	CENSO 1992	CENSO 2002
Región de Coquimbo	504.387	603.210
La Serena	120.816	161.243
Coquimbo	122.766	163.557
Andacollo	12.246	10.411
La Higuera	3.498	3.660
Paihuano	3.772	4.205
Vicuña	21.660	23.665
Total Provincia del Elqui	284.758	366.741

Fuente: INE, 1992 y 2002. Censos de población y vivienda.

²⁵ INE 2010. Síntesis geográfica regional. Compendio estadístico.

La Serena y Coquimbo presentaron un crecimiento poblacional de un 46% y 33,22% respectivamente, mientras que Paihuano, Vicuña y La Higuera, alcanzaron un 11%, 9% y 5% de crecimiento respectivamente. Por el contrario, la comuna de Andacollo, mostró un decrecimiento de un 15% a nivel poblacional, factor que puede haber estado influenciado por la migración a las grandes ciudades y búsqueda de nuevas oportunidades laborales en otras localidades de la región.

Según el recuento de los censos poblacionales realizado el año 2002, a partir del año 1865, es posible observar el gran cambio de la distribución de la población urbana y rural. La siguiente tabla muestra el porcentaje de población urbana y rural entre los años 1865 y 2002.

Tabla 7. Porcentaje de población urbana y rural para la región de Coquimbo

Años Censados	Población Urbana (%)	Población Rural (%)
1865	29,0	71,0
1975	43,8	56,2
1885	54,6	45,4
1895	54,2	45,8
1907	30,0	70,0
1920	34,1	65,9
1930	32,0	68,0
1940	34,8	65,2
1952	39,4	60,0
1960	51,8	48,2
1970	60,3	39,7
1982	73,6	26,4
1992	74,4	25,6
2002	79,2	20,8

Fuente: Pérez César, 2005. Cambio climático: Vulnerabilidad, adaptación y rol institucional. Estudio de casos en el valle del Elqui. Universidad de La Serena.

Empleo y desempleo de la región

Indicadores a Nivel Regional

La tasa de desocupación en la Región de Coquimbo del trimestre móvil Septiembre - Noviembre 2011 fue de 6,0% disminuyendo 1,3 puntos porcentuales respecto a igual trimestre año anterior²⁶.

La población económicamente activa (PEA), fue estimada en 325.940 personas, representado el 57.2% del total de la población en edad de trabajar. Respecto al año anterior, la fuerza de trabajo presentó un incremento de un 4,2%, mientras que la ocupación incrementó en un 5,6%. Por el contrario, hubo una disminución de los desocupados, tanto de cesantes como de personas que buscan trabajo por primera vez.

Para el trimestre Septiembre- Noviembre, la población ocupada representó el 94% (306.420 personas) de la fuerza de trabajo, siendo un 61,9% hombres y 38,1% mujeres. Se estima que hubo un incremento de 16.330 ocupados, producto principalmente del incremento de un 8,7% del dinamismo de mujeres y un 3,8% de hombres. Con respecto al año anterior, la Ocupación presentó un alza de 0,6% (1.970 personas).

Del total de los desocupados a nivel regional, el 90,5% (17.660 personas) representaron a la categoría de cesantes y un 9,5% (1.860 personas) a la población que está buscando trabajo por primera vez.

Durante el último año, la población desocupada disminuyó en un 14,4% (3.270 personas), disminución explicada por la disminución de un 51,4% de la población que busca trabajo por primera vez. La tasa de desocupación de hombre fue de 5,2% y de mujeres de 7,2%.

Población Inactiva

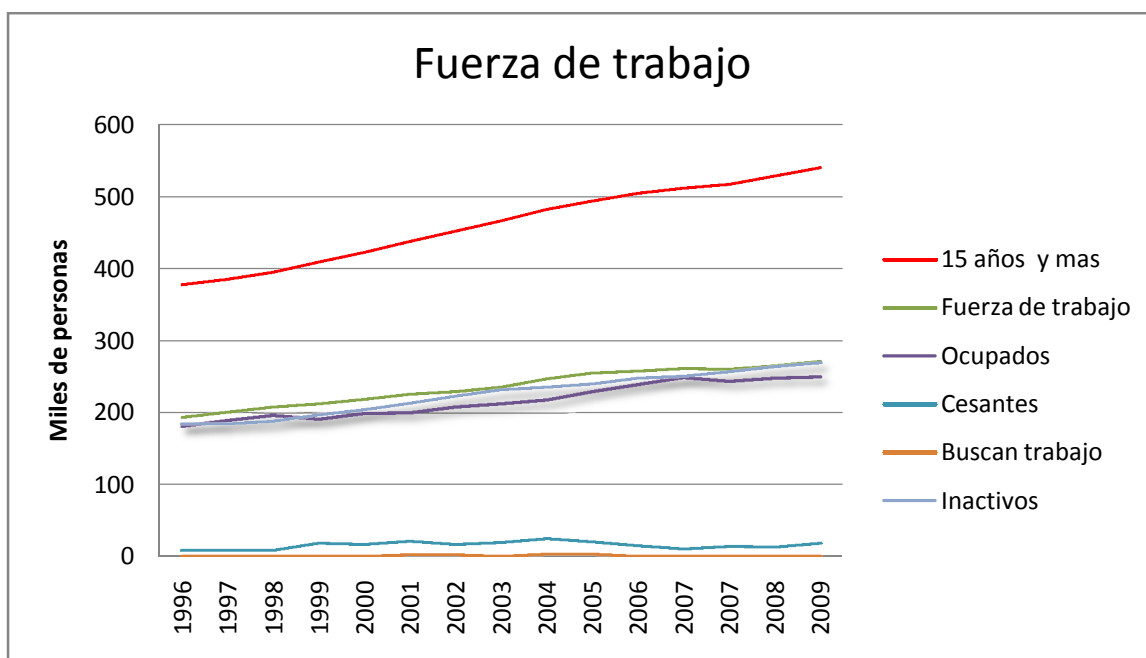
La fuerza de trabajo inactiva, alcanzó un 42,8% (243.870 personas) de la población en edad de trabajar. Las razones familiares permanentes (31,4%) y las razones de estudio (29,7%)

²⁶ INE, 2011. Informe empleo regional. Región de Coquimbo.

concentraron la mayor cantidad de inactivos, seguidos por razones de salud (15,0%). El resto de los inactivos tienen un porcentaje menor al 10% de participación²⁷.

El siguiente gráfico indica la tendencia de crecimiento de la fuerza de trabajo a nivel regional, basado en las predicciones estadísticas del INE, censo poblacional del 2002, detallando el cambio en el tiempo de la fuerza de trabajo, ocupados, desocupados y población inactiva de la región de Coquimbo.

Gráfico 1. Situación De La Fuerza De Trabajo, Región De Coquimbo.



Fuente: Elaboración propia, basado en INE, series Enero/Marzo 1986 a la fecha, empalmadas a proyecciones de población y muestra de censo 2002.

²⁷ INE, 2011. Informe empleo regional. Región de Coquimbo.

Situación por Provincia

Para el trimestre Septiembre-Noviembre 2011, la fuerza de trabajo en la provincia del Elqui fue de 211.660 personas, registrando un alza de 5,4% respecto al mismo trimestre del año anterior, lo cual equivale a 10.800 personas. Los ocupados alcanzaron las 198.820 personas, incrementando en un 7,7% (14.300 personas).

Los desocupados disminuyeron en un 21,4% (3.490 personas) respecto al año anterior. Mientras que la tasa de desocupación para este trimestre fue de 6,1%, cayendo en 2 puntos con respecto al mismo periodo del año anterior.

En relación al trimestre móvil previo, la Fuerza de trabajo no presentó variación, mientras que la Ocupación aumentó 0,3%. La Desocupación registró una disminución de 4,5% (-610 personas). La variación trimestral de la Tasa de Desocupación registró disminución de 0,3 puntos porcentuales²⁸.

La fuerza de trabajo en la provincia del Choapa fue de 40.270 personas, registrando un aumento de 2,6% respecto al mismo trimestre del año anterior, equivalente a 1.000 personas. Los ocupados registrados fueron de 38.560 personas, incrementando en un 5,1% (1.860 personas).

Los desocupados disminuyeron en un 33,5% (860 personas) respecto al año anterior. Mientras que la tasa de desocupación para este trimestre fue de 4,2%, cayendo en 2,3 puntos con respecto al mismo periodo del año anterior.

En relación al trimestre móvil previo, la Fuerza de Trabajo y la Ocupación experimentaron disminución de 1,6% y 1,1%, respectivamente. La Desocupación registró disminución de 10,8%, en tanto, la Tasa de desocupación descendió 0,5 puntos porcentuales²⁹.

La fuerza de trabajo en la provincia del Limarí fue de 74.000 personas, registrando un aumento de 1,7% respecto al mismo trimestre del año anterior, equivalente a 1.250 personas. Los ocupados alcanzaron las 69.040 personas.

²⁸ INE, 2011. Informe empleo regional. Región de Coquimbo.

²⁹ INE, 2011. Informe empleo regional. Región de Coquimbo.

Por el contrario a las otras provincias, los desocupados incrementaron en un 27,8% (1.080 personas).

En relación al trimestre móvil inmediatamente anterior, la Fuerza de Trabajo experimentó un aumento de 0,9%. La Ocupación registró un aumento de 2,7% (1.780 personas) mientras la Desocupación disminuyó 18,6%. La variación trimestral de la Tasa de desocupación, reflejó un descenso de 1,6 puntos porcentuales³⁰.

Tabla 8. Fuerza de trabajo, ocupados y desocupados por provincia.

Ítems	Provincias de la Región de Coquimbo (Miles de personas y tasas)								
	Elqui			Choapa			Limarí		
	Sep- Nov 2011	Ago- Oct 2011	Sep- Nov 2010	Sep- Nov 2011	Ago- Oct 2011	Sep- Nov 2010	Sep- Nov 2011	Ago- Oct 2011	Sep- Nov 2010
Población de 15 años y más	369,89	368,99	359,26	66,66	66,61	66,09	133,26	133,08	131,16
Fuerza de trabajo	211,66	211,65	200,86	40,27	40,92	39,26	74,00	73,36	72,75
Ocupados	198,82	198,19	184,53	38,56	39,01	36,70	69,04	67,25	68,87
Desocupados	12,84	13,45	16,33	1,71	1,92	2,57	4,97	6,10	3,89
Cesantes	11,54	12,45	12,96	1,71	1,85	2,36	4,41	5,41	3,63
Inactivos	158,22	157,34	158,4	26,39	25,69	26,83	59,26	59,73	58,41
Tasa de participación (%)	57,2	57,4	55,9	60,4	61,4	59,4	55,5	55,1	55,5
Tasa de Ocupación (%)	53,8	53,7	51,4	57,8	58,6	55,5	51,8	50,5	52,5
Tasa de Desocupación (%)	6,1	6,4	8,1	4,2	4,7	6,5	6,7	8,3	5,3

Fuente: INE, 2011. Informe empleo regional. Región de Coquimbo.

³⁰ INE, 2011. Informe empleo regional. Región de Coquimbo.

MERCADO

PIB

Actividad económica a nivel regional

La región de Coquimbo posee una superficie de 40.580 KM² y una población de 718.700 personas, estimación del INE para el 2010.

Según el INE, durante el primer trimestre del 2011, la región de Coquimbo presentó un crecimiento de un 7% respecto al periodo anterior. Los sectores que más influyeron en el positivo comportamiento productivo de la región fueron: Minería; comercio, restaurantes y hoteles; transportes y comunicaciones; servicios sociales, personales y comunales; servicios financieros y empresariales; electricidad, gas y agua; silvoagropecuario y propiedad de vivienda.

Por el contrario, los sectores que tuvieron un crecimiento negativo durante este periodo fueron: Pesca, industria manufacturera y construcción.

En la minería el crecimiento se explica principalmente por el aumento de la producción de cobre y otros minerales asociados a la actividad, mientras que el sector comercio, restaurantes y hoteles se vio positivamente afectado por el aumento de las ventas minoristas y en menor medida del comercio mayorista.

Exportaciones

Las exportaciones regionales aumentaron en 45,8% respecto al periodo anterior, lo cual equivale a 441,9 millones de dólares, representando un 6,7% de las exportaciones a nivel nacional. El sector Minería fue el principal sector exportador de la región, con una participación del 87,1%, seguido por el sector Silvoagropecuario y Pesca, con una participación del 9,9% de las exportaciones regionales, a consecuencia del aumento de los envíos de frutas. El sector industria Manufacturera presentó una participación del 2,9%.

Tabla 9. Valor de las exportaciones según rama de actividad, IV Región de Coquimbo. (Cifras en millones de dólares)

ACTIVIDADES	2010			2011	
	Abr-Jun	Jul-Sep	Oct-Dic	Ene-Mar	Abr-Jun
Total exportaciones	964,9	1.047,6	1.059,7	1.303,7	1.406,9
Silvoagropecuario y Pesca	94,5	53,3	60,2	244,6	139,9
Frutas	89,9	45,8	52,3	237,2	133,9
R. Silvoagrop. Y Pesca	4,6	7,5	7,9	7,4	6,0
Minería	813,7	939,1	961,5	1.018,4	1.225,7
Cobre y Hierro	744,1	878,7	878,1	977,6	1.209,7
Resto minería	69,6	60,4	83,4	40,8	16,0
Industria	51,0	55,2	38,0	26,2	41,3
Alimentos	41,0	46,5	29,8	17,5	33,7
Resto Industria	10,0	8,7	8,2	8,7	7,6
Resto Exportaciones	5,7	-	-	14,5	-

Fuente: Elaborado por el INE en base a información del servicio Nacional de Aduanas.

Los principales destinos de las exportaciones a nivel regional durante el segundo trimestre del 2011 fueron los continentes de Asia y Oceanía, lo cual significó una participación de 64,8% de los envíos. Con respecto al periodo anterior, las exportaciones a estos continentes aumentaron en un 51,5%, equivalente 310,2 millones de dólares.

TIPO DE CAMBIO

El tipo de cambio es una variable clave en una economía abierta sobre todo en los países que presentan una economía emergente. Los *shocks* externos provocados por las grandes economías pueden incitar ciertos cambios en el tipo de cambio de un país más pequeño, ya que de alguna manera dependen económicamente de estos.

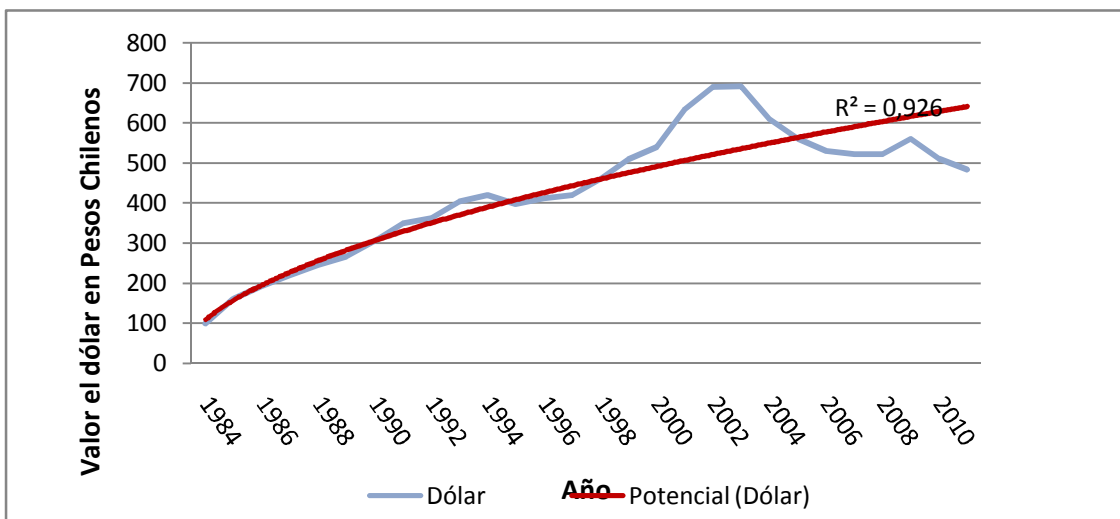
La caída del dólar en Chile está relacionada con diferentes tipos de factores como:

- El precio del cobre: a medida que aumenta el precio del cobre, ingresan una mayor cantidad de dólares al país bajando el precio del dólar a nivel nacional.
- Inversiones extranjeras: al incentivar la inversión extranjera entran más dólares a la economía y cae el precio del dólar.

- Tasa de interés: al aumentar la tasa de interés atrae capitales extranjeros por el mayor retorno que pueden obtener, con esto ingresan más dólares y baja el precio del dólar en el país.
- Crecimiento del país: si existe una economía en crecimiento habrán más dólares circulando y el dólar se deprecia frente a la moneda local.
- Gasto estatal: A mayor gasto del Estado el Banco Central sube la tasa de interés para evitar el consumo excesivo y la inflación. Subiendo la tasa de interés existe una mayor inversión del exterior.
- Inflación: al existir inflación, que es el aumento generalizado en el nivel de precios de los productos, bienes y servicios del mercado, existe una mayor circulación de dólares en el mercado y con ello su precio cae.

A continuación se adjunta un gráfico que muestra la evolución del dólar observado en Chile desde el año 1984 hasta el 2011.

Gráfico 2. Evolución del dólar observado promedio de cada año desde 1984 en Chile.



Fuente: Elaboración propia.

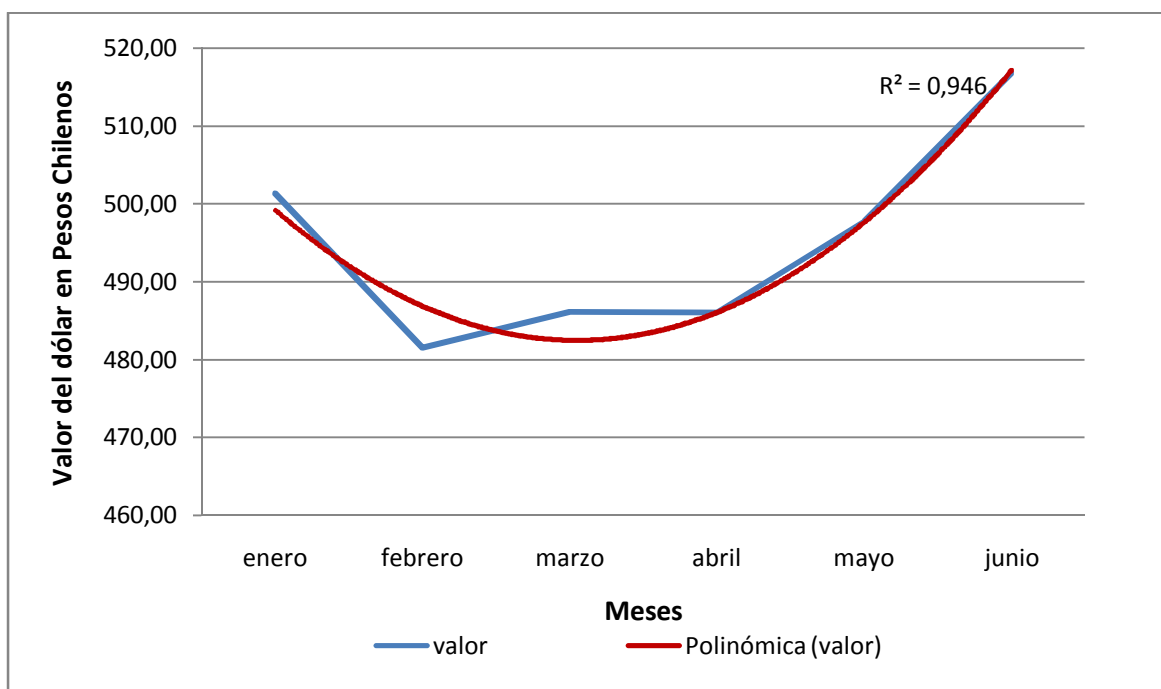
*Cifras del Banco Central de Chile.

En este caso se aplicó una tendencia potencial, ya que su R cuadrado (R^2) era el mejor que se ajustaba. Como se puede apreciar la tendencia es al alza, si bien al comienzo de la trayectoria la

tendencia se ajusta muy bien a la curva real después el precio del dólar se dispara logrando alcanzar casi los \$700 pesos, muy por encima de la recta de la tendencia.

En el primer semestre del presente año (2012) el comportamiento del precio del dólar es de tipo polinómica porque su R^2 es el más cercano a uno (0,9463) como se puede apreciar en el siguiente gráfico.

Gráfico 3. Precio del dólar promedio de cada mes del primer semestre 2012



Fuente: Elaboración propia.

*Cifras del Banco Central de Chile.

Lo que se espera del precio del dólar es que siga en ascenso, claramente no de manera lineal por su comportamiento histórico, pero sí se espera que su valor no descienda abruptamente por lo menos en estos meses.

El precio del dólar tiene una gran influencia en la economía agraria de una cuenca, dado que los productos exportados como la uva de mesa es transada en dólares en mercados internacionales como EEUU y Asia, por lo que una baja de este, trae consecuencias económicas el precio de la fruta a nivel internacional, y por ende, en el retorno al productor.

SITUACIÓN BASE (EX ANTE)

IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La visión sobre el potencial que cobraría el sector agropecuario en la provincia del Elqui, motivó, entre los 1949 y 1953, el desarrollo de estudios aislados que determinaron que el principal factor que frenaba el desarrollo agrícola del valle era la escasez de agua.

El año 1979, la Comisión Nacional de Riego (CNR), consideró al Valle del Elqui en la programación de estudios de cuencas hidrográficas, dando origen al Estudio Integral del Valle del Elqui, realizado por INA Ingenieros Consultores, 1987.

El resultado de este estudio determinó la necesidad de contar con infraestructura de riego para la regulación de los recursos hídricos del valle.

ANTECEDENTES

Este estudio está basado en fuentes de información, destacando el último estudio realizado antes de la construcción de la obra, Embalse Puclaro – Capacidad de Embalse y Tipo de Presa.

Los principales estudios e informes que fueron revisados se describen brevemente a continuación:

[Estudio Integral de Riego del Valle del Elqui, 1987. INA- Ingenieros Consultores.](#)

Este estudio tiene por objetivo evaluar el desarrollo agrícola del Valle del río Elqui y su necesidad de contar con un elemento regulador de los recursos hídricos. El estudio evaluó 16 alternativas de embalses, definiendo para cada alternativa de embalse la ubicación óptima, tipo de presa, taludes de aguas arriba y aguas abajo del tranque, ancho de coronamiento, estimación de recursos hidráulicos y crecidas, evaporación, costos y presupuesto estimativo. La siguiente Tabla detalla las alternativas evaluadas en el estudio:

Tabla 10. Alternativas evaluadas en el estudio

Cauce	Embalse	Costos (Millones US\$)		Capacidad (HM ³)		Costo /Volumen (US\$/m ³)		Relación Agua /Muro	
		A	B	A	B	A	B	A	B
Río Elqui	Las Rojas	113,1	76,5	200	110	0,57	0,70	27,5	27,8
	Puclaro	97,2	70,3	200	110	0,49	0,64	27,2	29,6
	Algarrobal	102,7	79,6	200	110	0,51	0,72	23,4	29,6
Laterales del río Elqui	Lagunillas	7,7	5,8	22	10	0,35	0,58	41,7	50,5
	Pan de azúcar	7,6		26		0,29		144,0	
	Arrayán	90,2	57,3	90	50	1,00	1,15	16,7	16,7
	Lambert	87,5	44,3	50	22	1,75	2,01	15,9	16,3
Río Claro	Las Juntas en Claro	52,2	100,3	75	45	2,03	2,23	11,8	12,8
	Pueblo Hundido	80,5	42,8	45	20	1,79	2,14	12,3	15,2
	Alcohuas	153,2	101,8	40	25	3,83	4,07	7,3	7,0
	Samo	86,4	59,5	40	25	2,16	2,38	11,4	12,5
	Cochiguas	77,1	56,8	10,5	6	7,34	9,47	3,3	3,6
Río Turbio	Varillar	122,2	65,2	120	70	1,02	0,93	30,4	30,0
	Bulalume	105,7	72,5	120	70	0,88	1,04	30,4	32,4
	Los Tilos	225,4	140	120	70	1,88	2,00	13,2	13,3
	Juntas del Toro	173,4	75,8	55	30	3,15	2,53	11,5	8,3

Fuente: INA- Ingenieros Consultores, 1987. Estudio Integral de Riego del Valle del Elqui.

Del estudio, fue posible concluir que los embalses Lagunillas y Pan de Azúcar no representaban una solución global para el valle del Elqui, sin embargo, se pudo ver que los embalses asociados al río Elqui eran los más atractivos del punto de vista económico.

El embalse Puclaro fue elegido como la mejor alternativa para el plan de desarrollo agropecuario del valle del Elqui, el cual debía cumplir con la finalidad de mejorar la seguridad de riego del valle a un 85% y dar una justificación económica del plan de desarrollo integral. Además, se concluyó que la capacidad o tamaño del embalse, económicamente favorable, estaba en un rango de 180 y 360 HM³.

Embalse Puclaro, 1991. CIAPEP.

Este estudio fue desarrollado a nivel de perfil, con el fin de formular un proyecto que establezca la conveniencia para el país de construir el embalse Puclaro, en la ubicación propuesta en el estudio

Integral, determinando su tamaño óptimo que maximice el valor actualizado neto privado y social del proyecto, con propósitos de riego y de generación hidroeléctrica, si ello fuera conveniente.³¹

Proyecto Puclaro – Capacidad de Embalse y Tipo de Presa, 1992. Consorcio de Ingeniería Ingendesa – EDIC LTDA.

Este estudio es adicional al realizado por INA- Consultores Ingenieros, en 1987 fue ejecutado con el fin de obtener indicadores económicos que justificaran el plan de desarrollo integral de Valle del Elqui, el tipo de presa más recomendable, su capacidad y superficie óptima de riego.

El proyecto analizó cinco alternativas de tamaño de presa del embalse, las que oscilaron entre 100 y 400 HM³ su capacidad de almacenamiento, considerando distintas alturas de presa y cota de coronamiento, dando para cada una de estas, una superficie óptima de regadío.

Tabla 11. Comparación tamaño del proyecto

Volumen Útil HM ³	Altura de Presa	Obra Embalse (US\$)	Expropiaciones (US\$)	Costo Total (US\$)
100	60	45.041.263	1.229.846	46.271.109
175	74	55.072.679	1.439.490	56.512.169
250	84	64.009.190	1.818.881	65.828.071
325	92,5	70.320.585	2.129.539	72.450.124
400	99,5	77.084.940	2.432.429	79.517.369

Fuente: Consorcio de Ingeniería Ingendesa –EDIC Ltda, 1992. Proyecto Puclaro. Capacidad de Embalse y tipo de Presa. Valor US\$ 345, Junio 1991.

³¹MIDEPLAN, 1991. Embalse Puclaro. CIAPEP.

SITUACIÓN AGRÍCOLA

El siguiente capítulo contiene el diagnóstico de la situación agrícola del valle del Elqui y de la zona beneficiada por el Embalse Puclaro. El objetivo de este capítulo es comparar la situación agrícola ex ante, antes del embalse, con la situación ex post, después del embalse, a modo de evaluar el beneficio silvoagropecuario real ocurrido tras la construcción y operación del embalse Puclaro en la zona.

Desarrollo de la agricultura

Para el completo análisis de la superficie de riego en la zona beneficiada por el embalse, fue necesario recurrir a fuentes primarias y secundarias de información, tales como, el censo agropecuario 1997 y 2007, elaborado por el INE; el Catastro Frutícola 2003, 2005 y 2011 de la IV región, elaborado por Ciren; y el Catastro Vitivinícola 1997 y 2007, elaborado por el SAG.

Si bien, el catastro frutícola y el censo agropecuario no informan directamente la superficie regada de un valle, es posible suponer que toda aquella superficie con frutales y hortalizas corresponden a superficie bajo riego.

El siguiente cuadro indica la evolución de la superficie plantada en las comunas de Vicuña y Paihuano en los años 1999, 2005 y 2011.

Tabla 12. Superficie plantada por especie frutal en las comunas de Vicuña y Paihuano, años 1999, 2005 y 2011.

ESPECIE FRUTAL	SUPERFICIE PLANTADA (Ha)			Variación periodo	Variación periodo
	1999	2005	2011	1999-2005	1999-2011
Frutales Mayores	1999	2005	2011		
Almendro	1,1	0,8	3,08	-27%	180%
Cerezo	-	3,2	49,28		
Damasco	7,4	3,6	2,1	-51%	-72%
Duraznero consumo fresco	6,5	3,4	0,56	-48%	-91%
Duraznero Tipo conservero	6,6	0,5	1,4	-92%	-79%
Limonero	16,2	67,2	61,12	315%	277%
Naranja	8,6	55,6	71,69	547%	734%
Nectarino	2,7	-			-100%
Nogal	35,4	51,4	91,89	45%	160%
Olivo	-	0,1	0,05		
Palto	28,8	250,8	376,08	771%	1206%
Vid de mesa	2.245,90	2.587,40	3.070,20	15%	37%
Higuera	-	-	4,00		
Ciruelo europeo	-	-	0,70		
TOTAL	2.359,20	3.024	3732,15	28%	58%
Frutales menores	1999	2005	2011		
Arándano americano	-	-	74,37	-	
Caqui	1,3	1,2	0,7	-8%	-46%
Chirimoyo	11,2	11,8	13,02	5%	16%
Granado	-	9,9	97,17		
Clementina	2	-	-		
Higuera	1	5,6	4	460%	-100%
Lúcumo	0,2	-	-		
Mandarino	23,6	134,7	246,6	471%	945%
Níspero	0,8	-	0,6		-25%
Papayo	20,3	8	7,27	-61%	-64%
Pecana	4,1	5,5	4,98	34%	21%
Pomelo	3	5,2	3,62	73%	21%
Tuna	10	-	0,99		-90%
Vid Vinífera	0,8	-	-		
TOTAL	78,2	181,9	449,32	133%	475%

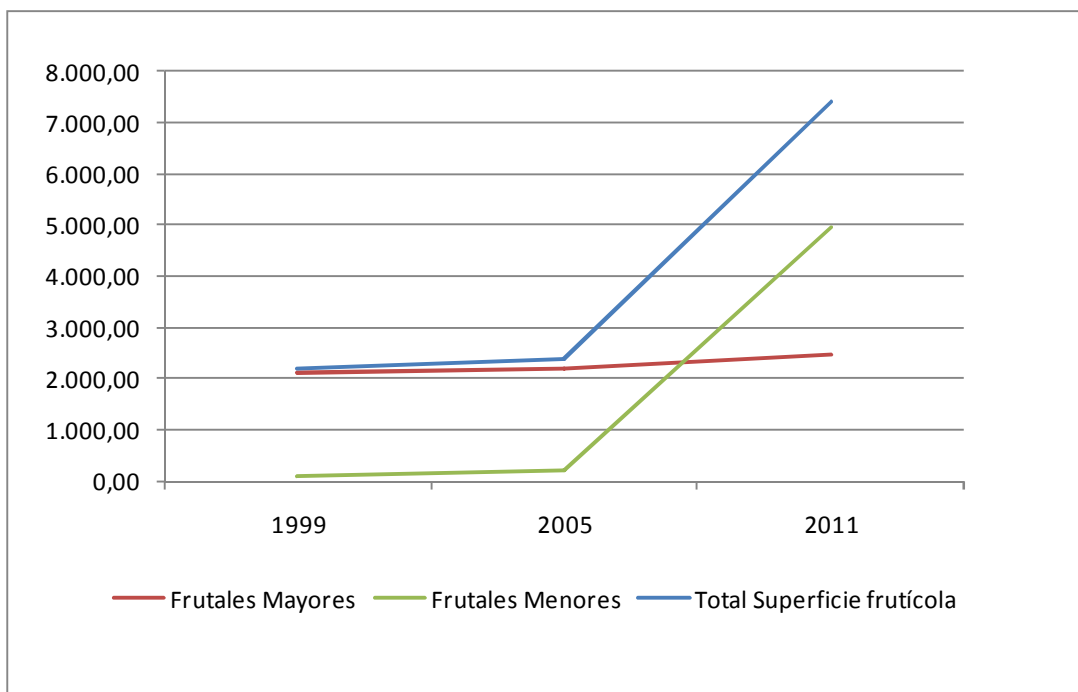
Fuente: Elaboración propia del autor, basado en CIREN, Catastro frutícola – Principales resultados IV Región de Coquimbo.

Al comparar la evolución de la superficie frutal de las principales comunas de la Provincia del Elqui influenciadas por el embalse Puclaro, Vicuña y Paihuano, es posible apreciar un incremento de 3,9 veces la superficie frutícola en comparación al año 1999, habiendo, especialmente, un aumento significativo de 2,5 veces la superficie de frutales menores en comparación al año 2005. Con

respecto a la superficie destinada a frutales mayores, es posible notar un incremento de un 58% sobre la superficie en comparación al año 1999.

Asimismo, se observa un cambio en las especies plantadas, en donde se distingue la incorporación de especies frutales como, el cerezo, arándano americano y granado; desplazando a especies como, nectarino, clementina, lúcumo y vid vinífera. Además, se potenció especialmente la producción de frutales como, limoneros, naranjos, nogales, palto, vid de mesa y mandarino, especies que representaron el 52% de la superficie plantada durante el 2011, las cuales presentaron un incremento de la superficie plantada en un 66,1% en comparación al año 1999.

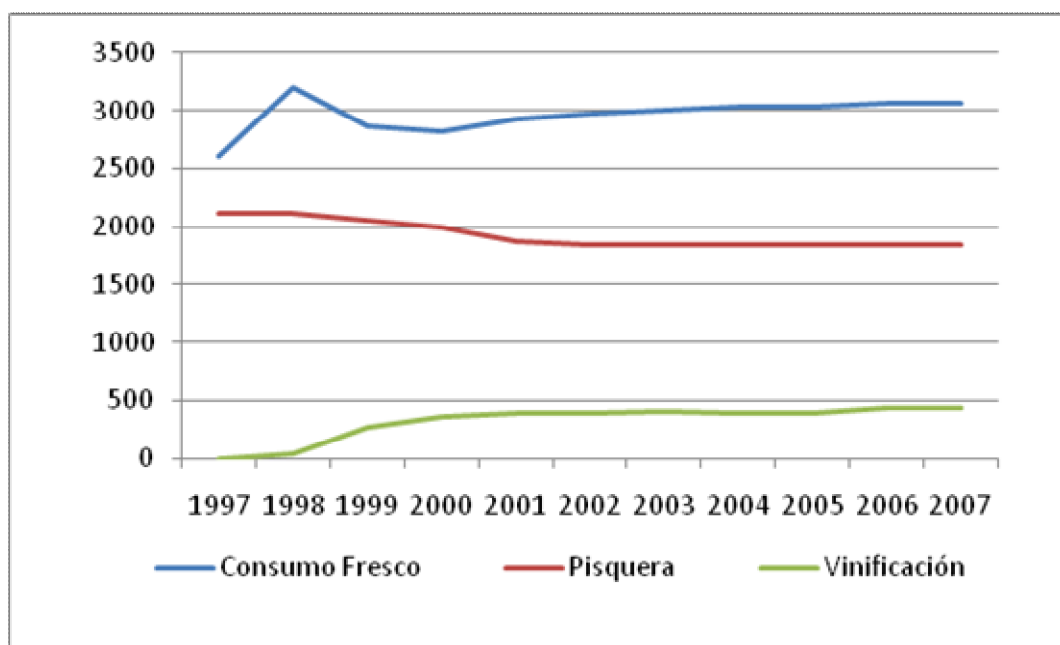
Gráfico 4. Evolución de la Superficie Frutícola en Vicuña y Paihuano, años 1999, 2005 y 2011.



Fuente: Elaboración propia del autor, basado en CIREN, Catastro Frutícola 1999, 2005 y 2011.

Asumiendo que la superficie destinada a la producción frutícola está directamente relacionada con la superficie regada de estas comunas, entonces, se infiere que la construcción del embalse Puclaro influyó directamente en incremento de la producción frutícola de las comunas de Vicuña y Paihuano.

Gráfico 5. Catastro vitivinícola de las comunas de Paihuano y Vicuña, entre 1997-2007.



Fuente: Elaboración propia del autor, basado en SAG, Catastro Vitivinícola, entre los años 1997 y 2007.

Durante el año 1999, la superficie destinada a la producción de uva vinífera presentó un incremento de 6,7 veces en comparación al año 1998, momento que coincide con la puesta en operación del embalse Puclaro, por lo cual se infiere que: “La mayor disponibilidad de agua tras la construcción del embalse Puclaro fue determinante en la toma de decisiones de los agricultores” al aumentar la superficie de producción de uva vinífera en las comunas de Paihuano y Vicuña.

Asimismo, la disminución de la superficie de uva pisquera, se explica por el cambio de especies vitícolas, en donde los agricultores decidieron optar por variedades viníferas con mayor rentabilidad que variedades pisqueras.

En base a la información secundaria recopilada, se comparó la situación “ex ante” con la situación “ex post”, obteniendo:

Tabla 13. Superficie frutícola actual y superficie proyectada durante el “ex ante”

Frutales	Superficie proyectada “Ex ante”			Registros actuales		
	Sin proyecto (a)	Con Proyecto (a)	Variación	Superficie 1999 (b)	Superficie 2005 (b)	Superficie 2011 (b)
Uva de mesa	1.760	2.278	29%	2.245,90	2.587,40	3.070,20
Uva pisquera parronal	1.335	1.694	27%	2.052 (c)	1.843,7 (c)	-
Chirimoyos	404	810	101%	11,2	11,8	13,02
Paltos	166	285	72%	28,8	250,8	376,08
Limoneros	367	769	110%	16,2	67,2	61,12
Papayos	217	467	115%	20,3	8	7,27

Fuente: Elaboración propia del autor, basado en (a) Ingendesa - Edic Ltda (1992) “Proyecto Puclaro: Capacidad de Embalse y Tipo de Presa”. (b) ODEPA – CIREN, Catastro Frutícola Nacional IV Región. Actualización 2005 y 2011. (c) SAG, Catastro Vitícola Nacional.

En base a información secundaria obtenida del Catastro frutícola y Catastro vitivinícola, es posible decir que la superficie destinada a la producción de uva de mesa y paltos se vio incrementada en comparación al año 1999, superando las expectativas proyectadas por el proyecto en la etapa de evaluación “ex ante”. Por el contrario, la superficie destinada a la producción de papayos se vio disminuida, acentuando la producción de otros frutales mayores y menores, por lo que no se cumplieron las proyecciones iniciales del proyecto.

Según el Censo Agropecuario de 1997 y 2007, la provincia del Elqui ha presentado la siguiente variación del uso del suelo en las comunas de Vicuña y Paihuano:

Tabla 14. Variación del uso del suelo frutícola, Comunas de Vicuña y Paihuano.

Frutales Mayores	Superficie total Censo 1997	Superficie total Censo 2007	Variación
Almendro	91,10	4,80	-95%
Cerezo	0,00	37,00	
Ciruelo Japonés	0,50	0,10	-80%
Damasco	5,00	25,50	410%
Duraznero conservero	0,00	1,60	
Duraznero consumo Fresco	29,50	25,00	-15%
Higuera	8,00	0,00	-100%
Kiwi	1,00	0,00	-100%
Limonero	14,50	72,80	402%
Manzano Rojo	0,50	0,60	20%
Manzano Verde	0,50	1,00	100%
Membrillo	0,00	0,30	
Naranja	6,60	76,40	1.058%
Nectarino	8,40	3,00	-64%
Nogal	45,00	105,40	134%
Olivo	11,10	4,50	-59%
Palto	33,10	770,80	2.229%
Peral Europeo	0,00	178,10	
Uva de mesa	1.800,30	3.066,10	70%
TOTALES (Sup. Há)	2.055,10	4.373,00	113%

Fuente: INE, Censo Agropecuario 1997 y 2007.

En concordancia a los resultados expuestos, las comunas de Paihuano y Vicuña presentaron un incremento de la superficie destinada a la producción de uva de mesa, palto, naranjos, nogales y limones, mientras que ha disminuido la producción de almendros en un 95% y la de olivos en un 59%.

Se infiere que las nuevas condiciones de disponibilidad de agua para riego han posibilitado la incorporación de nuevas plantaciones, como de perales europeos y cerezos, y en menor proporción membrillos y durazneros conserveros.

ETAPA DE INVERSIÓN DEL PROYECTO

La institución financiera, técnica y responsable de la etapa de ejecución del proyecto “Construcción Embalse Puclaro Valle del Elqui” fue la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), del Ministerio de Obras Públicas (MOP).

Según el informe de factibilidad, denominado “Proyecto Puclaro – Capacidad de Embalse y Tipo de Presa”, elaborado por Consorcio de Ingeniería Ingendesa – Edic Ltda., 1992, considera cinco alternativas de capacidad del embalse: 100, 175, 250, 325 y 400 HM³.

Finalmente, se optó por la construcción de un embalse de 200 Hm³, con un potencial de riego que alcanzaría las 24.000 ha., con una seguridad de riego del 85%.

COSTOS DE INVERSIÓN

El proyecto “Construcción del embalse Puclaro Valle del Elqui” ingresa al Banco Integrado de Proyectos el año 1991, año en que da inicio a la etapa de factibilidad del proyecto. Desde el año 1992 al año 1994, se desarrolla la etapa de diseño del embalse, definiendo el tamaño a 200 HM³ de capacidad, del cual 175 HM³ serían destinados para riego y 25 HM³ para defensa fluvial. Finalmente, entre 1995 y 2004 transcurre la ejecución del proyecto. La siguiente Tabla indica el costo de inversión estimado durante el Ex Ante para un tamaño de presa de 175 HM³ de capacidad.

Tabla 15. Costo de inversión Embalse, tamaño prese 175 HM³

Obra	Total (UF)
Presa	2.017.888
Vertedero	125.724
Túnel de Desvío	158.451
Modificación Camino	265.785
Línea La Serena-Vicuña	3.249
Costo Obra (UF)	2.571.097
Central Hidroeléctrica	223.686
Expropiaciones	67.203
Costo Total (UF)	2.861.987

Fuente: Ingendesa - Edic Ltda, 1992. Proyecto Puclaro: Capacidad de Embalse y Tipo de Presa.Volumen I/XIV.

En cuanto al costo de la iniciativa “Construcción del embalse Puclaro. Valle del Elqui”, el BIP (Banco Integrado de Proyectos) registra 3 etapas, con un gasto asociado según se indica en la siguiente Tabla:

Tabla 16. Gasto del proyecto asociado a cada etapa del ciclo del proyecto

Etapa de Inversión	Gasto Actualizado al 2011
Perfil	UF 3.888
Diseño	UF 39.884
Ejecución	UF 2.534.002
TOTAL	UF 2.577.774

Fuente: BIP, Banco Integrado de Proyectos. Ministerio de Desarrollo Social. Consulta Iniciativa código BIP 20033216-0. Cifras en UF.

La etapa de “Ejecución” absorbe un 98,4% del costo total del proyecto. Dada la antigüedad de las fichas IDI del proyecto, no es posible identificar detalladamente los contratos asociados a esta iniciativa. Sin embargo, según la descripción de las actividades a realizar por el proyecto, la iniciativa considera dentro del costo de inversión los siguientes ítems: Instalación de las faenas, Túnel de Desviación, Obras de Entrega de riego, presa de grava con pantalla de hormigón, vertedero lateral, camino internacional y línea de transmisión eléctrica la Serena – Vicuña.

Por otra parte, según los antecedentes presentados en el *Informe Final de Asesoría a la Inspección*, es posible apreciar el incremento de un 17,7% del costo original del contrato, producto del daño ocasionado por las crecidas del río Elqui durante agosto de 1997.

Tabla 17. Monto total asociado al contrato original y posteriores modificaciones

Antecedentes	Resolución D.G.O.P.	TOTAL
CONTRATO ORIGINAL	0470/96	1.419.811
CONVENIO N°1	0097/98	76.529
CONVENIO N°4	0664/98	24.859
CONVENIO N°5	0834/98	13.410
CONVENIO N°6	0318/99	70.716
CONVENIO N°7	0439/99	27.573
CONVENIO N°8	0101/00	38.368
TOTAL		1.671.266

Fuente: DOH, 2000. Informe Final de Asesoría a la Inspección. Construcción embalse Puclaro Intendente Fuentealba. Ingendesa - Edic Ltda. Ministerio de Obras Públicas. Valor UF = \$ 12.531,76, Febrero 1996.

Según el Informe Final de Asesoría a la Inspección, el costo de inversión de la construcción del embalse, sin incorporar costos anexos asociados al camino internacional y línea de transmisión eléctrica, son los siguientes:

Tabla 18. Obras asociadas a la construcción directa del embalse

Ítem	Presupuesto Oficial	Oferta Contratada	Final
Instalación de Faenas	46.352	38.943	41.284
Obras de desvío y entrega a riego	134.792	132.277	120.059
Presa	1.291.925	1.167.742	1.150.752
Vertedero	187.827	122.275	167.275
Varios	22.712	17.093	20.438
Obras extraordinarias	147.462	147.462	147.462
TOTAL (Sin IVA)	1.831.071	1.625.793	1.647.270

Fuente: DOH, 2000. Informe Final de Asesoría a la Inspección. Construcción embalse Puclaro Intendente Fuentealba. Ingendesa - Edic Ltda. Ministerio de Obras Públicas. Valor UF = \$ 12.531,76, Febrero 1996.

El costo asociado a la construcción del embalse es un 1,4% menor, en comparación al contrato y sus modificaciones.

Las cifras expuestas en el Informe Final de Asesoría a la Inspección, indica que el costo de construcción de la obra representa el 59% del costo total del proyecto, mientras que el resto corresponde a inversiones relacionadas a la expropiación de terrenos, construcción de obras como el camino internacional, línea de transmisión eléctrica y otras.

El monto total (Final) de construcción de la obra resultó un 10% menor a lo presupuestado inicialmente y un 1,32% más caro que el monto estimado por la oferta contratada.

Finalmente, el presupuesto estimado para la construcción del embalse Puclaro durante el Ex Ante y Ex Post, comparando los registros del estudio de factibilidad, BIP (Banco Integrado de Proyectos) del Ministerio de Desarrollo Social y el Dirección de planeamiento del Ministerio de Obras Públicas, se obtienen las siguientes diferencias:

Tabla 19. Presupuesto estimado embalse Puclaro, Ex Ante y Ex Post

	Ex Ante			Ex Post	
	Factibilidad (a)	MOP(b)	BIP (c)	MOP(d)	BIP (c)
Construcción Embalse Puclaro	2.571.097	1.419.811	1.582.849	2.677.759	2.534.002

Fuente: (a) Ingendesa - Edic Ltda, 1992. Proyecto Puclaro: Capacidad de Embalse y Tipo de Presa. Volumen I/XIV. Precios no incluyen IVA; (b) DOH, 2000. Informe Final de Asesoría a la Inspección. Construcción embalse Puclaro Intendente Fuentealba. Ingendesa - Edic Ltda. Ministerio de Obras Públicas. Valor UF = \$ 12.531,76, Febrero 1996; (c) BIP, Banco Integrado de Proyectos. Ministerio de Desarrollo Social. Precio con IVA incluido. (d) Dirección de Planeamiento, Ministerio de Obras Públicas, Resumen de Inversiones Históricas MOP. http://www.dirplan.cl/InformaciondePresupuestoMOP/inversion_historica/Paginas/default.aspx. * Cifras en UF.

Según los registros del BIP, durante la etapa Ex Post, refleja un aumento de un 71% del costo total presupuestado durante el Ex Ante, mientras que el monto total registrado por el MOP supera en un 98% la proyección de la inversión a nivel de factibilidad, efectuada en la etapa Ex Ante del proyecto.

El monto total de la iniciativa, en base a cifras del BIP, presenta una diferencia de un 5% respecto a los registros del MOP, lo que se debe principalmente a la escasez de registros asociados al proyecto de inversión los años 2001 y 2002, donde el MOP registra un monto de inversión adicional de UF 120.512 durante el 2001 y 2002.

Según los registros del BIP, el proyecto “Construcción del embalse Puclaro” fue un 60% más caro que el presupuestado al inicio del proyecto, mientras que en comparación al estudio de factibilidad el costo de la iniciativa fue un 0,5% menor. Sin embargo, al comparar las cifras registradas por el MOP, la iniciativa fue 86,6% mayor a lo presupuestado en el contrato original (Resolución D.G.O.P. 0470/96) y un 6,2% mayor respecto al monto estimado por el estudio de factibilidad del proyecto.

Por otra parte, según los registros de la Dirección Regional IV Región de la DOH, el proyecto contó con gastos asociados a 6 partidas detalladas en la siguiente Tabla:

Tabla 20. Gastos asociados al proyecto

Item/Contrato	Total UF
1. Contrato PRESA (PP-1)	1.871.410
2. Expropiaciones	406.787
3. Contrato Asesoría I.F. (PP2)	135.658
4. Contrato Variante Ruta 41-CH	507.232
5. Obras Anexas Ejecutadas	
Variante Eléctrica	10.914
Relocalización Pueblo Gualliguaica	69.454
Relocalización Pueblo La Polvada	4.712
Relocalización Pueblo Punta Azul	291
Campamento y Obras Anexas al Embalse	48.712
6. Gastos Inspección Fiscal	23.577
Total General Proyecto (SIN IVA)	3.078.747

Fuente: Resumen costos Proyecto Puclaro. Dirección Regional IV Región. DOH.

Es importante destacar que los contratos asociados al proyecto no se encuentran disponibles en el Banco Integrado de Proyectos, por lo que no es posible identificar la diferencia exacta entre los montos declarados por el MOP en los registros históricos de obras públicas y los aprobados por Mideplan. Por otra parte, es de destacar que algunas de las partidas asociadas al proyecto original no fueron ejecutadas con presupuesto del mismo proyecto ingresado al BIP, sino que fueron ejecutadas como si fuera otro tipo de proyecto independiente, tal como:

Tabla 21. Partidas del proyecto

Proyecto	Código BIP
1. Construcción variante ruta 41 CH	20089516-0
2. Construcción Embalse Puclaro (expropiaciones)	30103194-0
3. Relocalización de pueblos	Varios sectores

Fuente: Banco Integrado de Proyectos. Ministerio de Desarrollo Social.

Con respecto a los ítems de relocalización, estos no fueron desarrollados de manera integral, ni con el proyecto mismo, sino que fueron desarrollados por parte, según sector de desarrollo, como por ejemplo, la electrificación fue un proyecto independiente al proyecto de APR, defensa fluvial y sanidad.

Finalmente se puede decir que no hay una coordinación interministerial ni fiscalización que vele por el cumplimiento de los objetivos propuesto en el proyecto original, ya que algunas partidas

fueron excluidas asumir otros costos del proyecto, siendo desarrolladas como proyectos independientes al proyecto original.

ANÁLISIS DE LOS PLAZOS EFECTIVOS DEL PROYECTO

Según el Informe Final de Asesoría a la Inspección, el plazo inicial de construcción fue de 1.155 días. Sin embargo, se otorgó un plazo final de entrega a los 1.305 días, completando 150 días de atraso por la entrega final de la obra.³² El aumento del plazo de ejecución de la obra fue de un 12%, en comparación a los plazos estimados durante el Ex Ante.

Los hitos, actividades, plazos originales y efectivos se encuentran detallados en la siguiente Tabla:

Tabla 22. Plazos originales y efectivos de la obra

Situación	Plazo (Días)	Costo inversión (UF)	Costo Inversión por día (UF/día)
Presupuestado (a)	1.155	UF 1.582.849	UF 1.370
Real (b)	1.305	UF 2.677.759	UF 2.052

Fuente: (a) Costo Inversión presupuestado por BIP; (b) DOH, 2000. Informe Final de Asesoría a la Inspección. Construcción embalse Puclaro Intendente Fuentealba. Ingendesa - Edic Ltda. Ministerio de Obras Públicas; Valor UF 22.563,85, 07 agosto 2012.

El costo presupuestado de la obra declarado por el Banco Integrado de Proyectos (BIP) es un 40% menor al costo real de la iniciativa, declarado por el Informe de Asesoría a la Inspección Fiscal de la DOH.

El plazo de construcción de la obra fue subestimado en 150 días, consecuencia de la inesperada crecida del río Elqui los días 16, 17 y 18 de agosto de 1997, lo que provocó un aumento considerable del caudal del río Elqui, llegando a los 250 m³/s, sobrepasando las condiciones de diseño establecidas para el ataguías, arrastrando consigo sólidos que en conjunto con el caudal produjo diversos daños en la instalación de faenas, equipos de construcción y otros recursos de utilizados en la obra.

La Dirección General de Obras Públicas, mediante la resolución D.G.O.P. N°806 del 31 de Octubre de 1997, calificó el caso del fenómeno hidrológico ocurrido durante los días 16, 17, y 18 de Agosto

³² Información obtenida del Banco integrado de Proyectos BIP ñ MIDEPLAN, Gobierno de Chile.

de 1997, y que afectó las obras de construcción del Embalse Puclaro, como extraordinario y ajeno a toda previsión, por lo que es aplicable el artículo 142 de R.C.O.P.³³

Según el Art. 142, los daños valorados consideran sólo las obras ejecutadas hasta antes del evento inesperado.

DISEÑO DEL PROYECTO

Tras la factibilidad del proyecto, se recomienda un tamaño de embalse en un rango de 175 y 250 HM³, definiendo con el tamaño más recomendable de 175 HM³ para alcanzar una superficie de riego de 26.200 ha. Finalmente, el tamaño del proyecto alcanza un volumen de acumulación de 200 HM³, siendo 175 HM³ para riego y 25 HM³ para defensa fluvial.

Obras Ejecutadas en Ex Post

En comparación al diseño propuesto durante el Ex Ante, se tienen las siguientes diferencias respecto al diseño definitivo del proyecto (Ex Post):

Tabla 23. Diferencia ex ante - ex post de obras ejecutadas

	Ex Ante	Ex Post	Diferencia
Tipo de Presa	C.F.R.D	C.F.R.D	-
Capacidad útil embalse (HM ³)	175	200	25
Cota coronamiento (m.s.n.m.)	511	515	4
Altura de Presa (m)	74	83	9
Ancho coronamiento (m)	10	8	2
Talud aguas arriba H:V	1,5:1	1,5:1	-
Talud aguas abajo H:V	1,6:1	1,6:1	-

Fuente: Elaboración Propia.

Las estructuras más destacadas en la construcción del embalse Puclaro son las siguientes:

³³ DOH, 2000. Informe Final de Asesoría a la Inspección. Construcción embalse Puclaro Intendente Fuentealba. Ingendesa - Edic Ltda. Ministerio de Obras Públicas

A. Presa

El embalse Puclaro es una presa de tipo CFGD (concrete Faced Gravel Dam), una variante del tipo universalmente conocido como CFRD (Concrete faced Rockfill Dam). El cuerpo principal está conformada por rellenos con material fluvial proveniente de depósitos de aguas arriba, fuertemente compactados. El relleno está zonificado en la forma ilustrada en la figura y fundado sobre materiales aluviales de igual naturaleza³⁴.

Se encuentra impermeabilizada con una pantalla de hormigón armado con malla central, de 65.000 m², espesor variable entre 0,30 m y 0,45 m, con juntas waterstop formadas por sellos de cobre, mastic asfáltico, PVC e hypalon. Las losas de pantalla no tienen juntas transversales y su ancho estándar es de 15 m.³⁵

Se destaca que el estudio de factibilidad del proyecto no considera la construcción de una hidroeléctrica, sin embargo, el diseño del embalse fue aprovechado para una futura instalación de una mini central hidroeléctrica, la cual efectivamente fue construida, aprovechando la energía cinética del río, transformando la energía mecánica por medio de las turbinas, manteniendo de este modo su adecuado funcionamiento.

B. Muro

Es de tipo CFGD, (gravas compactadas en pantalla de hormigón) parcialmente armado tiene un espesor mínimo de 0,80 m, una profundidad máxima de 58 m y una altura de 83 m, una parte fundado en roca y la otra gran mayoría en suelo.

La cota de coronamiento del muro parapeto es de 516 m.s.n.m, una longitud de coronación de 595 m, un talud aguas debajo de 1.6: 1 y aguas arriba de 1.5: 1. De los aproximadamente 20.000 m² de

³⁴ MN Ingenieros LTDA ñ MOP, 2000. Construcción embalse Puclaro Intendente fuentealba. Informe de Asesoría a la Inspección Fiscal.

³⁵ DOH, 2000. Informe Final de Asesoría a la Inspección. Construcción embalse Puclaro Intendente Fuentealba. Ingendesa - Edic Ltda. Ministerio de Obras Públicas

rellenos aluviales del valle, la pared moldeada controla 16.800 m^2 , quedando el resto como material filtrante de menor permeabilidad.

C. Obra de toma y entrega

El túnel en su tramo final está formado por dos secciones: la derecha (en dirección Oriente a Poniente), de 22 m^2 de sección con una longitud de 418 m que permitió el paso del río durante la construcción y la izquierda que aloja la tubería de entrega a riego y es el acceso a la Caverna de válvulas.

Las válvulas son de tipo Howell Bunger y la válvula de guardia es de tipo mariposa. La zona de caverna tiene su propia pantalla radial de inyección y aloja el tapón de hormigón de cierre, una vez que la obra entró en operación. Completados los trabajos, la caverna de válvulas y el túnel de entrega constituyen las obras de operación del embalse para los efectos de entrega a riego.

D. Obras de rebalse

Cuenta con vertedero de aliviadero de crecidas que es de tipo Creager ubicado al lado derecho. Posee una longitud de 112 m con una crecida de diseño de $2.500 \text{ m}^3/\text{s}$ y de un caudal máximo de $2.300 \text{ m}^3/\text{s}$. El rápido de descarga es de tipo de salto SKI con una longitud total de 218.70 m y con un ancho de 25 m. Por último el canal de restitución tiene un ancho basal de 50 m con una longitud de 500 m.

ETAPA DE OPERACIÓN DEL PROYECTO

VOLUMEN ACUMULADO Y CAUDAL ENTREGADO

Según información disponible en la Dirección General de Aguas (DGA), en Octubre del 1999 comenzó el llenado del embalse, desde la fecha, el caudal acumulado mensual ha sobrepasado o igualado la capacidad máxima del embalse de 200 HM³ en cuarenta oportunidades, es decir, el 27,8% del tiempo promedio mensual, siendo sobrepasando en 8 HM³ en febrero del 2003, cumpliendo su función de regulación de crecidas y dando seguridad de riego a las plantaciones.

Volumen Acumulado

El volumen embalsado durante los meses de verano del año 2006, corresponde a la capacidad máxima del embalse, lo que coincide con el aumento del caudal experimentado por el río Elqui esa temporada.³⁶

Tabla 24. Volumen acumulado mensual Embalse Puclaro, desde 1999-2011 (Cifras en millones de M³)

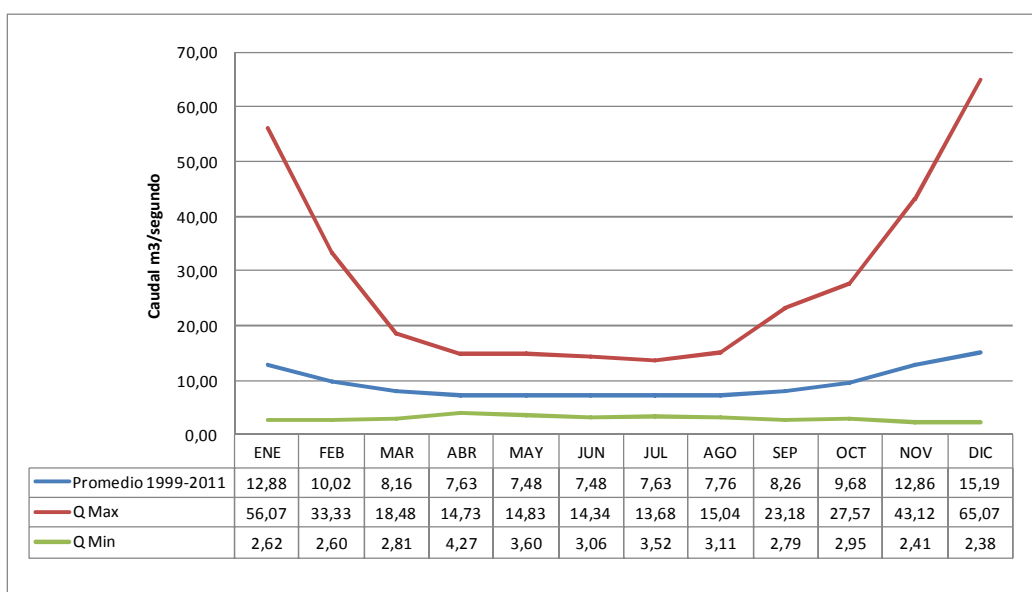
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1999 – 2000										1,81	1,54	1,94
2000 – 2001	1,22	1,46	1,57	2,28	4,19	12,74	24,9	27,04	29,96	32,71	29,29	32
2001 – 2002	29	26	27	36	42	42	53	58	62	81	59	59
2002 – 2003	59	58	53	53	59	83	101	127	153	183	200	200
2003 – 2004	200	208	200	200	194	189	194	200	200	199	200	198
2004 – 2005	200	200	200	200	200	198	200	200	200	190	179	162
2005 – 2006	153	142	134	128	133	137	140	140	141	142	155	189
2006 – 2007	200	200	200	200	200	196	197	197	192	189	192	195
2007 – 2008	196	197	191	188	187	191	192	195	198	200	200	200
2008 – 2009	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
2009 – 2010	200	200	200	197	197	196	196	194	195	187	177	161
2010 – 2011	148	140	134	132	133	137	138	137	134	127	114	106
2011 - 2012	94	86	80	71	71	78	83	86	82			
Promedio	140	138	135	134	135	138	143	147	149	144	142	142

Fuente: Basada en información entregada por la DGA-MOP.

³⁶ Informe Final. Estudio análisis para el mejoramiento del proceso de evaluación de proyectos de riego. Tomo III- Sistema de evaluación de proyectos ex post de riego. Universidad de Chile. 2007.

Durante esta época estival ocurren grandes oscilaciones en la disponibilidad de agua para riego. El caudal máximo del Río Elqui se ve incrementado durante las épocas estivales a consecuencia del aumento de la temperatura promedio, las que provocan el derretimiento de la nieve acumulada en la zona cordillerana durante el invierno, sobrepasando la demanda de agua para riego, llegando a caudales máximos de 65,07 m³/seg. Al mismo tiempo, durante este periodo del año existe mayor escasez de agua por las condiciones climatológicas propias del sector, lo cual provoca que el caudal mínimo llegue incluso a los 2,38 m³/seg.

Gráfico 6. Caudal medio mensual río Elqui en Algarrobal



Fuente: Elaboración propia, basada en información entregada por la DGA-MOP.

El Río Elqui presentaría el mayor caudal durante el mes de Diciembre, obteniendo durante este mismo periodo, las mayores diferencias entre el caudal máximo y caudal mínimo.

Volumen Entregado

La construcción del embalse Puclaro, en su labor de regular el caudal entregado, reserva todos los excesos de oferta de agua, entregando seguridad de riego para los agricultores del Valle del Elqui durante todo el año.

Dicho volumen entregado es relativamente constante en el tiempo, por lo que se corrobora que el embalse cumple con una función reguladora del caudal del embalse Puclaro.

Es de considerar que el río Elqui constantemente conduce agua que es regulada por el embalse, es decir, parte del agua es embalsada y parte es entregada a los productores. Durante los últimos dos años, el embalse Puclaro ha entregado en promedio menos agua de lo normal, lo cual es producto de la fuerte sequía que ha afectado a la zona últimamente.

COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se entiende por costos de operación y mantenimiento las faenas de limpia y despeje de canales y acueductos, el mantenimiento de revestimientos y obras de arte, las reparaciones menores en general, los sueldos y jornales del personal a cargo de la administración, la energía y combustible necesarios en la explotación de las obras de mantenimiento de campamentos.³⁷

Concluida la construcción del embalse, la Dirección de Obras Hidráulicas inicia el proceso de explotación provisional durante 4 años. La explotación provisional debe velar por su buen funcionamiento, considerando la operación y mantenimiento del sistema.

La siguiente Tabla detalla los montos presupuestados y efectivos para cubrir el gasto asociado al mantenimiento y operación del embalse Puclaro.

³⁷ Informe Final. Estudio análisis para el mejoramiento del proceso de evaluación de proyectos de riego. Tomo III- Sistema de evaluación de proyectos ex post de riego. Universidad de Chile. 2007.

Tabla 25. Montos presupuestados y efectivos del gasto de mantenimiento y operación

Año	Ex Ante		Ex Post	
	Factibilidad (a)	BIP (b)	MOP (d)	BIP (b)
2002	UF 7.635	UF 11.083	UF 11.575	UF 11.650
2003	UF 7.635	UF 11.083	UF 2.512	UF 11.576
2004	UF 7.635	UF 11.083	UF 11.033	UF 2.539
2005	UF 7.635	UF 11.083	UF 10.855	UF 11.481
2006			UF 8.964	
Total 2002-2005	UF 30.542	UF 44.333	UF 35.975	UF 37.246
Total 2002-2006	UF 30.542	UF 44.333	UF 44.940	UF 37.246

Fuente: (a) Ingendesa - Edic Ltda, 1992. Proyecto Puclaro: Capacidad de Embalse y Tipo de Presa. Volumen III/XIV; (b) Dirección de Planeamiento, Ministerio de Obras Públicas, Resumen de Inversiones Históricas MOP, años 2001 al 2010. http://www.dirplan.cl/Informacionde-PresupuestoMOP/inversion_historica/Paginas/default.aspx . * Valores Actualizados por IPC y llevados a valor UF. Valor UF utilizado = 21.846,38, año 2011.

El estudio de factibilidad del proyecto, considera un costo de mantenimiento del embalse, para los primeros 4 años de funcionamiento, un total de UF 30.542, costo que es superado en 18% según los registros del MOP, mientras que los antecedentes del BIP indican que hubo una reducción de un 16% del costo de mantenimiento y operación.

Por otra parte, la Dirección de Planeamiento del MOP, registra un gasto asociado al mantenimiento y operación de la obra de UF 8.964, genera un incremento de un 47% del costo presupuestado durante el Ex Ante.

A partir del año 2007, la Junta de Vigilancia del río Elqui y sus Afluentes, es la entidad encargada de la operación y mantenimiento del sistema de riego del embalse Puclaro. Los costos actuales de los últimos 5 años se encuentran detallados en el siguiente cuadro, presentando los siguientes costos de mantenimiento y operación:

Tabla 26. Costos de operación y mantenimiento del embalse Puclaro.

Año	Junta de Vigilancia río Elqui y sus Afluentes
2007	UF 3.153
2008	UF 8.641
2009	UF 3.552
2010	UF 3.540
2011	UF 3.964

Fuente: Junta de Vigilancia Río Elqui y sus Afluentes, 2011.

El año 2008, la Junta de Vigilancia estimó necesario hacer el mantenimiento de la tubería principal y válvulas de 900 mm, por lo que el costo promedio anual de operación incrementó en un 174% respecto al año anterior.

Considerando que el embalse Puclaro tiene una capacidad de 200 millones de metros cúbicos, el costo de mantenimiento y operación de la obra por cada mil metros cúbicos almacenados es de UF 0,04, equivalente a \$ 0,98 pesos por metro cúbico almacenado (UF=21.846,38, 2011).

Finalmente, se puede apreciar que el Embalse Puclaro, bajo la administración de la Junta de Vigilancia del río Elqui generó una reducción de un 65% del costo de mantenimiento y operación de la obra, respecto al promedio anual registrado por el MOP entre los años 2002 y 2006.

TRASPASO DE LA OBRA

El embalse Puclaro es una obra construida por el Estado según el D.F.L N°1123/81 y Decreto Supremo MOP N°285/94. Su operación comienza a finales del año 2002, siendo necesario iniciar, por parte de la Dirección de Obras Hidráulicas, el proceso de explotación provisional durante 4 años, periodo que financiado por la iniciativa de inversión denominada “Manejo y Control Embalse Puclaro” código BIP 20158277-0, la que ejecutó un total de 48 servicios asociados a la mantención y operación del embalse.

El año 2006, la Dirección de Obras Hidráulicas da inicio al traspaso definitivo de la obra. La Junta de Vigilancia del río Elqui, encargada de la operación del embalse, considera que la cobertura del subsidio propuesto por el Estado no representaba la **capacidad de pago** de los regantes, lo cual llevo a la organización a analizar el Decreto de Ley N°191, que define las condiciones de reembolso de la obra de riego.

Del análisis llevado a cabo por la organización de regantes, fue posible demostrar que la norma no satisfacía las condiciones económicas del valle del Elqui, obligando a establecer una negociación para modificar el acuerdo ratificado por la resolución CNR N°30 de 8/11/2005.

Tras el análisis de la propuesta presentada por la Junta de Vigilancia del río Elqui, el Consejo de Ministros de la Comisión Nacional de Riego, en su sesión 134, modifica la resolución CNR N°30 estableciendo que la siguiente estratificación del subsidio:

Tabla 27. Subsidio según estrato

Estrato	Acciones	Subsidio
1	1 a 5	90%
2	5 a 20	80%
3	Más de 20	64%

Fuente: Resolución CNR N° 45

Una vez cambiada la normativa se emitió un nuevo Decreto Ley N°566 que entró en vigencia a fines del 2007 durante el mandato de Michelle Bachelet, en donde se dio a conocer la forma de pago se utiliza hoy en día, en donde, además se declaró un aumento en la cobertura del subsidio de un 65% a un 78,6% promedio.³⁸

En marzo del 2008 finaliza el primer llamado para suscribir las escrituras de los derechos eventuales del Puclaro, donde se suscribieron en total 1.869 escrituras, correspondientes a 15.694,94 acciones de derechos eventuales, entregando un 62% del total de las escrituras a la Dirección de Obras Hidráulicas durante la primera etapa.

Entre octubre del 2009 y 31 de Diciembre del 2010, se realiza el segundo llamado, registrando un total 298 escrituras, correspondientes a 987,312 acciones de derechos eventuales, entregando un 6,22% del total de escrituras.

La organización ha solicitado al Concejo de Ministros de la Comisión Nacional de Riego ampliar el plazo de suscripción a dos años más, con el fin de que todos los regantes sean beneficiarios de los derechos sobre el embalse, lo que además, entrega una seguridad de riego de un 85%.³⁹

Finalmente, el 29 de Noviembre del 2011, se otorga un plazo para suscribir los derechos eventuales del embalse Puclaro, a contar de la total tramitación del Decreto Supremo.

³⁸ Junta de Vigilancia del río Elqui, 2011. Memoria 2010-2011.

³⁹ Junta de Vigilancia del río Elqui, 2011. Memoria 2010-2011.

En marzo de 2010 el Ministerio de Obras Públicas hizo el traspaso total de la propiedad a la organización, en donde hay que dejar en claro que los usuarios están suscribiendo por los derechos de agua eventuales del Puclaro no por el terreno donde se emplaza la obra de regadío.⁴⁰

Según la Unidad de Traspasos de la DOH, el costo de traspaso del proyecto construcción del embalse Puclaro fue estimado en base a la proporción destinada a riego, correspondiente a 175 HM3.

El precio de traspaso de la obra fue estimado considerando los siguientes ítems:

Tabla 28. Costo proyecto Embalse Puclaro

Costo Directo	Total UF	UF/Regantes
Contrato PRESA (PP-1)	1.871.410	1.455.370
Expropiaciones	406.787	337.770
Contrato Asesoría I.F. (PP2)	135.658	103.252
Obras Anexas Ejecutadas		
Variante Eléctrica	10.914	9.550
Campamento y Obras Anexas al Embalse	48.712	39.269
Gastos Inspección Fiscal (ver nota2)	23.577	20.630
TOTAL (SIN IVA)	2.497.058	1.965.842

Costo Indirecto- Obras Anexas	
Contrato Variante Ruta 41-CH	507.232
Relocalización Pueblo Gualiguaica	69.454
Relocalización Pueblo La Polvada	4.712
Relocalización Pueblo Punta Azul	291
Total General Proyecto (SIN IVA)	3.078.747

Fuente: DOH. Unidad de Traspaso. Costo proyecto Puclaro. Cifras en UF.

El 81,1% del costo general del proyecto corresponde al costo directo de la obra, mientras que el 18,8% son costos indirectos, relacionados con la relocalización de tres poblados y modificación de la variante de la ruta internacional 41-CH.

Del total del costo del proyecto (UF 3.078.747), el 63,8% corresponde al costo estimado para el traspaso de la obra, del cual se obtuvo un subsidio de un 78,6% por parte del Estado.

⁴⁰ Junta de Vigilancia del río Elqui, 2011. Memoria 2010-2011.

ASIGNACIÓN DE LOS DERECHOS DE AGUA

La Junta de vigilancia del río Elqui posee bajo su jurisdicción 125 canales más 16 captaciones por medio de elevación mecánica, alcanzando un total de 25.315 acciones brutas.

Tabla 29. Distribución de acciones por secciones Junta de Vigilancia Río Coquimbo, Ex ante

	Ex Ante	Ex Post
Primera Sección Administrativa	11.701	12.166
Segunda Sección Administrativa del Río Elqui	1.043	13.149
Tercera Sección Administrativa del Río Elqui	11.990	
Total Acciones	24.734	25.315

Fuente: Ingendesa - Edic Ltda, 1992. Proyecto Puclaro: Capacidad de Embalse y Tipo de Presa. Volumen III/XIV; y Junta de Vigilancia del Río Elqui y sus Afluentes.

La Junta de Vigilancia del Río Elqui y sus Afluentes fue aprobada por Decreto Supremo del Ministerio de Obras Públicas de fecha 13 de Junio de 1993.

En la actualidad la distribución de acciones según estrato socioeconómico se encuentra detallada en la siguiente Tabla:

Tabla 30. Distribución de acciones Embalse Puclaro

Tramos	0 < acc< 5		1 < Acc> 20		20 < Acc		Mineras, Inmobiliarias, aguas del Valle, Parcelas de Agrado y otras		Total	
	Nivel de subsistencia 90% Con subsidio		80% con Subsidio		64% con Subsidio		Sin Subsidio			
Primera sección										
Administrativa	1.841	2.089	351	3.480	141	6.497	56	100	2.389	12.166
- Alser							1	22		
- Soc. Minera Contacto										
Primera Chorillos							1	8		
Segunda y tercera sección	1.004	1.271		5.329	89	4.516	1.126	681	2.923	13.149
- Aguas del Valle S.A							4	1.044		
- Compañías Mineras							4	17		
- Inmobiliarias							55	248		
- Otras							27	42		
Total Hoya del Río Elqui	2.845	3.360	965	8.809	230	11.013	1.272	2.133	5.312	25.315

Fuente: Junta de Vigilancia Río Elqui, 2011.

MODELO DE GESTION

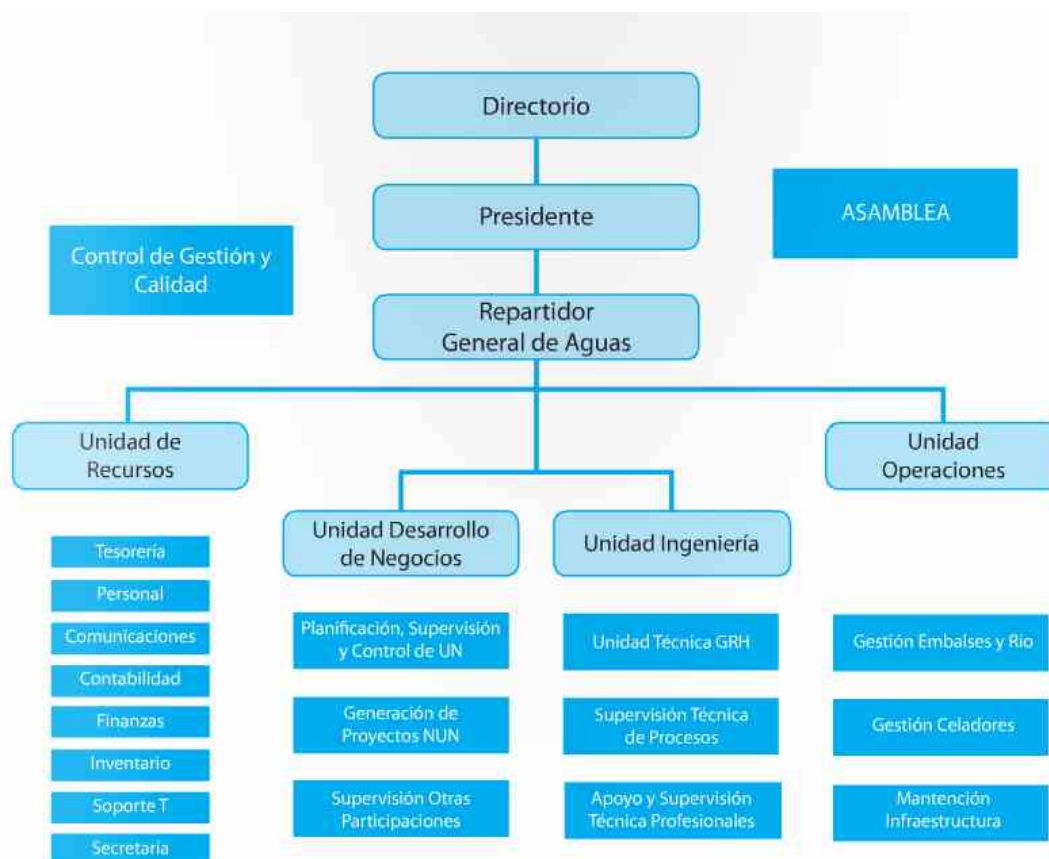
Un sistema de gestión permite a una empresa organizarse en los procesos, cargos, actividades y recursos que permitan un resultado óptimo de la gestión de la empresa. Son necesarios para elevar las rentabilidades, competitividades, capacidad de desarrollo y crecimiento tecnológico.

La cuenca del río Elqui es administrada por dos juntas de vigilancia, la Junta de Vigilancia del Estero Derecho (JVED), que administra desde el Estero Derecho y la Quebrada de Paihuano; mientras que la Junta de Vigilancia del Río Elqui y sus Afluentes (JVRE) administra los ríos Turbio y Claro. En este caso se le dará un mayor énfasis a la Junta de Vigilancia del río Elqui.

La Junta de Vigilancia del río Elqui es la sucesora legal de la Asociación de Canalistas de Coquimbo, cuya misión es velar por la entrega eficiente del recurso hídrico a los más de 5.000 regantes que posee la cuenca del río Elqui.

A continuación se adjunta el organigrama de la Junta de Vigilancia del río Elqui.

Ilustración 4. Organigrama de la institución



Fuente: Junta de Vigilancia río Elqui y sus Afluentes, 2011. Memoria 2010-2011.

La asamblea está compuesta por accionistas del embalse que tienen la facultad de elegir un Directorio para la Junta de Vigilancia. El Directorio está conformado por 7 Directores que pueden ser reelegidos indefinidamente, según lo establecen sus estatutos.

El Directorio está apoyado por un presidente que es elegido por los miembros de la Junta y este a su vez es asesorado técnicamente por el Ingeniero Repartidor de Aguas, quien tiene la responsabilidad de efectuar eficientemente, tanto la operación como el reparto del recurso a todos los dueños de los derechos de aprovechamientos.

Para realizar con éxito esta responsabilidad está avalada por cuatro unidades de procesos que interactúan entre sí a través de una gestión comunicacional, en donde todos los involucrados

tienen información de lo que se está llevando a cabo en la Junta. La Unidad de Recursos cuenta con 8 subunidades que son: Tesorería, Personal, Comunicaciones, Contabilidad, Finanzas, Inventario, Soporte Técnico e Inversiones. La Unidad de Negocios se encarga de generar y administrar los recursos para invertirlos en la mejora de los servicios ofrecidos por la Junta, para ello cuenta con 3 subunidades que son: Planificación, Supervisión y Control, Generación de Proyectos y Supervisión de Otras Participaciones. La Unidad de Ingeniería que se basa más bien en la supervisión técnica de los procesos operacionales del embalse. Y por último, la Unidad de Operaciones que se encarga de reforzar el objetivo del Directorio, que en la práctica es que se ejecute la entrega adecuada del agua, lo que se traduce en una disminución en el riesgo por ineficiencia del sistema.

La memoria 2010-2011 de la Junta expone que con el fin de ampliar los beneficios de sus socios se han ligado y/o creado empresas como la Administradora Río Elqui Limitada y la Hidroeléctrica Puclaro.

La Sociedad Administradora de Recursos Hídricos Río Elqui Ltda. se creó en el 2002 con el objetivo principal de capturar fondos que otorga el Estado para proyectos de regadío. Entrega un asesoramiento para el diseño hidráulico de obras de riego, formula y postula a los proyectos que elabora la Ley de Fomento al riego y Drenaje Nº 18.450 con financiamiento de CORFO o INDAP.

Su equipo de trabajo consta de profesionales que trabajan tanto en oficinas como en terreno para finalmente entregar un servicio de alta calidad en materialización y ejecución de los proyectos. También sus labores se orientan a la ejecución de programas de transferencia y fortalecimiento para la organización de Usuarios de Agua. Para ello cuentan con el personal calificado y maquinarias necesarias para la instalación de sistemas de riego presurizados y construcción de obras civiles para el entubamiento de canales.

La Hidroeléctrica Puclaro es una mini central creada en el año 2005 que posee una potencia de 5,6 MW, generando anualmente en promedio 15,6 GWh, sólo usando el agua para riego. El capital que se invirtió fue de \$1.080 millones divididos en 1.080 acciones. El Directorio lo forman 5 miembros, de los cuales dos son elegidos por la Junta de Vigilancia del río Elqui.

PROYECTOS BONIFICADOS POR LA LEY 18.450

La ley del fomento al riego (18.450) se creó en el año 1985 con finalidad de estimular la construcción de obras hidráulicas para el uso agrícola de manera que se consiguiera ampliar la superficie regada, incentivar el uso eficiente del agua y abastecer las áreas agrícolas que presentan un déficit del recurso. Todos estos objetivos apuntan a que se potencie la productividad agrícola reflejada en mayores rendimientos y por lo tanto en mayores ingresos para los productores.

Es administrada por la Secretaría Ejecutiva de la Comisión Nacional de Riego (CNR) y otorga subsidios a proyectos de riego cuyo costo no supere las UF12.000 si es un proyecto individual, y si es un proyecto presentado por una organización de regantes no debe ser mayor a las UF 30.000. El porcentaje máximo de bonificación que puede optar un proyecto es el 90% del costo total.

Los proyectos bonificados del Valle del Elqui desde el año 2003 al 2011 se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 31. Cantidad de proyectos beneficiados por la ley de fomento al riego en el Valle del Elqui

Año	Cantidad de proyectos	Costo Promedio (UF)	% Aporte	Promedio bonificación
2000	4	1.843	41	1.112
2001	5	4.315	37	2.899
2003	3	3.175	29	2.295
2005	1	1.114	26	824
2006	3	4.734	32	3.470
2007	12	2.231	27	1.640
2008	19	3.108	27	2.284
2009	4	6.199	28	4.548
2010	6	2.959	26	2.179
2011	14	2.885	33	2.044
2012	7	4.278	36	2.737

Fuente: Elaboración propia en base a la información entregada por el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP).

El aporte está dado por la ley 18.450 en porcentaje, el cual se aplica al costo total del proyecto para disminuirlo y como resultado se obtiene la bonificación entregada a los usuarios agrícolas. Los proyectos beneficiados desde el 2000 hasta ahora son 78 en donde 57 son de tipo obras civiles y el resto son obras de tecnificación. El monto total acumulado de bonificación hasta los primeros

meses del presente año es de UF 179.179, de la resolución UF 1.559.838 y de pago UF 921.834. Según la información entregada por INDAP hubo 45 proyectos pagados, 22 que vencieron y 11 que fueron abandonados.

PROGRAMAS DE FOMENTO A LA ASISTENCIA TÉCNICA Y CREDITICIA A LOS AGRICULTORES, PROVINCIA DEL ELQUI.

El Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP) es el servicio del Estado que cumple con la función de otorgar asistencia técnica e inversión productiva a los pequeños agricultores del país. Su objetivo es el fomento productivo que consiste en la asignación de recursos a la agricultura campesina para convertirla en una agricultura madura y que sea competitiva en el mercado.

Está dirigido a los agricultores que explotan una superficie inferior a las 12 hectáreas de riego básico, que tienen activos por un valor menor a las 3.500 unidades de fomento (US\$ 96.000), que obtienen sus ingresos de la producción agrícola y se dedican a la explotación de la tierra. En la actualidad su cobertura de atención es superior a las 100.000 personas, lo que es superior en tres veces a lo de 1990. Como la agricultura de Atacama más bien la componen pequeños agricultores encajan perfectamente en el perfil que describe INDAP.

Los programas para cada uno de los servicios que ofrece se describen brevemente a continuación:

Tabla 32. Programas para cada uno de los servicios de INDAP

Servicio	Programas
Riego	Bono Legal de Aguas
	Estudios de Riego y Drenaje
	Riego Asociativo
	Riego y Drenaje Intrapredial
Suelos	Incentivos para la Sustentabilidad Agroambiental de los suelos
	Praderas Suplementarias y Recursos Forrajeros
Desarrollo Territorial	Programa de Desarrollo Local (PRODESAL)
	Formación y Capacitación para mujeres campesinas (convenio INDAP-PRODEMU)
	PADIS
	Programa de Desarrollo Territorial Indígena (PDTI)
Asesorías Técnicas	Asesoría Técnica (SAT)

	Alianzas Productivas
	Centros de Gestión
	Profesionalización Campesina
	Nuevo Programa de Gestión Empresarial
Inversiones	Programa de Desarrollo de Inversiones (PDI)
Rubros	Expo Mundo Rural
	Programa Sabores del Campo Especialidades Campesinas
	Turismo Rural
Financiamiento Crediticio	Crédito a corto plazo individual
	Crédito a corto plazo empresas
	Crédito a largo plazo individual
	Crédito a largo plazo empresas
	Crédito enlace riego (Fondo Rotatorio)
	Bono de Articulación Financiera (BAF)
	Seguro Agrícola
	Fondo Administración delegada (FAD)
	Consulta Saldo
	Crédito de Enlace para manejo Forestal de Plantaciones
	Crédito de Reconstrucción
	Crédito de Enlace para manejo de Bosque Nativo
	Crédito Largo Plazo Enlace para la Construcción Vivienda Rural
Financiamiento Crediticio	Crédito enlace forestal

Fuente: Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP) www.indap.cl

En el servicio de Desarrollo Territorial, el Programa de Desarrollo Local (PRODESAL) es ejecutado por las Municipalidades o entidades permitidas por INDAP que mediante un contrato transfiere recursos en asistencia técnica y/o inversión que se complementan con el equipo técnico de dichas entidades para atender a los usuarios organizados en Unidades Operativas de 60 a 180 personas. Está dirigido a pequeños agricultores que se pueden dividir en tres segmentos:

- Usuarios cuyo principal destino de la producción es para el autoconsumo familiar y subsistencia.
- Usuarios que se encuentren en la etapa de superación del autoconsumo y subsistencia.
- Usuarios que estén interesados de comercializar sus productos en mercados más formales.

Las asesorías técnicas (SAT) consisten en el apoyo de consultores con experiencia para mejorar los sistemas productivos de los usuarios. Este mecanismo busca acortar la brecha tecnológica y aportar con estrategias para el futuro progreso. Pueden optar personas naturales o jurídicas, esta última sea individual o asociativa, con dos opciones de apoyo:

- SAT emprendedores: apoyo permanente a los usuarios que comienza con una evaluación de diagnóstico para proceder con un plan de trabajo. También otorgan capacitación empresarial, difusión y entrega de información de mercado, precios y tecnología, giras técnicas nacionales como internacionales, entre otros servicios.
- SAT consultoría: apoyo puntual en alguna duda de los usuarios con una orientación especializada o resolver situaciones de extrema urgencia.

Con respecto al financiamiento crediticio, el crédito a corto plazo tiene como finalidad financiar el capital de trabajo como en la compra de fertilizantes, semillas, plaguicidas, etc. El crédito a largo plazo está orientado a financiar los activos fijos mayormente, requiere de un plazo superior a 359 días con un máximo de 10 años.

Los montos totales para algunos de los programas de la provincia de Vicuña se muestran en la tabla y gráfico que siguen.

Tabla 33. Montos totales para algunos de los programas de la provincia de Vicuña

Programa	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Crédito C.P	\$6.520.000	\$6.060.421	\$1.930.000	\$4.870.000	\$5.389.863	\$3.964.549	\$24.546.543
Crédito L.P	\$24.801.913	\$34.440.711	\$15.169.726	\$23.077.716	\$7.450.709	\$13.392.200	\$25.139.792
PRODESAL	\$212.986	\$77.358	\$8.917.721	\$21.590.470	\$23.597.068	\$21.572.343	\$20.640.683
PADIS	\$22.268.936	\$37.653.176	\$24.938.570	\$42.230.347	\$28.424.576	\$33.893.122	\$34.842.496
SAT	\$14.923.125	\$18.205.409	\$3.533.344	\$16.958.920	\$13.289.822	\$8.640.035	\$2.591.870
Total	\$68.726.960	\$96.437.075	\$54.489.361	\$108.727.453	\$78.152.038	\$81.462.249	\$107.761.384

Fuente: Elaboración propia en base a la información del Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP).

La tendencia de los programas no se puede establecer con precisión, debido a que los montos a través del tiempo no han sido constantes por lo tanto su comportamiento futuro es difícil de estimar. El programa que ha demostrado ser uno de los más sobresalientes en cuanto al monto es

el programa PRODECOP/PADIS y el menos sobresaliente son los créditos a corto plazo, aunque el 2011 incrementaron en un 519% comparado con el año 2010.

En la tabla que sigue se muestran los montos presupuestados, ejecutados y saldos de la región de Coquimbo.

Tabla 34. Montos 2011 para los programas de la región de Coquimbo. (Miles de Pesos)

Programas	Presupuestado	Ejecutado	Saldo
CCP	\$897.500	\$881.029	\$15.655
CLP	\$750.768	\$428.144	\$314.313
PRODESAL	\$599.636	\$345.799	\$77.208
PADIS	\$1.100.000	\$602.804	\$130.296
SAT	\$16.811	\$219	\$16.592

Fuente: Elaboración propia en base a la información INDAP

Los créditos de corto plazo de las empresas es el programa con mayor ejecución, por lo tanto con un menor saldo. También cabe destacar que el monto presupuestado para los programas de asesorías técnicas (SAT) son muy bajos en comparación al resto, más aún sorprende su baja participación en los usuarios.

ESTUDIOS E INICIATIVAS

“Aplicación de metodologías para determinar la eficiencia de uso del agua, estudio de caso de la región de Coquimbo, elaborado por CAZALAC 2006”.

El estudio fue desarrollado por el Centro del Agua para Zonas Áridas de Latinoamérica y el Caribe, CAZALAC, con la asesoría de RODHOS asesorías y proyectos Ltda. El estudio fue financiado con Fondos Nacionales de Desarrollo Regional (FNDR) otorgados por el Gobierno Regional de la cuarta región y supervisado técnicamente por la Dirección Regional de Aguas y el Gobierno Regional de la cuarta región.

Su objetivo es profundizar y conocer la forma en que se utiliza el agua en una zona árida o semiárida para obtener un diagnóstico sobre la eficiencia del uso y recomendar mejores prácticas para la maximización de su eficiencia. La idea es que con la metodología aplicada a la región de Coquimbo se extienda a otras zonas con problemas de escasez hídrica.

Se escogió la región de Coquimbo por ser una zona con déficit hídrico que está acentuado por el aumento de demandas de agua potable, minería, agricultura e industria versus el aumento de las demandas ambientales. Sin embargo el escenario es que la oferta de agua es cada vez menor, es decir, no podría suplir las necesidades actuales.

El estudio entiende por eficiencia en el uso del agua en cuatro ámbitos: económica, física, administrativa y ambiental. Por lo tanto el estudio se realiza en base a la definición descrita anteriormente.

El informe consta de 12 capítulos que parten con una recopilación de información sobre los antecedentes de la zona a través de entrevistas a autoridades y usuarios de agua. Luego continúa con modelos de simulación para obtener resultados y entregar recomendaciones sobre el uso físico de las aguas. Las recomendaciones que fueron técnicamente viables se las evaluó económicamente para conseguir una lista final de sugerencias para el mejor uso del recurso hídrico. En el último capítulo se describen las actividades interactivas que fueron 9 talleres y una reunión regional donde se dio a conocer el estudio, las inquietudes, nuevas ideas, entre otros puntos.

Como conclusiones del estudio se obtuvo:

- Necesidad de aumentar la eficiencia global de uso y por tanto la eficiencia local para evitar salidas de agua al mar.
- En situación de que el embalse fallara deberían existir almacenamientos subterráneos operativos (con derechos y pozos) para ser usados.
- No era posible aumentar la explotación de los acuíferos porque las recargas disponibles son recibidas en su totalidad por los acuíferos y a su vez usadas prácticamente en su totalidad para el riego.

Como recomendaciones se obtuvo:

- Fomentar el paso desde un sistema de canales abiertos y revestidos hacia un sistema de canales entubados, que, como se ha visto, presentan múltiples ventajas frente a los primeros.

- En la cuenca del Elqui, el uso óptimo del agua exige que se retenga más agua dentro de la cuenca y escape menos agua al mar. Para ello se requiere una tecnificación del riego en el nivel local y el entubamiento de canales en el nivel medio, además del uso intensivo de los acuíferos, especialmente en épocas de sequía.
- Para el funcionamiento óptimo de las aguas potables rurales (APR) es necesario contar con una forma de cobro por los servicios prestados. Para las APR se les sugiere que se transformen en cooperativas, como primera medida esencial para su buen funcionamiento.

Proyecto CAMINAR-UNIÓN EUROPEA

Proyecto elaborado por la preocupación de la eficiencia hídrica de la región de Coquimbo que reforzó la idea del primer proyecto nombrado anteriormente.

La clave del proyecto es apuntar a una convivencia sustentable entre la minería y la agricultura en torno al agua, comienza desde el año 2007 hasta el año 2010. Su objetivo principal radicó en “contribuir al establecimiento de opciones de políticas, estrategias de manejo y tecnologías para el desarrollo sostenible de la actividad minera y la protección de los ecosistemas en cuencas áridas y semiáridas de Sur América sujetas a actividades mineras y sus impactos”.

Fue considerada la región de Coquimbo por diversas razones:

- Faenas importantes
- Pequeña minería
- Pequeña agricultura

Se llevó a cabo gracias a las colaboraciones de la Universidad de la Serena, CEAZA, CAZALAC y centros de investigación de Argentina, Alemania, Israel y España han contribuido a la gestión de los recursos hídricos superficiales y subterráneos en zonas áridas a través de cursos de alta convocatoria, donde han participado gran parte de las instituciones y empresas de la cuenca del Elqui y de la región de Coquimbo en general.

BENEFICIOS DEL PROYECTO

La metodología utilizada en la evaluación social del proyecto “Construcción del embalse Puclaro”, fue el método del presupuesto, el cual compara el valor marginal de producción en una situación sin proyecto del área de influencia del proyecto, versus la situación con proyecto.

SITUACIÓN SIN PROYECTO

La situación sin proyecto corresponde al escenario evaluado durante la situación Ex Ante del proyecto, es decir, es el escenario presentado y evaluado en el estudio de factibilidad, el cual especifica los parámetros a utilizar en la evaluación económica, el horizonte de la evaluación, la tasa social de descuento y la rentabilidad esperada del proyecto.

La evaluación Ex Ante del proyecto “Construcción del embalse Puclaro Valle del Elqui” fue elaborada por la consultora Consorcio de Ingeniería Ingendesa - Edic Ltda., en 1992, enfocado a visualizar la justificación económica del plan de desarrollo integral, el tipo de presa más recomendable, su capacidad y la superficie óptima de regadío.

La situación sin proyecto refleja el escenario optimizado de la producción agrícola existente durante el año 1992, año en que se estudió la factibilidad agroeconómica del proyecto “Construcción del embalse Puclaro”.

La metodología adoptada para la estimación del beneficio agrícola esperado por el embalse Puclaro fue el *método del presupuesto*, el cual evaluó la superficie total regada en hectáreas, y la distribución de los cultivos “sin proyecto”, para un año seco y un año húmedo.

Según el estudio de factibilidad, llevado a cabo por la consultora INGENDESA – EDIC Ltda., 1992, se determinó que en una situación “optimizada” la superficie cultivada para un año húmedo alcanzaría 17.153 hectáreas, mientras para un año seco, sin considerar sequías extremas, la superficie de riego alcanzaría las 7.647 hectáreas, siendo los frutales más predominantes la uva de mesa y vid pisquera, mientras que la papa, pimienta morrón, poroto verde y zanahoria, fueron las hortalizas más sobresalientes en años húmedos (ANEXO 1). En octubre de 1991, se realizó una consulta a nivel de predial, para obtener la estructura de cultivos del valle, según sector de riego y

estrato de tamaño de la propiedad. La entrevista, también tuvo por objetivo determinar el nivel de insumos, abastecimiento y precio, precio de productos, nivel de gastos generales de los predios y la posibilidad cultivar nuevos cultivos con una mayor seguridad de riego.

- El estudio hace una diferencia entre años secos y húmedos, sin embargo, no indican la periodicidad de ocurrencia entre dichos años, por lo que hay incertidumbre de cómo estimaron el flujo para una situación base.
- El margen bruto de cultivos anuales fue reconstruido tomando en cuenta los parámetros descritos en el estudio.
- El estudio no detalla el incremento de superficie anual con proyecto
- No hay claridad sobre la estimación del margen bruto de cultivos permanentes, por lo que no fue posible reconstruir estos parámetros.
- Se elaboró un nivel productivo alto y medio para el trigo, sin embargo, el proyecto no define cual es el porcentaje de la superficie con nivel tecnológico alto y medio.

El beneficio del embalse a precios reales 2011, es determinado mediante la estructura de cultivos como estructura base para la estimación de los ingresos, tomando en cuenta los rendimientos informados por la consultora Ingendesa-Edic Ltda, 1992, en el estudio de factibilidad agroeconómica del proyecto, y se actualizaron los precios de mercado de los productos agrícolas por *precios reales* informados por ODEPA para el año 2011.

Tabla 35. Ingreso por hectárea

Tipo de Cultivo	Unidad	Rendimiento	Ingreso (Precios de mercado 1991)	Ingreso (Precios de mercado 2011)
Trigo Nivel Tec. Alto	qq	50	\$ 287.200	\$ 869.670
Trigo Nivel Tec. Medio	qq	35	\$ 201.040	\$ 608.769
Papa Temprana	qq	180	\$ 949.860	\$ 2.926.013
Repollo Coliflor	Unidades	16.000	\$ 608.000	\$ 4.184.800
Zanahoria	Unidades	290.000	\$ 870.000	\$ 5.611.790
Habas -Arvejas	Kg	5.000	\$ 685.000	\$ 1.788.000
Papa Tardía	qq	210	\$ 658.350	\$ 3.413.676
Maíz Grano	qq	75	\$ 359.925	\$ 1.005.338
Poroto Verde	Kg	6.500	\$ 708.500	\$ 4.951.700
Pimiento	Kg	25.000	\$ 1.600.000	\$ 7.950.000
Zapallo de Guarda	Unidades	1.600	\$ 745.600	\$ 3.797.392
Alcachofa (Año 1)	Unidades	23.000	\$ 460.000	\$ 2.392.000
Alcachofa (Año 2 al 4)	Unidades	33.000	\$ 660.000	\$ 3.432.000
Pepino Dulce	Kg	16.500	\$ 676.500	\$ 2.836.167
Alfalfa (Año 1)	Kg	12.000	\$ 300.000	\$ 1.200.000
Alfalfa (Año 2 al 5)	Kg	20.000	\$ 520.000	\$ 2.000.000
Pradera Natural	Kg	3.500	\$ 42.000	\$ 175.000

Fuente: Ingendesa - Edic Ltda (1992) "Proyecto Puclaro: Capacidad de Embalse y Tipo de Presa"; Banco Central de Chile, Nueva base de datos estadísticos. Precios, IPC.

Para calcular el beneficio real del embalse generado en la provincia del Elqui, fueron considerados los precios reales de productos, de la feria de Coquimbo y Lo Valledor, de hortalizas y frutas para Octubre del 2011.

La estimación del ingreso generado por la producción de frutales considera, al igual que los cultivos hortícolas y cereales, la estructura o distribución de cultivos y plantaciones, rendimientos existentes en la situación Sin Proyecto y los precios de mercado a octubre del 2011, por tonelada de fruta transada. Los precios fueron obtenidos de la base de datos de ODEPA y el Boletín generado por INDAP para la IV región de Coquimbo.

La siguiente tabla indica los ingresos generados por tipo de frutal, por hectárea y por año productivo.

Para el caso de los frutales, los ingresos cambian según el rendimiento obtenido por año productivo (ver ANEXO 2).

A. Costos

Los costos de producción por tipo de especie frutal y para cultivos permanentes, son calculados según año productivo, dado que los huertos frutales poseen distintas demandas en las labores agrícolas, las cuales dependen directamente de la etapa de crecimiento en la que se encuentre la especie. Los detalles de las labores, cantidad de insumos agrícolas y demanda de jornadas hombre y de maquinaria por tipo de huerto frutal y cultivos anuales y permanentes, se encuentran en las fichas agroeconómicas de los cultivos, para la situación “Sin Proyecto” en el ANEXO 3.

Tabla 36. Costos por hectárea de establecimiento, cultivos anuales.

Tipo de Cultivo	Precios de mercado 1991	Precios de mercado 2011
Trigo Nivel Alto	\$ 139.302	\$ 584.015
Trigo Nivel Medio	\$ 109.025	\$ 456.155
Papa Temprana	\$ 636.538	\$ 2.689.753
Repollo coliflor invierno	\$ 222.071	\$ 1.228.439
Zanahoria	\$ 346.605	\$ 1.677.657
Habas - arvejas	\$ 214.740	\$ 1.406.617
Papa tardía	\$ 488.609	\$ 2.439.265
Maíz grano	\$ 194.410	\$ 876.902
Poroto verde	\$ 241.420	\$ 1.564.836
Pimiento	\$ 621.594	\$ 3.789.369
Zapallo de Guarda	\$ 302.936	\$ 1.706.637

Fuente: Ingendesa - Edic Ltda (1992) “Proyecto Puclaro: Capacidad de Embalse y Tipo de Presa”; ODEPA, precios de insumos para el 2011.

Los precios de insumos, mano de obra y costo por jornada maquinaria para el año 2011, Región de Coquimbo.

SITUACIÓN CON PROYECTO

La situación con proyecto, tiene por objetivo definir el escenario agrícola actual, posterior a la construcción del embalse, la cual entrega información sobre la *efectividad* que tuvo el proyecto la zona influenciada por el proyecto, tomando en cuenta como parámetro comparativo, la evaluación económica Ex Ante, llevada a cabo en el estudio de factibilidad, antes de la construcción de la obra.

Para realizar el estudio de la situación con proyecto, fue necesario contar con información primaria y secundaria. La evaluación Ex Post del embalse Puclaro se basó principalmente en las siguientes fuentes de información:

- *Catastro Frutícola Nacional IV Región, actualización años 1999, 2005 y 2011, CIREN- ODEPA;*
- *Censos agropecuarios, 1997 y 2007, INE;*
- *Junta de vigilancia Río Elqui y sus Afluentes;*
- *Aplicación de metodologías para determinar la eficiencia de uso del agua, estudio de caso en la región de Coquimbo, 2005, CAZALAC;*
- *Imágenes Satelitales, USGS Global Visualization Viewer, U.S. Geological Survey.*

El catastro frutícola está basado en el levantamiento de encuestas censales a nivel de cuenca, informando la superficie frutícola plantada en la región en superficies cultivadas superiores a las 0,5 ha. El catastro del año 1999 representaría una aproximación de la línea base del proyecto, mientras que el del año 2005, reflejaría la situación de los primeros años de operación de éste, por último, el año 2011 representa la situación actual.

Por otra parte, el censo agropecuario levanta información a nivel nacional, catastrando incluso la superficie agrícola destinada al autoconsumo. Para este estudio, el censo de 1997 sería una aproximación cercana a la situación Ex Ante, mientras que el censo del 2007 representaría el impacto generado a nivel de superficie durante los primeros años de operación del embalse.

La Junta de Vigilancia del río Elqui y sus Afluentes, tiene información general de la cuenca y de ciertos sectores de riego, por lo que esta información es complementaria a la del censo agropecuario y catastro frutícola.

Finalmente, las *imágenes satelitales* registran de manera general el estado actual de la cuenca, la superficie de riego, ubicación de ríos y embalse y principales poblados y sectores urbanos. Estas imágenes dan información relevante sobre el cambio de la superficie de riego y las diferencias entre antes y después del embalse.

SUPERFICIE

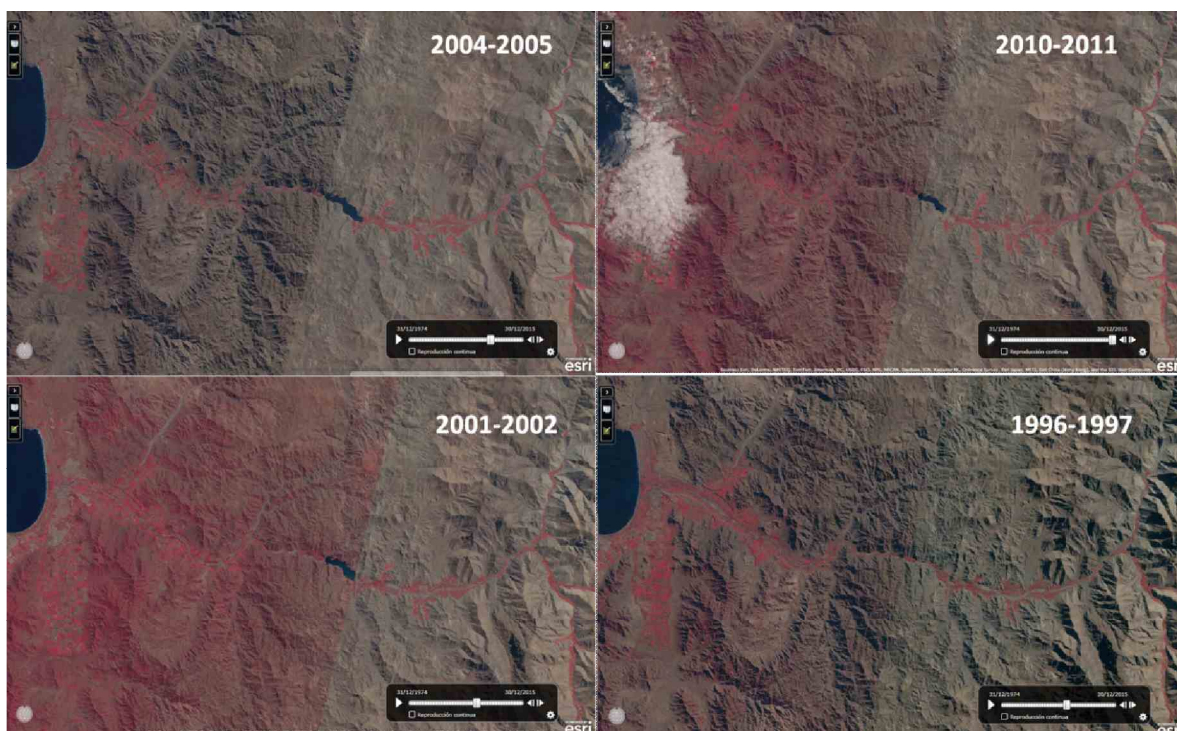
INGENDESA – EDIC Ltda., en su estudio de factibilidad agroeconómico del embalse Puclaro, determina que para la situación “optimizada” de un año húmedo la cobertura vegetal productiva alcanzaría las 17.153 hectáreas.

El año 2005, el estudio “Aplicación de metodologías para determinar la eficiencia de uso del agua, estudio de caso en la región de Coquimbo”, elaborado por CAZALAC para el gobierno regional de Coquimbo, estimó que la superficie beneficiada por el embalse era de 23.440 ha.

Por otra parte, la Junta de Vigilancia del río Elqui estimó que el potencial de riego del embalse Puclaro alcanzaría las 30.000 ha, expectativas que superan en un 25% las expectativas originales del proyecto “Construcción del embalse Puclaro, Valle del Elqui”, que propuso como meta un incremento de 10.000 ha de riego a 24.000 ha. con proyecto.

El cambio de cobertura vegetal del valle del Elqui, fue evaluada con imágenes satelitales, comparando imágenes capturadas por el satélite LANSAT, los años 1996-1997, 2001-2002, 2004-2005 y 2010-2011, con el objetivo de evaluar el cambio de la cobertura vegetal como impacto directo del embalse en el Valle del Elqui.

Imagen 1. Imagen satelital Infrarrojo. Provincia del Elqui, Región de Coquimbo (2011).



Fuente: U.S. Geological Survey (USGS), National Aeronautics and Space Administration (NASA), Esri Inc.

Al comparar las imágenes satelitales, es posible decir que la cobertura vegetal del valle del Elqui sufrido cambios sustanciales, presentando un leve aumento de superficie cultivada en la zona alta del valle, sin perder la distribución manteniendo la cobertura vegetal original del valle.

Para poder evaluar de manera más detallada esta información, es necesario adquirir fotos satelitales de mayor calidad u ortofotos del valle, con el objetivo de estimar la superficie efectiva de riego para la agricultura con mayor precisión.

Hasta el momento no hay una estimación concreta de cuántas hectáreas son realmente regadas en el valle del Elqui, ni tampoco hay certeza de que la información entregada en el estudio Ex Ante sea un 100% efectiva, dado que estos estudios generalmente son basados en fuentes secundarias.

ESTRUCTURA DE CULTIVOS

La *estructura de cultivos*, es la proporción de cultivos y plantaciones, según especie y variedad, dispuestos en un espacio o superficie determinada. Definir la estructura de cultivos es fundamental para evaluar el beneficio generado tras la construcción y operación de una gran obra de riego.

Para determinar la estructura actual de cultivos y plantaciones del Valle del Elqui, se ha recurrido a las siguientes fuentes de información: 1. Catastro Frutícola Nacional IV Región, actualización años 1999, 2005 y 2011, CIREN- ODEPA; 2. Censos agropecuarios, 1997 y 2007, INE; 3. Catastro Vitivinícola Nacional 1999-2010, SAG.

Tabla 37. Estructura actual de cultivos y plantaciones del Valle del Elqui

Superficie	Censo Agropecuario	Catastro Frutícola	Catastro Vitivinícola
Vinivinícola	347,80		502
Pisquera	1.590,91		
Frutícola	8.041	6.783	
Agrícola			
		6.783	502

Fuente: Elaboración propia, basado en Catastro Frutícola Nacional IV Región, actualización años 1999, 2005 y 2011, CIREN- ODEPA; Censos agropecuarios, 1997 y 2007, INE; Catastro Vitivinícola Nacional 1999-2010, SAG.

El detalle de la producción vitivinícola declarada por el SAG es la siguiente:

Tabla 38. Catastro Vitivinícola de las comunas de Paihuano, La Serena y Vicuña

	VINÍFERA BLANCA	VINÍFERA TINTA	TOTAL	NÚMERO DE PROPIEDADES
PAIHUANO	3	13	16	1
LA SERENA	64	29	93	5
VICUNA	191	202	393	17
Total	258	244	502	23

Fuente: Catastro Vitivinícola Nacional 1999-2010, SAG.

Según la información entregada por Ciren, de los catastros frutícolas efectuados años anteriores, la superficie frutícola de la zona beneficiada por el embalse se ha visto incrementada en el tiempo, casi duplicando la superficie destinada a frutales durante el año 1991.

Tabla 39. Superficie frutícola, situación ex antes y ex post.

Plantaciones	Ex antes		Ex post (ha)	Incremento de superficie	
	Sin Proyecto (ha)	Proyección (ha)		Ex post v/s Sin proyecto (%)	Ex post v/s Proyección Ex antes (%)
UVA DE MESA	1.938	2.278	3.052	57%	34%
CHIRIMOYOS	404	810	230	-43%	-72%
PALTOS	166	285	527	218%	85%
LIMONEROS	367	769	782	113%	2%
PAPAYOS	217	467	137	-37%	-71%
TUNA			122		
OLIVO			823		
MANDARINO			446		
NARANJO			291		
GRANADO			126		
OTROS	382	399	280	-27%	-30%
TOTAL	3.474	5.008	6.817	95%	36%

Fuente: Basado en estadísticas de Ciren, catastro frutícola.

La superficie frutícola estimada por el catastro frutícola en el área regada por el embalse Puclaro para el año 2011 alcanzó las 6.783 ha, superando en un 71% la superficie frutícola estimada al año 1999. Con respecto al año 2005, la superficie frutícola de la zona aumentó en un 28%, incorporando un total de 1.473 ha a la producción frutícola del Valle del Elqui. Este incremento de la superficie frutícola se debió principalmente al crecimiento de la superficie explotada por olivos, seguido por paltos, mandarinos y naranjos.

Según la evaluación ex antes, efectuada con datos provenientes del catastro frutícola de 1991, la superficie frutícola de la zona se ha visto incrementada en 3.343 has, representado un 95% de aumento de la superficie frutícola del valle, en comparación al la situación ex antes. Asimismo, la proyección sobre el incremento de la superficie frutícola, o situación esperada por el proyecto, fue de 5.008 ha para un horizonte de 30 años, sin embargo, en 10 años, la superficie destinada la producción e frutales ha sido de 6.817 ha, lo cual ha superado las expectativas del proyecto en un 36%.

Tabla 40. Superficie frutícola del área beneficiada por el embalse.

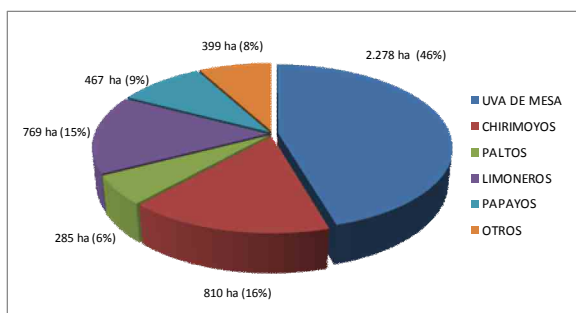
Especies frutales	Superficie plantada (ha)			
	1991	1999	2005	2011
CHIRIMOYO	404	461	409	312
JOJOBA			75	-
GRANADO				132
LIMONERO	367	536	680	794
MANDARINO		183	339	446
NARANJO		66	211	292
NOGAL		37		-
OLIVO		36	62	856
PALTO	166	94	336	552
PAPAYO	217	294	133	143
TUNA		38	460	163
VID DE MESA	1.938	2.252	2.606	3.093
OTROS	382			-
TOTAL	3.474	3.997	5.310	6.783

Fuente: Propia del autor, basado en estadísticas de Ciren, catastro frutícola.

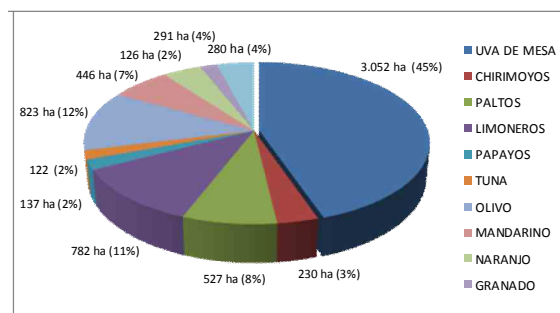
Por otra parte, hubo cinco nuevas especies frutales, tuna, olivo, mandarina, naranjo y granado, que fueron incorporadas a la producción actual del valle. Asimismo, es posible observar que la proporción de vid de mesa ha sido constante, no así la producción de las otras especies, ya que en la actualidad el valle del Elqui presenta una mayor diversificación de frutales que durante el año 1991.

Gráfico 7. Proporción de la producción frutícola del valle del Elqui.

Ex antes



Ex post



Fuente: Basado en Catastro Frutícola 1991 y 2011, Provincia del Elqui, Región de Coquimbo.

Tasa de plantación de frutales

Se definió como *tasa anual de plantación de frutales* a la proporción de hectáreas plantadas anualmente con especies frutales.

La *tasa anual de plantación de frutales* fue estimada en base a información histórica, la cual deberá contener registros anuales sobre la superficie plantada, según especie frutal. Esta información puede ser obtenida de los catastros frutícolas de CIREN.

En el presente estudio, la *tasa anual de plantación de frutales* fue estimada en base a los catastros frutícolas del 1999, 2005 y 2011, considerando la superficie total plantada en el valle y la superficie arrancada y replantada. Dichos parámetros dan información suficiente para obtener la tasa promedio anual de plantación de frutales en 20 años.

Tabla 41. Tasa promedio de plantación de frutales

Especies frutales	Tasa promedio de plantación de frutales (ha/año)
CHIRIMOYO	8
LIMONERO	22
MANDARINO	22
NARANJO	17
NOGAL	2
OLIVO	50
PALTO	28
PAPAYO	9
TUNA	13
VID DE MESA	63
OTROS	10

Fuente: Elaboración propia, basado en estadísticas de Ciren, catastro frutícola.

La tabla indica cuantas hectáreas fueron plantadas anualmente por especie frutal, durante 20 años. Para mantener la superficie actual de riego es necesario plantar anualmente cierta cantidad de hectáreas, para de este modo, mantener la superficie destinada a cierta especie frutal.

Tasa de recambio de frutales

Para estimar la *tasa de recambio de frutales* es fundamental considerar la vida útil productiva de cada especie frutícola, dado que de este modo será posible estimar la *tasa de recambio o replantación promedio* para mantener en el tiempo la superficie destinada a una especie en particular. La *tasa de replantación promedio* indica si la superficie destinada a frutales aumenta, disminuye o se mantiene en el tiempo.

El catastro frutícola da información sobre la antigüedad del huerto frutal, el número de hectáreas por especie frutal y superficie productiva durante el año catastrado. Esta información son los parámetros que permitirán cuantificar la *tasa de replantación efectiva*.

La vida útil supuesta para cada una de las especies frutales involucradas en la evaluación es:

Tabla 42. Vida útil de especies frutícolas

Especies frutales	Vida útil (años)
CHIRIMOYO	30
GRANADO	15
LIMONERO	15
MANDARINO	15
NARANJO	20
NOGAL	12
OLIVO	30
PALTO	15
PAPAYO	15
TUNA	20
VID DE MESA	15

Fuente: Elaboración propia, basado en Ciren, Catastro frutícola e información levantada en terreno.

Para el caso del embalse Puclaro, se ha visto un aumento de la superficie frutícola en la Provincia del Elqui, lo cual da indicios de que *la tasa anual de plantación* en promedio ha aumentado. Para obtener la tasa anual es importante analizar cuáles han sido las especies frutales involucradas en el aumento de la superficie frutícola de la zona.

La *tasa de recambio efectiva* del valle del Elqui fue estimada en base a la superficie plantada anualmente y la superficie productiva anual, es decir, considerando las hectáreas arrancadas durante los años productivos o hectáreas extras en producción.

¿Cómo es posible explicar la existencia de hectáreas arrancada? Se puede explicar como un efecto directo o indirecto de la economía o agroclimatología sobre los niveles de producción del predio, por lo cual, el productor decide arrancar una parte o la totalidad de la superficie destinada a una especie frutal en particular. Por ejemplo, según el catastro frutícola, es posible apreciar que la superficie destinada a chirimoyos ha disminuido en el tiempo, ya que económicamente no es rentable seguir con la producción, producto que el rendimiento obtenido en producción es menor al esperado por el productor. Asimismo, para el productor pudo ser más rentable arrancar dicha superficie y plantarla con otra especie frutal, económicamente más rentable. Es así, como también es posible explicar el incremento de superficie en producción, la cual se ve influenciada mayormente por el precio y demanda de una especie frutal en particular.

Tabla 43. *Tasa de recambio efectiva.*

	Vida útil (años)	Año comienzo recambio	Tasa de recambio esperada	Tasa de recambio efectiva	Superficie
CHIRIMOYO	30	10	5%	2%	DISMINUYE
JOJOBA	7	3,5	29%	139%	AUMENTA
GRANADO	15	7	13%	44%	AUMENTA
LIMONERO	15	1	7%	6%	DISMINUYE
MANDARINO	15	7	13%	13%	AUMENTA
NARANJO	20	10	10%	15%	AUMENTA
NOGAL	12	6	17%	98%	AUMENTA
OLIVO	30	10	5%	29%	AUMENTA
PALTO	15	7	13%	14%	AUMENTA
PAPAYO	15	10	20%	7%	DISMINUYE
TUNA	20	10	10%	11%	AUMENTA
VID DE MESA	15	7	13%	3%	DISMINUYE

Fuente: Elaboración propia, basado en estadísticas de Ciren, catastro frutícola.

La tasa de recambio da cuenta de cuantas hectáreas por especie frutal son plantadas anualmente. Cuando la *tasa de recambio esperada* supera la *tasa de recambio efectiva*, entonces la superficie plantada, por especie frutal, disminuye, de lo contrario, la superficie debería aumentar. Según la tabla anterior, es posible ver que el chirimoyo tiene una vida útil de 30 años, y presenta una tasa de recambio esperada de un 5% a partir del año 10. Sin embargo, según las estadísticas entregadas por el catastro frutícola, es posible obtener que la tasa de recambio efectiva para chirimoyos es de un 2% anual a partir del año 10, por lo tanto, la superficie de chirimoyos a largo

plazo se ha visto disminuida, dado que la superficie de replante es menor a la necesaria para mantener la superficie inicial destinada a chirimoyos.

Tasa de incorporación al riego tecnificado en frutales

Definiremos como *tasa de incorporación al riego tecnificado* a la proporción de la superficie, medida en hectáreas, que incorporan el riego tecnificado a la producción silvoagropecuaria anualmente.

Para estimar la *tasa de incorporación al riego tecnificado* en los sectores regados por un embalse en particular, será necesario contar con registros anuales o interanuales que den certeza de cuantos productores han incorporando riego tecnificado en los campos frutícolas y hortícolas.

El presente estudio calculó la tasa de incorporación al riego tecnificado en base a las estadísticas del catastro frutícola de los años 1999, 2005 y 2011, donde la superficie incorporada al riego tecnificado, según año catastrado fue la siguiente:

Tabla 44. Superficie con presencia de riego tecnificado

RIEGO TECNIFICADO	1999	2005	2011
Aspersión	11	8	
Cintas	6		
Goteo	3.297	5.037	6.817
Microaspersión	49	6	73
TOTAL	3.395	5.077	6.890

Fuente: CIREN, Catastro Frutícola 1999, 2005 y 2011.

La tasa promedio de incorporación al riego tecnificado alcanzó un 4,82 % anual, desde el año 1999 hasta el 2011. En promedio, el riego por goteo predomina por sobre los otros tipos de riego tecnificado, representando, en promedio, el 99% del riego tecnificado del área regada por el embalse Puclaro.

Beneficio incremental

La estimación del beneficio incremental del proyecto fue estimado en base a la diferencia de la situación con proyecto y sin proyecto.

La situación con proyecto es el escenario frutícola presentado tras la construcción del embalse, considerando como año cero, el año anterior del comienzo de la operación definitiva embalse. Para este caso, el año 1 se contabiliza desde el año 2001, año en que comenzó la operación del embalse Puclaro.

Beneficios sin embalse

Los beneficios correspondientes a la situación sin proyecto, son todos aquellos beneficios atribuidos a un escenario sin embalse, por lo tanto, para poder estimar cual hubiese sido el comportamiento de la agricultura en estas condiciones, fue necesario analizar la distribución frutícola desde el momento en que surge la idea de construir un embalse para la zona del valle del Elqui.

Ingresos

El ingreso generado por la fruticultura en el valle del Elqui, ha sido estimado en base la cantidad de hectáreas destinadas a cada especie frutal en particular, el precio de mercado de los productos y el rendimiento promedio de cada una de las especies, estimado para la situación sin proyecto.

Se analizaron los catastros frutícolas a partir del año 1991, con el objetivo de determinar la tasa de incorporación frutícola antes de la construcción del embalse Puclaro, por lo que se tomó en cuenta la distribución frutícola determinada por Ciren desde el año 1991 hasta el año 1999, antes de la entrada en operación del embalse. En este contexto, la tasa de incorporación frutícola, por especie fue la siguiente:

Tabla 45. Tasa de incremento antes de la entrada en operación del embalse

Tasa de Incremento antes embase (ha/año)	
CHIRIMOYO	2%
LIMONERO	5%
MANDARINO	32%
NARANJO	31%
NOGAL	30%
OLIVO	30%
PALTO	-7%
PAPAYO	4%
TUNA	30%
VID DE MESA	2%

Fuente: Basado en Ciren, catastro frutícola.

La *tasa de incorporación frutícola* representa la cantidad de hectáreas nuevas que se van incorporando año a año, a una explotación o huerto frutícola determinado. Por ejemplo, para el chirimoyo, a partir del año 1991, hubo un incremento anual de un 2% de la superficie destinada a dicha producción, por lo que se asume, que para una situación sin proyecto, la superficie destinada a chirimoyos debiera aumentar en esa proporción para los próximos 15 años.

Calculada la tasa de incremento de la superficie destinada a una especie en particular, es posible estimar la superficie productiva sin proyecto, desde el año 2001 hasta el año 2015.

El rendimiento de las principales especies frutales del valle, están detallados en el siguiente cuadro, donde también se ha hecho una comparación del rendimiento de las plantaciones del año 1991 y 2011, a modo de evaluar el incremento del rendimiento de los huertos frutales en el valle.

Tabla 46. Rendimiento plantaciones frutícolas del valle del Elqui.

Plantación	Unidad	1991 (a)	2011 (b)	Incremental
UVA DE MESA (Flame)	(ton/ha)	17	23	6
CHIRIMOYOS	(ton/ha)	8	25	17
PALTOS	(ton/ha)	9	12,5	4
LIMONEROS	(ton/ha)	20	35	15
PAPAYOS	(ton/ha)	8	7,5	-
OLIVO	(lt/ha)		2.700	2.700
MANDARINO	(ton/ha)		20	20
NARANJO	(ton/ha)		30	30

Fuente: (a) Ingendesa - Edic Ltda (1992) "Proyecto Puclaro: Capacidad de Embalse y Tipo de Presa". (b) Información captada en terreno y corroborada con JFRE.

El incremento del rendimiento en ciertas especies frutales se pudo deber al incremento de la seguridad de riego durante el periodo seco, lo cual provocó el aumento del rendimiento y mejoró la calidad de la fruta.

El cambio del precio de la fruta en el mercado, tanto nacional como internacional, puede ser uno de los factores más influyentes en la reestructuración de la distribución de la superficie frutícola del valle del Elqui en conjunto con el costo de producción. Esto ha generando un impacto en la competitividad del sector, al tener fruta de mayor calidad, es decir, mayor calibre o tamaño de la fruta, lo cual tiene un efecto directo en el precio de mercado de la fruta, generando mayor oportunidad para la exportación de la fruta.

El segundo parámetro necesario para estimar el ingreso total generado la fruticultura del valle del Elqui, es el precio de mercado de los productos. Los precios actuales de los productos han sido obtenidos de las bases históricas de precios de Odepa, siendo verificadas a nivel regional. El siguiente cuadro indica los precios a mayorista de los productos frutícolas más relevantes para el Valle.

Tabla 47. Precios a mayorista de productos frutícolas.

INGRESOS	Unidad	Precio 2011
CHIRIMOYO	\$/kg	518
LIMONERO	\$/kg	153
MANDARINO	\$/kg	294
NARANJO	\$/kg	178
OLIVO	\$/lt	1.396
PALTO	\$/kg	689
VID DE MESA		
Flame seedless (Mercado nacional)	\$/kg bin	235
Flame seedless (Mercado internacional)	US \$ caja 8,2 kg	4.093
Thompson seedless (Mercado nacional)	\$/kg bin	250
Thompson seedless (Mercado internacional)	US \$ caja 8,2 kg	3.611
Red Globe (Mercado Nacional)	\$/kg bin	250
Red Globe (Mercado Internacional)	US \$ caja 8,2 kg	3.130

Fuente: Basado en precios de mercado publicados por Odepa.

En base a precios de mercado, rendimientos de cada especie frutal y superficie destinada a la producción frutícola, es posible estimar el ingreso generado por el proyecto, desde el año 2001, primer año de operación del embalse, considerando precios del año 2011.

Costos operacionales

Los costos de producción por tipo de especie frutal y para cultivos permanentes, son calculados según año productivo, dado que los huertos frutales poseen distintas demandas en las labores agrícolas, las cuales dependen directamente de la etapa de crecimiento en la que se encuentre la especie. Los costos operaciones considerados en la situación sin proyecto han sido actualizado por precios al 2011, considerando la misma estructura utilizada en el estudio “Proyecto Puclaro. Capacidad de embalse y tipo de presa”, efectuado por la consultora Consorcio de Ingeniería Ingendesa-Edic, 1992. No se actualizó por IPC ya que podría traer distorsiones en la evaluación.

Beneficios con embalse

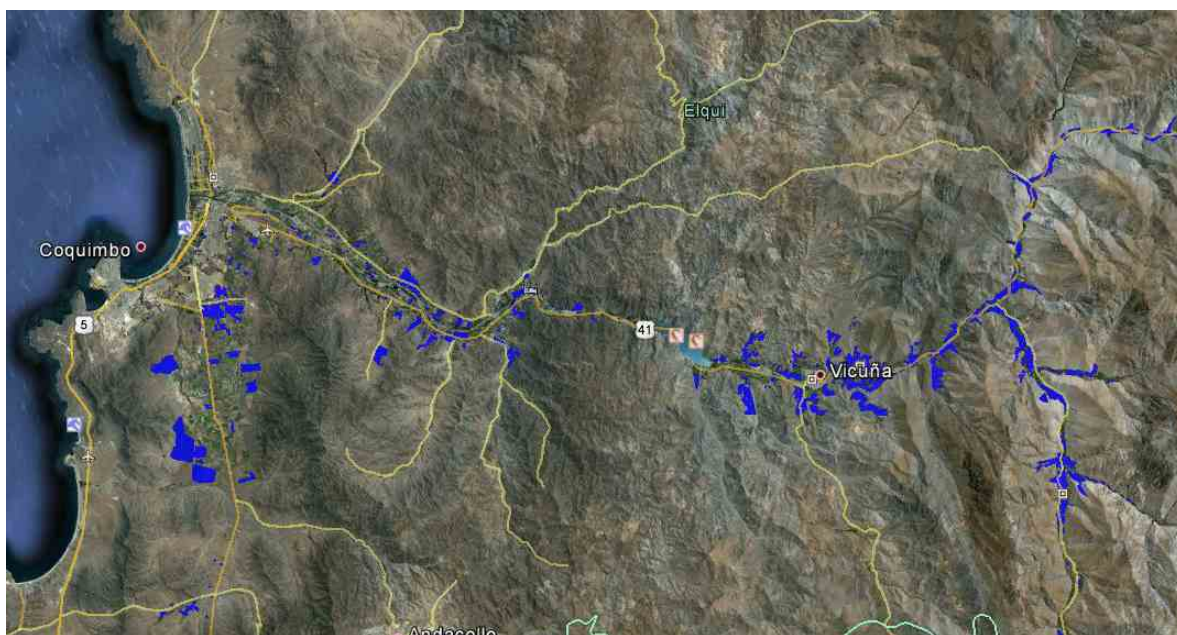
Los beneficios generados por la fruticultura en el valle del Elqui, tras la construcción del embalse, son todos aquellos generados a partir del año 2001, por lo tanto, se consideró el crecimiento frutícola efectivo, ocurrido entre los años 2001 y 2011, en base al crecimiento frutícola registrado por el catastro frutícola del año 1999, 2005 y 2011, con el objetivo de calcular, el ingreso, costos de operación y costos de inversión en una situación con embalse.

Ingresos

El ingreso generado por la fruticultura en el valle del Elqui, ha sido estimado en base la cantidad de hectáreas destinadas a cada especie frutal en particular, el precio de mercado actual de los productos y el rendimiento promedio de cada una de las especies.

Según el catastro frutícola, la superficie frutícola de la Provincia del Elqui alcanza las 6.817 ha al año 2011.

Imagen 2. Superficie frutícola Provincia del Elqui.



Fuente: Ciren, catastro frutícola Provincia del Elqui, vista en Google Earth.

El rendimiento de las principales especies frutales del valle se encuentran detallados en el siguiente cuadro:

Tabla 48. Rendimiento plantaciones frutícolas del valle del Elqui.

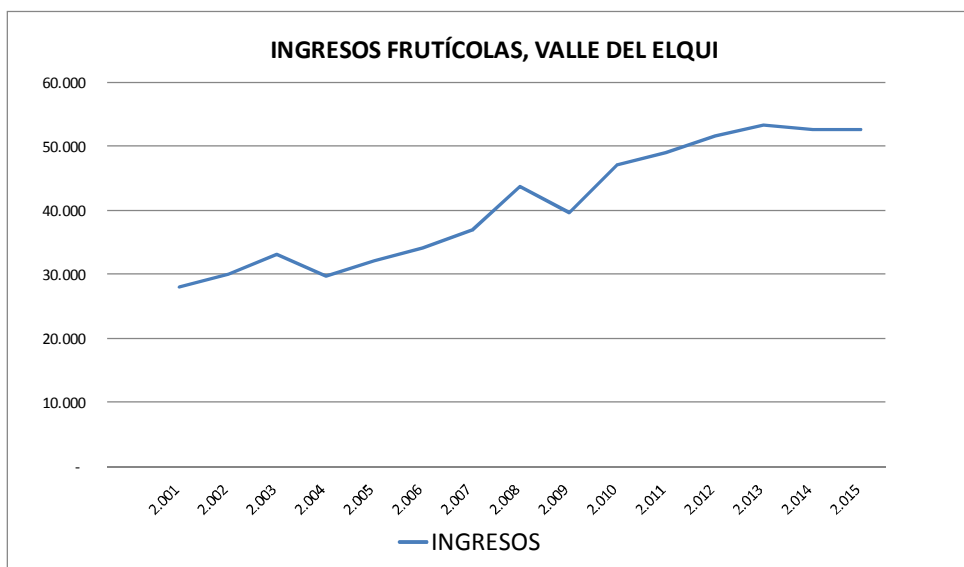
Plantación	Unidad	2011
UVA DE MESA (Flame)	(ton/ha)	23
CHIRIMOYOS	(ton/ha)	25
PALTOS	(ton/ha)	12,5
LIMONEROS	(ton/ha)	35
PAPAYOS	(ton/ha)	7,5
OLIVO	(lt/ha)	2.700
MANDARINO	(ton/ha)	20
NARANJO	(ton/ha)	30

Fuente: Información captada en terreno y corroborada con JVRE.

En base a los precios de mercado, rendimientos de cada especie frutal y superficie destinada a la producción frutícola, es posible estimar el ingreso generado por el proyecto, desde el año 2001, primer año de operación del embalse.

El siguiente gráfico, muestra los ingresos anuales generados por la fruticultura en el valle del Elqui, a partir del año 2001.

Gráfico 8. Ingreso generado por la fruticultura en el valle del Elqui.



Fuente: Elaboración propia del autor. *Cifras en millones de pesos.

Como se puede apreciar existe un incremento notable de los ingresos generados por la fruticultura en el valle, lo cual está dado principalmente por el incremento de la superficie frutícola y el aumento del rendimiento o productividad de los huertos, lo cual se traduce en que el valle a mejorado su eficiencia de producción.

Costos operacionales

Los costos de producción por tipo de especie frutal y para cultivos permanentes, son calculados según año productivo, dado que los huertos frutales presentan distintas demandas en las labores agrícolas, las cuales dependen directamente de la etapa de crecimiento en la que se encuentre la especie. Los detalles de las labores, cantidad de insumos agrícolas y demanda de jornadas hombre y de maquinaria por tipo de huerto frutal y cultivos anuales y permanentes. Todos los precios fueron actualizados a precios reales.

Costos de mantenimiento y operación

Los costos de mantenimiento y operación, son todos aquellos costos involucrados con la operación y mantenimiento de la obra construida, este costo se ve reflejado en el costo anual que los usuarios deben cubrir en una cuota anual estimada por unidad de acción de derechos de agua. El costo anual que los usuarios deben cancelar por cada acción de derecho de agua alcanza las UF 0,75⁴¹ por acción.

Costos de inversión

Los costos de inversión, son todos los costos involucrados en la construcción de la obra o del embalse.

El costo efectivo de la obra fue de un total de UF 1.563.124⁴², lo cual corresponde a la instalación de faenas, obras de desvío, presa, vertedero y obras extraordinarias.

⁴¹ Junta de Vigilancia Río Elqui, 2012.

⁴² MN ingenieros Ltda., 2000. Informe final de la asesoría a la inspección fiscal.

ANÁLISIS DE LAS FORTALEZAS, DEBILIDADES, OPORTUNIDADES Y AMENAZAS DEL PROYECTO.

Fortalezas	Debilidades
<i>Ventajas y acciones positivas del proyecto</i> • Aumentar la seguridad de riego a 85%, lo que puede beneficiar a los productores hasta incluso en tiempos de déficit hídrico; • Existe la posibilidad de regular el caudal mediante la construcción del embalse Puclaro; • Calidad de aguas del Valle del Elqui permite tener producciones con buenos rendimientos y productos de buena calidad; • Contar con una institución que administre el embalse sin fines de lucro, la Junta de Vigilancia del río Elqui; • El embalse obra multipropósito, ya que posee beneficios anexos que ha desarrollado a lo largo del tiempo.	<i>Acciones negativas, susceptible a mejoras y evitar</i> • Deficiencia en la infraestructura de conducción y distribución del recurso hídrico lo que genera problemas por pérdida de agua; • La morfología del río en su parte baja se encuentra afectada por la extracción de áridos; • Falta el diseño de un plan de disminución de desechos de carácter habitacional, como por ejemplo: reciclaje; • Falta de comunicación intergubernamental, ya que esta existe una centralización en la toma de decisiones que se ve reflejada en la gestión integrada del recurso hídrico, dificultad al acceso de información, etc.
Oportunidades	Amenazas
<i>Posibilidad de oportunidades a llevar a cabo y posibles aplicaciones</i> • Posibilidad de transar el caudal “sobrante” o “saldo” a otros agentes con una mayor capacidad de pago se puede traducir en mayores beneficios monetarios para los regantes; • Avance en la promoción de la “Cultura Hídrica” en el Valle del Elqui lo que potencia el cuidado del uso del agua; • Fomentar la transferencia tecnológica a los regantes, entregando información sobre nuevas tecnologías, mercados, distribución, entre otras, con el fin de potenciar el	<i>Obstáculos de la implementación del proyecto</i> • Desinformación y poca regulación en los derechos de aprovechamientos de agua, lo que ha provocado robos y otras consecuencias negativas en los usos de los derechos; • Disminución de la mano de obra por preferir otros rubros que tienen mejor remuneración y menos sacrificios. Esto ha llevado a que se eleve el costo de la mano de obra y por consecuencia que sea menos atractivo el negocio; • Escasez de mercados y de canales de distribución que imposibilitan la comercialización de los productos de la zona impide optar a mejores precios; • Dificultosa accesibilidad a créditos

desarrollo silvoagrícola de la zona; • Otros beneficios, como una central hidroeléctrica ha traído nuevos incentivos inclusive de extranjeros para invertir en estas grandes obras; • Mejorar el nivel de exportación de productos agropecuarios de la zona, mejorando el retorno al productor, permitiendo ampliar el crecimiento económico de la zona; • Aumentar la superficie frutícola fomentando el riego tecnificado, otorga ventajas competitivas para posicionarse dentro de los mercados más exigentes; • Tendencia del dólar al alza que podría beneficiar a los exportadores de productos agrícolas.	bancarios de largo plazo, a esto se le suma el largo tiempo que deben esperar los productores para esperar la evaluación del crédito; • Déficit hídrico que empeora con el paso del tiempo; • Encarecimiento de la energía sobre todo en procesados de jugos y congelados lo que eleva los costos de producción; • Carencia de información sobre la disponibilidad de las fuentes de aguas subterráneas para los usuarios.
---	--

DESEMPEÑO DEL PROYECTO

Benchmarking

Encontrar una organización que sea buena preferiblemente mejor que nuestra organización, estudiar intensamente cómo hacer las cosas, hacer planes para lograr que el desempeño llegue a este nivel, implementando esos planes y monitoreando sus resultados. *Benchmarking* es, entonces, basarse sobre los estándares de desempeño, pero lograrlo por la comparación de resultados o procesos, identificando la mejor práctica e iniciando procesos de mejoramiento⁴³.

Tipos de Benchmarking

Según el tipo de comparación que se desee realizar, se tiene:

⁴³ Bonnefoy C. y Armijo M, 2005. Indicadores de Desempeño. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social - ILPES Naciones Unidas.

1. **Benchmarking interno**, utilizado para comparar unidades similares al interior de una organización. Este tipo de *benchmarking* es aplicado generalmente en organizaciones de gran tamaño, tal como multinacionales o empresas con gran distribución regional a lo largo del país. Por ejemplo, distintas farmacias de una misma compañía, los distintos laboratorios de una universidad, etc.
2. **Benchmarking competitivo**, el objetivo perseguido es hacer comparaciones entre competidores directos o cercanos que se relacionan con una misma base de clientes⁴⁴. Este tipo de *benchmarking* es el más complejo, sin embargo, posee un alto potencial para mejorar el desempeño de la organización.
3. **Benchmarking funcional**, aplicado a organizaciones no competitivas entre sí, pero que desarrollan uno o más procesos de trabajo similares a los nuestros y utilizarlos como referente y fuente de información. Este tipo de *benchmarking* compara funciones similares entre empresas de distintos sectores o mercados; por ejemplo se puede buscar en cualquier área de la producción, dentro y fuera del país, a la organización líder en despacho de mercaderías a distancia, a la organización líder en capacitación y reconversión de empleados o a la organización líder en sistemas de información de apoyo a la gestión y utilizarlas como fuente de información para mejorar nuestros propios procesos de trabajo⁴⁵.

Objetivos de la comparación

El objetivo es evaluar desempeño de los embalse Santa Juana, III región de Atacama, y Puclaro, IV región de Coquimbo.

⁴⁴ Bonnefoy C. y Armijo M, 2005. Indicadores de Desempeño. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social - ILPES Naciones Unidas.

⁴⁵ Bonnefoy C. y Armijo M, 2005. Indicadores de Desempeño. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social - ILPES Naciones Unidas.

Diagnóstico de las Obras de Riego en Chile

La necesidad de tener seguridad de riego ha sido un tema latente desde el siglo XIX, momento en que las primeras obras hidráulicas fueron construidas con la finalidad de mejorar la superficie de agrícola del país.

Durante el siglo XX, los esfuerzos estuvieron centrados en perfeccionar la gestión del uso del agua, determinando, en ese momento, la necesidad de fomentar la construcción de grandes y medianas obras de riego, que fueran capaz de soportar el incremento sobre la demanda de agua, efecto causado por el crecimiento poblacional y por la inminente necesidad de aumentar la productividad agrícola del país.

En la actualidad, el agua para la agricultura es un tema que ha tomado mayor relevancia tras la importante variabilidad climática que ha afectado al sector agrícola, especialmente, por la fuerte escases hídrica, que ha provocado una larga sequía, afectando extensas zonas del país, durante los últimos años.

En Chile es posible identificar diversos embalses y canales, dentro de los cuales se encuentran:

Tabla 49. Embalses en Chile

Región	Obra Hidráulica	Término construcción	Capacidad (mill- m³)	Capacidad Potencial de Riego (há)
XV	Desvío Río Lauca	1962		900
I	Canal Pachica	1945		200
II	Embalse Conchi	1975	22	2.150
III	Embalse Lautaro	1942	35	6.000
III	Embalse Santa Juana	1995	166	10.000
IV	Embalse Puclaro	2000	200	20.700
IV	Embalse Paloma	1967	748	53.000
IV	Embalse Recoleta	1934	100	14.381
IV	Embalse Cogotí	1939	150	13.083
IV	Embalse Corrales	1998	50	10.872
IV	Embalse Illapel	2009		4.200
V	Dren Cabildo	1976		350
RM	Embalse El Yeso	1967	256	100.000
VI	Embalse los Cristales y pozos profundos Rapel	1977	695	8.000
VI	Canal Zamorano	1976		9.000
VI	Embalse Convento Viejo	2008	237	36.000
VII	Lag. El Maule	1958	1.420	162.750
VII	Embalse Digua	1968	220	30.000
VII	Embalse Tutuvén	1951	15	2.500
VII	Embalse Ancoa	En ejecución		36.000
VIII	Embalse Tucapel	1957		80
VIII	Embalse Coihueco	1971	29	6.500

Fuente: Chileriego 43 - Septiembre 2010. Comisión Nacional de Riego.

Medir el desempeño de las obras hidráulicas construidas en nuestro país conlleva a una serie de beneficios, tales como, conocer la escala más eficiente de producción, orientar a las unidades más ineficientes a mejoras, identificar las mejores prácticas de operación, tiempos de construcción, costo de la obra, entre otras.

Indicadores

Se propone la construcción y el cálculo de indicadores para evaluar el desempeño de los embalses, los cuales tienen por objetivo mejorar el servicio de entrega de seguridad de riego a los usuarios de embalses. En este ámbito, se proponen tres perspectivas de evaluación:

Tabla 50. Indicadores según perspectiva

Perspectiva	Indicador
Económica	Costo efectivo Índice de inversión por m3 embalsado N° de acciones de DDA Costo por acción DDA
Usuarios	Cobertura Tarifa media
Procesos	Costo operativo del metro cúbico Agua embalsada

Fuente: Elaboración propia.

Para la aplicación de los indicadores de benchmarking, es necesario conocer los siguientes parámetros: Tamaño de la presa, año de construcción, capacidad (mill m³), capacidad de riego (has), superficie del embalse, alto de la presa, número de beneficiarios, superficie potencial de riego y costo efectivo de la obra.

Aplicación de los indicadores

Dada la calidad de la información disponible, se han evaluado nueve embalses en Chile, embalse Santa Juana, Puclaro, Paloma, Corrales, Illapel, Los cristales y pozos profundos Rapel, Digua, Ancoa y Coihueco; los cuales serán comparados en base a la estimación de los indicadores en la perspectiva económica, a nivel de usuarios y a nivel de procesos.

Tabla 51. Aplicación de indicadores de Benchmarking, Perspectiva Económica.

Obra Hidráulica	Económica					
	Costo inversión efectivo (UF)	Costo inversión por m3 embalsado (\$)	N° de acciones de DDA	Costo inversión por acción DDA (\$)	Cobertura (ha)	Costo por superficie beneficiada (\$/ha)
Embalse Santa Juana	1.347.130	\$ 183	11.803	\$2.568.370	12	\$2.526.206
Embalse Puclaro	1.965.482	\$ 221	25.315	\$1.747.155	20.7	\$2.136.678
Embalse Paloma	6.203.863	\$ 187	41.836	\$3.336.971	54	\$2.585.287
Embalse Corrales	1.320.603	\$ 594	14.406	\$2.062.858	10.872	\$2.733.400
Embalse Illapel	1.500.000	\$ 1.30	4.145	\$8.143.426	4.2	\$8.036.786
Embalse Digua	676.5	\$ 69	31.85	\$ 477.97	30	\$ 507.44
Embalse Ancoa	1.962.587	\$ 552	35.645	\$1.238.998	36	\$1.226.780
Embalse Coihueco	238.572	\$ 185	4.334	\$1.238.712	6.5	\$ 825.94

Fuente: Elaboración propia, basado en información entregada por la Unidad de Traspasos, DOH, Ministerio de Obras Públicas (2011). Valor UF 22.504, 21 marzo 2012. S/I: Sin Información

Dado que la información recopilada data de obras de construcción de embalses en distintas décadas, la actualización de los datos es en base a IPC. Los embalses que han presentado una mayor eficiencia con respecto al costo de inversión por metro cúbico embalsado son el Embalse Digua, seguido por Santa Juana, La Paloma y Coihueco.

Tabla 52. Aplicación de indicadores de Benchmarking, Perspectiva Usuarios y Procesos.

Obra Hidráulica	Usuarios		Procesos
	Tarifa media actual (operación embalse) (\$/acción)	Costo operativo del metro cúbico (\$)	Agua embalsada (mill m3)
Embalse Santa Juana	13.819	\$0,98	166
Embalse Puclaro	\$ 2.92	\$ 0,37	200
Embalse Paloma	S/I	S/I	748
Embalse Corrales	S/I	S/I	50
Embalse Illapel	S/I	S/I	26
Embalse Digua	\$ 13.55	\$1,96	220
Embalse Ancoa	S/I	S/I	80
Embalse Coihueco	S/I	S/I	29

Fuente: Elaboración propia, basado en información entregada por la Unidad de Traspasos, DOH, Ministerio de Obras Públicas (2011). Valor UF 22.504, 21 marzo 2012. S/I: Sin Información

Por otra parte, los embalses más eficientes con respecto al costo de inversión por acción de DDA, son el Embalse Puclaro, Embalse Digua y Ancoa.

Destacan como los embalses más eficientes en el costo de inversión por superficie beneficiada, los embalses Pucalro, Digua, Ancoa y Coihueco.

¿Cuáles son los embalses más eficientes? Considerando la información recopilada en este informe, es posible decir que los embalses más eficientes son el embalse Digua, Coihueco, Puclaro y Santa Juana. El embalse Digua comenzó a operar el año 1968, mientras que el embalse Coihueco el año 1971, el costo de inversión efectivo, fue estimado por el MOP, mediante la aplicación de la metodología del método del presupuesto, dado que no habían registros sobre el costo efectivo de la obra construida décadas atrás. Por otra parte, el costo efectivo del embalse Puclaro y Santa Juana, fueron los valores utilizados para el traspaso de los embalses a las respectivas Juntas de vigilancia. Por otra parte, el costo de operativo por metro cúbico de agua embalsada, fue estimado en base a la información proporcionada por las respectivas Juntas de Vigilancia.

El embalse Digua destaca por presentar el menor costo por metro cúbico embalsado, el cual alcanza los \$ 69, mientras que el embalse Puclaro presenta un sobresaliente comportamiento a nivel operacional, lo cual se traduce en un costo por metro cúbico embalsado que alcanza los \$0,37, siendo este el embalse más eficiente en operación.

BIBLIOGRAFÍA

Banco Central de Chile, 2011. Nueva base de datos estadísticos. Precios, IPC. www.bc.cl

Banco integrado de Proyectos BIP – MIDEPLAN, Gobierno de Chile.

CADE-IDEPE Consultores de Ingeniería, 2004. Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad. Cuenca del Río Elqui. DGA, Ministerio de Obras Públicas, Gobierno de Chile.

CAZALAC, 2005. Estudio de aplicación de metodología para determinar la eficiencia de uso del agua, Caso Cuenca de Elqui.

CEDEC. Estudio Integral de Riego del Valle de Huasco. 1985

CNR, 2005. Gestión Integrada de los Recursos Hídricos Y Algunas Experiencias De Organizaciones de Usuarios de Agua. Elaborado por el Departamento De Recursos Hídricos de la Universidad De Concepción.

CNR, 2007. Programa de Transferencia de Riego/Validación Sistemas Productivos Puclaro- Elqui. IV Región, II Etapa.

Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), 1982. Seminario Desarrollo Agrícola del Valle del Huasco.

DGA, 2011. Transacciones de Derechos informadas por los Conservadores de Bienes Raíces, consultado en Octubre del 2011.

MOP, 2003. Embalse Santa Juana. Evaluación Ex Post Facto.

CEFEDUC, 2007. Estudio Impacto del Riego en la Agricultura: Estudios de Casos Canal Pencahue y Embalse Santa Juana.

Albuquerque, Francisco; Dini, Marco, 2008. Evaluación y Monitoreo de Proyectos de Integración Productiva. Módulo 6..

INDAP, 2011. Boletín de Precios de Mercado para Octubre 2011.

INE 2010. Síntesis geográfica regional. Compendio Estadístico.

INE, 2007. Censo agropecuario VI y VII.

INE, 2011. Informe Regional Económico Abril-Junio 2011, Región de Coquimbo.

Informe Final Estudio Análisis para el Mejoramiento de Evaluación de Proyectos de Riego. Sistemas de Evaluación Ex Post de Proyectos de Riego. Ingeniería Industrial, Universidad de Chile. Julio 2007.

Ingendesa - Edic Ltda, 1992. “Proyecto Puclaro: Capacidad de Embalse y Tipo de Presa”

Ingenieros Consultores Ltda., para el Departamento de Estudios de la Dirección General de Aguas – MOP, 1991. Estudio de síntesis de catastros de usuarios de agua e infraestructuras de aprovechamiento.

Junta de vigilancia del Río Elqui y sus Afluentes, 2010. Memoria período 2008-2009. Personería jurídica Dcto. 173 MOP 11-06-93

Memoria Junta de Vigilancia de la Cuenca del Río Huasco y sus Afluentes. 2007- 2009.

MN Ingenieros Ltda, 1992. Proyecto Embalse Santa Juana.

MN Ingenieros Ltda, 1989. Proyecto Presa El Toro.

MN Ingenieros Ltda. Estudio de Factibilidad Física y Evaluación Económica del Embalse Santa Juana, 1991. Parte I: Factibilidad Física; Parte II: Evaluación Económica.

MOP, 2001. Informe final de Asesoría a la Inspección Fiscal. Construcción Embalse Puclaro Intendente Fuentealba.

ODEPA – CIREN, 2005 y 2011. Catastro Frutícola Nacional IV Región. .

ODEPA, 2011. Boletín de Empleo en la Agricultura. Trimestre abril-junio 2011.

ODEPA, 2011. Precios de Mercado Insumos y Productos Agrícolas.

SAG, Catastro Vitícola Nacional.

Universidad de Chile, 2007. Informe Final. Estudio Análisis para el Mejoramiento del Proceso de Evaluación de Proyectos de Riego. Tomo III- Sistema de Evaluación de Proyectos Ex Post de Riego.

Bonnefoy C.y Armijo M, 2005. Indicadores de Desempeño. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social - ILPES Naciones Unidas.