



Dirección de Planeamiento del MOP

Informe Final

**ESTUDIO ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS
DE LARGO PLAZO DE INFRAESTRUCTURA HÍDRICA.
ETAPA II**

Chile, diciembre de 2016



**ESTUDIO ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS DE LARGO PLAZO DE
INFRAESTRUCTURA HÍDRICA. ETAPA II - Informe Final
Índice**

	Pág.
1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 OBJETIVOS	3
1.2.1 <i>Objetivo general</i>	3
1.2.2 <i>Objetivos específicos</i>	3
2 REVISIÓN DE INICIATIVAS Y ANÁLISIS PROSPECTIVO	5
2.1 REUNIONES CON EL MANDANTE Y DISCUSIÓN DE ASPECTOS METODOLÓGICOS	5
2.2 RECOPIACIÓN, REVISIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	5
2.3 ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS DE LARGO PLAZO EN INFRAESTRUCTURA HÍDRICA ETAPA I Y II, DIRECCIÓN DE PLANEAMIENTO - INH 2016	5
2.3.1 <i>Introducción y objetivos</i>	5
2.3.2 <i>Metodología empleada en el Estudio Hídrico Etapa I</i>	7
2.3.3 <i>Listado de iniciativas priorizadas para el análisis</i>	16
2.3.4 <i>Conclusiones para evaluar los tamaños de los embalses</i>	21
2.4 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DE LA COMISIÓN INTERMINISTERIAL DE CIUDAD VIVIENDA Y TERRITORIO (COMICIVYT)	21
2.5 REVISIÓN DE LA PROGRAMACIÓN Y MONTOS DE INVERSIÓN DE LAS INICIATIVAS DEL PLAN DE EMBALSES	23
3 ANÁLISIS ACTUALIZADO DE COSTOS Y BENEFICIOS	27
3.1 ACTUALIZACIÓN DE LOS BENEFICIOS Y COSTOS DE LOS PROYECTOS DE EMBALSES	27
3.2 ACTUALIZACIÓN DE LOS BENEFICIOS DE LOS PROYECTOS	28
3.2.1 <i>Análisis del cambio en la estructura agraria del país y sus regiones entre 2007 y 2015</i>	29
3.2.2 <i>Recopilación, análisis y actualización de las fichas técnico-económicas de productos prioritarios</i>	38
3.2.3 <i>Ajustes a los beneficios agropecuarios de los proyectos de embalses</i>	48
3.2.3.1 Revisión de los informes de pre-factibilidad o factibilidad (en algunos casos incluso informes de diseños preliminares) de los embalses priorizados para recopilar la información agrológica utilizada en las evaluaciones originales y los flujos de beneficios agropecuarios estimados.	49
3.2.3.2 Identificación de la situación sin proyecto (ya sea optimizada o sin optimizar) en el Estudio Original. .	50
3.2.3.3 Identificación de la situación sin proyecto a 2015 y comparación con la situación original.	51
3.2.3.4 Identificación de la Situación con Proyecto	54
3.2.3.5 Estimación de los flujos sin y con proyecto	55
3.2.3.6 Tratamiento de otros beneficios	56
3.3 ACTUALIZACIÓN DE COSTOS E IDENTIFICACIÓN DE PARTIDAS RELEVANTES	56
3.4 DETERMINACIÓN DE LAS RENTABILIDADES ACTUALIZADAS DE LOS PROYECTOS ANALIZADOS.	58
3.4.1 <i>Definiciones especiales para la determinación de las rentabilidades actualizadas de los Proyectos: Horizonte de Evaluación y Valores Residuales</i>	58
3.4.2 <i>Resultados del análisis de costos y beneficios</i>	58
3.5 ORDENACIÓN DE LOS PROYECTOS DE RIEGO CON EVALUACIONES ACTUALIZADAS EN BASE A CRITERIOS DE RENTABILIDAD (VAN O IVAN) Y DE SU MOMENTO ÓPTIMO DE INVERSIÓN.	63
3.6 ESTIMACIÓN Y CALENDARIZACIÓN DE LOS RECURSOS DE INVERSIÓN FUTURA PARA UN PROGRAMA DE INVERSIÓN A 2035	66
3.6.1 <i>Proyección de los posibles recursos del MOP para inversiones entre 2016-2035 en tres escenarios alternativos</i>	67
3.6.1.1 Desarrollo histórico y proyección del PIB a precios constantes y corrientes	67
3.6.1.2 Análisis de la relación de la inversión del MOP respecto a los PIB en moneda corriente y constante. .	70
3.6.2 <i>Proyección de los recursos de inversión hasta 2035 para la Dirección de Obras Hidráulicas para proyectos de agua potable rural en tres escenarios alternativos</i>	75



3.6.3	<i>Estimación de los recursos de inversión necesarios para iniciativas distintas de obras de riego: conservación, aguas lluvias, defensas fluviales y control aluvional.....</i>	<i>83</i>
3.6.4	<i>Estimación de los recursos disponibles para obras de riego en ejecución y nuevas hasta 2035 descontando los recursos de inversión comprometidos</i>	<i>86</i>
3.6.5	<i>Estimación de los recursos totales necesarios anualmente hasta 2035 en base a la calendarización por momento óptimo y comparación con las estimaciones de posibles recursos de inversión para riego disponibles.</i>	<i>86</i>
3.6.6	<i>Ajuste de la calendarización de los proyectos a los recursos disponibles.</i>	<i>87</i>
4	CARTERA DE INVERSIONES PRIORIZADA	89
4.1	METODOLOGÍA SIMPLIFICADA DE PRIORIZACIÓN.....	89
4.1.1	<i>Introducción</i>	<i>89</i>
4.1.2	<i>Parámetros de la Homogeneización</i>	<i>89</i>
4.1.3	<i>Metodología de homogeneización</i>	<i>90</i>
4.1.3.1	<i>Población beneficiada y organización</i>	<i>90</i>
4.1.3.2	<i>Antecedentes Hidrológicos</i>	<i>91</i>
4.2	MODELO DE PRIORIZACIÓN.....	92
4.2.1	<i>Metodología.....</i>	<i>92</i>
4.2.1.1	<i>Descripción conceptual del Proceso de Análisis Jerárquico (AHP)</i>	<i>92</i>
4.2.1.2	<i>Modelo Propuesto.....</i>	<i>94</i>
4.2.1.3	<i>Asignación de prioridades.....</i>	<i>96</i>
5	CARTERA DE PROYECTOS PRIORIZADA.....	103
6	SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO	109
6.1	RESEÑA METODOLÓGICA	109
6.2	REPRESENTACIÓN GEOESPACIAL DE LAS INICIATIVAS POR UNIDAD TERRITORIAL	109
7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	110
7.1	CONCLUSIONES	110
7.1.1	<i>Consecución del objetivo del estudio.....</i>	<i>110</i>
7.1.2	<i>Aspectos económicos</i>	<i>111</i>
7.1.3	<i>Horizonte de Inversión.....</i>	<i>112</i>
7.2	RECOMENDACIONES.....	113



ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 1: Listados Proyectos Priorizados.
- Anexo 2: Actualización de Beneficios Agropecuarios.
- Anexo 3: Fichas de catastros de Embalses.
- Anexo 4: Planillas actualización costos e indicadores económicos
- Anexo 5: Listado de Asistentes y Actas de Reuniones
- Anexo 6: Profesionales que participaron en la Elaboración en sus Distintas Etapas
- Anexo 7: Álbum de planos



NOMENCLATURAS

MOP	Ministerio de Obras Públicas.
INE	Instituto Nacional de Estadísticas.
COMICIVYT	Comisión Interministerial Ciudad, Vivienda y Territorio.
DGA	Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas.
DOH	Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas.
DGOP	Dirección General de Obras Públicas.
DIRPLAN	Dirección de Planeamiento del Ministerio de Obras Públicas.
SISS	Superintendencia de Servicios Sanitarios.
CNR	Comisión Nacional de Energía.
ODEPA	Oficina de Estudios y Políticas Agrarias.
MMA	Ministerio de Medio Ambiente.
CIREN	Centro de Estudios de Recursos Naturales.
MINERÍA	Ministerio de Minería.
COCHILCO	Comisión Chilena del Cobre.
SUBDERE	Subsecretaría de Desarrollo Regional.
INH	Instituto Nacional de Hidráulica.
APR	Agua Potable Rural.
BNA	Banco Nacional de Aguas de la DGA.
CONAMA	Comisión Nacional del Medio Ambiente.
CCHC	Cámara Chilena de la Construcción.
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
FMI	Fondo Monetario Internacional.
PIB	Producto Interno Bruto.
ICMO	Índice del Costo de la Mano de Obras del INE.
UF	Unidad de Fomento.
VAN	Valor Actual Neto.
TIR	Tasa Interna de Retorno.
IVAN	Índice del Valor Actual Neto.
FBCF	Formación Bruta de Capital Fijo.
TDR	Términos de Referencia.

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1 INTRODUCCIÓN

En este documento, se presenta el Informe Final del ESTUDIO ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS DE LARGO PLAZO DE INFRAESTRUCTURA HÍDRICA. ETAPA II desarrollado por INECON, Ingenieros y Economistas Consultores S.A. para la Dirección de Planeamiento del Ministerio de Obras Públicas.

Este trabajo corresponde a la Segunda Etapa del Estudio, el cual, en su Primera Etapa desarrollada por el INH, Instituto Nacional de Hidráulica, se abocó a definir la componente de infraestructura hídrica y que junto al resto de las componentes de infraestructura MOP (para las cuales se desarrollan iniciativas similares), determinarán el conjunto de inversiones al horizonte de planificación.

El foco del análisis de la Segunda Etapa es efectuar, de acuerdo a estimaciones de marcos presupuestarios probables, los ajustes a las proyecciones y evaluaciones de los programas y proyectos (identificados en forma referencial en Anexo 1 de los Términos de Referencia del estudio), según cuatro horizontes de realización para los años 2020, 2025, 2030 y 2035 y conforme a distintos escenarios a considerar.

Existe una serie de documentos del MOP y de otros servicios que dan cuenta de la planificación de la infraestructura del país, entre los cuales se encuentran los indicados a continuación.

Cuadro 1-1
Documentos MOP con temas de infraestructura hídrica y de riego

DOCUMENTO	TEMAS DE INCLUSIÓN
Planes Directores 2000-2010 y 2010-2025	Incluyeron análisis de requerimientos de inversión en infraestructura hídrica de riego, para agua potable y saneamiento rural.
Visión 2020	Incluyó la estimación de requerimientos de inversión en riego y en agua potable y saneamiento rural, además de las necesidades de inversión en aguas lluvias, manejo y protección de cauces y control aluvional.
Planes Regionales de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2021	Incluyeron la identificación de proyectos e iniciativas para la gestión de los recursos hídricos hasta 2021, incluyendo estimaciones de inversión.
Comisión Interministerial Ciudad, Vivienda y Territorio (Comicivyt)	Instrumento de planificación territorial vigente desde el 2015 al 2022.
Plan Chile 30/30: Obras Públicas y Agua Para el Desarrollo	Enfatiza en forma explícita los temas hídricos relacionados con el desarrollo de un Plan de Grandes Embalses y el avance en la provisión de servicios de agua potable rural para localidades semi-concentradas y dispersas.

Los cambios ocurridos desde los años en los cuales se realizaron las mencionadas planificaciones (básicamente 2000-2011), así como la persistente sequía que ha afectado al país en los últimos años, hacen necesaria una actualización de las investigaciones que sirvieron de base a las estimaciones de requerimientos de inversión en el sector hídrico de responsabilidad del MOP.

El Estudio Hídrico en su conjunto (Etapa I y la presente Etapa II) consolida la información de base, sobre la oferta y demanda actualizada de recursos hídricos por sectores productivos y cuenca, precipitaciones y eventos climáticos extremos (ya sean sequías o inundaciones críticas), así como una revisión del estado de avance de las obras propuestas en las mencionadas planificaciones.

En efecto, una parte importante corresponde a la consolidación, sistematización, actualización y proyección hasta 2035 de la información dispersa en diversas instituciones (DGA, DOH y DIRPLAN del MOP, SISS, CNR, ODEPA, MMA, CIREN, MINERÍA, COCHILCO, MINISTERIO DE ENERGÍA, SUBDERE y otros), buscando con ello establecer una base de información adecuada para una nueva prospectiva de los requerimientos de inversión en infraestructura hídrica hasta 2030, que se inserte en el marco del Plan Chile 30/30: Obras Públicas y Agua para el Desarrollo (en el entendido que las inversiones hasta 2030 deberán satisfacer las demandas de recursos hídricos hasta 2035, por los periodos de maduración de las inversiones necesarias).

El resultado final del estudio entrega una propuesta priorizada de iniciativas estratégicas, en forma de programas (por ejemplo: APR o evacuación de aguas lluvias) o proyectos estratégicos (por ejemplo: embalses, canales primarios) programados para los horizontes de los años 2020, 2025, 2030 y 2035.

Para un mejor desarrollo del estudio hídrico, éste se dividió en dos etapas:

- **La Etapa I**, realizada mediante convenio de colaboración institucional con el Instituto Nacional de Hidráulica del MOP (INH) y actualmente en vías de aprobación final, abordó gran parte de las actividades descritas anteriormente, relativas a diagnóstico, prospectiva y levantamiento de las iniciativas estratégicas de las cuencas definidas como prioritarias.
- **La Etapa II**, que corresponde al presente contrato, establece abordar materias específicas que básicamente se refieren a efectuar los ajustes a las proyecciones y evaluaciones de los programas y proyectos identificados en forma referencial en Anexo 1, priorizando y ajustando las correspondientes inversiones a los posibles marcos presupuestarios, según distintos escenarios de crecimiento, más algunas otras inversiones que

podieran surgir del análisis de las iniciativas abordadas en la primera etapa (Estudio Hídrico Etapa I).

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

El objetivo general del presente estudio es: “Proponer una Cartera Base de Inversiones de Infraestructura Hídrica del ámbito MOP”, ajustada a marcos presupuestarios probables, a partir de la evaluación y priorización de los programas y/o proyectos identificados en forma referencial en el Anexo 1 de los Términos de Referencia y que forman parte de esta proposición metodológica, según cuatro horizontes de realización (años 2020, 2025, 2030 y 2035); y conforme a distintos escenarios a considerar. Cartera de Inversiones que se inscribe en el marco del Plan Chile 30/30: Obras Públicas y Agua para el Desarrollo”.

1.2.2 Objetivos específicos

Los objetivos específicos del estudio son los siguientes:

1. Revisar y actualizar cuando corresponda, la información de base pertinente para efectuar los respectivos ajustes a las evaluaciones de las iniciativas identificadas y propuestas en forma referencial en el Anexo 1 y/o iniciativas no consideradas que puedan surgir de la primera etapa (estudio hídrico Etapa I).
2. En especial, efectuar un análisis prospectivo y de coherencia de las ofertas y demandas hídricas indicadas en las iniciativas señaladas como prioritarias en el Anexo 1 (correspondencia entre diagnósticos y soluciones).
3. Identificar y analizar los costos y beneficios esperados, al menos para cada una de las distintas iniciativas identificadas como prioritarias en forma referencial en el Anexo 1, y otras que puedan surgir en el desarrollo del estudio, relacionadas con los resultados de la etapa de diagnóstico del estudio hídrico Etapa I, cuando corresponda.
4. Proponer una Cartera Base Priorizada de Inversiones en Infraestructura Hídrica, a partir de los programas y/o proyectos identificados en forma referencial en el Anexo 1, y otras que puedan surgir en el desarrollo del estudio (relacionadas con resultados del estudio hídrico Etapa I, cuando



corresponda) de acuerdo a los cuatro horizontes de planificación y conforme a marcos presupuestarios probables del MOP.

5. Generar una geodatabase (gdb) en ArcGis que incorpore todas las iniciativas señaladas en forma referencial en el Anexo 1 y aquellas que puedan surgir de la primera etapa (estudio hídrico Etapa I), según los distintos escenarios.

2 REVISIÓN DE INICIATIVAS Y ANÁLISIS PROSPECTIVO

2.1 REUNIONES CON EL MANDANTE Y DISCUSIÓN DE ASPECTOS METODOLÓGICOS

Se desarrollaron una serie de reuniones con el Mandante con el fin de coordinar la entrega de información del Estudio Hídrico I desarrollado por el INH, y de los estudios originales de factibilidad, prefactibilidad o perfiles que forman parte de la lista prioritaria de proyectos a evaluar.

Otro de los aspectos considerados en estas reuniones fue proponer y concordar aspectos metodológicos para el desarrollo de las tareas de la Etapa II del Estudio.

2.2 RECOPIACIÓN, REVISIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Uno de los principales documentos analizados es el correspondiente a la primera parte del estudio hídrico, es decir, el Estudio Hídrico I desarrollado por el INH.

Respecto a los otros estudios desarrollados, tanto por la Dirección de Obras Hidráulicas como por la Comisión Nacional de Riego, se ha recopilado la información en archivos digitales entregados por la Dirección de Obras Hidráulicas del MOP al Mandante (DIRPLAN del MOP). Respecto a esto cabe destacar que para algunos de ellos se cuenta con información incompleta.

2.3 ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS DE LARGO PLAZO EN INFRAESTRUCTURA HÍDRICA ETAPA I y II, DIRECCIÓN DE PLANEAMIENTO - INH 2016

2.3.1 Introducción y objetivos

En el año 2015 el Instituto Nacional de Hidráulica (INH) y DIRPLAN suscribieron un convenio de cooperación institucional, el cual tuvo por finalidad establecer vínculos de apoyo y colaboración para elaborar estudios, proyectos, asesorías y actividades científico-técnicas. En el marco de este convenio, la DIRPLAN solicitó al INH un análisis de los requerimientos de largo plazo de infraestructura hídrica, buscando generar una propuesta con una lista priorizada de iniciativas estratégicas, en forma de proyectos y/o programas con un horizonte temporal que se extendiera hasta el año 2030.

El objetivo general de este estudio fue identificar y prospectar los requerimientos de inversión en la componente hídrica del Plan Chile 30/30: Obras Públicas y Agua para el Desarrollo, en un contexto de cambio climático, de participación

de Chile en los mercados globalizados de productos agropecuarios y forestales, así como de mayor prioridad en los temas de infraestructura para los sectores sociales más postergados, para los cuales el suministro de agua potable y saneamiento rural, así como la evacuación de aguas lluvias, la protección de cauces y el control aluvional adquieren importancia fundamental.

Los objetivos específicos considerados en este estudio incluyen:

- Consolidar, analizar y sistematizar la información secundaria de base sobre la oferta y demanda de recursos hídricos a nivel de cuencas, en situación actual y futura (2030) y por sector productivo, incluyendo el análisis histórico de los niveles de precipitaciones y eventos climáticos extremos (ya sean sequías o inundaciones críticas), dispersa en diversas instituciones, tales como: DGA, DOH y DIRPLAN del MOP, SISS, CNR, ODEPA, MMA, CIREN, MINERÍA, COCHILCO, MINISTERIO DE ENERGÍA, SUBDERE y otros documentos con la finalidad de establecer un diagnóstico del futuro desarrollo del sector hídrico del país hasta 2035.
- Analizar con un enfoque sistémico estratégico la realización de las obras del ámbito hídrico propuestas en las planificaciones del MOP y otras instituciones (DOH, Concesiones, CNR) desde el año 2000, incluyendo un breve análisis de los problemas que han afectado su implementación, además de una revisión de la aparición entre 2009-2015 de nuevas iniciativas estratégicas de inversiones hídricas a considerar en una planificación prospectiva a 2035, incluyendo la revisión de estudios de pre-factibilidad y factibilidad de proyectos o iniciativas efectuados en el mismo periodo, así como su grado de implementación a la fecha del Estudio.
- Actualizar la información de las iniciativas estratégicas identificadas entre 2000-2015 aún no realizadas, del año base de su estudio original a junio de 2015, en especial en relación a las ofertas y demandas hídricas planteadas, como en relación a los costos y beneficios esperados de las distintas iniciativas.
- Proponer una nueva prospectiva de los programas y/o proyectos estratégicos identificados a nuevos horizontes de realización (hasta 2035), en base a diversos criterios y/o escenarios, con sus requerimientos de inversión en infraestructura hídrica, que sirva como marco para la elaboración del Plan Chile 30/30: Obras Públicas y Agua para el Desarrollo.

2.3.2 Metodología empleada en el Estudio Hídrico Etapa I

La metodología empleada en la Etapa I del Estudio para el análisis regional y de las cuencas específicas considera en primer lugar una **descripción de características generales** de ellas, una **descripción hídrica** de cuencas prioritarias y un **catastro de infraestructura** hídrica.

a) Descripción de características generales de la región

Esta descripción se realizó considerando antecedentes económicos, sociales, geomorfológicos, climáticos e hidrográficos.

La información se obtuvo de las siguientes fuentes y cruces de información, según se muestra en el cuadro siguiente.

Cuadro 2-1
Antecedentes recopilados y fuente de información

ANTECEDENTES RECOPIADOS	FUENTES DE INFORMACIÓN
Localización de la región, coordenadas y superficie.	Página web de la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile
Información demográfica y de asentamientos humanos.	Censo de Población y Vivienda 2002, publicados por el Instituto Nacional de Estadísticas. A partir del estudio Chile: Ciudades, pueblos, aldeas y caseríos (INE, 2005) se estima el número de habitantes por cuenca, además de la distribución de las localidades rurales en esta misma unidad territorial.
Información geomorfológica y climática.	Instituto Nacional de Estadísticas en su informe División Política Administrativa y Censal. Se observan también otras descripciones generales por región, tales como hidrografía, vegetación, y población.
Áreas de restricción de extracción de aguas subterráneas y superficiales y las zonas de escasez y áreas de protección.	Atlas del Agua, publicado por la DGA (2016).
Amenazas naturales y antropogénicas.	Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2021 (MOP, 2012). Esta información se compara con los antecedentes disponibles en las distintas instituciones oficiales (Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada y Centro Sismológico Nacional).
Nivel de pobreza a nivel comunal.	Encuesta Casen, donde a su vez se obtienen los cambios en los niveles de pobreza por ingreso entre los años 2011 y 2013.
Distribución del Producto Interno Bruto.	Banco Central hasta el año 2014.
Número de trabajadores por actividad económica.	Encuesta Nacional de Empleo del Instituto Nacional de Estadísticas, la cual permite observar la distribución del sector primario (Agricultura, ganadería, caza y silvicultura).
Descripción de los sectores económicos predominantes en la región.	La información Silvoagropecuaria se utilizó el VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal 2007 del Instituto Nacional de Estadísticas; en la actividad minera los datos más relevantes son extraídos desde el Atlas de Faenas Mineras 2011 del Servicio Nacional de Geología y Minería,

ANTECEDENTES RECOPIADOS	FUENTES DE INFORMACIÓN
	y la actividad turística de la Encuesta Mensual a Establecimientos de Alojamiento Turístico 2014 del Instituto Nacional de Estadísticas.

Fuente: Elaboración propia.

b) Unidades de Análisis Territorial

En el Estudio Hídrico I desarrollado por el INH, se ha considerado como unidad territorial de análisis la cuenca hidrográfica y se priorizó para el análisis las siguientes cuencas: Cuenca Río Copiapó, Cuenca Río Huasco, Cuenca Río Elqui, Cuenca Río Limarí, Cuenca Río Choapa, Cuenca Río Petorca, Cuenca Río La Ligua, Cuenca Río Aconcagua, Cuenca Río Maipo, Cuenca Río Maule y Cuenca Río Biobío. Además, de las siguientes cuencas de reserva: Cuenca Río Lluta, Cuenca Río San José, Cuenca Río Salado y Cuenca Río Rapel.

En función de los datos recopilados, en relación a los recursos hídricos, en el presente estudio (Estudio Hídrico II), se ocuparán las mismas unidades territoriales del Estudio Hídrico I.

c) Análisis de las Cuencas Prioritarias en Relación a los Recursos Hídricos (Estudio Hídrico I)

La definición de cuencas prioritarias del estudio del INH se realizó a través de un Panel de Expertos de la DOH, DGA, CNR y SISS, incorporando las distintas visiones y criterios presentes en las instituciones participantes. En este contexto, se levantaron las distintas priorizaciones de cuencas según criterios específicos asumidos por cada una de estas instituciones, de forma de identificar aquellas cuencas que tienen una importancia común relevante en base a las atribuciones y competencias que tiene cada servicio.

- **Priorización de la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH)**

La priorización de cuencas realizada por la DOH considera tres de los cuatro productos estratégicos que posee la institución. El producto restante corresponde a la infraestructura hidráulica de APR, la cual se presenta en una priorización específica de la Subdirección de Agua Potable Rural de la DOH. Los productos considerados son los siguientes:

- Servicios de infraestructura hidráulica de riego.
- Servicios de infraestructura hidráulica de evacuación y drenaje de aguas lluvias.



➤ Servicios de infraestructura hidráulica de control aluvional y de manejo de cauces.

- **Priorización de la Comisión Nacional de Riego (CNR)**

Las cuencas seleccionadas por la CNR han sido definidas a partir de la información presentada en el estudio Diagnóstico de Fuentes no Convencionales en el Regadío Interregional (DRH y CNR, 2010).

Las cuencas seleccionadas en este estudio han sido definidas en función de la situación del déficit hídrico, el cual se obtiene de comparar una oferta hídrica para los meses con mayor potencial de evapotranspiración con la demanda definida obtenida del estudio de Ayala, Cabrera y Asociados y DGA (2007).

- **Priorización de la Dirección General de Aguas (DGA)**

La priorización de cuencas propuesta por la DGA se basa en los resultados obtenidos en el estudio Análisis Efecto en el Régimen Hídrico por Cambio en Patrones Meteorológicos (Hídrica Consultores y DGA, 2015).

El proceso utilizado en este estudio considera la jerarquización de cuencas de interés según una serie de criterios de evaluación, los cuales han sido definidos a partir de elementos técnicos y estratégicos. Estos criterios son evaluados en cada una de las cuencas y luego integrados en un indicador único utilizando una valoración del peso relativo que tiene cada criterio en cada cuenca.

Este peso relativo depende de las características de cada macrozona y también de una evaluación de su idoneidad dadas las características del régimen hídrico de la macrozona evaluada. De esta forma, la jerarquización de las cuencas por criterios y la evaluación conjunta a partir de los pesos relativos de los criterios permite obtener un nivel de priorización único por cuenca, para así luego comparar y seleccionar las cuencas prioritarias.

- **Priorización de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)**

La priorización de cuencas realizada por la SISS considera las cuencas que desde el 2008 han presentado una disminución de las fuentes de agua que permiten el abastecimiento de agua potable a la población. Esta institución considera que lo anterior es una consecuencia del ciclo de sequía que se ha producido en el país en los últimos años.

- **Selección final de cuencas prioritarias**

La selección de cuencas prioritarias considera los antecedentes proporcionados por cada uno de los integrantes del Panel de Expertos constituido para este proceso. Luego de una serie de Mesas de Trabajo se constituye, en consenso, un listado de cuencas seleccionadas, las cuales cumplen con los siguientes criterios: presentan 2 o más priorizaciones, o tienen un carácter especial según los siguientes parámetros: zona extrema, eventos extraordinarios (inundaciones, aluviones, etc.) y otras consideraciones especiales de Panel de Expertos. Considerando lo anterior, las cuencas incluidas en el Grupo de Estudio (analizadas en detalle en el estudio del INH) alcanzan un total de 11 cuencas. Las cuencas incluidas son: **Río Copiapó, Río Huasco, Río Elqui, Río Limarí, Río Choapa, Río Petorca, Río La Ligua, Río Aconcagua, Río Maipo, Río Maule y Río Biobío**. Además se analizaron cuatro cuencas del grupo de reserva: Río Lluta, Río San José, Río Salado y Río Rapel.

d) Descripción hídrica de cuencas prioritarias

La descripción hídrica de las cuencas se orientó a generar una visión general en términos de ofertas, demandas y actores que intervienen en la componente hídrica en cada cuenca. Para realizar esta descripción, la búsqueda de información se centró en los siguientes antecedentes: descripción de precipitaciones, caudal a la salida de la cuenca, disponibilidad de las aguas superficiales, situación de las aguas subterráneas, demanda de recursos en la cuenca, fuentes alternativas de agua, principales obras hidráulicas y finalmente, comentarios sobre la información presentada.

La recolección de antecedentes se realizó a partir de informes disponibles en la biblioteca digital de la DGA y documentos enviados por el Mandante al INH. A continuación, se consigna brevemente las fuentes de información consultadas y el tipo de información obtenida.

Cuadro 2-2
Fuente de consulta y tipo de información

FUENTES DE CONSULTA	TIPO DE INFORMACIÓN
Planes Maestro de Recursos Hídricos de la DGA	Visión integrada acerca de la interacción que tienen los diversos elementos dentro de la cuenca, como son las diversas fuentes de agua y consumos que se originan.
Estudio CR2 ¹ de la Universidad de Chile Informes DGA	Descripción de precipitaciones y caudal de salida de la cuenca (estadística de 30 años en los casos en que ésta exista). Recopilación de información de precipitación, temperatura y caudales disponible en la Dirección General de Aguas (DGA) y Dirección Meteorológica de Chile (DMC).
Estudios disponibles en la biblioteca de la Dirección General de Aguas (DGA).	Recargas estimadas de aguas subterráneas en los acuíferos cuando esta información está disponible. Áreas de restricción y zonas de prohibición que ha decretado la DGA.
Planes Maestros de cuencas o regionales Estudio de demandas hídricas, Ayala, Cabrera y Asociados y DGA (2007), y otros estudios específicos de las cuencas de interés	Determinación de las demandas
Diagnóstico de fuentes de agua no convencionales en el regadío interregional (DRH y CNR, 2010)	Fuentes de agua alternativas (aguas claras de relaves, aguas servidas tratadas y aguas residuales de la agroindustria, desalinización de agua, cosecha de lluvia, estimulación en la producción de llovias, atrapa nieblas y recarga artificial de acuíferos).

Fuente: Elaboración propia.

El análisis detallado de cada cuenca prioritaria incluye la información que se detalla en la figura siguiente (ejemplo para la región de Valparaíso).

¹ El Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2 es un centro de excelencia Fondap patrocinado por la Universidad de Chile y en asociación con la Universidad Austral y Universidad de Concepción.

Figura 2-1
Análisis de cuencas prioritarias en Región de Valparaíso

8.1. Descripción regional						
8.1.1. General	8.1.2. Características socioeconómicas	8.1.3. Características económicas y productivas	8.1.4. Identificación de brechas por planificaciones gubernamentales	8.1.5. Cambio climático		
a. Geomorfología	Proyección de población urbana y rural	a. Actividad minera	a. Plan Director de Infraestructura 2000 - 2010	Escenarios A2 (severo) B2 (moderado)		
b. Clima	Población y entidades (rurales y urbanas)	b. Actividad turística	b. Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2021 de la Región de Atacama	Proyecciones de variación para la temperatura, precipitación e isoterma 0 °C	CONAMA 2007	CEPAL 2012
c. Hidrografía		c. actividad silvoagropecuaria	c. Plan Director de Infraestructura 2010 - 2025	Periodo intermedio (2000-2030)	Sin variaciones	Disminuyen 0-10% las precipitaciones
d. Amenazas naturales			d. Resumen del análisis de planes gubernamentales	Periodo intermedio (2030-2065)	Disminuye en invierno las precipitaciones	Disminuyen 10-30% las precipitaciones
e. Amenazas antropogénicas				Periodo tardío (2065-2100)		
8.2. Análisis de la cuenca del río Petorca y Río La Ligua						
8.2.1. Análisis hídrico de la cuenca	8.2.3. Análisis de iniciativas de inversión	8.2.5. Prospectiva de requerimientos de Inversión				
a. Precipitaciones	a. Iniciativas de infraestructura en periodo 2000 - 2015	a. Análisis de requerimientos de inversión				
b. Caudales de salida	b. Planificación tentativa MOP de Infraestructura Hídrica	b. Propuesta de inversión en infraestructura hídrica				
c. Aguas superficiales	c. Evaluación de la implementación de los Planes Directores					
d. Aguas subterráneas						
e. Demanda de recursos hídricos	8.2.4. Conclusiones de la situación de la cuenca					
f. Otras fuentes potenciales de agua	a. Balance hídrico y disponibilidad de recursos					
g. Balance Hídrico	b. Uso de los recursos disponibles					
h. Principales obras de regulación	c. Principales brechas y desarrollo de iniciativas					
i. Análisis de información recopilada	d. Otros comentarios					

Fuente: Elaboración propia en base al Estudio Hídrico I, INH 2016

e) Principales antecedentes por cuencas priorizadas

Uno de los temas relevantes en relación a los recursos hídricos disponibles tiene que ver con el cambio climático. Para este análisis se consultaron dos fuentes de información: Los estudios DGF² (2006), CONAMA (2007) y CEPAL (2012).

Se analizaron las variables de temperatura, precipitaciones y la isoterma 0°C.

A partir de la descripción regional y de la recopilación de los antecedentes indicados en el cuadro anterior, se pudo realizar un análisis hídrico de cada cuenca prioritaria.

Como resultado de este análisis se realizó un balance hídrico de cada cuenca indicando la oferta total (superficial más subterránea) y la demanda total para una probabilidad de excedencia de 85% y 50%.

Se analizó también la situación de los derechos de aguas y de la infraestructura actual de acumulación por cuenca.

Finalmente, este estudio (Hídrico I) entrega un análisis de la información recopilada por cada cuenca, pero no hay una conclusión específica respecto a la situación futura de cada embalse proyectado en la cuenca. Lo único que podría considerarse para efectos de análisis del presente Estudio Hídrico II es lo indicado por los estudios del cambio climático que indican cómo podrían disminuir las precipitaciones al año 2030.

f) Catastro de infraestructura hídrica en cuencas prioritarias

El catastro de infraestructura hídrica se realizó en tres etapas, según se consigna en el cuadro siguiente.

² Estudio de la Variabilidad Climática en Chile para el Siglo XXI, Departamento de Geofísica, Facultad de Ciencias. Físicas y Matemáticas Universidad de Chile, 2006.

Cuadro 2-3
Catastro de infraestructura hídrica

ETAPA	NOMBRE	INFORMACIÓN	DESCRIPCIÓN	MANEJO DE LA INFORMACIÓN	PRODUCTO
Primera	Levantamiento de Iniciativas	Identificación de los proyectos de obras hidráulicas propuestos entre los años 2000-2015.	Los proyectos se caracterizan con el nombre de la iniciativa, la región, la comuna, la fuente de donde se obtuvo la información y el código asignado en el Banco Integrado de Proyectos (BIP).	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Asignación del proyecto a la cuenca georreferenciada del Banco Nacional de Aguas (BNA) de la DGA. ▪ Clasificación del proyecto en ESTRUCTURAL y NO ESTRUCTURAL 	<ul style="list-style-type: none"> • Información básica de las iniciativas, incluyendo la ejecución hasta el 2015 y las obras planificadas por el MOP para el periodo 2015-2029, clasificadas por cuenca.
Segunda	Rescate de Información General y Presupuestaria de las Iniciativas	Datos generales de los proyectos a partir de la Ficha IDI	Descripción general de la iniciativa, institución responsable, etapa a la que postula el proyecto, el monto de la etapa, la ejecución presupuestaria de los años anteriores, entre otros.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Los datos se cruzan con la planificación tentativa a nivel nacional de las obras hidráulicas del MOP obtenida del reporte del sistema Exploratorio. ▪ Clasificación de los proyectos de acuerdo al tipo de obra a partir de la descripción general de la Ficha IDI. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cruce información de la ejecución presupuestaria de la ficha IDI con la ejecución presupuestaria proporcionada por DIRPLAN.
Tercera	Actualización de los datos al año 2015	Para comparar los montos de ambas fuentes se actualizan los valores de todas las iniciativas al año 2015 aplicando el IPC	Con esta información se concluye el estado de cada iniciativa.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desarrollo: presenta ejecución en año 2015 y el saldo por invertir es mayor al 10 %. ▪ Terminada: aquellos que presentan una ejecución mayor al 90 % y que el gasto restante no está planificado para el año 2016 en adelante. ▪ Planificada: Proyectos que no tienen ejecución presupuestaria pero que están considerados en la cartera de proyectos de la planificación tentativa del MOP. ▪ Postergada: Proyectos que tuvieron ejecución presupuestaria menor al 90% en el periodo 2000-2015 y que no son parte de la cartera de proyectos de la planificación tentativa del MOP. ▪ Sin Gasto: Proyectos que no fueron ejecutados. ▪ Postuladas: Iniciativas postulada por primera vez el año 2015 y que no están consideradas en la planificación tentativa del MOP. 	<ul style="list-style-type: none"> • Como resultado de este catastro se obtiene para cada cuenca una lista con todas las iniciativas, propuestas en el periodo 2000-2015. Además, cada iniciativa tiene su información general, montos actualizados y estado al año 2015.



ETAPA	NOMBRE	INFORMACIÓN	DESCRIPCIÓN	MANEJO DE LA INFORMACIÓN	PRODUCTO
				<ul style="list-style-type: none">▪ Sin Información: Proyectos encabezados por instituciones regionales que obtuvieron la Recomendación Social Favorable (RS) de MIDESO y que no cuentan con información sobre la ejecución presupuestaria.	

Fuente: Elaboración propia.

En la primera etapa del catastro de infraestructura hídrica, se revisaron las siguientes fuentes:

Cuadro 2-4
Catastro de iniciativas

INFORMACIÓN	ENTIDAD y/o FUENTE CONSULTADA
Plan Director de Infraestructura 2000 - 2010	CIS Asociados, GEOTÉCNICA Consultores y DIRPLAN, 2000
Actualización Plan Director de Infraestructura 2010 - 2025	INECON y DIRPLAN, 2009
Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2021	MOP, 2012
Catastro de Iniciativas de Embalses y Canales	AquaTerra Ingenieros Ltda. y CNR, 2011
Reporte Exploratorio Sectorial actualizado al 01-04-2016	Dirección de Planeamiento del Ministerio de Obras Públicas
Reporte Exploratorio Fondo Nacional de Desarrollo Regional actualizado al 01-04-2016	Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas
Lista de proyectos priorizados por la Comisión Interministerial Ciudad, Vivienda y Territorio (COMICIVYT)	Dirección de Planeamiento del Ministerio de Obras Públicas
Base de datos histórica del Banco Integrado de Proyectos	Ministerio de Desarrollo Social
Anteproyecto Regional de Inversiones (ARI)	Gobiernos Regionales
Planes Regionales 2010-2014	Gobiernos Regionales, 2010
Planes Regionales de Gobierno 2014-2018	División de Planificación y Desarrollo de los Gobiernos Regionales en 2014

Fuente: Elaboración propia.

A partir de esta información se identificaron los proyectos de obras hidráulicas propuestos entre los años 2000-2015. Los proyectos se caracterizan con el nombre de la iniciativa, la región, la comuna, la fuente de donde se obtuvieron y el código asignado en el Banco Integrado de Proyectos (BIP). Luego, a partir de la comuna donde se ubica el proyecto, se le asigna la cuenca respectiva de acuerdo a las áreas de las cuencas georreferenciadas en el Banco Nacional de Aguas (BNA) de la DGA. En caso que los límites de una comuna abarquen más de una cuenca, se ubica en el punto georreferenciado del proyecto que muestra la ficha Iniciativa de Inversión (ficha IDI), y si no se cuenta con esa información, se le asigna a la iniciativa la ubicación de la localidad más cercana al proyecto. Por otra parte, cuando una ciudad queda dividida por el límite de la cuenca, se incluyen en el análisis de la cuenca, todos los proyectos de infraestructura hídrica propuestos para la ciudad, independiente que se localicen fuera de los límites de la cuenca.

2.3.3 Listado de iniciativas priorizadas para el análisis

A continuación, se presenta el Listado de Iniciativas Priorizadas para el análisis a realizar en el presente Estudio Hídrico II. En este listado se identifica el nombre de la iniciativa, la región donde se desarrolla, si se encuentra o no en el Plan de



Embalse y el tipo de obra. A partir de esta Lista el Mandante estableció una lista más reducida (en función de la información disponible) para el análisis a efectuar en la Etapa II del Estudio (ver Anexo I).

Cuadro 2-5
Listado de iniciativas priorizadas para el análisis

N°	Nombre de Iniciativa	En proceso de ejecución	Concesiones	Plan Embalses	Tipo de obra				
					Embalse de riego	Control aluvional	Defensas fluviales	Obras de riego	Aguas lluvias
Arica Parinacota									
1	Construcción Embalse Livilcar			X		X			
2	Construcción Embalse Chironta, Valle del Lluta	X							
3	Construcción Embalse Umirpa Camarones			X	X				
Tarapacá									
4	Construcción Embalse Camiña, Región de Tarapacá				X				
5	Construcción Embalse Pintanane Quebrada de Aroma, Comuna de Huara				X				
6	Construcción Embalse Quebrada de Tarapacá				X				
Antofagasta									
7	Construcción Embalse de Regulación de Crecidas en el Río Salado					X			
8	Construcción Obras de Control Aluvional en Quebrada La Chimba Antofagasta					X			
Atacama									
9	Construcción Embalse de Cabecera Río El Carmen (15 Hm3). Alto del Carmen.				X				
10	Construcción Tranque Complementario A Embalse Lautaro				X				
11	Construcción Embalse de Cabecera Río Copiapó (15 Hm3)				X				
Coquimbo									
12	Construcción Embalse La Tranca en Río Cogotí		X	X	X				
13	Construcción Embalse Valle Hermoso	X							
14	Construcción Embalse Murallas Viejas, Combarbalá			X	X				
15	Construcción Embalse El Canelillo			X	X				
16	Construcción Embalse Rapel			X	X				
17	Construcción Embalse Chalinga				X				
Valparaíso									
18	Construcción Embalse Catemu en Valle del Aconcagua		X	X	X				

N°	Nombre de Iniciativa	En proceso de ejecución	Concesiones	Plan Embalses	Tipo de obra				
					Embalse de riego	Control aluvional	Defensas fluviales	Obras de riego	Aguas lluvias
19	Construcción Obras de Regulación Valle de Petorca. Embalse Las Palmas		X	X	X				
20	Construcción Embalse Chacillas	X							
21	Habilitación Compuertas Embalse Aromos		X	X				X	
22	Embalse Pocuro Alto			X	X				
23	Construcción Embalse La Chupalla - La Ligua			X	X				
24	Construcción Embalse Pedernal - Petorca				X				
25	Construcción de Embalses: Puntilla del Viento (Aconcagua)				X				
26	Construcción Embalse Los Ángeles		X	X	X				
Metropolitana									
27	Construcción de Obras de Retención Quebrada de Macul					X			
28	Construcción de Obras Fluviales y Mejoramiento Estero Colina						X		
29	Parque Inundable La Aguada					X			
O´Higgins									
30	Mejoramiento Embalse Bollenar			X	X				
31	Mejoramiento Embalse Los Cristales				X				
32	Construcción Embalse Codegua				X				
33	Embalse Los Coipos Valle Nilahue Lolol Hualañé				X				
Maule									
34	Construcción Sistema de Regadío Embalse El Parrón			X	X				
35	Construcción Embalse Empedrado				X				
36	Construcción Sistema Embalse Achibueno				X				
37	Construcción Embalse de Riego Huedque				X				
38	Construcción Sistema Riego Embalse Teno (La Jaula)			X	X				
39	Construcción Embalse Las Guardias				X				
40	Construcción Embalse Limávida				X				
41	Construcción Embalse Carretones				X				
42	Construcción Embalse Río Claro				X				
43	Construcción Embalse Los Pequenes				X				
Biobío									

N°	Nombre de Iniciativa	En proceso de ejecución	Concesiones	Plan Embalses	Tipo de obra				
					Embalse de riego	Control aluvional	Defensas fluviales	Obras de riego	Aguas lluvias
44	Construcción Embalse Punilla	X	X						
45	Construcción Embalse Zapallar			X	X				
	Araucanía								
46	Construcción Embalse Río Blanco, Curacautín				X				
47	Construcción Embalse Cautín			X	X				
	Los Ríos								
	Los Lagos								
	Aysén								
48	Obras de Control Aluvional Cerro Divisadero de Coihaique					X			
	Magallanes								
49	Construcción Mejoramiento Integral Río de Las Minas, Punta Arenas						X		
	Otros adicionales								
50	Embalse Gualleco VII Región				X				
51	Embalse Tabunco VII Región				X				
52	Embalse Ancoa VII Región				X				

Fuente: Elaboración propia en base a Términos de Referencia del Estudio.

2.3.4 Conclusiones para evaluar los tamaños de los embalses

Como resultado de la revisión y análisis respecto de la información proporcionada en la Etapa I del Estudio realizado por el INH, se puede indicar que el presente Estudio Hídrico II, estos antecedentes de tipo general no permiten reevaluar los tamaños óptimos de los embalses así definidos en los respectivos estudios de prefactibilidad, factibilidad o diseño.

Cabe señalar que algunos de ellos tienen ya más de 10 años y la situación hídrica por cuenca ha variado considerablemente en los últimos 10 años (sequías prolongadas), lo cual podría significar que aquellos tamaños óptimos definidos en esos estudios pudieran en la actualidad estar sobredimensionados y requerirse ahora obras de tamaño menor, debido a la menor cantidad de precipitación sobre ciertas cuencas, y por consiguiente, a un probable menor volumen de agua a embalsar.

Lo anterior motivó que se actualizarán los costos de las obras considerando los tamaños de obras óptimos definidos en cada estudio original.

En el Anexo 3 se presentan las Fichas de Catastros de Embalses en donde se consignan los costos originales y las características principales de las obras.

2.4 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DE LA COMISIÓN INTERMINISTERIAL DE CIUDAD VIVIENDA Y TERRITORIO (COMICIVYT)

El 5 de junio de 2015 por el Decreto N° 34 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo se crea la COMISIÓN INTERMINISTERIAL DE CIUDAD, VIVIENDA Y TERRITORIO, cuya misión es servir de instancia de coordinación en materia de políticas, planes y programas relacionadas con el desarrollo y ordenamiento del territorio, tanto urbano como rural, incluyendo la infraestructura necesaria para ello, con el objeto de obtener incrementos significativos en los estándares de calidad de vida, reducir las brechas en materia de equidad urbana y territorial en el país.

La Comisión Interministerial está integrada por:

- Ministro de Vivienda y Urbanismo, quien la preside
- Ministro de Obras Públicas
- Ministro de Transportes y Telecomunicaciones
- Ministro de Bienes Nacionales
- Ministro de Medio Ambiente
- Ministro de Agricultura

- Ministro de Economía, Fomento y Turismo
- Ministro de Minería
- Ministro de Desarrollo Social
- Ministro de Energía
- Ministro Secretario General de la Presidencia
- Subsecretario de Desarrollo Regional y Administrativo del Ministerio del Interior y Seguridad Pública.

Para el cumplimiento de su misión, la Comisión Interministerial desarrollará las siguientes tareas:

- a) Aportar una visión intersectorial para la coordinación de las inversiones en infraestructura pública, promoviendo planes de inversión multisectoriales, organizados sobre la base de una visión común del desarrollo urbano y territorial, donde confluyan de manera ordenada y priorizada los recursos provenientes de diferentes Ministerios y Servicios Públicos, así como los de los Gobiernos Regionales y Municipios, buscando maximizar la eficacia y el impacto social de la inversión pública y privada.
- b) Proponer al/a la Presidente/a de la República las políticas sobre ordenamiento territorial y desarrollo rural, además de asesorarlo/a en su implementación y en las modificaciones legales y reglamentarias asociadas a estas materias, de manera que los instrumentos que la apliquen incorporen una visión intersectorial que garantice la sinergia de inversiones y la debida consideración de aspectos vinculados a los programas sectoriales.
- c) Aportar una mirada intersectorial en la elaboración de propuestas e implementación de políticas públicas y modificaciones legales y reglamentarias respecto del desarrollo urbano en el país.
- d) Apoyar la ejecución de programas sectoriales, a través de la coordinación del trabajo de organismos públicos que intervienen en los mismos ámbitos y territorios de estos programas.
- e) Contribuir a la incorporación de una mirada intersectorial en el diseño y ejecución de grandes obras de inversión pública, atendido su impacto en el ordenamiento territorial y en el desarrollo urbano de nuestras ciudades, facilitando la coordinación y los acuerdos entre los órganos que intervengan en ellas y la agilización de los procedimientos asociados.
- f) Promover la coordinación de la gestión de los órganos que la integran, tanto en la elaboración de políticas, planes y programas como en la ejecución de la inversión en materias de ciudad, infraestructura, vivienda y territorio.
- g) Presentar al/a la Presidente/a de la República, en atención a sus requerimientos, opciones para la adopción de decisiones en las materias

que afecten el ordenamiento territorial, el desarrollo urbano y rural y la ejecución de infraestructura pública en el país.

Los planes de infraestructura de cada una de las regiones se encuentran en el link

<https://www.dropbox.com/sh/6sdbfzgzk34rfwld/AACP9wT8HfkkjYqbR9kzxUzta?dl=0>

Lamentablemente las estimaciones de inversiones de la COMICIVYT sólo abarcan el periodo 2015-2022, y con ello numerosos proyectos cuyo probable inicio sea en los últimos años de ese periodo o posteriores a 2022 no cuentan con información integral.

2.5 REVISIÓN DE LA PROGRAMACIÓN Y MONTOS DE INVERSIÓN DE LAS INICIATIVAS DEL PLAN DE EMBALSES

A diferencia de la información proveniente de la COMICIVYT los datos de inversiones del Plan de Embalses pueden considerarse como integrales.

Hay que tener en cuenta que para el período 2013-2021 la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas planeó inicialmente la construcción de 18 grandes embalses. El plan tiene el propósito de almacenar las aguas lluvias y de deshielos de importantes ríos del país, totalizando 1.594 Hm³ de agua acumulada por año. Con esto se desea aumentar en un 36% la capacidad actual de embalsamiento, para lo cual se proyecta una inversión cercana a los US\$ 2.500 millones (Informe de febrero de 2013).³

Es importante destacar que el principal beneficio de los nuevos embalses es aumentar la seguridad de riego a 206.675 hectáreas (brindándoles un 85% de seguridad). A su vez, los embalses controlarán las crecidas de los ríos minimizando los daños aguas abajo de la obra y, en algunos casos, se aprovechará la caída de agua para generar energía hidroeléctrica.

Destacan 3 embalses con prioridad presidencial cuyo inicio de construcción está programado para el período 2015-2016. Estos son Valle Hermoso, en la Región de Coquimbo; Chironta, en la Región de Arica y Parinacota, y Punilla en la Región del Biobío.

En el siguiente cuadro se presenta el listado inicial del año 2013 de los embalses planteados, sus plazos estimados, junto con sus principales características

³http://www.doh.gov.cl/publicacionesyestudios/Documents/__.pdf

técnicas de capacidad y superficie beneficiada, así como su costo y ubicación geográfica.

Cuadro 2-6
Plan de embalses

Plan original de grandes embalses (mediano y largo plazo) 8 prioritarios										
	Embalse	Región - Cuenca	VOLUMEN	BENEFICIOS				INVERSIÓN TOTAL moneda Jun 2015	POTENCIAL CONSTRUCCIÓN	
				SuperficieTotal	Superficie Equivalente	Nº Predios	Potencial Hidroeléct		Inicio	Fin
				[Hm3]	[ha]	[ha]	[MW]			
1	Valle Hermoso	IV Región - Limarí	20	1.500	1.500	291	1	45.572	2015	2018
2	Punilla	VIII Región - Nuble	625	65.000	20.800	4.710	99	318.817	2016	2020
3	Chironta	XV Región - Lluta	17	2.384	1.232	515	NO	67.446	2016	2019
4	Ampliación Aromos	V Región - Aconcagua	30	1.500	1.500	342	a evaluar	29.244	2017	2018
5	Las Palmas	V Región - Petorca	55	3.281	3.281	1.285	NO	79.935	2017	2020
6	Livilcar	XV Región - San José	10	Control de Creadas	Control de Crecidas	Control de Crecidas	3	63.389	2018	2020
7	Catemu	V Región - Aconcagua	180	38.000	23.529	4.160	a evaluar	159.795	2018	2021
8	Zapallar	VIII Región - Itata	80	10.000	10.000	1.000	a evaluar	77.776	2018	2021
Subtotal 1			1.017	121.665	61.843	12.303	103	841.975		
Plan de grandes embalses (otros)										
	EMBALSE	Región - Cuenca	VOLUMEN	BENEFICIOS				INVERSIÓN TOTAL moneda Jun 2015	POTENCIAL CONSTRUCCIÓN	
				SuperficieTotal	Superficie Equivalente	Nº Predios	Potencial Hidroeléct		Inicio	Fin
				[Hm3]	[ha]	[ha]	[MW]			
9	Pocuro	V Región/ Aconcagua	100	30000	13000	4000	6	200 000	2018	2021
10	Los Ángeles	V Región / Los Angeles-Ligua	16	2160	2160	676	NO	93735	2018	2021
11	Bolleñar	VI Región / Rengo	33	6070	-	1446	a evaluar	48377	2019	2022
12	Parrón	VII Región / El Parrón	64	2130	2130	91	a evaluar	41971	2019	2022
13	La Tranca	IV Región/Río Cogotí	50	4940	3778	432	2	80292	2019	2021
14	Murallas Viejas	IV Región/Río Combarbalá	50	3250	2485	279	1	59027	2020	2022
15	Rapel	IV Región / Limarí	14	1973	1973	-	NO	27222	2020	2022
16	Canelillo	IV Región / Choapa	170	15000	15000	1300	SI	115780	2021	2023
17	La Chupalla	V Región / Alicahue-Ligua	56	2186	2186	816	SI	68377	2021	2023
18	Cautín	IX Región /Cautín	142	32274	32274	2393	SI	293462	2022	2024
Subtotal 2			873	153.938	128.941	18.310	29	1.090.537		
TOTAL PLAN			1.890	275.603	190.784	30.613	132	1.932.512		

Fuente: Información Plan de Embalses, Febrero de 2013.

En enero de 2016 se ajustó este Plan de Grandes Embalses según las nuevas condiciones del país⁴. El Plan considera la evaluación de los Proyectos para incluirlo en una nueva figura administrativa denominada “empaquetamiento” (diseño + construcción + RCA⁵), con el objetivo de dar celeridad a la ejecución de los Proyectos.

En el cuadro siguiente se incluye la información actualizada del Plan Nacional de Grandes Embalses de enero de 2016.

4

http://www.mop.cl/participacion_ciudadana/Documents/cosoc/actas/ANEXO_SESION_8_N_2_COSOC_MOP_14012016.pdf

⁵ Resolución de Calificación Ambiental

Cuadro 2-7
Plan Nacional de Grandes Embalses – Situación año 2016

EMBALSE		Región/ Cuenca	Volumen (hm3 aprox).	Superficie Total (ha. Aprox.)	Etapas Actual	Estado de Avance	PAC
1	Valle Hermoso	IV Región / Limarí	20	1.500	En ejecución de obras	Contrato adjudicado	Se cuenta con la participación activa de los regantes. 1 ° Reunión en enero 2016
2	La Punilla	VIII Región / Ñuble	630	65.000	El 13 de junio de 2016 la Contraloría tomó razón del DS que adjudica a la Empresa Constructora Astaldi. Actualmente se encuentra en revisión el proyecto final.	Adjudicada la construcción.	En desarrollo Plan Social para relocalizados. Junta Río Ñuble a favor de la Obra.
3	Chironta	XV Región / Lluta	17	2.400	Ejecución de obras (recepción ofertas 2° semestre 2016)	Envío invitación a contratistas Precalificados	Preparación documentación para licitación
4	Ampliación Aromos	V Región / Aconcagua	30	1.500	En desarrollo el Diseño	Contrato adjudicado	En proceso identificación de posibles regantes beneficiarios
5	Las Palmas	V Región / Petorca	55	3.300	Se proyecta el inicio de obras en el 2017	Ingeniería en desarrollo, EIA en evaluación por SEA	En acuerdo con Municipio Petorca, el trazado del canal alimentador del Embalse
6	Catemu	V Región / Aconcagua	180	38.000	La licitación construcción se estima para el 2017	EIA en desarrollo, plan de alerta temprana en desarrollo	En desarrollo línea base y medio social (p.ej. identificación actores relevantes)
7	Livilcar	XV Región / San José	10	Control de Crecidas	Diseño terminado, En desarrollo EIA	En licitación Estudios complementarios al EIA	Gestiones a la espera de adjudicación de estudios complementarios
8	Zapallar	VIII Región/ Itata	80	10.000	En licitación Diseño	En CGR, aprobación bases de estudios de ingeniería y ambientales.	Proceso de Participación Ciudadana a espera de la adjudicación del Contrato
9	Pocuro	V Región/ Aconcagua	100	30.000	En licitación la Factibilidad Avanzada y EIA	En evaluación ofertas técnicas	Proceso de Participación Ciudadana a espera de la adjudicación del Contrato

EMBALSE		Región/ Cuenca	Volumen (hm3 aprox.)	Superficie Total (ha. Aprox.)	Etapa Actual	Estado de Avance	PAC
10	Los Ángeles	V Región / Los Ángeles Ligua	16	2.160	En desarrollo el Diseño	En desarrollo	Diseño de Ingeniería y EIA
11	Bollenar	VI Región / Rengo	33	6.070	En licitación Factibilidad Avanzada y EIA	En CGR para aprobación bases estudio	Proceso de Participación Ciudadana a espera de la adjudicación del Contrato
12	La Tranca	IV Región/ Río Cogotí	50	4.940	Diseño	En evaluación	Las bases del contrato incluirán proceso de Participación Ciudadana
13	Murallas Viejas	IV Región/ Río Combarbalá	50	3.250	Diseño	En evaluación	Las bases del contrato incluirán proceso de Participación Ciudadana
14	El Parrón	VII Región / Hualañé -Rauco	64	2.130	Diseño	En evaluación	Las bases del contrato incluirán proceso de Participación Ciudadana
15	La Chupalla	V Región / Alicahue Ligua	56	2.186	Factibilidad Avanzada	En evaluación	Las bases del contrato incluirán proceso de Participación Ciudadana
16	Canelillo	IV Región / Choapa	200	15.000	En desarrollo Factibilidad.	Factibilidad termina en Agosto de 2016.	1° Reuniones, agosto 2015.
17	La Jaula	VII Región/ Teno	160	53.405	Postula a Factibilidad	En evaluación (a licitar vía Concesiones)	Las bases del contrato incluirán proceso de Participación Ciudadana
18	Cautín	IX Región / Cautín	142	32.274	Postula a Factibilidad	En evaluación (a licitar vía Concesiones)	Las bases del contrato incluirán proceso de Participación Ciudadana
19	Umirpa	XV Región/ Camarones	18	550	Postula a Factibilidad	En evaluación	Las bases del contrato incluirán proceso de Participación Ciudadana
20	Rapel	IV Región / Limarí	14	1.973	Finalizó el estudio de Factibilidad	En proceso de evaluación para definir diseño.	2° Reunión PAC Mayo 2015

3 ANÁLISIS ACTUALIZADO DE COSTOS Y BENEFICIOS

El objetivo general de la presente Etapa II del Estudio es: “Proponer una Cartera Base de Inversiones de Infraestructura Hídrica del ámbito MOP”, ajustada a marcos presupuestarios probables, a partir de la evaluación y priorización de los programas y/o proyectos identificados en forma referencial en el Anexo 1 de los Términos de Referencia y que forman parte de esta proposición metodológica, según cuatro horizontes de realización (años 2020, 2025, 2030 y 2035); y conforme a distintos escenarios a considerar. Cartera de Inversiones que se inscribe en el marco del Plan Chile 30/30: Obras Públicas y Agua para el Desarrollo”.

Al respecto, una de las primeras tareas de esta Etapa fue la actualización de los costos y beneficios de los proyectos identificados en la Etapa I a una fecha común (diciembre de 2015).

3.1 ACTUALIZACIÓN DE LOS BENEFICIOS Y COSTOS DE LOS PROYECTOS DE EMBALSES

Los estudios de viabilidad originales de los proyectos de embalses planteados en los Términos de Referencia para ser actualizados en el marco del presente estudio, sean ellos perfiles, pre-factibilidades, factibilidades o incluso diseños, han sido efectuados en periodos distintos y al ser de distintas etapas del ciclo de proyectos cuentan con información muy dispar; por ello para su actualización requieren de ajustes muy diversos. Los antecedentes básicos relativos a los proyectos actualizados en el presente Estudio se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro 3-1
Resumen con los antecedentes para todos los proyectos re-evaluados

Nombre Proyecto	Comuna	Región	Etapas del Estudio Original	Fecha de los datos monetarios
Construcción Embalse Umirpa Camarones	Camarones	XV	PF	mar-12
Construcción Embalse Pintanane Quebrada de Aroma, Comuna de Huara	Huara	II	PF	ene-14
Construcción Embalse de Cabecera Río El Carmen (15 Hm ³). Alto del Carmen.	Alto del Carmen	III	PF	ago-11
Construcción Embalse La Tranca en Río Cogotí	Combarbalá	IV	F	abr-11
Construcción Embalse Murallas Viejas, Combarbalá	Combarbalá	IV	F	jun-09

Nombre Proyecto	Comuna	Región	Etapa del Estudio Original	Fecha de los datos monetarios
Construcción Embalse El Canelillo	Illapel	IV	F	dic-07
Construcción Embalse Rapel	Monte Patria	IV	F	oct-10
Construcción Embalse Catemu en Valle del Aconcagua	Catemu	V	D	ene-14
Construcción Obras de Regulación Valle de Petorca. Embalse Las Palmas	Petorca	V	D	jun-16
Habilitación Compuertas Embalse Aromos	Limache	V	D	ene-14
Mejoramiento Embalse Bollenar	Rengo	VI	PF	dic-11
Construcción Embalse Codegua	Codegua	VI	PF	dic-13
Construcción Sistema de Regadío Embalse El Parrón	Rauco	VII	PF	jul-12
Construcción Embalse Empedrado	Empedrado	VII	D	sep-10
Construcción Sistema Embalse Achibueno	Linares	VII	PF	jul-13
Construcción Embalse de Riego Huedque	Cauquenes	VII	PF	abr-12
Construcción Sistema Riego Embalse Teno (La Jaula)	Teno	VII	PF	jul-13
Construcción Embalse Cautín	Cautín	VII	PF	oct-12
Embalse Gualleco VII Región	Curepto	VII	F	dic-03
Embalse Tabunco VII Región	Curepto	VII	D	ene-02
Construcción Embalse Punilla	Ñiquén	VIII	D	sep-00

Nota: PF (Prefactibilidad); F (Factibilidad); D (Diseño)

3.2 ACTUALIZACIÓN DE LOS BENEFICIOS DE LOS PROYECTOS

Los Términos de Referencia solicitaban la actualización de las viabilidades de los proyectos priorizados a valores a diciembre de 2015, para hacerlos comparativos y especialmente para poder determinar sobre bases similares los momentos óptimos de ejecución para así poder establecer una calendarización sobre bases más sólidas. El presente capítulo presenta el procedimiento a aplicar para la actualización de los beneficios de los proyectos de embalses.

Cabe señalar, que por los tiempos transcurridos desde los estudios originales las actualizaciones deben tomar en cuenta cambios en las estructuras agrarias del país y de sus regiones, ya sea por cambios en las condiciones económicas, por ejemplo, en los precios relativos de los distintos productos, o bien por los efectos en la producción generados por la sequía que ha aquejado al país en los últimos

años. Por ello, el análisis para la actualización de los beneficios de los proyectos a estudiar parte con una revisión de los cambios ocurridos en la estructura productiva agraria del país y sus regiones entre 2007 y 2015, para luego centrarse en la descripción de la metodología a utilizar en las actualizaciones de los beneficios de los proyectos de embalses.

3.2.1 Análisis del cambio en la estructura agraria del país y sus regiones entre 2007 y 2015.

El análisis de la estructura agraria del país y sus regiones entre 2007 (básicamente representada por la información de ese año del último Censo Agropecuario del país disponible) y 2015 (en base a información no censal del INE y CIREN a esa fecha o fechas cercanas) busca demostrar que dicha estructura ha sufrido importantes cambios en el periodo, inducidas tanto por efectos climáticos asociados a la larga sequía que ha sufrido el país, pero también a cambios en los precios internacionales y nacionales de los productos agropecuarios. Tales cambios estructurales deben ser tomados en cuenta en las actualizaciones de las evaluaciones de los distintos proyectos, pues ellas fueron realizadas en contextos agrarios distintos a la situación actual a 2015, que debe ser considerada como la situación de partida para la comparación de los diversos proyectos incluidos en la lista priorizada por el Mandante (DIRPLAN).

Una primera aproximación al análisis de las estructuras agrarias del país y sus regiones se presenta en el cuadro siguiente, basada en información del Censo Agropecuario de 2007.

Cuadro 3-2
Estructuras de Cultivos por Región (Superficie Sembrada o Plantada por tipo de Cultivo): 2007

Correlativo	PAÍS, REGIÓN	Cereales	Leguminosas y tubérculos	Cultivos industriales	Hortalizas	Flores	Plantas forrajeras	Frutales	Viñas y parronales viníferos	Total	Nº de Cultivos con más de 5% presentes en la región
1	XV de Arica y Parinacota	0,18%	0,36%	0,00%	46,92%	0,49%	23,81%	27,74%	0,48%	100,00%	3
2	I de Tarapacá	52,91%	3,59%	0,00%	22,37%	0,13%	5,92%	15,09%	0,00%	100,00%	4
3	II de Antofagasta	10,32%	0,25%	0,01%	19,43%	0,25%	60,95%	8,46%	0,33%	100,00%	4
4	III de Atacama	1,36%	1,50%	1,65%	8,63%	0,14%	11,87%	71,06%	3,78%	100,00%	3
5	IV de Coquimbo	2,10%	2,44%	0,28%	7,83%	0,28%	56,87%	21,81%	8,39%	100,00%	4
6	V de Valparaíso	4,40%	3,00%	0,86%	10,70%	0,88%	17,06%	55,52%	7,58%	100,00%	4
7	Región Metropolitana de Santiago	11,92%	4,24%	0,30%	18,94%	0,12%	15,84%	39,62%	9,02%	100,00%	5
8	VI de O'Higgins	26,96%	1,73%	2,53%	6,27%	0,06%	8,06%	37,36%	17,03%	100,00%	5
9	VII del Maule	29,14%	3,99%	4,56%	4,63%	0,01%	18,04%	21,64%	17,99%	100,00%	4
10	VIII del Biobío	43,56%	5,33%	7,62%	3,61%	0,03%	28,92%	4,92%	6,02%	100,00%	5
11	IX de La Araucanía	53,25%	4,83%	8,43%	1,42%	0,03%	28,15%	3,89%	0,01%	100,00%	3
12	XIV de Los Ríos	21,31%	3,93%	2,23%	1,70%	0,13%	65,76%	4,95%	0,00%	100,00%	2
13	X de Los Lagos	17,65%	10,08%	2,10%	2,05%	0,17%	61,22%	6,73%	0,01%	100,00%	4
14	XI Aysén	2,55%	1,07%	0,03%	0,88%	0,03%	93,85%	1,59%	0,00%	100,00%	1
15	XII de Magallanes y Antártica	0,22%	1,97%	0,00%	1,24%	0,07%	96,36%	0,13%	0,00%	100,00%	1
16	Total País	28,51%	4,22%	4,16%	5,68%	0,13%	30,35%	19,29%	7,67%	100,00%	5
Nº de regiones con presencia de más de 5 % del cultivo		9	2	2	8		15	10	6		

Fuente: Elaboración propia en base a Censo Agropecuario 2007.

Nota: Cuadro en color gris indica los porcentajes más significativos

En el cuadro anterior se han resaltado (en gris) aquellos cultivos que a nivel del país o de cada una de las regiones superan el 5% de la respectiva superficie cultivada. Como se puede observar, a nivel nacional las plantas forrajeras (30,4%) representan la mayor superficie, seguida por las superficies dedicadas a cereales (28,5%), frutales (19,3%), viñas (7,7%) y hortalizas (5,7%). En todas las regiones las plantas forrajeras superan el 5% de las superficies cultivadas. En cambio, los otros cultivos muestran distribuciones muy dispares, acorde a las condiciones climáticas e hídricas para su producción. Los cereales muestran su principal importancia entre las regiones del Maule y Los Lagos, donde el porcentaje representativo de su estructura de cultivo es mayor que los otros rubros. Los frutales tienen preponderancia entre las regiones de Coquimbo y Maule, las viñas entre Atacama y Maule, y las hortalizas en particular, en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y la Metropolitana.

En base a la estructura anterior para cada Región se estableció una estructura para el año 2007 que muestra la **importancia relativa de los tipos de cultivos en los cuales centrar la atención para el análisis de beneficios de obras de riego**, y cuáles de los cultivos pueden ser incorporados en el análisis en forma de expansiones al total de la superficie de cultivo. A modo de ejemplo en el cuadro siguiente se presenta la estructura de Coquimbo. Las estructuras para las restantes regiones se incluyen en el Anexo 2.

Cuadro 3-3
Estructura de cultivos principales en la región de Coquimbo
 (% superficie sembrada o plantada por tipo de cultivo)

Cultivo	Región de Coquimbo (% de cultivos)
Plantas forrajeras	56,87%
Frutales	21,81%
Viñas y parronales viníferos	8,39%
Hortalizas	7,83%
Subtotal	94,90%
Otros	5,10%

Fuente: Elaboración propia en base a Censo Agropecuario 2007.

Para el año 2015 (u otro año muy cercano al actual) no existe información comparable a la del Censo de 2007, en cuanto a su cobertura; la información disponible en general se sustenta en las encuestas agropecuarias de intenciones de cultivo que se realizan cada año, o bien en catastros (por ejemplo para los frutales) que se realizan en años discontinuos en las distintas regiones. Para las plantas forrajeras no se cuenta con información más actual que aquella del Censo Agropecuario. De este modo la información para la estructura en 2015 se efectuó en base a una estimación del equipo del Consultor y siempre con algún grado de incertidumbre.



El procedimiento de análisis se ha centrado en una revisión de los datos disponibles para 2015 de los cultivos tradicionales (cereales, leguminosas, tubérculos y cultivos industriales), de frutales, hortalizas y vides viníferas a nivel del país y de sus regiones. Los antecedentes se presentan en los cuadros a continuación.

En el cuadro siguiente se presenta la estructura productiva de los cultivos tradicionales (cereales, leguminosas, tubérculos y cultivos industriales) para el país y sus regiones en el año 2015/16. Resalta claramente la importancia de estos cultivos en las regiones emplazadas entre O'Higgins y La Araucanía, tanto para cereales como para los cultivos industriales. Las leguminosas y especialmente los tubérculos tienen además como zonas importantes las regiones Los Ríos y Los Lagos.

Cuadro 3-4
Estructura productiva de Cultivos Tradicionales en 2015/16

Año agrícola	Región	Total (Ha)	Total Cereales (Ha)	Total leguminosas y tubérculos (Ha)	Total Industriales (Ha)	Total	Total Cereales	Total leguminosas y tubérculos	Total Industriales
2015/16	Coquimbo	2.781	511	2.270	0	0,38%	0,09%	3,39%	0,00%
2015/16	Valparaíso	3.941	3.047	874	20	0,54%	0,54%	1,31%	0,02%
2015/16	Metropolitana	18.404	13.503	4.559	342	2,52%	2,40%	6,82%	0,34%
2015/16	O'Higgins	74.663	65.253	3.228	6.182	10,22%	11,58%	4,83%	6,16%
2015/16	Maule	119.287	95.068	10.747	13.472	16,33%	16,87%	16,07%	13,43%
2015/16	Biobío	183.794	143.777	14.394	25.623	25,16%	25,52%	21,52%	25,54%
2015/16	Araucanía	266.853	202.276	16.894	47.683	36,52%	35,90%	25,26%	47,54%
2015/16	Los Ríos	26.611	20.244	3.369	2.998	3,64%	3,59%	5,04%	2,99%
2015/16	Los Lagos	34.297	19.766	10.544	3.987	4,69%	3,51%	15,77%	3,97%
TOTAL		730.631	563.445	66.879	100.307	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Cuadro en color gris indica los porcentajes más significativos

En el Cuadro siguiente se presenta la estructura productiva de Hortalizas en el año 2014. Resaltan como principales regiones productoras la zona entre Coquimbo y Biobío, y particularmente la Región Metropolitana.

Cuadro 3-5
Superficies con hortalizas 2014

Región	Ha	%
Arica Parinacota	2.799,4	4,39%
Atacama	571,1	0,90%
Coquimbo	7.667,0	12,02%
Valparaíso	7.775,3	12,19%
Metropolitana	19.391,5	30,41%
O'Higgins	9.730,8	15,26%
Maule	9.042,4	14,18%
Biobío	3.554,2	5,57%
Araucanía	1.392,2	2,18%
Resto País 1/	1.851,6	2,90%
Total	63.775,5	100,00%

Fuente: Elaboración propia en base a INE.

Nota: Cuadro en color gris indica los porcentajes más significativos

En el Cuadro siguiente se presenta un análisis similar para los cultivos con Frutales, basado en los resultados de los Catastros Frutícolas que realiza CIREN periódicamente en las distintas regiones. ODEPA asume para sus estimaciones de las superficies de frutales los resultados de los distintos catastros regionales, hasta que sean sustituidos por un nuevo catastro regional. Resalta que las principales zonas de cultivos frutales se ubican entre Coquimbo y Maule.

Cuadro 3-6
Estructura productiva de frutales (último año de catastro regional)

Región	Año Catastro	Ha	%
Atacama	2015	10.795,8	3,59%
Coquimbo	2015	27.776,1	9,25%
Valparaíso	2014	47.052,8	15,67%
Metropolitana	2014	48.824,5	16,26%
O'Higgins	2015	77.303,2	25,74%
Maule	2013	62.034,5	20,66%
Biobío	2016	14.973,1	4,99%
La Araucanía	2012	7.302,7	2,43%
Los Ríos	2012	2.691,5	0,90%
Los Lagos	2012	1.573,5	0,52%
Total estimado		300.327,7	100,00%

Fuente: Elaboración propia en base a CIREN y ODEPA.

Nota: Cuadro en color gris indica los porcentajes más significativos

Por último, se presenta en el cuadro siguiente la información de la distribución de superficies dedicadas a cultivos vinícolas en 2014. Se observa que las

principales áreas de estos cultivos corresponden a la zona comprendida entre las regiones de Coquimbo y Biobío.

Cuadro 3-7
Estructura de superficies vinícolas en 2014

REGIÓN	PISQUERA (Ha)	VINÍFERA (Ha)	TOTAL (Ha)	%
TARAPACÁ		5,00	5,00	0,00%
ANTOFAGASTA		4,97	4,97	0,00%
DE ATACAMA	434,87	117,42	552,29	0,38%
DE COQUIMBO	7.767,20	3.383,57	11.150,77	7,65%
DE VALPARAÍSO		10.162,19	10.162,19	6,97%
METROPOLITANA DE SANTIAGO		13.398,70	13.398,70	9,19%
DEL L.G.B. O'HIGGINS		47.382,07	47.382,07	32,50%
DEL MAULE		53.496,51	53.496,51	36,69%
DEL BIOBÍO		9.568,05	9.568,05	6,56%
DE LA ARAUCANÍA		54,96	54,96	0,04%
DE LOS LAGOS		19,00	19,00	0,01%
TOTAL	8.202,07	137.592,44	145.794,51	100,00%

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro siguiente se combinan las estructuras productivas de los cultivos tradicionales, de los frutales, de las hortalizas y las viníferas en una sola estimación (aproximada) para el año 2015, aceptando que no son totalmente coincidentes con ese año.

Cuadro 3-8
Estructura productiva agropecuaria 2015 aproximadamente

Periodo de referencia	2015/16				2012-16	2014	2014	Total
	Cultivos Tradicionales	Cereales	Leguminosas y tubérculos	Industriales	Frutales	Hortalizas	Vid Vin.	
Región	Há	Há	Há	Há	Há	Ha	Há	Há
Arica Parinacota						2.799,4		2.799
Tarapacá							5,00	5
Antofagasta							4,97	5
Atacama					10.795,8	571,1	552,29	11.919
Coquimbo	2.781	511	2.270	0	27.776,1	7.667,0	11.150,77	49.375
Valparaíso	3.941	3.047	874	20	47.052,8	7.775,3	10.162,19	68.931
Metropolitana	18.404	13.503	4.559	342	48.824,5	19.391,5	13.398,70	100.019
O'Higgins	74.663	65.253	3.228	6.182	77.303,2	9.730,8	47.382,07	209.079
Maule	119.287	95.068	10.747	13.472	62.034,5	9.042,4	53.496,51	243.860
Biobío	183.794	143.777	14.394	25.623	14.973,1	3.554,2	9.568,05	211.889
La Araucanía	266.853	202.276	16.894	47.683	7.302,7	1.392,2	54,96	275.603
Los Ríos	26.611	20.244	3.369	2.998	2.691,5		19,00	29.322
Los Lagos	34.297	19.766	10.544	3.987	1.573,5			35.870
Aysén								0
Magallanes								0
Resto País						1.851,6		1.852
País	730.631	563.445	66.879	100.307	300.327,7	63.775,5	145.794,51	1.240.529
	%	%	%	%	%	%	%	%
Arica Parinacota	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	4,39%	0,00%	0,23%
Tarapacá	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Antofagasta	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Periodo de referencia	2015/16				2012-16	2014	2014	
Región	Cultivos Tradicionales	Cereales	Leguminosas y tubérculos	Industriales	Frutales	Hortalizas	Vid Vin.	Total
	Há	Há	Há	Há	Há	Ha	Há	Há
Atacama	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,59%	0,90%	0,38%	0,96%
Coquimbo	0,38%	0,09%	3,39%	0,00%	9,25%	12,02%	7,65%	3,98%
Valparaíso	0,54%	0,54%	1,31%	0,02%	15,67%	12,19%	6,97%	5,56%
Metropolitana	2,52%	2,40%	6,82%	0,34%	16,26%	30,41%	9,19%	8,06%
O'Higgins	10,22%	11,58%	4,83%	6,16%	25,74%	15,26%	32,50%	16,85%
Maule	16,33%	16,87%	16,07%	13,43%	20,66%	14,18%	36,69%	19,66%
Biobío	25,16%	25,52%	21,52%	25,54%	4,99%	5,57%	6,56%	17,08%
La Araucanía	36,52%	35,90%	25,26%	47,54%	2,43%	2,18%	0,04%	22,22%
Los Ríos	3,64%	3,59%	5,04%	2,99%	0,90%	0,00%	0,01%	2,36%
Los Lagos	4,69%	3,51%	15,77%	3,97%	0,52%	0,00%	0,00%	2,89%
Aysén	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Magallanes	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Resto País	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,90%	0,00%	0,15%
País	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro siguiente se comparan las estructuras productivas para las regiones que cuentan con información para los cuatro grupos de cultivos (tradicionales, frutales, hortalizas y vides).

Cuadro 3-9
Comparación de las estructuras Agropecuarias 2007-aprox. 2015
Regiones Coquimbo a Los Lagos

Estructura Agropecuaria 2007								
	Cultivos Tradicionales	Cereales	Leguminosas y tubérculos	Cultivos industriales	Frutales	Hortalizas	Viñas y parronales viníferos	Total
Coquimbo	7.012	3.058	3.552	401	31.740	11.399	12.201	62.352
Valparaíso	7.865	4.188	2.862	815	52.898	10.191	7.225	78.180
Metropolitana	22.015	15.946	5.673	397	53.022	25.348	12.065	112.450
O'Higgins	65.157	56.266	3.608	5.283	77.967	13.083	35.528	191.736
Maule	95.335	73.719	10.084	11.532	54.749	11.708	45.514	207.306
Biobío	146.638	113.039	13.825	19.773	12.772	9.378	15.613	184.401
La Araucanía	211.836	169.610	15.374	26.852	12.374	4.526	31	228.767
Los Ríos	27.932	21.672	3.995	2.265	5.034	1.728	0	34.694
Los Lagos	33.134	19.606	11.196	2.331	7.475	2.274	8	42.890
Total	616.923	477.104	70.169	69.650	308.032	89.636	128.186	1.142.776
Estructura Agropecuaria aprox. 2015								
Coquimbo	2.781	511	2.270	0	27.776	7.667	11.151	49.375
Valparaíso	3.941	3.047	874	20	47.053	7.775	10.162	68.931
Metropolitana	18.404	13.503	4.559	342	48.824	19.391	13.399	100.019
O'Higgins	74.663	65.253	3.228	6.182	77.303	9.731	47.382	209.079
Maule	119.287	95.068	10.747	13.472	62.034	9.042	53.497	243.860
Biobío	183.794	143.777	14.394	25.623	14.973	3.554	9.568	211.889
La Araucanía	266.853	202.276	16.894	47.683	7.303	1.392	55	275.603
Los Ríos	26.611	20.244	3.369	2.998	2.692			29.303
Los Lagos	34.297	19.766	10.544	3.987	1.573			35.870
Total	730.631	563.445	66.879	100.307	289.532	58.553	145.213	1.223.929

Estructura Agropecuaria 2007								
	Cultivos Tradicionales	Cereales	Leguminosas y tubérculos	Cultivos industriales	Frutales	Hortalizas	Viñas y parronales viníferos	Total
Coquimbo	1,14%	0,64%	5,06%	0,58%	10,30%	12,72%	9,52%	5,46%
Valparaíso	1,27%	0,88%	4,08%	1,17%	17,17%	11,37%	5,64%	6,84%
Metropolitana	3,57%	3,34%	8,08%	0,57%	17,21%	28,28%	9,41%	9,84%
O'Higgins	10,56%	11,79%	5,14%	7,59%	25,31%	14,60%	27,72%	16,78%
Maule	15,45%	15,45%	14,37%	16,56%	17,77%	13,06%	35,51%	18,14%
Biobío	23,77%	23,69%	19,70%	28,39%	4,15%	10,46%	12,18%	16,14%
La Araucanía	34,34%	35,55%	21,91%	38,55%	4,02%	5,05%	0,02%	20,02%
Los Ríos	4,53%	4,54%	5,69%	3,25%	1,63%	1,93%	0,00%	3,04%
Los Lagos	5,37%	4,11%	15,96%	3,35%	2,43%	2,54%	0,01%	3,75%
Total	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Estructura Agropecuaria aprox. 2015								
Coquimbo	0,38%	0,09%	3,39%	0,00%	9,59%	13,09%	7,68%	4,03%
Valparaíso	0,54%	0,54%	1,31%	0,02%	16,25%	13,28%	7,00%	5,63%
Metropolitana	2,52%	2,40%	6,82%	0,34%	16,86%	33,12%	9,23%	8,17%
O'Higgins	10,22%	11,58%	4,83%	6,16%	26,70%	16,62%	32,63%	17,08%
Maule	16,33%	16,87%	16,07%	13,43%	21,43%	15,44%	36,84%	19,92%
Biobío	25,16%	25,52%	21,52%	25,54%	5,17%	6,07%	6,59%	17,31%
La Araucanía	36,52%	35,90%	25,26%	47,54%	2,52%	2,38%	0,04%	22,52%
Los Ríos	3,64%	3,59%	5,04%	2,99%	0,93%	0,00%	0,00%	2,39%
Los Lagos	4,69%	3,51%	15,77%	3,97%	0,54%	0,00%	0,00%	2,93%
Total	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Cuadro en color gris indica los porcentajes más significativos

La estructura productiva general del país (entre las regiones de Coquimbo y Los Lagos) no ha variado profundamente entre 2007 y 2015. Sin embargo, si se va al detalle, se observa que la participación de la región de Coquimbo ha disminuido en casi todos los rubros (salvo hortalizas), probablemente en gran parte debido a efectos de la sequía de los últimos años. Algo parecido ha sucedido en la región de Valparaíso, salvo en hortalizas y vides, y en la región Metropolitana (salvo hortalizas). Las regiones de O'Higgins al sur han tendido a incrementar su participación en la mayoría de los rubros, probablemente un reflejo de su mejor condición hídrica. Interesante resulta el aumento de la participación de Biobío en frutales.

Para el presente Estudio Hídrico Etapa II, el análisis de las estructuras productivas para el año 2007 (información basada en el Censo Agropecuario) y para el año 2015 (o el año más cercano disponible de información) fue profundizado a nivel de grupo de productos o productos/especies específicos para los cultivos tradicionales, los frutales y las hortalizas, determinando a nivel de región las especies más representativas (considerando una participación en el grupo de productos de más de 5% en la respectiva región), de modo de centrar la atención en esos productos/especies para las actualizaciones de las estructuras productivas regionales. Otra finalidad de este análisis fue la identificación de los principales productos para los cuales se debía recopilar

fichas técnico-económicas de producción, rendimientos, precios y costos para la posterior definición de los márgenes de utilidad brutos y netos.

Los resultados de estos análisis a nivel de grupos de productos o productos específicos se adjuntan en el Anexo 2.

3.2.2 Recopilación, análisis y actualización de las fichas técnico-económicas de productos prioritarios

Con la finalidad de contar con información más homogénea para poder actualizar las estimaciones de los beneficios de los diversos proyectos de embalses se consideró necesaria la recopilación de fichas productivas técnico-económicas actuales a diciembre de 2015, o de fechas cercanas, para los productos de mayor importancia en cada región, en los rubros frutales, hortalizas, cereales, leguminosas y tubérculos. Para ello se recurrió a las fichas que publica ODEPA, para los distintos productos. Dichas fichas son elaboradas para productos específicos, para las principales regiones productoras, en fechas que varían (información de distintos años). A fin de evitar el uso de información muy antigua la recopilación se centró en fichas de los años 2013-2015. Un modelo de ficha del producto cerezo para agosto de 2015 es presentado en el Anexo 2.

El análisis de las fichas técnico-económicas permitió identificar algunos problemas en los procedimientos utilizados para la estimación de los márgenes brutos y netos de utilidad en los diversos productos. Ellos pueden resumirse en los siguientes aspectos:

- La **periodicidad dispar en la elaboración de las fichas** no permite un análisis comparativo de las variaciones en los costos en el tiempo.
- El **cómputo de los imprevistos** para los costos directos de mano de obra, maquinaria e insumos, en general estimados en un 5% de la suma de dichos costos, no tiene un tratamiento consistente en la estimación del total de costos directos y en el costo total. En algunas fichas los imprevistos son adicionados (como sería lo correcto) en el total de los costos directos, y en consecuencia incluidos en la determinación del margen bruto de utilidad. En otros casos en cambio son incluidos como costos indirectos, en conjunto con los costos de financiamiento, y sólo afectan el margen neto. Incluso en pocos casos no fueron considerados. A fin de evitar distorsiones, en las tabulaciones utilizadas para actualizar los márgenes brutos y netos, se procedió a corregir las estimaciones de los márgenes de las fichas incluyendo los imprevistos en los costos directos y dejando sólo como costos indirectos a los costos de financiamiento.

- En relación a los **costos indirectos** debe señalarse, además, que en la gran mayoría de las fichas éstos incluyen sólo los costos de financiamiento (o también los ya señalados imprevistos). Sin embargo, en unos pocos casos incluyen además costos de oportunidad del arriendo y estimaciones del costo de administración del predio y de los impuestos y contribuciones. En las fichas de ODEPA que cuentan con información sobre costos indirectos adicionales a los costos financieros, éstos fluctúan entre un 10% a 20%.

Dada la falta de información de estos rubros indirectos en casi todas las fichas, se optó por no incluirlos en las estimaciones de los márgenes brutos. **Cabe señalar que la inclusión de otros rubros de costos indirectos (aparte del financiamiento) significaría una reducción importante en los márgenes de utilidad reales**, como sucede en las fichas técnico-económicas utilizadas por los consultores que elaboraron los estudios de pre-factibilidad o factibilidad de los embalses analizados.

La tabulación de los datos de las fichas originales analizadas es presentada en el Anexo 2.

Como ya se ha señalado, las fichas recopiladas corresponden a distintas regiones (básicamente Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins, Maule, Biobío y La Araucanía), distintos años (principalmente entre 2012 y 2015) y distintos meses, sin una preparación sistemática identificable. Por ello, se consideró indispensable actualizar las fichas a una fecha común, en este caso diciembre de 2015, fecha indicada en los Términos de Referencia como periodo para la actualización de las evaluaciones de los embalses.

Para la mencionada actualización se diseñó, de acuerdo a lo solicitado en los Términos de Referencia, una metodología simplificada, centrada en la actualización de los precios de los productos, que inciden en la estimación de los ingresos por ha indicados en las fichas; en la actualización de los totales de costos directos por mano de obra, por uso de maquinaria y por insumos, así como para las estimaciones de los imprevistos y los costos financieros.

Para la **actualización de los precios** utilizados en las fichas a \$ de diciembre de 2015, la idea original fue la de utilizar actualizaciones de los precios específicos de los distintos productos, en base a las series estadísticas que computa ODEPA. Sin embargo, esta metodología resultó muy complicada por la cantidad de datos que había que procesar, en el escaso tiempo disponible: una serie de precios para cada producto en cada región. Por ello **se optó por una metodología más sencilla basada en utilizar como serie de ajuste el Deflactor del PIB Agropecuario, publicado por el Banco Central, que cuenta con datos trimestrales para el periodo**

1996-2015. Incluso, la utilización de datos de ajuste trimestrales, reflejo de la estacionalidad de la producción agropecuaria, facilitó adicionalmente el procedimiento de ajuste de los precios. El uso del deflactor de los precios agropecuarios implica que el reajuste de los precios utilizado es representado por un promedio de todos los productos agropecuarios, pero tiene el inconveniente que oculta fluctuaciones particulares de cada producto específico y diferencias regionales en el comportamiento de los precios. El Cuadro siguiente muestra el desarrollo histórico del Deflactor del PIB Agropecuario y los factores de ajuste derivados para los precios agropecuarios (F.A.1).

Cuadro 3-10
Deflactor del PIB Agropecuario

Periodo	Deflactor del PIB Agropecuario-silvícola	Var. a Dic. 2015	F.A.1
mar.2000	114,1	55,19%	1,552
jun.2000	104,8	68,92%	1,689
sep.2000	113,5	56,00%	1,560
dic.2000	113,9	55,47%	1,555
mar.2001	90,4	95,91%	1,959
jun.2001	91,1	94,49%	1,945
sep.2001	104,5	69,40%	1,694
dic.2001	102,0	73,54%	1,735
mar.2002	93,4	89,62%	1,896
jun.2002	93,8	88,84%	1,888
sep.2002	102,7	72,43%	1,724
dic.2002	111,8	58,34%	1,583
mar.2003	96,3	83,98%	1,840
jun.2003	102,6	72,55%	1,726
sep.2003	107,5	64,69%	1,647
dic.2003	110,8	59,81%	1,598
mar.2004	93,4	89,70%	1,897
jun.2004	95,7	85,10%	1,851
sep.2004	98,1	80,49%	1,805
dic.2004	105,8	67,34%	1,673
mar.2005	97,1	82,34%	1,823
jun.2005	91,2	94,19%	1,942
sep.2005	93,1	90,13%	1,901
dic.2005	114,4	54,83%	1,548
mar.2006	93,3	89,77%	1,898
jun.2006	90,1	96,50%	1,965
sep.2006	91,3	93,86%	1,939
dic.2006	101,5	74,43%	1,744
mar.2007	95,2	86,01%	1,860
jun.2007	96,5	83,55%	1,836
sep.2007	95,3	85,82%	1,858
dic.2007	116,2	52,40%	1,524
mar.2008	99,3	78,42%	1,784
jun.2008	93,3	89,88%	1,899
sep.2008	96,3	83,88%	1,839
dic.2008	112,7	57,18%	1,572
mar.2009	104,6	69,25%	1,692

Periodo	Deflactor del PIB Agropecuario-silvícola	Var. a Dic. 2015	F.A. 1
jun.2009	107,7	64,43%	1,644
sep.2009	105,3	68,16%	1,682
dic.2009	105,4	67,97%	1,680
mar.2010	112,1	57,99%	1,580
jun.2010	114,3	54,97%	1,550
sep.2010	123,2	43,74%	1,437
dic.2010	122,3	44,77%	1,448
mar.2011	109,6	61,64%	1,616
jun.2011	121,3	46,01%	1,460
sep.2011	124,1	42,66%	1,427
dic.2011	121,4	45,84%	1,458
mar.2012	118,2	49,77%	1,498
jun.2012	135,2	30,97%	1,310
sep.2012	117,8	50,39%	1,504
dic.2012	120,3	47,17%	1,472
mar.2013	120,4	47,11%	1,471
jun.2013	136,6	29,63%	1,296
sep.2013	125,1	41,60%	1,416
dic.2013	140,8	25,78%	1,258
mar.2014	145,6	21,58%	1,216
jun.2014	159,8	10,78%	1,108
sep.2014	142,8	24,01%	1,240
dic.2014	169,6	4,43%	1,044
mar.2015	156,6	13,12%	1,131
jun.2015	174,4	1,55%	1,016
sep.2015	153,8	15,15%	1,151
dic.2015	177,1	0,00%	1,000

Para la actualización del costo de mano de obra se utilizó el índice del costo de mano de obra no calificada publicado mensualmente por el INE. Al igual que en el caso del factor de ajuste de los precios, se optó por utilizar un promedio trimestral del índice respectivo. Seguidamente, se presenta el desarrollo histórico del Índice de Mano de Obra no Calificada y los factores de ajuste derivados para el costo de mano de obra (F.A.2).

Cuadro 3-11
Índice de remuneraciones MO no calificada Trimestral

Año	Mes	Índice Base 2009 = 100	Dic.15/mes	F.A.2
2000	Marzo	61,03	165,14%	2,651
2000	Junio	62,15	160,35%	2,603
2000	Septiembre	62,87	157,35%	2,574
2000	Diciembre	63,82	153,53%	2,535
2001	Marzo	64,86	149,46%	2,495
2001	Junio	66,34	143,91%	2,439
2001	Septiembre	65,72	146,20%	2,462
2001	Diciembre	66,96	141,64%	2,416
2002	Marzo	68,46	136,37%	2,364
2002	Junio	68,10	137,60%	2,376
2002	Septiembre	69,02	134,45%	2,345

Año	Mes	Índice Base 2009 = 100	Dic. 15/mes	F.A.2
2002	Diciembre	70,15	130,66%	2,307
2003	Marzo	71,69	125,72%	2,257
2003	Junio	71,17	127,35%	2,273
2003	Septiembre	72,23	124,03%	2,240
2003	Diciembre	74,32	117,73%	2,177
2004	Marzo	74,55	117,04%	2,170
2004	Junio	75,28	114,96%	2,150
2004	Septiembre	74,93	115,94%	2,159
2004	Diciembre	76,61	111,21%	2,112
2005	Marzo	76,97	110,23%	2,102
2005	Junio	75,79	113,50%	2,135
2005	Septiembre	78,25	106,79%	2,068
2005	Diciembre	79,18	104,36%	2,044
2006	Marzo	79,43	103,71%	2,037
2006	Junio	80,48	101,05%	2,010
2006	Septiembre	82,28	96,65%	1,967
2006	Diciembre	82,31	96,58%	1,966
2007	Marzo	83,07	94,79%	1,948
2007	Junio	85,38	89,53%	1,895
2007	Septiembre	87,69	84,53%	1,845
2007	Diciembre	89,59	80,60%	1,806
2008	Marzo	91,04	77,74%	1,777
2008	Junio	93,93	72,26%	1,723
2008	Septiembre	95,18	70,01%	1,700
2008	Diciembre	97,76	65,51%	1,655
2009	Marzo	99,33	62,90%	1,629
2009	Junio	99,24	63,05%	1,630
2009	Septiembre	100,81	60,51%	1,605
2009	Diciembre	102,64	57,65%	1,576
2010	Marzo	101,43	59,53%	1,595
2010	Junio	103,96	55,65%	1,556
2010	Septiembre	106,86	51,42%	1,514
2010	Diciembre	109,43	47,87%	1,479
2011	Marzo	111,31	45,37%	1,454
2011	Junio	110,48	46,46%	1,465
2011	Septiembre	115,52	40,07%	1,401
2011	Diciembre	118,47	36,58%	1,366
2012	Marzo	119,47	35,44%	1,354
2012	Junio	121,02	33,71%	1,337
2012	Septiembre	124,94	29,51%	1,295
2012	Diciembre	128,07	26,34%	1,263
2013	Marzo	129,30	25,14%	1,251
2013	Junio	129,77	24,69%	1,247
2013	Septiembre	135,76	19,19%	1,192
2013	Diciembre	138,68	16,68%	1,167
2014	Marzo	140,60	15,09%	1,151
2014	Junio	142,95	13,19%	1,132
2014	Septiembre	148,52	8,95%	1,089
2014	Diciembre	151,69	6,67%	1,067
2015	Marzo	152,39	6,18%	1,062
2015	Junio	153,61	5,34%	1,053
2015	Septiembre	158,73	1,94%	1,019

Año	Mes	Índice Base 2009 = 100	Dic.15/mes	F.A.2
2015	Diciembre	161,81	0,00%	1,000

Para la actualización del costo de utilización de maquinaria se utilizó el precio del US\$ publicado mensualmente por el Banco Central (considerando que la maquinaria más relevante utilizada, es importada). Al igual que en el caso del factor de ajuste de los precios, se optó por utilizar un promedio trimestral del precio del US\$. Asimismo se presenta un cuadro con el desarrollo histórico del precio del US\$ y los factores de ajuste derivados para el costo de maquinaria (F.A.3).

Cuadro 3-12
Tipo de cambio (pesos por dólar)

Periodo	Dólar observado	Var. a Dic. 2015	F.A.3
mar.2000	512,31	36,20%	1,362
jun.2000	520,09	34,16%	1,342
sep.2000	552,55	26,28%	1,263
dic.2000	572,28	21,92%	1,219
mar.2001	574,35	21,48%	1,215
jun.2001	606,36	15,07%	1,151
sep.2001	669,80	4,17%	1,042
dic.2001	689,83	1,15%	1,011
mar.2002	669,71	4,19%	1,042
jun.2002	659,36	5,82%	1,058
sep.2002	707,57	-1,39%	0,986
dic.2002	719,08	-2,97%	0,970
mar.2003	736,63	-5,28%	0,947
jun.2003	710,47	-1,79%	0,982
sep.2003	693,82	0,57%	1,006
dic.2003	625,83	11,49%	1,115
mar.2004	587,85	18,69%	1,187
jun.2004	628,80	10,96%	1,110
sep.2004	628,47	11,02%	1,110
dic.2004	593,17	17,63%	1,176
mar.2005	578,27	20,66%	1,207
jun.2005	581,41	20,01%	1,200
sep.2005	552,93	26,19%	1,262
dic.2005	526,43	32,54%	1,325
mar.2006	526,37	32,56%	1,326
jun.2006	526,82	32,45%	1,324
sep.2006	539,27	29,39%	1,294
dic.2006	528,69	31,98%	1,320
mar.2007	540,36	29,13%	1,291
jun.2007	526,93	32,42%	1,324
sep.2007	520,13	34,15%	1,341
dic.2007	502,64	38,82%	1,388
mar.2008	464,29	50,28%	1,503
jun.2008	469,67	48,56%	1,486
sep.2008	515,92	35,24%	1,352
dic.2008	639,05	9,19%	1,092

Periodo	Dólar observado	Var. a Dic. 2015	F.A.3
mar.2009	607,10	14,93%	1,149
jun.2009	567,38	22,98%	1,230
sep.2009	545,38	27,94%	1,279
dic.2009	518,63	34,54%	1,345
mar.2010	519,00	34,44%	1,344
jun.2010	530,12	31,62%	1,316
sep.2010	511,90	36,30%	1,363
dic.2010	480,32	45,27%	1,453
mar.2011	481,63	44,87%	1,449
jun.2011	469,43	48,64%	1,486
sep.2011	471,07	48,12%	1,481
dic.2011	512,47	36,15%	1,362
mar.2012	489,53	42,53%	1,425
jun.2012	496,40	40,56%	1,406
sep.2012	482,97	44,47%	1,445
dic.2012	477,62	46,09%	1,461
mar.2013	472,50	47,67%	1,477
jun.2013	484,38	44,05%	1,440
sep.2013	507,47	37,49%	1,375
dic.2013	516,00	35,22%	1,352
mar.2014	551,48	26,52%	1,265
jun.2014	554,35	25,87%	1,259
sep.2014	576,31	21,07%	1,211
dic.2014	598,18	16,65%	1,166
mar.2015	624,42	11,74%	1,117
jun.2015	617,76	12,95%	1,129
sep.2015	676,25	3,18%	1,032
dic.2015	697,75	0,00%	1,000

Por último, para la **actualización del costo de los insumos**, principalmente químicos empleados en la producción de cada producto agropecuario, algunos de ellos importados y otros nacionales, se **optó por utilizar el costo de la Unidad de Fomento (UF), publicado por el Banco Central** mensualmente y trimestralmente. También se presenta un cuadro con el desarrollo histórico del valor de la UF y los factores de ajuste derivados para el costo de insumos (F.A.4).

Cuadro 3-13
Indicadores de reajustabilidad (UF)

Periodo	Unidad de fomento (UF)	Var. a Dic. 2015	F.A.4
mar.2000	15.129,05	68,77%	1,688
jun.2000	15.353,84	66,30%	1,663
sep.2000	15.488,92	64,85%	1,648
dic.2000	15.660,03	63,05%	1,630
mar.2001	15.809,51	61,50%	1,615
jun.2001	15.896,14	60,62%	1,606
sep.2001	16.030,30	59,28%	1,593
dic.2001	16.221,88	57,40%	1,574
mar.2002	16.220,30	57,41%	1,574
jun.2002	16.285,57	56,78%	1,568
sep.2002	16.379,57	55,88%	1,559
dic.2002	16.630,68	53,53%	1,535
mar.2003	16.709,20	52,81%	1,528
jun.2003	16.957,75	50,57%	1,506
sep.2003	16.936,19	50,76%	1,508
dic.2003	16.962,44	50,53%	1,505
mar.2004	16.854,84	51,49%	1,515
jun.2004	16.905,34	51,04%	1,510
sep.2004	17.109,19	49,24%	1,492
dic.2004	17.248,86	48,03%	1,480
mar.2005	17.258,03	47,95%	1,479
jun.2005	17.338,19	47,27%	1,473
sep.2005	17.602,87	45,05%	1,451
dic.2005	17.897,11	42,67%	1,427
mar.2006	17.930,95	42,40%	1,424
jun.2006	18.037,38	41,56%	1,416
sep.2006	18.283,67	39,65%	1,396
dic.2006	18.391,20	38,83%	1,388
mar.2007	18.358,62	39,08%	1,391
jun.2007	18.471,59	38,23%	1,382
sep.2007	18.880,94	35,23%	1,352
dic.2007	19.433,23	31,39%	1,314
mar.2008	19.745,59	29,31%	1,293
jun.2008	20.015,09	27,57%	1,276
sep.2008	20.654,24	23,62%	1,236
dic.2008	21.289,51	19,93%	1,199
mar.2009	21.181,38	20,55%	1,205
jun.2009	20.976,14	21,72%	1,217
sep.2009	20.920,59	22,05%	1,220
dic.2009	20.954,92	21,85%	1,218
mar.2010	20.915,72	22,08%	1,221
jun.2010	21.081,48	21,12%	1,211
sep.2010	21.275,88	20,01%	1,200
dic.2010	21.407,56	19,27%	1,193
mar.2011	21.507,28	18,72%	1,187
jun.2011	21.752,25	17,38%	1,174
sep.2011	21.959,89	16,27%	1,163
dic.2011	22.157,71	15,23%	1,152
mar.2012	22.428,30	13,84%	1,138
jun.2012	22.601,15	12,97%	1,130

Periodo	Unidad de fomento (UF)	Var. a Dic. 2015	F.A.4
sep.2012	22.580,96	13,07%	1,131
dic.2012	22.783,16	12,07%	1,121
mar.2013	22.829,59	11,84%	1,118
jun.2013	22.896,87	11,51%	1,115
sep.2013	22.985,59	11,08%	1,111
dic.2013	23.207,35	10,02%	1,100
mar.2014	23.467,74	8,80%	1,088
jun.2014	23.844,11	7,08%	1,071
sep.2014	24.087,45	6,00%	1,060
dic.2014	24.431,12	4,51%	1,045
mar.2015	24.573,69	3,90%	1,039
jun.2015	24.824,46	2,85%	1,029
sep.2015	25.144,81	1,54%	1,015
dic.2015	25.533,13	0,00%	1,000

La actualización de los imprevistos (5%) reflejó el ajuste combinado de los tres rubros de costos directos. Para la actualización del costo indirecto de financiamiento se optó por actualizar la tasa de interés respectiva, indicada en cada ficha, a la tasa de 1,5% vigente en las fichas de 2015.

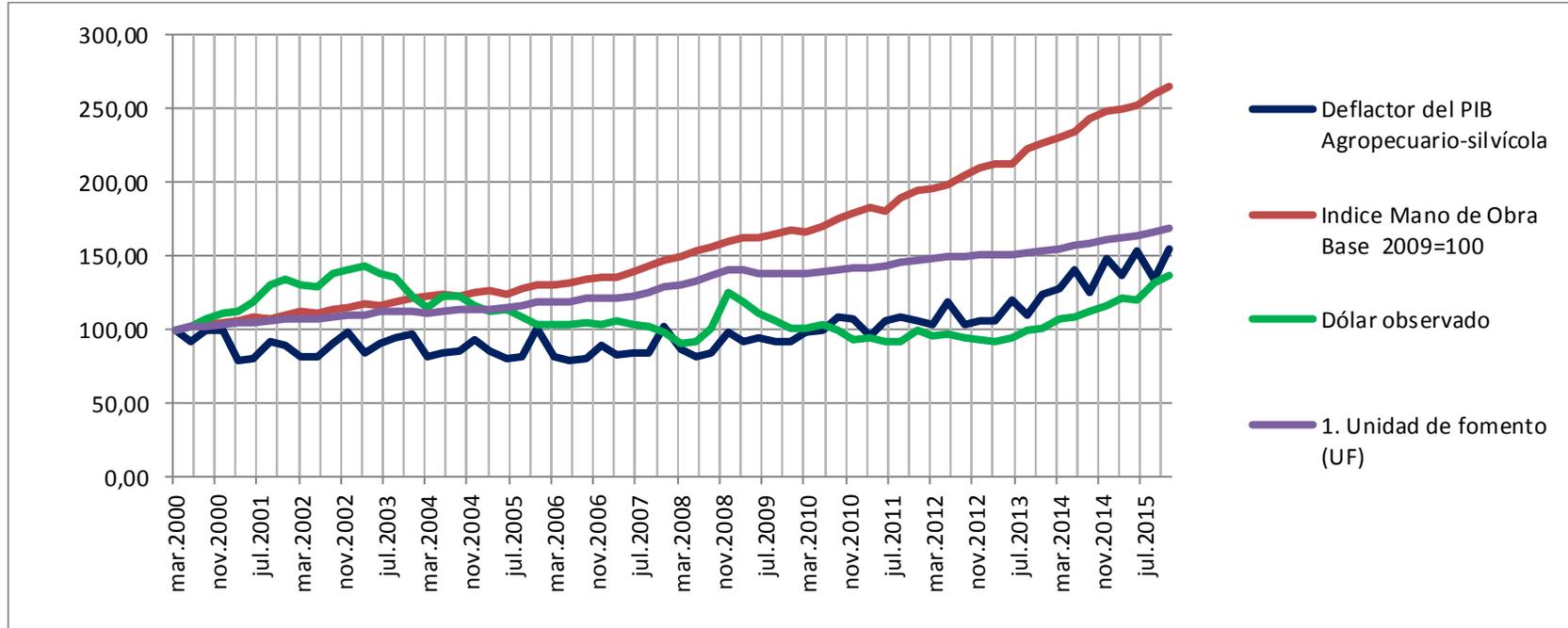
La tabulación con los resultados de las actualizaciones de las fichas a diciembre de 2015 (en realidad al cuarto trimestre de 2015) es presentada en el Anexo 2.

Como resultado de la actualización de las fichas se pudo comprobar un aumento significativo en los márgenes brutos y netos respecto a las fichas originales. Ello se explica principalmente, **por el alto incremento de los precios agropecuarios** a partir de 2008, coincidentes con los problemas generados por la sequía y los aumentos de los precios internacionales de productos agropecuarios.

En general, los precios agrícolas a partir de 2008 han experimentado un fuerte crecimiento que ha ido de la mano con el explosivo aumento del costo de la mano de obra en el mismo periodo, e incluso superando porcentualmente al crecimiento de la UF y del dólar observado.

En el gráfico siguiente se puede observar, para el período 2000 a 2015, la variación del deflactor del PIB, del Índice de Mano de Obra, del US\$ y la Unidad de Fomento.

Gráfico 3-1
Comportamiento entre 2000-15 del Deflactor del PIB, del Índice de Mano de Obra, del US\$ y la UF



Fuente: Elaboración propia en base a estadísticas Banco Central

Del gráfico anterior se desprende que los **precios agrícolas** mantuvieron entre 2000 y 2008 un comportamiento relativamente estable, fluctuando entre un índice de 80 y 100, marcado por las fluctuaciones estacionales. A partir de 2007, pero especialmente desde 2009 los precios agrícolas muestran un marcado incremento, aunque siempre acompañado por las fluctuaciones estacionales. El ascenso es particularmente fuerte desde 2013, y ello se reflejó en las actualizaciones de los precios de los productos en las fichas técnico-económicas.

El **índice de la Mano de Obra no Calificada** muestra un continuado ascenso durante todo el periodo 2000-2015.

El **precio del US\$** muestra un comportamiento bastante fluctuante: con un marcado ascenso entre 2000 y 2003 y a partir de entonces, hasta inicios de 2013, un descenso o estabilización en niveles más bajos. A partir de 2013 ha iniciado una importante aceleración.

Por último, **la UF** ha tenido un alza continuada entre 2000-2015, pero con un nivel bastante más estable, pero menor al de los precios agrícolas desde 2008 a 2015.

En el Anexo 2 se adjuntan además las tabulaciones de las fichas actualizadas a precios sociales. Dado que las fichas originales de ODEPA no incluyen impuestos, el ajuste de los precios y costos actualizados a 2015 a valores sociales sólo requiere de un ajuste del costo de mano de obra por un factor de 0,62 (mano de obra no calificada) y del costo de maquinaria por el factor social de la divisa (1,01).

3.2.3 Ajustes a los beneficios agropecuarios de los proyectos de embalses

Recopilada la información básica sobre los cambios en las estructuras productivas ocurridos en el transcurso de la última década, ya sea por cambios en los precios relativos de los productos agropecuarios o por efectos de la sequía, así como la información sobre las fichas productivas técnico – económicas y sus ajustes, se procedió a diseñar una metodología simplificada para la actualización de los beneficios estimados en los estudios de viabilidad de los proyectos de embalses priorizados en los Términos de Referencia para este Estudio.

Al respecto cabe señalar, que la solución más simple habría consistido en ajustar los flujos de beneficios y costos de la alternativa más rentable de los distintos proyectos analizados, en base a la aplicación de un ajuste de los costos y

beneficios por la variación de la UF entre la fecha del estudio original y su valor en diciembre de 2015.

Sin embargo, se optó por descartar esta solución, porque no respondía a la necesidad de incluir en las actualizaciones, a lo menos en forma muy preliminar, los cambios estructurales (en términos de productos principales y en términos de las superficies cultivadas) que se han producido en la agricultura en las zonas de los proyectos, así como los cambios diferenciados en los precios y costos de los productos.

La metodología propuesta consiste en los siguientes pasos sucesivos:

1. Revisión de los informes de pre-factibilidad o factibilidad (en algunos casos incluso informes de diseños preliminares) de los embalses priorizados para recopilar la información agrológica utilizada en las evaluaciones originales y los flujos de beneficios agropecuarios estimados.
2. Identificación de la situación sin proyecto (ya sea optimizada o sin optimizar) en el estudio original.
3. Identificación de la situación sin proyecto actualizada a 2015 y comparación con la situación original.
4. Identificación de la situación con proyecto actualizada a 2015.
5. Estimación de los flujos sin y con proyectos actualizados a 2015.
6. Cálculo de la rentabilidad del proyecto, en su componente agropecuario.
7. Tratamiento de otros beneficios.

A continuación, se analizan con mayor detalle estos pasos, las dificultades encontradas y las soluciones metodológicas propuestas.

3.2.3.1 Revisión de los informes de pre-factibilidad o factibilidad (en algunos casos incluso informes de diseños preliminares) de los embalses priorizados para recopilar la información agrológica utilizada en las evaluaciones originales y los flujos de beneficios agropecuarios estimados.

El primer paso de la metodología consiste en una revisión exhaustiva de la información sobre la situación agrológica en la zona del proyecto disponible en los estudios originales del proyecto en análisis. Al respecto se encontraron tres tipos de dificultades:

- Los estudios de pre-factibilidad y factibilidad incluyen análisis de alternativas muy diversificadas en su contenido, que dificultan una rápida identificación de la información a utilizar en el proceso de actualización, a saber: localizaciones alternativas para la ubicación y tamaños distintos

para la represa, no siempre acompañada de la información exclusiva para la solución finalmente propuesta.

- Consideración en cada alternativa de un número importante de sub-zonas de irrigación, distintos tamaños de predios tipo en cada zona, y de un número significativo de productos analizados. Esta amplitud en el análisis conlleva como resultado una cierta precisión en la estimación de los beneficios, pero dificulta su actualización en forma rápida, en particular si, como sucede frecuentemente no se presentan cuadros resúmenes sencillos de actualizar.
- La ausencia en algunos casos de anexos o archivos explicativos de los cálculos o de su resumen.

3.2.3.2 Identificación de la situación sin proyecto (ya sea optimizada o sin optimizar) en el Estudio Original.

Punto de partida para la actualización de los beneficios agropecuarios de cada uno de los embalses analizados es el análisis de la situación sin proyecto (ya sea optimizada o sin optimizar, aspecto cuya información difiere entre los diversos proyectos) en el Estudio Original.

La principal información a recabar para una simplificada actualización es **la estructura productiva en la zona del proyecto, incluyendo las superficies cultivadas por tipo de producto y sin cultivo en el año 0 de la evaluación original.**

Un modelo para dicha estructura en la situación sin proyecto es presentado en el Cuadro siguiente, donde se muestra la Estructura Productiva sin proyecto actual y optimizada del Embalse Murallas Viejas, establecida como ejemplo.

Cuadro 3-14
Estructura Productiva Original Sin Proyecto (Situación Actual y Optimizada) del Embalse Murallas Viejas

Rubros	Situación Actual y Optimizada (Ha)	Situación Actual y Optimizada (%)
Uva de Mesa	203,33	5,65%
Huerto casero	20,00	0,56%
Nogales	49,28	1,37%
Naranjos	32,76	0,91%
Mandarinos	63,00	1,75%
Paltos	81,52	2,27%
Total Frutales	449,89	12,51%
Trigo	24,35	0,68%
Melón		
Cebolla		
Ajo		
Pimentón		
Maíz Choclero	7,36	0,20%
Tomate		

Rubros	Situación Actual y Optimizada (Ha)	Situación Actual y Optimizada (%)
Papas		
Chacra casera	53,23	1,48%
Total Cultivos	84,94	2,36%
Alfalfa	51,96	1,44%
Pradera Natural	833,69	23,18%
Total Praderas	885,65	24,62%
Ind. productiva	111,05	3,09%
Otros suelos	2.065,66	57,42%
TOTAL	3.597,19	100,00%

Fuente: Elaboración propia en base a estudio de Factibilidad Embalse Murallas Viejas.

A fin de facilitar el proceso de actualización se ha decidido agrupar los distintos productos considerados por grupos de productos de mayor o menor homogeneidad, por ejemplo; cereales, leguminosas, tubérculos, frutales (secos, cítricos, pomáceas, exóticos, carozos, paltos, olivos y vid), hortalizas (choclo, lechuga) y elegir un producto representativo para cada grupo, de modo de analizar un número reducido de productos, pero suficiente para efectos de medir beneficios, en cuanto a su rentabilidad que brindan en la situación sin proyecto.

3.2.3.3 *Identificación de la situación sin proyecto a 2015 y comparación con la situación original.*

La idea original del proceso de actualización era utilizar la estructura de producción de 2015 (o del año más cercano) como nueva situación sin proyecto, a fin de incorporar a través de este procedimiento los cambios ocurridos desde la fecha del Estudio Original a la evaluación actual. Por ello se puso especial énfasis en identificar los cambios estructurales ocurridos entre 2007 y 2015.

Sin embargo, los análisis efectuados para los primeros proyectos revisados mostraron que entre las dos situaciones sin proyecto (año del estudio original y 2015) existían diferencias importantes, en especial cuando el estudio original se había realizado en una fecha cercana a 2015.

Estos problemas se originan principalmente para representar la situación del área del proyecto en el año 2015, considerando una estructura productiva de una zona regional mucho más amplia que el área del estudio original, la que combina una gran cantidad de condiciones productivas y productos, que si bien representan la situación a 2015, pueden no coincidir con las condiciones estimadas para un área de menor tamaño y con una estructura de cultivos distinta respecto al promedio regional. Dos ejemplos al respecto son presentados a continuación, en donde se muestra la estructura original sin proyecto del Embalse El Canelillo y Bollenar, y su comparación con la situación sin proyecto a 2015.

Cuadro 3-15
Comparación de la Estructura Productiva Sin Proyecto del estudio original y su situación a 2015, Embalse El Canelillo

Cultivos	Estructura Prod. Situación Original		Estructura Prod. Regional 2015	
	Área Total (ha)	Área Total (%)	Área Total (ha)	Área Total (%)
Frutales	339,4	20,9%	27.776,1	72,7%
Palto	143,0	8,8%	5.024,0	13,1%
Olivo	44,5	2,7%	3.719,5	9,7%
Vid de mesa	0,0	0,0%	8.721,6	22,8%
Limonero		0,0%	1.244,7	3,3%
Almendro		0,0%	1.178,1	3,1%
Otros Frutales	151,9	9,3%	7.888,1	20,6%
Cereales	365,3	22,5%	166,0	0,4%
Trigo	365,3	22,5%	166,0	0,4%
Chacras	58,4	3,6%	2.343,0	6,1%
Papa Guarda	58,4	3,6%	2.244,0	5,9%
Hortalizas	226,1	13,9%	7.667,0	20,1%
Choclo	63,1	3,9%	567,9	1,5%
Zapallo Guarda		0,0%	41,8	0,1%
Lechuga	0,0	0,0%	2.172,8	5,7%
Tomate		0,0%	293,5	0,8%
Otras Hortalizas	162,9	10,0%	4.590,9	12,0%
Praderas y Forrajeras	635,9	39,1%	272,0	0,7%
Alfalfa	292,9	18,0%	0,0	0,0%
Cebada	100,8	6,2%	272,0	0,7%
Maíz Silo	131,7	8,1%	0,0	0,0%
Avena	110,5	6,8%	0,0	0,0%
Total Superficie Cultivo	1.625,0	100,0%	38.224,1	100,0%
Sin Cultivar (Pradera Natural)	32.798,2		0,0	0,0%

Fuente: elaboración propia en base a estudio de prefactibilidad Embalse El Canelillo y ODEPA.

En líneas achuradas se señalan las significativas diferencias entre las estructuras de los estudios originales y las estructuras que se derivan del análisis actual a nivel regional. Cabe destacar que la gran diferencia en área total entre la estructura original y del año 2015 se debe a que la primera corresponde al área asociada al área de influencia del embalse y la segunda corresponde al total regional.

Cuadro 3-16
Comparación de la Estructura Productiva Sin Proyecto del estudio original y su situación a 2015, Embalse Bollenar.

Cultivos	Estructura Prod. Situación Original		Estructura Prod. Regional 2015	
	Área Total (ha)	Área Total (%)	Área Total (ha)	Área Total (%)
Frutales	3.886,6	29,5%	77.303,2	47,8%
Cerezo	178,5	1,4%	8.674,7	5,4%
Ciruelo europeo	380,6	2,9%	7.776,9	4,8%
Duraznero	747,2	5,7%	5.074,8	3,1%
Subtotal Carozo	1.306,4	9,9%	29.186,7	18,1%
Vid de mesa	905,9	6,9%	12.363,8	7,6%
Subtotal Especial	905,9	6,9%	17.863,4	11,0%
Kiwi	110,1	0,8%	3.054,4	1,9%
Subtotal Exótico	110,1	0,8%	3.950,7	2,4%
Manzano rojo	672,3	5,1%	6.160,4	3,8%
Subtotal Pomáceas	672,3	5,1%	14.243,4	8,8%
Nogal	891,9	6,8%	5.527,0	3,4%
Subtotal Secos	891,9	6,8%	7.980,6	4,9%
Tradicionales	974,6	7,4%	74.663,0	46,2%
Maíz	974,6	7,4%	46.206,0	28,6%
Hortalizas	481,2	3,7%	9.730,8	6,0%
Zapallo	210,5	1,6%	5.865,0	3,6%
Tomate	270,7	2,1%	2.383,6	1,5%
Forraje	805,9	6,1%	0,0	0,0%
Secano	7.023,9	53,3%	0,0	0,0%
Total Superficie Cultivo	13.172,3	100,0%	161.697,0	100,0%

Fuente: elaboración propia en base a estudio de prefactibilidad Embalse Bollenar y ODEPA.

Como se aprecia de los cuadros anteriores, en el caso del Embalse El Canelillo, se producen diferencias muy importantes entre la situación sin proyecto del estudio de prefactibilidad original y la estructura productiva del año 2015 construida con datos de ODEPA, en particular para los cultivos de vid de mesa y cereales, los cuales se destacan en línea achurada. En el caso del Embalse Bollenar, se produce una diferencia importante en la superficie destinada a cultivos tradicionales y frutales. Una vez más se destaca que la gran diferencia que existe en área total entre la estructura original y la del año 2015 se debe a que la primera corresponde al área de influencia del embalse y la segunda corresponde al total regional.

A consecuencia de lo anterior, se ha decidido utilizar como situación sin proyecto aquella de año 0 del Estudio Original, en especial si la distancia a 2015 es pequeña. En cambio, para casos en que el estudio original es de años previos a 2010 ajustará la situación original a una más representativa del año 2015, centrando la atención en los diferentes grupos de productos y sus productos más representativos.

3.2.3.4 *Identificación de la Situación con Proyecto*

El análisis de la situación con proyecto implica la estimación de una variedad importante de cambios que origina la mayor y regular disponibilidad de agua para riego: entre ellos podemos mencionar cambios en la estructura de productos cultivados y sus superficies, cambios en los rendimientos y cambios en los márgenes de utilidad por ha cultivada por la introducción de cultivos más rentables. En consecuencia, la determinación de los beneficios para la situación con proyecto implica una gran variedad de supuestos relativos a la nueva estructura de productos, sus áreas de cultivo, los posibles plazos de incorporación de los nuevos cultivos, sus rendimientos y finalmente su rentabilidad, en base a los cambios en los márgenes de utilidad por ha.

Como ya se ha señalado, para la estimación de esta variedad de factores los estudios originales se sustentan en una gran gama de estudios básicos y supuestos, basados en estructuras y fichas particulares, encuestas en sub-zonas del proyecto y entre distintos estratos de productores.

Por los plazos disponibles y los objetivos de este estudio, no corresponde realizar una actualización de todos estos factores para cada uno de los proyectos a analizar en este estudio, y por ello se optó por adoptar como situación futura con proyecto aquella propuesta en el Estudio Original, por su mayor nivel de detalle en el análisis de los distintos factores, en especial de los recursos de agua necesarios para la incorporación de nuevos cultivos, la investigación de los posibles tiempos de incorporación de dichos cultivos, y una investigación más ajustada a la realidad para los rendimientos en la zona del proyecto, que aquellas propuestas en las fichas regionales de ODEPA.

El procedimiento utilizado consistió en identificar la estructura productiva (y su producto más representativo) de los proyectos originales, y se actualizaron sus beneficios a diciembre de 2015 ajustando sus márgenes netos.

En el cuadro siguiente, se muestra un ejemplo de la estructura productiva, agrupada por cultivo representativo, en las situaciones sin y con proyecto para el Embalse Bollenar.

Cuadro 3-17
Comparación de la Estructura Productiva Sin Proyecto y Con Proyecto del estudio original, por cultivo representativo, Embalse Bollenar.

Cultivo representativo	Situación sin proyecto		Situación con proyecto	
	Superficie (ha)	Proporción (%)	Superficie (ha)	Proporción (%)
Secano	7.023,92	53,2%	5.699,4	43,3%
Forraje	805,92	6,1%	695,5	5,3%
Cerezo	177,22	1,3%	291,3	2,2%
Ciruelo europeo	377,84	2,9%	521,2	4,0%
Duraznero	741,76	5,6%	896,3	6,8%
Vid de mesa	899,24	6,8%	1.313,9	10,0%
Kiwi	109,33	0,8%	117,4	0,9%
Manzano rojo	667,38	5,1%	811,0	6,2%
Nogal	885,42	6,7%	1.166,9	8,9%
Zapallo	237,12	1,8%	541,4	4,1%
Tomate	304,94	2,3%	626,8	4,8%
Maíz	974,6	7,4%	478,5	3,6%
Total	13.204,7	100,0%	13.159,7	100,0%

Fuente: Elaboración propia en base a estudio de prefactibilidad Embalse Bollenar y ODEPA.

Tal como se observa en el cuadro anterior, el total de la superficie en la situación con proyecto es levemente menor que aquella superficie en situación sin proyecto, lo cual aparentemente es un contrasentido. Sin embargo si se analiza la superficie de secano, ésta disminuye drásticamente en situación con proyecto en comparación a la situación sin proyecto⁶. Estas cifras significan que el embalse en la situación proyectada, cambiaría la estructura de cultivo en situación futura por cultivos más rentables y con mayor demanda de agua segura.

Un posible ajuste corresponde a la inclusión de una deducción adicional de los márgenes derivados de la información de ODEPA por la incorporación de mayores costos indirectos.

3.2.3.5 Estimación de los flujos sin y con proyecto

A partir de la información general recopilada del Estudio Original sobre las condiciones sin y con proyecto y su actualización a 2015 (ya sea por cambios en las estructuras productivas, cuando el proyecto original es muy antiguo, o solo por cambios en los márgenes de beneficios por ha cuando es cercano al 2015) se estiman los nuevos flujos de beneficios netos agropecuarios para el proyecto en análisis, que deberán ser confrontados con las actualizaciones efectuadas a los costos del proyecto.

⁶ La diferencia de 0,34% respecto a la superficie de la situación sin proyecto se debe fundamentalmente al cambio en la estructura de cultivos, priorizando en la situación futura aquellos cultivos que son más rentables.

3.2.3.6 *Tratamiento de otros beneficios*

Los proyectos analizados presentan diferencias en cuanto a la incorporación de otros beneficios, entre ellos especialmente aquellos derivados de la posible utilización de energía hidroeléctrica como otro propósito de los proyectos. La propuesta fue actualizar los beneficios y costos de estas componentes a través del valor de la UF.

Sin embargo, finalmente se acordó con la Inspección Fiscal que la actualización de las evaluaciones de los proyectos se centre primordialmente en la componente agropecuaria, para no producir distorsiones por otros beneficios.

3.3 ACTUALIZACIÓN DE COSTOS E IDENTIFICACIÓN DE PARTIDAS RELEVANTES

Como primera actividad se recopiló la información del proyecto base. Se analizó el presupuesto de las obras para aquella alternativa de tamaño de embalse que resultó más conveniente en el estudio de prefactibilidad (en los casos de estudios CNR) y de factibilidad y diseño (para los estudios DOH).

Se identificaron los costos de las obras civiles (presa y canales), los costos de operación y mantenimiento, los costos de las expropiaciones y los costos ambientales que se derivan de las medidas de mitigación por impactos ambientales debido a la construcción de las obras.

Los proyectos de embalses a analizar se ubican en distintas regiones del país, en diferentes localidades dentro de una misma región, con disímiles capacidades y tamaños del embalse, tipologías de obras, materiales y cantidades de obras, etc. Lo anterior, hace muy difícil encontrar o proponer una metodología de actualización de los costos asociados a la construcción de estas obras, como por ejemplo, un polinomio de distintas variables de costos. Es por este motivo que se propuso la actualización de los costos de las obras considerando el reajuste de la Unidad de Fomento.

Para efectos de identificar las partidas relevantes del costo de la iniciativa se definieron 3 ítems asociados a la obra de embalse (Presa, obra de desvío y entrega y el vertedero) y las otras partidas típicas de este tipo de obras, como la Instalación de faenas, el mejoramiento de canales, las modificaciones viales, expropiaciones y los costos asociados a las medidas de mitigación. En el cuadro siguiente se presenta a manera de ejemplo, el porcentaje de incidencia de cada partida con respecto al costo directo del total de las obras, en donde se aprecia claramente para el caso del embalse Bollenar en la Región de O'Higgins que el

costo de la presa es el de mayor incidencia representando casi el 45% del total. La incidencia menor corresponde en este caso, al plan de manejo ambiental con el 1,3%.

Cuadro 3-18

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	EMBALSE BOLLENAR	
		PRECIO TOTAL(\$)	(%)
1	Instalaciones de faena	795.000.000	3,0
2	Presa	11.943.558.151	44,7
3	Obras de desvío y entrega	3.442.476.507	12,9
4	Vertedero	2.065.541.266	7,7
5	Mejoramiento de canales	4.636.767.364	17,4
6	Modificación red vial	2.114.408.730	7,9
7	Expropiaciones	1.372.087.752	5,1
8	Plan de manejo ambiental	347.997.859	1,3
Subtotal costo directo		26.717.837.628	100,0
Gastos generales y utilidades		11.405.587.444	
Costo total(\$)		38.123.425.072	

El resumen de los resultados de las actualizaciones de los costos de inversión de los proyectos analizados es presentado en el Cuadro siguiente.

Cuadro 3-19
Resumen de los Costos Actualizados de los Proyectos Analizados

Nombre de Iniciativa	Proyecto Original			Actualización dic-2015	
	Año	Precios Privados	Precios Sociales	Precios Privados	Precios Sociales
		(MM\$)	(MM\$)	(MM\$)	(MM\$)
Construcción Embalse Umirpa Camarones	mar-12	12.217	10.750	13.893	12.226
Construcción Embalse Pintanane Quebrada de Aroma, Comuna de Huara	ene-14	25.553	24.642	28.095	27.093
Construcción Embalse de Cabecera Río El Carmen (15 Hm3). Alto del Carmen.	ago-11	20.853	19.261	24.350	22.491
Construcción Embalse La Tranca en Río Cogotí	abr-11	75.215	68.956	89.859	82.382
Construcción Embalse Murallas Viejas, Combarbalá	jun-09	45.741	43.328	56.002	53.047
Construcción Embalse El Canelillo	dic-07	66.632	59.811	87.021	78.113
Construcción Embalse Rapel	oct-10	22.072	20.562	26.440	24.631
Construcción Embalse Catemu en Valle del Aconcagua	ene-14	131.244	122.149	143.515	133.570
Construcción Obras de Regulación Valle de Petorca. Embalse Las Palmas	jun-16			24.931	23.185
Habilitación Compuertas Embalse Aromos	ene-14	38.390	35.703	41.979	39.041
Mejoramiento Embalse Bollenar	dic-11	38.123	30.142	45.561	36.353
Construcción Embalse Codegua	dic-13	33.938	28.204	37.383	31.067
Construcción Sistema de Regadío Embalse El Parrón	jul-12	37.126	30.646	42.138	34.783
Construcción Embalse Empedrado	sep-10	5.818	5.553	6.988	6.669
Construcción Sistema Embalse Achibueno	jul-13	235.463	203.879	262.941	227.672
Construcción Embalse de Riego Huedque	abr-12	34.117	29.541	39.234	33.972
Construcción Sistema Riego Embalse Teno (La Jaula)	jul-13	145.841	119.540	162.866	133.490
Construcción Embalse Punilla	sep-00	119.828	110.279	197.644	181.895

Nombre de Iniciativa	Proyecto Original			Actualización dic-2015	
	Año	Precios Privados	Precios Sociales	Precios Privados	Precios Sociales
		(MM\$)	(MM\$)	(MM\$)	(MM\$)
Construcción Embalse Cautín	oct-12	531.360	525.490	601.248	594.606
Embalse Gualleco VII Región	dic-03	1.208	1.141	1.831	1.729
Embalse Tabunco VII Región	ene-02	1.050	992	1.659	1.566

3.4 DETERMINACIÓN DE LAS RENTABILIDADES ACTUALIZADAS DE LOS PROYECTOS ANALIZADOS.

La evaluación final de la actualización comprende básicamente la comparación de los flujos de beneficios de la componente agropecuaria del proyecto, con los componentes de costos indispensables para la concreción de dichos beneficios.

3.4.1 Definiciones especiales para la determinación de las rentabilidades actualizadas de los Proyectos: Horizonte de Evaluación y Valores Residuales

Previo a la actualización de las rentabilidades de los diversos proyectos analizados fue necesario definir los aspectos adicionales con la Inspección fiscal:

- El primero corresponde al horizonte total de evaluación del proyecto, en específico si el horizonte comprende 30 años, incluyendo los plazos de construcción, lo que puede reducir significativamente el plazo para los beneficios, o si el plazo es de 30 años de beneficios, adicionales al plazo de construcción. Respecto a lo anterior, se puede indicar que en forma conceptual los beneficios empiezan al terminar la construcción, luego de la marcha blanca, e iniciar la operación de la obra.
- El segundo tema corresponde a la inclusión o exclusión de un Valor Residual del proyecto al cabo del horizonte de evaluación finalmente definido. Al respecto se acordó con la Inspección Fiscal excluir el Valor Residual del Análisis.

3.4.2 Resultados del análisis de costos y beneficios

La actualización de costos y beneficios se utiliza finalmente para determinar la rentabilidad del proyecto considerando una situación actualizada a diciembre de 2015.

La evaluación final de cada proyecto integra las actualizaciones de los beneficios y costos, para calcular el VAN actualizado, la TIR actualizada y el IVAN

actualizado. La tasa de descuento a utilizar es de 6%, como lo recomienda MIDESO.

La herramienta para el trabajo de actualización de los beneficios y costos de los proyectos se apoya en una planilla de evaluación que se diseñó siguiendo la metodología de este informe. Esta planilla cuenta con las siguientes secciones.

- 1) **Obras Civiles Originales:** Los costos de inversión y mantención, tanto privados como sociales, de obras civiles que se encuentran en el estudio original.
- 2) **Obras Civiles Actualizadas:** Actualización de los costos de inversión y mantención, tanto privados como sociales, a pesos de diciembre del 2015.
- 3) **Cultivos:** los ingresos, costos y márgenes, de los cultivos representativos en el proyecto, a precios sociales y precios privados. Estos valores provienen del archivo Fichas.xls, que a su vez está construido basado en información de ODEPA, y se eligen de acuerdo al cultivo y la región del proyecto (o, en caso de no existir información de esta región en ODEPA, la región más cercana y asemejable).
- 4) **EP Original:** Estructura Productiva desarrollada en el proyecto original, y la correspondencia de cada cultivo del proyecto original con un cultivo representativo, en situación sin proyecto y con proyecto.
- 5) **EP Representativa:** La Estructura Productiva calculada en función de los cultivos representativos, en situación sin proyecto, con proyecto y la variación.
- 6) **Factores:** corresponde a los factores de expansión de las distintas variables, provenientes de los proyectos originales: a) tasa de incorporación de nuevos cultivos. b) Factores de crecimiento de ingresos y de costos por cultivo. Estos factores pueden estar separados por tipo de predio, en cuyo caso se construye un factor promedio ponderado. En algunos casos, estos factores no se reportan o no se encuentran en los estudios originales, por lo que se estimaron con factores de expansión lineal.
- 7) **Flujo Agrícola:** la cantidad de hectáreas por cultivo representativo para cada año en el horizonte temporal, tanto en la situación sin proyecto (se mantiene constante), como en la situación con proyecto (utilizando la tasa de incorporación de nuevos cultivos). Además, se reporta el crecimiento por proyecto en cada año.
- 8) **Beneficios Agrícolas Sin Proyecto Actualizados a 2015:** resultado de la multiplicación del Flujo Agrícola por cultivo representativo y por año, en la situación sin proyecto, por los ingresos, costos y márgenes de cada cultivo representativo. En precios privados y sociales.
- 9) **Beneficios Agrícolas Con Proyecto Actualizados a 2015:** resultado de la multiplicación del Flujo Agrícola por cultivo representativo y por año, en la

situación con proyecto, por los ingresos, costos y márgenes de cada cultivo representativo. En precios privados y sociales.

10) **Rentabilidad:** flujos de fondo del proyecto. (ingresos incrementales agrícolas, costos de inversión y costos de mantención) y los indicadores de evaluación (VAN, TIR, IVAN, Año óptimo de inversión).

11) **Flujo de caja:** un cuadro resumen del flujo de caja por tipo de ingreso/costo.

A continuación se presenta a manera de ejemplo los resultados de la actualización del proyecto de embalse Bollenar.

Costos de las obras

Costo de inversión (dic 2011)		Factor de actualización	Costo de inversión (dic 2015)	
M\$ privados	M\$ sociales		M\$ privados	M\$ sociales
38.123	30.142	1,1536	45.561	36.353

Rentabilidad del proyecto

Situación base dic 2011

TIR del Perfil de proyecto	11,0%
VAN, a tasa social de descuento del 6%	33.011 millones de pesos
IVAN	2,29

Situación actualizada dic 2015

TIR del Perfil de proyecto	11,9%
VAN, a tasa social de descuento del 6%	48.555 millones de pesos
IVAN	1,37

El resumen de los resultados de las evaluaciones originales y actualizadas de los proyectos analizados es presentado en los cuadros siguientes.

Cuadro 3-20
Resumen de las rentabilidades originales de los proyectos analizados

Nombre de Iniciativa	Precios privados proyecto original					Precios sociales proyecto original			
	Año	Inversión	TIR	VAN	IVAN	Inversión	TIR	VAN	IVAN
		(MM\$)	(%)	(MM\$)		(MM\$)	(%)	(MM\$)	
Construcción Embalse Umirpa Camarones	mar-12	12.217	4,7	-8.605	-	10.750	6,9	1.652	0,15
Construcción Embalse Pintanane Quebrada de Aroma, Comuna de Huara	ene-14	25.553	-3,8	-25.247	-	24.044	-3,7	-24.152	-
Construcción Embalse de Cabecera Río El Carmen (15 Hm3). Alto del Carmen.	ago-11	20.853	7,5	-14.000	-	19.261	8,1	7.195	0,37
Construcción Embalse La Tranca en Río Cogotí	abr-11	75.215	7,7	25.161	0,33	68.956	9,5	51.603	0,75
Construcción Embalse Murallas Viejas, Combarbalá	jun-09	45.741	9,7	35.751	0,78	43.328	11,6	54.408	1,26
Construcción Embalse El Canelillo	dic-07	66.632	10,9	56.484	0,84	59.811	13,2	103.314	1,73
Construcción Embalse Rapel	oct-10	22.072	9,7	6.171	0,20	20.562	10,5	8.965	0,44
Construcción Embalse Catemu en Valle del A:oncagua	ene-14	131.244	12,3	58.548	0,45	122.149	15,7	392.953	3,22
Construcción Obras de Regulación Valle de Petorca. Embalse Las Palmas	jun-16	-	-	-	-	-	7,3	23.372	-
Habilitación Compuertas Embalse Aromos	ene-14	38.390	3,6	-23.706	-	35.703	6,3	1.492	0,04
Mejoramiento Embalse Bollenar	dic-11	38.123	6,3	20.975	0,55	30.142	11	33.011	1,10
Construcción Embalse Codegua	dic-13	33.938	6,9	-15.351	-	28.204	10	20.729	0,73
Construcción Sistema de Regadío Embalse El Parrón	jul-12	37.126	4,4	-10.787	-	30.646	8,5	11.429	0,37
Construcción Embalse Empedrado	sep-10	5.818	4,8	-1.967	-	5.553	7,1	806	0,15
Construcción Sistema Embalse Achibueno	jul-13	235.463	4,9	-180.552	-	203.879	7	41.085	0,20
Construcción Embalse de Riego Huedque	abr-12	34.117	5,9	-20.886	-	29.541	6,1	702	0,02
Construcción Sistema Riego Embalse Teno (La Jaula)	jul-13	145.841	-	-	-	119.540	13,6	461.939	3,86
Construcción Embalse Punilla	sep-00	119.828	14,3	63.499	0,53	110.279	16,9	62.290	0,56
Construcción Embalse Cautín	oct-12	531.360	8,2	-	-	525.490	12,4	-	0,00
Embalse Gualleco VII Región	dic-03	1.208	7	-141	-	1.141	8,2	27	0,02
Embalse Tabunco VII Región	ene-02	1.050	-	-	-	992	-	-	-

- : sin información

Cuadro 3-21
Resumen de las rentabilidades actualizadas de los proyectos analizados

Nombre de Iniciativa	Precios privados actualizados 2015					Precios sociales actualizados 2015				
	Inversión	TIR	VAN	IVAN	Momento óptimo inversión	Inversión	TIR	VAN	IVAN	Momento óptimo inversión
	(MMS)	(%)	(MMS)			(MMS)	(%)	(MMS)		
Construcción Embalse Umirpa Camarones	13.893	1,3	-7.862	-	2022	12.226	4,0	-3.454	-	2022
Construcción Embalse Pintanane Quebrada de Aroma. Comuna de Huara	28.095	-	-22.934	-		27.093	-	-19.777	-	2016
Construcción Embalse de Cabecera Río El Carmen (15 Hm ³) Alto del Carmen.	24.350	0,9	-12.121	-	2019	22.491	3,2	-6.890	-	2019
Construcción Embalse La Tranca en Río Cogotí	89.859	6,7	8.382	0,11	2020	82.382	11,2	63.160	0,92	2020
Construcción Embalse Murallas Viejas. Combarbalá	56.002	11,4	57.631	1,00	2020	53.047	15,7	107.107	0,002	2019
Construcción Embalse El Canelillo	87.021	12,8	202.291	1,35	2021	78.113	18,6	410.862	2,98	2020
Construcción Embalse Rapel	26.440	13,7	36.560	1,38	2019	24.631	18,2	61.757	2,51	2019
Construcción Embalse Catemu en Valle del Aconcagua	143.515	2,4	-56.599	-	2021	133.570	6,9	15.976	0,13	2020
Construcción Obras de Regulación Valle de Petorca Embalse Las Palmas	24.931	6,9	-10.832	-	2016	23.185	11,5	68.419	1,52	2016
Habilitación Compuertas Embalse Aromos	41.979	3,8	-10.832	-	2020	39.041	8,9	12.753	0,40	2020
Mejoramiento Embalse Bollenar	45.561	9,0	24.201	0,54	2022	36.353	11,9	48.555	1,60	2021
Construcción Embalse Codegua	37.383	6,1	525	0,01	2022	31.067	7,6	11.228	0,63	2022
Construcción Sistema de Regadío Embalse El Parrón	42.138	6,9	7639	0,18	2022	34.783	11,2	42.799	1,26	2022
Construcción Embalse Empedrado	6.988	5,6	-370	-	2021	6.669	9,2	3.643	0,57	2020
Construcción Sistema Embalse Achibueno	262.941	3,3	-120.409	-	2024	227.672	6,8	33.756	0,15	2024
Construcción Embalse de Riego Huedque	39.234	7,8	15.024	0,38	2022	33.972	11,8	59.490	38,86	2022
Construcción Sistema Riego Embalse Teno (La Jaula)	162.866	12,1	320.900	2,00	2022	133.490	17,4	588.571	4,54	2021
Construcción Embalse Punilla	197.644	16,6	503.347	2,33	2016	181.895	21,3	757.383	3,82	2016
Construcción Embalse Cautín	601.248	8,8	218.901	0,40	2020	594.606	12,1	508.067	0,93	2019
Embalse Gualleco VII Región	1.831	9,0	920	0,51	2020	1.729	11,9	1.910	1,12	2019
Embalse Tabunco VII Región	1.659	4,7	-451	-	2019	1.566	9,4	1.239	0,81	2019

-: sin información

Se puede observar que los proyectos analizados son de muy diversa magnitud, existiendo algunos cuya inversión es relativamente baja (El Parrón, Gualleco, Tabunco, etc.), mientras otros son mucho mayores (Punilla, La Jaula, Cautín, etc.).

En una situación de escasez de recursos, en que no todos los proyectos pueden ser desarrollados, el IVAN constituye una herramienta muy ilustrativa, pues permite medir la eficiencia específica de la inversión en la generación del VAN. Desde esa perspectiva, el proyecto Huedque presenta el mayor valor, seguido de Punilla y La Jaula.

Desde el punto de vista de la TIR, los mayores valores corresponden a los proyectos Punilla, La Jaula, Rapel, El Canelillo y Murallas Viejas.

3.5 ORDENACIÓN DE LOS PROYECTOS DE RIEGO CON EVALUACIONES ACTUALIZADAS EN BASE A CRITERIOS DE RENTABILIDAD (VAN O IVAN) Y DE SU MOMENTO ÓPTIMO DE INVERSIÓN.

El resultado esperado de la actualización de los diversos proyectos de embalses planteados en los Términos de Referencia para este Estudio es un flujo de inversiones para cada uno de ellos, acompañado de la determinación de sus indicadores de rentabilidad actualizados (VAN, TIR, IVAN) y del momento óptimo de inversión.

En base a la información anterior, se ordenaron cronológicamente los proyectos, ya sea en base a los VAN o IVAN, o de acuerdo a su momento óptimo de inversión.

En relación al Momento Óptimo existen 2 métodos de cálculo, para los cuales a continuación se transcribe la descripción metodológica de J. Price Gittinger en "Análisis Económico de Proyectos Agrícolas" (págs. 412-13).

"Hay dos métodos generales que se emplean comúnmente para establecer el momento óptimo de empezar un proyecto. La prueba más sencilla para calcular ese momento y probablemente la que más se utiliza en la práctica es el método del rendimiento del primer año... En esta prueba, la corriente de beneficios netos en el primer año en que es positiva se divide por el total de la corriente de beneficios netos en aquellos años en que es negativa. El resultado expresado en términos porcentuales es el rendimiento del primer año. El momento óptimo para comenzar el proyecto es el año más temprano con respecto al cual la corriente de beneficios netos correspondiente a un proyecto iniciado ese año tiene un rendimiento de primer año superior al costo de oportunidad del capital.

El segundo método para determinar el momento oportuno para iniciar un proyecto, un tanto más difícil de calcular que el de la prueba de rendimiento del primer año, pero también el más fácil de interpretar, consiste en calcular el valor actual del proyecto suponiendo que comenzará en años distintos y actualizándolo al costo de oportunidad del capital. Se toma el mismo año T_0 para todos los cálculos de los distintos valores actuales. El proyecto deberá iniciarse en el año en que su valor neto actual sea mayor.”

Cuadro 3-22
Resumen de resultados ordenamiento de los proyectos según TIR

Nombre de Iniciativa	Comuna	Precios sociales actualizados 2015			
		Inversión (MMS)	TIR (%)	VAN (MMS)	IVAN
Construcción Embalse Punilla	Niquén	181.895	21,3	757.383	3,82
Construcción Embalse El Canelillo	Illapel	78.113	18,6	410.862	2,98
Construcción Embalse Rapel	Monte Patria	24.631	18,2	61.757	2,51
Construcción Sistema Riego Embalse Teno (La Jaula)	Teno	133.490	17,4	588.571	4,54
Construcción Embalse Murallas Viejas. Combarbalá	Combarbalá	53.047	15,7	107.107	0,002
Construcción Embalse Cautín	Cautín	594.606	12,1	508.067	0,93
Mejoramiento Embalse Bollenar	Rengo	36.353	11,9	48.555	1,60
Embalse Gualleco VII Región	Curepto	1.729	11,9	1.910	1,12
Construcción Embalse de Riego Huedque	Cauquenes	33.972	11,8	59.490	38,86
Construcción Obras de Regulación Valle de Petorca Embalse Las Palmas	Petorca	23.185	11,5	68.419	1,52
Construcción Embalse La Tranca en Río Cogotí	Cobarbalá	82.382	11,2	63.160	0,92
Construcción Sistema de Regadío Embalse El Parrón	Rauco	34.783	11,2	42.799	1,26
Embalse Tabunco VII Región	Curepto	1.566	9,4	1.239	0,81
Construcción Embalse Empedrado	Empedrado	6.669	9,2	3.643	0,57
Habilitación Compuertas Embalse Aromos	Limache	39.041	8,9	12.753	0,40
Construcción Embalse Codegua	Codegua	31.067	7,6	11.228	0,63
Construcción Embalse Catemu en Valle del Aconcagua	Catemu	133.570	6,9	15.976	0,13
Construcción Sistema Embalse Achibueno	Linares/Longaví	227.672	6,8	33.756	0,15
Construcción Embalse Umirpa Camarones	Camarones	12.226	4,0	-3.454	-
Construcción Embalse de Cabecera Río El Carmen (15 Hm ³) Alto del Carmen.	Alto del Carmen	22.491	3,2	-6.890	-
Construcción Embalse Pintanane Quebrada de Aroma. Comuna de Huara	Huara	27.093	-	-19.777	-

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 3-23
Resumen de resultados ordenamiento de los proyectos según VAN

Nombre de Iniciativa	Comuna	Precios sociales actualizados 2015			
		Inversión	TIR	VAN	IVAN
		(MMS)	(%)	(MMS)	
Construcción Embalse Punilla	Niquén	181.895	21,3	757.383	3,82
Construcción Sistema Riego Embalse Teno (La Jaula)	Teno	133.490	17,4	588.571	4,54
Construcción Embalse Cautín	Cautín	594.606	12,1	508.067	0,93
Construcción Embalse El Canelillo	Illapel	78.113	18,6	410.862	2,98
Construcción Embalse Murallas Viejas. Combarbalá	Combarbalá	53.047	15,7	107.107	0,002
Construcción Obras de Regulación Valle de Petorca Embalse Las Palmas	Petorca	23.185	11,5	68.419	1,52
Construcción Embalse La Tranca en Río Cogotí	Cobarbalá	82.382	11,2	63.160	0,92
Construcción Embalse Rapel	Monte Patria	24.631	18,2	61.757	2,51
Construcción Embalse de Riego Huedque	Cauquenes	33.972	11,8	59.490	38,86
Mejoramiento Embalse Bollenaar	Rengo	36.353	11,9	48.555	1,60
Construcción Sistema de Regadío Embalse El Parrón	Rauco	34.783	11,2	42.799	1,26
Construcción Sistema Embalse Achibueno	Linares/Longaví	227.672	6,8	33.756	0,15
Construcción Embalse Catemu en Valle del Aconcagua	Catemu	133.570	6,9	15.976	0,13
Habilitación Compuertas Embalse Aromos	Limache	39.041	8,9	12.753	0,40
Construcción Embalse Codegua	Codegua	31.067	7,6	11.228	0,63
Construcción Embalse Empedrado	Empedrado	6.669	9,2	3.643	0,57
Embalse Gualleco VII Región	Curepto	1.729	11,9	1.910	1,12
Embalse Tabunco VII Región	Curepto	1.566	9,4	1.239	0,81
Construcción Embalse Umirpa Camarones	Camarones	12.226	4,0	-3.454	-
Construcción Embalse de Cabecera Río El Carmen (15 Hm ³) Alto del Carmen.	Alto del Carmen	22.491	3,2	-6.890	-
Construcción Embalse Pintanane Quebrada de Aroma. Comuna de Huara	Huara	27.093	-	-19.777	-

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 3-24
Resumen de resultados ordenamiento de los proyectos según IVAN

Nombre de Iniciativa	Comuna	Precios sociales actualizados 2015			
		Inversión	TIR	VAN	IVAN
		(MMS)	(%)	(MMS)	
Construcción Embalse de Riego Huedque	Cauquenes	33.972	11,8	59.490	38,86
Construcción Sistema Riego Embalse Teno (La Jaula)	Teno	133.490	17,4	588.571	4,54
Construcción Embalse Punilla	Niquén	181.895	21,3	757.383	3,82
Construcción Embalse El Canelillo	Illapel	78.113	18,6	410.862	2,98
Construcción Embalse Rapel	Monte Patria	24.631	18,2	61.757	2,51
Mejoramiento Embalse Bollenaar	Rengo	36.353	11,9	48.555	1,60
Construcción Obras de Regulación Valle de Petorca Embalse Las Palmas	Petorca	23.185	11,5	68.419	1,52
Construcción Sistema de Regadío Embalse El Parrón	Rauco	34.783	11,2	42.799	1,26
Embalse Gualleco VII Región	Curepto	1.729	11,9	1.910	1,12
Construcción Embalse Cautín	Cautín	594.606	12,1	508.067	0,93
Construcción Embalse La Tranca en Río Cogotí	Cobarbalá	82.382	11,2	63.160	0,92
Embalse Tabunco VII Región	Curepto	1.566	9,4	1.239	0,81
Construcción Embalse Codegua	Codegua	31.067	7,6	11.228	0,63
Construcción Embalse Empedrado	Empedrado	6.669	9,2	3.643	0,57
Habilitación Compuertas Embalse Aromos	Limache	39.041	8,9	12.753	0,40
Construcción Sistema Embalse Achibueno	Linares/Longaví	227.672	6,8	33.756	0,15
Construcción Embalse Catemu en Valle del Aconcagua	Catemu	133.570	6,9	15.976	0,13
Construcción Embalse Murallas Viejas. Combarbalá	Combarbalá	53.047	15,7	107.107	0,002
Construcción Embalse Umirpa Camarones	Camarones	12.226	4,0	-3.454	-
Construcción Embalse de Cabecera Río El Carmen (15 Hm ³) Alto del Carmen.	Alto del Carmen	22.491	3,2	-6.890	-
Construcción Embalse Pintanane Quebrada de Aroma. Comuna de Huara	Huara	27.093	-	-19.777	-

Fuente: Elaboración propia.

Tal como se observan en los cuadros anteriores, si se considera como ordenamiento de los proyectos la TIR, Van e IVAN se observa que se repite en los primeros lugares el Embalse Punilla, Embalse El Canelillo, Embalse Rapel, Sistema Riego Embalse Teno y Murallas Viejas. Para el caso del Embalse Huedque para el caso del ordenamiento por IVAN se observa una cifra que puede

considerarse anómala. También se observa que los proyectos al final de la lista se repiten al ordenarlo por los tres parámetros considerados.

3.6 ESTIMACIÓN Y CALENDARIZACIÓN DE LOS RECURSOS DE INVERSIÓN FUTURA PARA UN PROGRAMA DE INVERSIÓN A 2035

Uno de los objetivos principales de la Etapa II del Estudio de Requerimientos Hídrico de Largo Plazo es la definición de una cartera de proyectos y su calendarización futura que se enmarque en los probables recursos de inversión disponibles para obras hidráulicas, de modo de poder contar con información más ajustada sobre sus reales posibilidades de realización hasta 2035.

Para ello se ha diseñado una metodología consistente en los siguientes pasos:

1. Proyección de los posibles recursos del MOP para inversiones entre 2017-2035 en tres escenarios alternativos: tendencial, optimista y deprimido.
2. Proyección de los recursos de inversión hasta 2035 para la Dirección de Obras Hidráulicas y para proyectos de Agua Potable Rural, también en tres escenarios alternativos: tendencial, optimista y deprimido.⁷
3. Estimación de los recursos de inversión necesarios para iniciativas distintas de obras de riego como la conservación de las infraestructuras de todo tipo existentes, inversiones en aguas lluvias, en defensas fluviales y en control aluvional.
4. Estimación de los recursos disponibles para obras de riego en ejecución y nuevas hasta 2035, descontando los recursos de inversión ya comprometidos para los proyectos de Valle Hermoso, Punilla y Chironta (situación base 2016).
5. Calendarización de todos los proyectos de riego con evaluaciones actualizadas en el marco del presente Estudio, en base a criterios de rentabilidad (VAN o IVAN) y de su momento óptimo de inversión.
6. Estimación de los recursos totales necesarios anualmente hasta 2035 en base a la calendarización por momento óptimo y comparación con las estimaciones de posibles recursos de inversión para obras de riego disponibles.
7. Ajuste de la calendarización de los proyectos a los recursos totales disponibles.

A continuación, se analiza la información y los resultados para los pasos anteriores.

⁷Conceptualmente la DOH tiene tres tipos de obras más el APR: i) obras de drenaje de aguas lluvias, ii) obras de manejo de cauces (incluye defensas fluviales y control aluvional) y, iii) obras de riego.

3.6.1 Proyección de los posibles recursos del MOP para inversiones entre 2016-2035 en tres escenarios alternativos

Para la proyección de los posibles recursos para inversiones del MOP entre 2015-2035 en tres escenarios alternativos se ha considerado una metodología que relaciona la inversión histórica del MOP con el PIB, tanto a precios corrientes como a precios de 2015. A partir de esa información se proponen tres escenarios alternativos de desarrollo del PIB y de los recursos de inversión para el MOP. El procedimiento considera los siguientes pasos sucesivos:

- El análisis histórico del PIB a pesos corrientes y constantes,⁸ y a partir de ellos la determinación de tres posibles escenarios (tendencial, deprimido y optimista)⁹ para su proyección para el periodo 2015-2035.
- El análisis de la relación histórica de la inversión del MOP en moneda corriente y en \$ de 2015 con respecto al PIB en \$ corrientes y en \$ de 2015, y a partir de ello la determinación de tres escenarios (tendencial, deprimido y optimista) para el posible comportamiento futuro de esta relación.
- La determinación de los posibles recursos de inversión futuros del MOP a partir de la combinación de los tres escenarios del desarrollo del PIB (a \$ corrientes y a \$ constantes de 2015) y los tres escenarios de comportamiento de la relación inversión MOP/PIB.

La información sobre la inversión histórica del MOP desde 1990 a 2015 fue suministrada por la DIRPLAN tanto en moneda de cada año como en \$ de 2015. La información del PIB (y de la Formación Bruta de Capital Fijo, FBCF) proviene de las estadísticas de Cuentas Nacionales del Banco Central.

3.6.1.1 *Desarrollo histórico y proyección del PIB a precios constantes y corrientes*

El cuadro a continuación muestra el desarrollo de las estadísticas para el PIB y la FBCF para el periodo 1990-2015 a precios corrientes y a precios constantes encadenados del año anterior.

⁸ Los precios corrientes son aquellos en donde los bienes y servicios se expresan según su valor nominal y el momento en que son considerados. Los precios constantes son aquellos que, pertenecientes a períodos distintos, son corregidos el uno con respecto al otro mediante un factor, normalmente la inflación.

⁹ Los escenarios tendencial, deprimido y optimista se refieren comúnmente en proyectos de evaluación a escenarios bajo condiciones normales o del momento (tendencial), peores en declive (deprimido) o mejores o en aumento (optimista), los últimos dos en relación al escenario tendencial. La forma en que se modelan estos escenarios son sensibilizando variables macro, como puede ser el crecimiento del PIB, mayor inflación, tipo de cambio, etc.

Cuadro 3-25
PIB y FBCF a precios corrientes y constantes

Periodo	Producto Interno Bruto	Formación bruta de capital fijo	Producto Interno Bruto	Formación bruta de capital fijo	Deflactor del Producto Interno Bruto
	Millones de \$ corrientes		Millones de \$ constantes encadenados del año anterior		Índice 2008 = 100
1990	9.951.290	2.392.329	35.865.469	5.056.578	
1991	13.017.197	2.736.613	38.653.861	5.047.598	
1992	16.466.512	3.919.317	42.985.500	6.260.305	
1993	19.772.777	5.229.821	45.901.592	7.384.406	
1994	23.797.708	5.896.440	48.179.871	7.841.210	
1995	28.952.250	7.414.997	52.493.930	9.683.874	
1996	32.049.653	8.566.439	56.070.719	10.547.554	57,2
1997	35.593.645	9.729.055	60.069.674	11.732.111	59,3
1998	37.542.890	9.812.415	62.530.098	12.014.667	60,0
1999	38.306.647	8.039.380	62.188.442	10.076.449	61,6
2000	42.094.989	8.714.649	65.372.654	10.993.928	64,4
2001	45.287.945	9.657.594	67.508.951	11.377.323	67,1
2002	48.328.915	10.071.317	69.325.028	11.626.657	69,7
2003	52.643.474	10.946.830	71.940.239	12.380.391	73,2
2004	60.546.525	11.971.744	76.987.661	13.783.426	78,6
2005	68.882.768	14.839.252	81.742.969	17.021.172	84,3
2006	82.018.171	15.841.193	86.397.688	17.745.916	94,9
2007	90.428.771	18.145.379	90.856.522	19.661.641	99,5
2008	93.847.932	23.178.540	93.847.932	23.178.540	100,0
2009	96.443.761	21.026.612	92.875.262	20.375.276	103,8
2010	110.998.729	23.296.075	98.219.034	22.747.953	113,0
2011	121.319.462	27.132.032	103.954.673	26.157.271	116,7
2012	129.027.553	31.044.491	109.627.615	29.196.070	117,7
2013	137.229.576	32.683.857	113.987.063	29.841.102	120,4
2014	147.568.108	33.964.211	116.125.911	28.581.288	127,1
2015	157.510.721	35.707.922	118.803.272	28.142.160	132,6
2016	164.204.927	36.422.081	120.882.329	27.720.028	

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Los datos para 2016 son sólo referenciales pues aún no se cuentan con las cifras finales del año

En base a los datos del cuadro anterior se han establecido las tasas de crecimiento para los PIB a \$ corrientes y a \$ constantes del año anterior encadenados y del Deflactor del PIB, para los periodos 2000-2015 y para los quinquenios 2000-2005, 2005-2010 y 2010-2015 que se señalan en el cuadro siguiente. Además, se han incluido las tasas de crecimiento para los PIB y el deflactor estimadas en abril de 2016 por el FMI para el periodo 2015-2020.

Como puede observarse, el crecimiento del PIB a \$ corrientes entre 2000-15 fue en promedio de un 9,2% anual, con una inflación en el deflactor de 5,0% promedio anual, dando un crecimiento en el PIB a precios constantes de 4,2% en promedio anual. Los crecimientos a nivel de los distintos quinquenios, incluyendo la estimación del FMI para el periodo 2015-2020, muestran sin embargo tendencias decrecientes: el crecimiento del PIB a \$ corriente baja de 9,8% entre 2000-2005 promedio anual a 5,3% estimados para 2015-2020. El

Deflactor baja de un crecimiento de 5,3% promedio entre 2000-2005 a un 2,8% promedio entre 2015-2020. El PIB a precios constantes muestra leves fluctuaciones entre los quinquenios, pero con una tendencia descendente, pasando de un crecimiento promedio de 4,4% entre 2000-2005 a un crecimiento estimado para 2015-2020 de solo 2,5% promedio anual.

Cuadro 3-26
Tasas de crecimiento promedio anuales.

Periodo	PIB a \$ corrientes % promedio	PIB a \$ constantes % promedio	Deflactor del PIB % promedio
2000-2015	9,2	4,2	5,0
2000-2005	9,8	4,4	5,3
2005-2010	8,3	3,3	5,0
2010-2015	6,8	3,8	3,1
2015-2020	5,3	2,5	2,8
Promedio de los quinquenios	7,6	3,5	4,1

Fuente: Elaboración propia.

En base a los datos del cuadro anterior, se sugieren las siguientes tasas de crecimiento para los escenarios alternativos futuros de crecimiento del PIB, que consideran para el quinquenio 2015-2020 las tasas medias de crecimiento estimadas por el FMI.

Cuadro 3-27
Tasas de crecimiento del PIB alternativas 2015-2035

	Alternativa Tendencial		
	PIB a \$ corrientes	PIB a \$ constantes	Deflactor del PIB
2015-2020	5,3	2,5	2,8
2020-2025	6,6	3,6	3,0
2025-2030	6,3	3,3	3,0
2030-2035	6,0	3,0	3,0
Promedio 2015-2035	6,05	3,1	2,95
	Alternativa Deprimido		
	PIB a \$ corrientes	PIB a \$ constantes	Deflactor del PIB
2015-2020	5,3	2,5	2,8
2020-2025	5,5	2,5	3,0
2025-2030	5,5	2,5	3,0
2030-2035	5,5	2,5	3,0
Promedio	5,45	2,5	2,95
	Alternativa Optimista		
	PIB a \$ corrientes	PIB a \$ constantes	Deflactor del PIB
2015-2020	5,3	2,5	2,8
2020-2025	7,2	4,2	3,0
2025-2030	6,9	3,9	3,0
2030-2035	6,6	3,6	3,0
Promedio	6,5	3,55	2,95

Fuente: Elaboración propia.

Para los quinquenios posteriores en la alternativa tendencial se asume una recuperación del PIB a precios constantes a 3,6% en el quinquenio 2020-25 y

a partir de entonces una reducción tendencial de 0,3% en el promedio anual para cada uno de los quinquenios siguientes. Para el deflactor del PIB se asume que se estabiliza en un 3% anual, coincidente con la meta de largo plazo de la política monetaria.

Para la alternativa deprimida se asume que el crecimiento medio anual del PIB a precios constantes se estabiliza en un nivel mínimo coincidente con el crecimiento promedio de 2,5% del periodo 2015-20 estimado por el FMI. No se asume una baja tendencial adicional. El nivel del deflactor se asume igualmente con un crecimiento anual medio del 3%.

Por último, para la alternativa optimista se asume que el crecimiento medio anual del PIB a precios constantes en el quinquenio 2020-2025 se recupera a un nivel de 4,2%, equivalente a la tasa tendencial media del periodo 2000-15, y a partir de entonces baja un 0,3% tendencial para los siguientes quinquenios. El nivel del deflactor se asume igualmente con un crecimiento anual medio del 3%.

A partir de las estimaciones alternativas de tasas de crecimiento se proyectan los PIB a precios corrientes y constantes.

3.6.1.2 *Análisis de la relación de la inversión del MOP respecto a los PIB en moneda corriente y constante.*

En el Cuadro siguiente se presenta la tabulación de la inversión ejecutada por el MOP (Subtítulo 31) entre 1990 y 2015. Se agrega además una estimación para el año 2016 a partir del Presupuesto Vigente a agosto de 2016.

Cuadro 3-28
Inversión histórica del MOP a \$ corrientes y a \$ constantes de 2015

Año	Inversión MOP en miles \$ de cada año	Inversión MOP en miles \$ de 2015
1990	71.125.687	283.079.542
1991	93.072.108	304.165.414
1992	125.720.289	355.953.071
1993	162.070.504	407.061.917
1994	215.089.168	484.754.390
1995	261.108.690	543.708.736
1996	332.069.988	644.073.885
1997	408.888.183	747.234.022
1998	430.834.271	749.061.154
1999	375.022.213	630.969.938
2000	373.363.288	604.929.715
2001	389.249.337	608.935.061
2002	430.590.357	657.246.762
2003	451.058.561	669.670.206
2004	464.924.629	683.052.231
2005	569.107.910	811.347.943
2006	663.304.456	914.615.203
2007	867.320.582	1.145.439.665

Año	Inversión MOP en miles \$ de cada año	Inversión MOP en miles \$ de 2015
2008	1.060.044.380	1.287.721.882
2009	1.160.654.290	1.389.340.616
2010	1.192.783.267	1.407.913.263
2011	1.245.860.637	1.423.029.925
2012	1.277.926.836	1.417.052.179
2013	1.321.218.633	1.439.269.521
2014	1.404.712.591	1.465.801.677
2015	1.584.099.972	1.584.099.972
2016	1.513.536.000	

Fuente: Elaboración propia en base información histórica MOP.

En el Cuadro siguiente se presenta la información sobre la relación histórica de la inversión del MOP (Subtítulo 31) respecto al PIB, tanto a precios corrientes como constantes. Por no contarse con cifras definitivas para 2016, tanto para el PIB como para la inversión del MOP no se ha incluido el año 2016.

Cuadro 3-29
Relación de la inversión del MOP respecto al PIB en \$ corrientes y a \$ de 2015

Año	Producto Interno Bruto			Producto Interno Bruto		
	Inv.MOP	Inv MOP/PIB		Inv.MOP	Inv MOP/PIB	
S corrientes			\$ de 2015			
	Millones de \$	Miles \$	%	Millones de \$	Miles \$	%
1990	9.951.290	71.125.687	0,71%	47.550.845	283.079.542	0,60%
1991	13.017.197	93.072.108	0,71%	51.247.726	304.165.414	0,59%
1992	16.466.512	125.720.289	0,76%	56.990.662	355.953.071	0,62%
1993	19.772.777	162.070.504	0,82%	60.856.850	407.061.917	0,67%
1994	23.797.708	215.089.168	0,90%	63.877.418	484.754.390	0,76%
1995	28.952.250	261.108.690	0,90%	69.597.046	543.708.736	0,78%
1996	32.049.653	332.069.988	1,04%	74.339.193	644.073.885	0,87%
1997	35.593.645	408.888.183	1,15%	79.641.053	747.234.022	0,94%
1998	37.542.890	430.834.271	1,15%	82.903.111	749.061.154	0,90%
1999	38.306.647	375.022.213	0,98%	82.450.139	630.969.938	0,77%
2000	42.094.989	373.363.288	0,89%	86.671.803	604.929.715	0,70%
2001	45.287.945	389.249.337	0,86%	89.504.130	608.935.061	0,68%
2002	48.328.915	430.590.357	0,89%	91.911.906	657.246.762	0,72%
2003	52.643.474	451.058.561	0,86%	95.379.182	669.670.206	0,70%
2004	60.546.525	464.924.629	0,77%	102.071.112	683.052.231	0,67%
2005	68.882.768	569.107.910	0,83%	108.375.752	811.347.943	0,75%
2006	82.018.171	663.304.456	0,81%	114.547.031	914.615.203	0,80%
2007	90.428.771	867.320.582	0,96%	120.458.604	1.145.439.665	0,95%
2008	93.847.932	1.060.044.380	1,13%	124.424.649	1.287.721.882	1,03%
2009	96.443.761	1.160.654.290	1,20%	123.135.073	1.389.340.616	1,13%
2010	110.998.729	1.192.783.267	1,07%	130.219.907	1.407.913.263	1,08%
2011	121.319.462	1.245.860.637	1,03%	137.824.281	1.423.029.925	1,03%
2012	129.027.553	1.277.926.836	0,99%	145.345.532	1.417.052.179	0,97%
2013	137.229.576	1.321.218.633	0,96%	151.125.337	1.439.269.521	0,95%
2014	147.568.108	1.404.712.591	0,95%	153.961.046	1.465.801.677	0,95%
2015	157.510.721	1.584.099.972	1,01%	157.510.721	1.584.099.972	1,01%
Promedio			0,95%			0,88%
2000-2005			0,85%			0,70%
2005-2010			1,00%			0,96%
2010-2015			1,00%			1,00%

Fuente: Elaboración propia en base información histórica MOP.

Del Cuadro anterior se desprende que en el periodo 1990-2015 a precios corrientes la inversión del MOP (excluida la inversión por Concesiones) representó entre 0,71% (1990) y 1,2% (2009) del PIB. A precios de 2015 estos valores mínimos y máximos fueron de 0,59% (1991) y 1,13% (2009). En el periodo 2000 – 2015 el promedio fue de 0,95% para la relación con el PIB a precios corrientes y para el PIB a precios de 2015 de 0,88%.

Como escenarios alternativos para la proyección de la inversión del MOP a precios corrientes se sugieren 1% para el escenario tendencial, 0,85% para un escenario deprimido y 1,2% (similar al máximo de 2009) en un escenario optimista.

Para la proyección de la participación del MOP en precios constantes de 2015 se sugieren también 1% para el escenario tendencial, 0,85 % para un escenario deprimido y 1,2% para un escenario optimista. **Cabe señalar que, durante el último tiempo a nivel del Gobierno, del MOP y de la CCHC se ha manifestado la necesidad de aumentar la participación de la inversión nacional en infraestructura total a 3,5% del PIB. Tal meta implicaría subir la inversión del MOP a alrededor de un 1,8% del PIB hasta 2030. En un contexto de situación económica estrecha y de fuertes demandas de recursos para educación, salud y previsión, en el presente Informe se ha optado por una meta más conservadora de 1,2% de participación del MOP en el PIB hasta 2035.**

- Proyección de los posibles recursos de inversión del MOP en tres escenarios.

En base a estos supuestos en los Cuadros siguientes se estiman los posibles recursos de inversión para el MOP en base a un escenario tendencial (combinación del escenario tendencial para el PIB y la participación del MOP), un escenario deprimido (combinación de los escenarios deprimido para el PIB y la participación del MOP) y un escenario optimista (combinación de los escenarios optimistas para el PIB y la participación del MOP).

Cuadro 3-30
Proyección de la inversión del MOP en un escenario tendencial de crecimiento del PIB y de participación del MOP

Año	Producto Interno Bruto			Producto Interno Bruto		
	Inv.MOP	Inv MOP/PIB		Inv.MOP	Inv MOP/PIB	
S corrientes						
\$ de 2015						
	Millones de \$	Miles \$	%	Millones de \$	Miles \$	%
2015	157.510.721	1.584.099.972	1,01%	157.510.721	1.584.099.972	1,01%
2016	165.858.789	1.658.587.891	1,00%	161.448.489	1.614.484.889	1,00%
2017	174.649.305	1.746.493.049	1,00%	165.484.701	1.654.847.011	1,00%
2018	183.905.718	1.839.057.180	1,00%	169.621.819	1.696.218.186	1,00%
2019	193.652.721	1.936.527.211	1,00%	173.862.364	1.738.623.641	1,00%
2020	203.916.315	2.039.163.153	1,00%	178.208.923	1.782.089.232	1,00%

Año	Producto Interno Bruto	Inv.MOP	Inv MOP/PIB	Producto Interno Bruto	Inv.MOP	Inv MOP/PIB
S corrientes			\$ de 2015			
	Millones de \$	Miles \$	%	Millones de \$	Miles \$	%
2021	217.374.792	2.173.747.921	1,00%	184.624.444	1.846.244.444	1,00%
2022	231.721.528	2.317.215.284	1,00%	191.270.924	1.912.709.244	1,00%
2023	247.015.149	2.470.151.493	1,00%	198.156.678	1.981.566.777	1,00%
2024	263.318.149	2.633.181.491	1,00%	205.290.318	2.052.903.181	1,00%
2025	280.697.147	2.806.971.470	1,00%	212.680.770	2.126.807.696	1,00%
2026	298.381.067	2.983.810.673	1,00%	219.699.235	2.196.992.350	1,00%
2027	317.179.074	3.171.790.745	1,00%	226.949.310	2.269.493.097	1,00%
2028	337.161.356	3.371.613.562	1,00%	234.438.637	2.344.386.369	1,00%
2029	358.402.522	3.584.025.216	1,00%	242.175.112	2.421.751.120	1,00%
2030	380.981.880	3.809.818.805	1,00%	250.166.891	2.501.668.907	1,00%
2031	403.840.793	4.038.407.933	1,00%	257.671.897	2.576.718.974	1,00%
2032	428.071.241	4.280.712.409	1,00%	265.402.054	2.654.020.543	1,00%
2033	453.755.515	4.537.555.154	1,00%	273.364.116	2.733.641.159	1,00%
2034	480.980.846	4.809.808.463	1,00%	281.565.039	2.815.650.394	1,00%
2035	509.839.697	5.098.396.971	1,00%	290.011.991	2.900.119.906	1,00%

Fuente: Elaboración propia en base información histórica MOP.

En el **caso tendencial** se estima que el PIB a \$ corrientes sube de \$ 157.500.000 millones en 2015 a cerca de \$ 510.000.000 millones en 2035, con un promedio de crecimiento de 6% anual. Por su parte la inversión del MOP asciende de \$ 1.584.000 millones en 2015 a cerca de \$ 5.100.000 millones en 2035, igualmente con un crecimiento promedio de 6% anual. Por su parte el PIB a precios de 2015 asciende de \$ 157.500.000 millones en 2015 a \$ 290.000.000 millones en 2035, con un promedio anual de 3,2%. La inversión del MOP en \$ de 2015 ascendería de \$ 1.584.000 millones en 2015 a \$ 2.900.000 millones, con un crecimiento medio igualmente de 3,2% anual.

En el **caso deprimido** se estima que el PIB a \$ corrientes sube de \$ 157.500.000 millones en 2015 a cerca de \$ 455.200.000 millones en 2035, con un promedio de crecimiento de 5,3% anual. Por su parte la inversión del MOP asciende de \$ 1.584.000 millones en 2015 a cerca de \$ 3.870.000 millones en 2035, igualmente con un crecimiento promedio de 5,1% anual. Por su parte el PIB a precios de 2015 asciende de \$ 157.500.000 millones en 2015 a \$ 258.100.000 millones en 2035, con un promedio anual de 2,5%. La inversión del MOP en \$ de 2015 ascendería de \$ 1.584.000 millones en 2015 a \$ 2.194.000 millones, con un crecimiento medio igualmente de 2,25% anual.

Cuadro 3-31
Proyección de la inversión del MOP en un escenario deprimido de crecimiento del PIB y de participación del MOP

Año	Producto Interno Bruto	Inv.MOP	Inv MOP/PIB	Producto Interno Bruto	Inv.MOP	Inv MOP/PIB
S corrientes			\$ de 2015			
	Millones de \$	Miles \$	%	Millones de \$	Miles \$	%
2015	157.510.721	1.584.099.972	1,01%	157.510.721	1.584.099.972	1,01%
2016	165.858.789	1.409.799.707	0,85%	161.448.489	1.372.312.156	0,85%
2017	174.649.305	1.484.519.092	0,85%	165.484.701	1.406.619.959	0,85%

Año	Producto Interno Bruto	Inv.MOP	Inv MOP/PIB	Producto Interno Bruto	Inv.MOP	Inv MOP/PIB
S corrientes			\$ de 2015			
	Millones de \$	Miles \$	%	Millones de \$	Miles \$	%
2018	183.905.718	1.563.198.603	0,85%	169.621.819	1.441.785.458	0,85%
2019	193.652.721	1.646.048.129	0,85%	173.862.364	1.477.830.095	0,85%
2020	203.916.315	1.733.288.680	0,85%	178.208.923	1.514.775.847	0,85%
2021	215.131.713	1.828.619.558	0,85%	182.664.146	1.552.645.243	0,85%
2022	226.963.957	1.929.193.633	0,85%	187.230.750	1.591.461.375	0,85%
2023	239.446.974	2.035.299.283	0,85%	191.911.519	1.631.247.909	0,85%
2024	252.616.558	2.147.240.744	0,85%	196.709.307	1.672.029.107	0,85%
2025	266.510.469	2.265.338.985	0,85%	201.627.039	1.713.829.834	0,85%
2026	281.168.545	2.389.932.629	0,85%	206.667.715	1.756.675.580	0,85%
2027	296.632.815	2.521.378.923	0,85%	211.834.408	1.800.592.470	0,85%
2028	312.947.619	2.660.054.764	0,85%	217.130.268	1.845.607.281	0,85%
2029	330.159.738	2.806.357.776	0,85%	222.558.525	1.891.747.463	0,85%
2030	348.318.524	2.960.707.454	0,85%	228.122.488	1.939.041.150	0,85%
2031	367.476.043	3.123.546.364	0,85%	233.825.550	1.987.517.179	0,85%
2032	387.687.225	3.295.341.414	0,85%	239.671.189	2.037.205.108	0,85%
2033	409.010.023	3.476.585.192	0,85%	245.662.969	2.088.135.236	0,85%
2034	431.505.574	3.667.797.377	0,85%	251.804.543	2.140.338.617	0,85%
2035	455.238.380	3.869.526.233	0,85%	258.099.657	2.193.847.082	0,85%

Fuente: Elaboración propia en base información histórica MOP.

En el caso optimista se estima que el PIB a \$ corrientes sube de \$ 157.500.000 millones en 2015 a cerca de \$ 555.000.000 millones en 2035, con un promedio de crecimiento de 6,5% anual. Por su parte la inversión del MOP asciende de \$ 1.584.000 millones en 2015 a cerca de \$ 6.657.000 millones en 2035, con un crecimiento promedio de 6,7% anual. Por su parte el PIB a precios de 2015 asciende de \$ 157.500.000 millones en 2015 a \$ 316.300.000 millones en 2035, con un promedio anual de 3,64%. La inversión del MOP en \$ de 2015 ascendería de \$ 1.584.000 millones en 2015 a \$ 3.796.000 millones, con un crecimiento medio igualmente de 3,9% anual.

Cuadro 3-32

Proyección de la inversión del MOP en un escenario optimista de crecimiento del PIB y de participación del MOP

Año	Producto Interno Bruto	Inv.MOP	Inv MOP/PIB	Producto Interno Bruto	Inv.MOP	Inv MOP/PIB
\$ corrientes			\$ de 2015			
	Millones de \$	Miles \$	%	Millones de \$	Miles \$	%
2015	157.510.721	1.584.099.972	1,01%	157.510.721	1.584.099.972	1,01%
2016	165.858.789	1.990.305.469	1,20%	161.448.489	1.937.381.867	1,20%
2017	174.649.305	2.095.791.659	1,20%	165.484.701	1.985.816.413	1,20%
2018	183.905.718	2.206.868.617	1,20%	169.621.819	2.035.461.824	1,20%
2019	193.652.721	2.323.832.653	1,20%	173.862.364	2.086.348.369	1,20%
2020	203.916.315	2.446.995.784	1,20%	178.208.923	2.138.507.078	1,20%
2021	218.598.290	2.623.179.480	1,20%	185.693.698	2.228.324.376	1,20%
2022	234.337.367	2.812.048.403	1,20%	193.492.833	2.321.914.000	1,20%
2023	251.209.657	3.014.515.888	1,20%	201.619.532	2.419.434.388	1,20%
2024	269.296.753	3.231.561.032	1,20%	210.087.553	2.521.050.632	1,20%
2025	288.686.119	3.464.233.426	1,20%	218.911.230	2.626.934.758	1,20%
2026	308.605.461	3.703.265.533	1,20%	227.448.768	2.729.385.214	1,20%
2027	329.899.238	3.958.790.854	1,20%	236.319.270	2.835.831.237	1,20%
2028	352.662.285	4.231.947.423	1,20%	245.535.721	2.946.428.655	1,20%

Año	Producto Interno Bruto	Inv.MOP	Inv MOP/PIB	Producto Interno Bruto	Inv.MOP	Inv MOP/PIB
\$ corrientes			\$ de 2015			
	Millones de \$	Miles \$	%	Millones de \$	Miles \$	%
2029	376.995.983	4.523.951.795	1,20%	255.111.614	3.061.339.373	1,20%
2030	403.008.706	4.836.104.469	1,20%	265.060.967	3.180.731.609	1,20%
2031	429.607.280	5.155.287.364	1,20%	274.603.162	3.295.237.947	1,20%
2032	457.961.361	5.495.536.330	1,20%	284.488.876	3.413.866.513	1,20%
2033	488.186.811	5.858.241.728	1,20%	294.730.476	3.536.765.707	1,20%
2034	520.407.140	6.244.885.682	1,20%	305.340.773	3.664.089.272	1,20%
2035	554.754.011	6.657.048.137	1,20%	316.333.041	3.795.996.486	1,20%

Fuente: Elaboración propia en base información histórica MOP.

3.6.2 Proyección de los recursos de inversión hasta 2035 para la Dirección de Obras Hidráulicas para proyectos de agua potable rural en tres escenarios alternativos

La proyección de los recursos futuros de inversión para la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) se basa en un análisis de la participación de la inversión de dicha Dirección en la inversión del MOP y en la combinación de esta participación (en escenarios alternativos) con las alternativas de inversión del MOP.

Cabe señalar que algunos cambios institucionales en el Ministerio durante el periodo 1990-2015 han significado que ciertas tipologías de inversiones en obras hidráulicas, tales como las inversiones en Agua Potable Rural (APR), han sido ejecutadas en distintas épocas por instancias diversas del Ministerio (Dirección de Planeamiento [DIRPLAN], Dirección General de Obras Públicas [DGOP], DOH y ahora el Programa de APR. Por este motivo, la determinación de la real participación de la DOH en la inversión del MOP fue ajustada para tener en cuenta estos cambios.¹⁰

Los cuadros siguientes presentan el desarrollo histórico de las inversiones de la DOH, DIRPLAN, DGOP y APR entre 1990-2015 en \$ corrientes y en \$ de 2015.

Cuadro 3-33

Inversión de la DOH, APR, DIRPLAN y DGOP en relación a la inversión del MOP en \$ corrientes

Año	Inversión MOP	Dirección de Obras Hidráulicas	Agua Potable Rural	Dirección de Planeamiento	Dirección General de Obras Públicas	Dirección de Obras Hidráulicas	Agua Potable Rural	Dirección de Planeamiento	Dirección General de Obras Públicas
	Miles de \$	Miles de \$	Miles de \$	Miles de \$	Miles de \$	%	%	%	%
1990	71.125.687	510.823			34.250	0,72%	0,00%	0,00%	0,05%
1991	93.072.108	2.916.828			110.778	3,13%	0,00%	0,00%	0,12%
1992	125.720.289	8.914.139		80.275	221.282	7,09%	0,00%	0,06%	0,18%
1993	162.070.504	13.445.393		84.939	772.109	8,30%	0,00%	0,05%	0,48%
1994	215.089.168	16.540.619		1.701.130	23.895	7,69%	0,00%	0,79%	0,01%
1995	261.108.690	15.703.785		7.681.325	17.214	6,01%	0,00%	2,94%	0,01%
1996	332.069.988	19.064.273		8.738.408	1.434.939	5,74%	0,00%	2,63%	0,43%
1997	408.888.183	31.216.169		14.249.211	21.792	7,63%	0,00%	3,48%	0,01%

¹⁰No se han considerado las inversiones en APR extra MOP, tales como FDNR, Municipales, o de la SUBDERE.



Año	Inversión MOP	Dirección de Obras Hidráulicas	Agua Potable Rural	Dirección de Planeamiento	Dirección General de Obras Públicas	Dirección de Obras Hidráulicas	Agua Potable Rural	Dirección de Planeamiento	Dirección General de Obras Públicas
	Miles de \$	Miles de \$	Miles de \$	Miles de \$	Miles de \$	%	%	%	%
1998	430.834.271	38.866.675		20.919.918	11.682	9,02%	0,00%	4,86%	0,00%
1999	375.022.213	40.451.530		22.381.443		10,79%	0,00%	5,97%	0,00%
2000	373.363.288	38.658.244		20.975.937	151.102	10,35%	0,00%	5,62%	0,04%
2001	389.249.337	35.789.493		19.532.009	659.843	9,19%	0,00%	5,02%	0,17%
2002	430.590.357	36.335.460		16.288.166	569.563	8,44%	0,00%	3,78%	0,13%
2003	451.058.561	41.903.622		1.107.045	1.907.491	9,29%	0,00%	0,25%	0,42%
2004	464.924.629	37.339.059		1.033.046	1.430.774	8,03%	0,00%	0,22%	0,31%
2005	569.107.910	43.327.762		258.026	304.209	7,61%	0,00%	0,05%	0,05%
2006	663.304.456	33.566.390	13.906.502	373.354	207.842	5,06%	2,10%	0,06%	0,03%
2007	867.320.582	46.218.544	20.525.011	319.198	229.015	5,33%	2,37%	0,04%	0,03%
2008	1.060.044.380	73.822.632	33.891.088	196.508	67.127	6,96%	3,20%	0,02%	0,01%
2009	1.160.654.290	87.740.726	33.678.962	435.251	115.025	7,56%	2,90%	0,04%	0,01%
2010	1.192.783.267	86.540.863	49.159.986	197.777	183.605	7,26%	4,12%	0,02%	0,02%
2011	1.245.860.637	95.207.027	38.615.171	278.413	253.641	7,64%	3,10%	0,02%	0,02%
2012	1.277.926.836	94.002.180	64.817.894	196.926	269.936	7,36%	5,07%	0,02%	0,02%
2013	1.321.218.633	99.007.380	61.969.159	197.365	290.345	7,49%	4,69%	0,01%	0,02%
2014	1.404.712.591	104.714.723	67.417.599	169.694	294.906	7,45%	4,80%	0,01%	0,02%
2015	1.584.099.972	127.205.694	93.526.874	195.391	131.980	8,03%	5,90%	0,01%	0,01%

Fuente: Elaboración propia en base información histórica MOP.

Cuadro 3-34
Inversión de la DOH, APR, DIRPLAN y DGOP en relación a la inversión del MOP en \$ de 2015

Año	Inversión MOP	Dirección de Obras Hidráulicas	Agua Potable Rural	Dirección de Planeamiento	Dirección General de Obras Públicas	Dirección de Obras Hidráulicas	Agua Potable Rural	Dirección de Planeamiento	Dirección General de Obras Públicas
	Miles de \$	Miles de \$	Miles de \$	Miles de \$	Miles de \$	%	%	%	%
1990	283.079.542	2.033.071			136.315	0,72%	0,00%	0,00%	0,05%
1991	304.165.414	9.532.375			362.029	3,13%	0,00%	0,00%	0,12%
1992	355.953.071	25.238.688		227.283	626.518	7,09%	0,00%	0,06%	0,18%
1993	407.061.917	33.769.917		213.336	1.939.256	8,30%	0,00%	0,05%	0,48%
1994	484.754.390	37.278.203		3.833.899	53.853	7,69%	0,00%	0,79%	0,01%
1995	543.708.736	32.700.118		15.994.885	35.845	6,01%	0,00%	2,94%	0,01%
1996	644.073.885	36.976.544		16.948.778	2.783.169	5,74%	0,00%	2,63%	0,43%
1997	747.234.022	57.046.852		26.040.115	39.824	7,63%	0,00%	3,48%	0,01%
1998	749.061.154	67.574.746		36.371.986	20.311	9,02%	0,00%	4,86%	0,00%
1999	630.969.938	68.059.167		37.656.483		10,79%	0,00%	5,97%	0,00%
2000	604.929.715	62.634.762		33.985.579	244.818	10,35%	0,00%	5,62%	0,04%
2001	608.935.061	55.988.476		30.555.544	1.032.247	9,19%	0,00%	5,02%	0,17%
2002	657.246.762	55.461.910		24.862.016	869.373	8,44%	0,00%	3,78%	0,13%
2003	669.670.206	62.212.780		1.643.589	2.831.982	9,29%	0,00%	0,25%	0,42%
2004	683.052.231	54.857.338		1.517.718	2.102.047	8,03%	0,00%	0,22%	0,31%
2005	811.347.943	61.770.167		367.854	433.695	7,61%	0,00%	0,05%	0,05%
2006	914.615.203	46.283.920	19.175.355	514.809	286.589	5,06%	2,10%	0,06%	0,03%
2007	1.145.439.665	61.039.199	27.106.657	421.554	302.452	5,33%	2,37%	0,04%	0,03%
2008	1.287.721.882	89.678.338	41.170.253	238.714	81.545	6,96%	3,20%	0,02%	0,01%
2009	1.389.340.616	105.028.479	40.314.804	521.009	137.689	7,56%	2,90%	0,04%	0,01%
2010	1.407.913.263	102.149.344	58.026.465	233.448	216.720	7,26%	4,12%	0,02%	0,02%
2011	1.423.029.925	108.746.070	44.106.493	318.005	289.710	7,64%	3,10%	0,02%	0,02%
2012	1.417.052.179	104.236.010	71.874.489	218.365	299.323	7,36%	5,07%	0,02%	0,02%
2013	1.439.269.521	107.853.690	67.506.103	215.000	316.287	7,49%	4,69%	0,01%	0,02%
2014	1.465.801.677	109.268.627	70.349.501	177.074	307.731	7,45%	4,80%	0,01%	0,02%
2015	1.584.099.972	127.205.694	93.526.874	195.391	131.980	8,03%	5,90%	0,01%	0,01%
Total	22.659.527.889	1.684.624.483	533.156.994	233.272.434	15.881.307	7,43%	2,35%	1,03%	0,07%

Fuente: Elaboración propia en base información histórica MOP.



De los mencionados cuadros anteriores puede concluirse que la inversión de la DOH en \$ corrientes y constantes a \$ de 2015, sin efectuar correcciones por los cambios institucionales en relación al APR, y excluyendo los años 1990/1991 que parecen sufrir de omisiones, ha fluctuado entre un mínimo de 5,06% y un 10,8% de la inversión del MOP. El promedio para la DOH en el periodo 1990 a 2015 ha sido de 7,4% de la inversión del MOP.

Las otras instancias involucradas temporalmente en la inversión en APR muestran participaciones muy fluctuantes en la inversión del MOP que reflejan claramente la variabilidad ocasionada por dicha inversión en APR.

Para depurar el efecto de los cambios institucionales en la operación del APR, en los cuadros siguientes previamente se ha tabulado la componente de cada instancia a través del tiempo en proyectos de APR a precios corrientes y en \$ de 2015. Puede observarse que APR fue computado en la DOH entre 1990-1992 y entre 2003-2005. Entre 1994-2004 la inversión en APR estaba asignada a la Dirección de Planeamiento, y en 1996, estuvo a cargo de la DGOP. A partir de 2006 la inversión en APR es llevada separadamente.

Por último, en los Cuadros siguientes se ha efectuado el ajuste de las cifras de inversión de la DOH excluyendo la inversión en APR y calculado la participación ajustada de la DOH en la inversión del MOP.

Cuadro 3-35
Tabulación de la inversión en APR

Tabulación de la Inversión en APR en \$ corrientes						Tabulación de la Inversión en APR en \$ de 2015				
Año	Agua Potable Rural	Dirección de Obras Hidráulicas	Dirección de Planeamiento	Dirección General de Obras Públicas	Total general	Agua Potable Rural	Dirección de Obras Hidráulicas	Dirección de Planeamiento	Dirección General de Obras Públicas	Total general
	Miles de \$	Miles de \$	Miles de \$	Miles de \$	Miles de \$	Miles de \$ 2015	Miles de \$ 2015	Miles de \$ 2015	Miles de \$ 2015	Miles de \$ 2015
1990		4.797			4.797		19.092			19.092
1991		21.823			21.823		71.319			71.319
1992		178			178		504			504
1993										
1994			1.551.799		1.551.799			3.497.347		3.497.347
1995			7.090.446		7.090.446			14.764.493		14.764.493
1996			8.250.560	1.314.590	9.565.150			16.002.561	2.549.743	18.552.304
1997			13.537.735		13.537.735			24.739.908		24.739.908
1998			19.879.404		19.879.404			34.562.917		34.562.917
1999			20.778.480		20.778.480			34.959.519		34.959.519
2000			20.268.287		20.268.287			32.839.032		32.839.032
2001			18.427.837		18.427.837			28.828.196		28.828.196
2002			14.846.969		14.846.969			22.662.194		22.662.194
2003		9.871.672	166.081		10.037.753		14.656.112	246.574		14.902.686
2004		10.051.693	41.166		10.092.859		14.767.622	60.480		14.828.102
2005		12.407.213			12.407.213		17.688.327			17.688.327
2006	13.906.502				13.906.502	19.175.355				19.175.355
2007	20.525.011				20.525.011	27.106.657				27.106.657
2008	33.891.088				33.891.088	41.170.253				41.170.253
2009	33.678.962				33.678.962	40.314.804				40.314.804
2010	49.159.986				49.159.986	58.026.465				58.026.465
2011	38.615.171				38.615.171	44.106.493				44.106.493
2012	64.817.894				64.817.894	71.874.489				71.874.489
2013	61.969.159				61.969.159	67.506.103				67.506.103
2014	67.417.599				67.417.599	70.349.501				70.349.501
2015	93.526.874				93.526.874	93.526.874				93.526.874
Total	477.508.246	32.357.376	124.838.764	1.314.590	477.508.246	533.156.994	47.202.976	213.163.221	2.549.743	796.072.934

Fuente: Elaboración propia en base información histórica MOP.

Cuadro 3-36
Tabulación Inversión DOH sin APR en relación al MOP

Inversión DOH sin APR en relación al MOP en \$ corrientes						Inversión DOH sin APR en relación al MOP en \$ 2015				
Año	Inversión MOP	Dirección de Obras Hidráulicas	Inversión en APR de DOH	DOH sin APR	DOH sin APR/MOP	Inversión MOP	Dirección de Obras Hidráulicas	Inversión en APR de DOH	DOH sin APR	DOH sin APR/MOP
	Miles de \$	Miles de \$	Miles de \$	Miles de \$	%	Miles de \$ 2015	Miles de \$ 2015	Miles de \$ 2015	Miles de \$	%
1990	71.125.687	510.823	4.797	506.026	0,71%	283.079.542	2.033.071	19.092	2.013.979	0,71%
1991	93.072.108	2.916.828	21.823	2.895.005	3,11%	304.165.414	9.532.375	71.319	9.461.056	3,11%
1992	125.720.289	8.914.139	178	8.913.961	7,09%	355.953.071	25.238.688	504	25.238.184	7,09%
1993	162.070.504	13.445.393		13.445.393	8,30%	407.061.917	33.769.917		33.769.917	8,30%
1994	215.089.168	16.540.619		16.540.619	7,69%	484.754.390	37.278.203		37.278.203	7,69%
1995	261.108.690	15.703.785		15.703.785	6,01%	543.708.736	32.700.118		32.700.118	6,01%
1996	332.069.988	19.064.273		19.064.273	5,74%	644.073.885	36.976.544		36.976.544	5,74%
1997	408.888.183	31.216.169	969.322	31.216.169	7,63%	747.234.022	57.046.852		57.046.852	7,63%
1998	430.834.271	38.866.675		38.866.675	9,02%	749.061.154	67.574.746		67.574.746	9,02%
1999	375.022.213	40.451.530		40.451.530	10,79%	630.969.938	68.059.167		68.059.167	10,79%
2000	373.363.288	38.658.244		38.658.244	10,35%	604.929.715	62.634.762		62.634.762	10,35%
2001	389.249.337	35.789.493		35.789.493	9,19%	608.935.061	55.988.476		55.988.476	9,19%
2002	430.590.357	36.335.460		36.335.460	8,44%	657.246.762	55.461.910		55.461.910	8,44%
2003	451.058.561	41.903.622	9.871.672	32.031.950	7,10%	669.670.206	62.212.780	14.656.112	47.556.669	7,10%
2004	464.924.629	37.339.059	10.051.693	27.287.366	5,87%	683.052.231	54.857.338	14.767.622	40.089.716	5,87%
2005	569.107.910	43.327.762	12.407.213	30.920.549	5,43%	811.347.943	61.770.167	17.688.327	44.081.840	5,43%
2006	663.304.456	33.566.390		33.566.390	5,06%	914.615.203	46.283.920		46.283.920	5,06%
2007	867.320.582	46.218.544		46.218.544	5,33%	1.145.439.665	61.039.199		61.039.199	5,33%
2008	1.060.044.380	73.822.632		73.822.632	6,96%	1.287.721.882	89.678.338		89.678.338	6,96%
2009	1.160.654.290	87.740.726		87.740.726	7,56%	1.389.340.616	105.028.479		105.028.479	7,56%
2010	1.192.783.267	86.540.863		86.540.863	7,26%	1.407.913.263	102.149.344		102.149.344	7,26%
2011	1.245.860.637	95.207.027		95.207.027	7,64%	1.423.029.925	108.746.070		108.746.070	7,64%
2012	1.277.926.836	94.002.180		94.002.180	7,36%	1.417.052.179	104.236.010		104.236.010	7,36%
2013	1.321.218.633	99.007.380		99.007.380	7,49%	1.439.269.521	107.853.690		107.853.690	7,49%
2014	1.404.712.591	104.714.723		104.714.723	7,45%	1.465.801.677	109.268.627		109.268.627	7,45%
2015	1.584.099.972	127.205.694		127.205.694	8,03%	1.584.099.972	127.205.694		127.205.694	8,03%
Total	16.931.220.827	1.269.010.033	33.326.698	1.236.652.657		22.659.527.889	1.684.624.483	47.202.976	1.637.421.510	7,23%

Fuente: Elaboración propia en base información histórica MOP.

De los cuadros anteriores se desprende que la inversión de la DOH, excluyendo la componente de APR, ha representado históricamente entre 1992 y 2015 (descartando 1990 y 91 por posibles omisiones en los datos) entre un mínimo de 5,06% en 2006 y un máximo de 11,79% en 1999. En promedio en todo el periodo 1990-2015 representó cerca de 7,2% de la inversión del MOP. En los últimos años (2009-2015) se ha ubicado entre los 7,3 y 8,0%

Un análisis más detallado de los años con mayores participaciones indica que estos coinciden en forma clara con periodos de inversiones en grandes obras de riego, tales como:

- Regadío Penciahue entre 1991 y 1995, Región del Maule.
- Sistema Santa Juana entre 1992 y 1995, Región de Atacama.
- Convento Viejo I en 1993, Región de O'Higgins.
- Sistema Laja-Diguillín entre 1994 y 2005, Región del Biobío.
- Sistema Puclaro entre 1996 y 2000, Región de Coquimbo.
- Regadío Valle del Choapa entre 1998 y 2001, Región de Coquimbo.
- Sistema el Bato entre 2007 y 2011, Región de Valparaíso.
- Sistema Ancoa entre 2009 y 2012, Región del Maule.
- Sistema Chacrillas entre 2013 y 2015, Región de Valparaíso.

A partir de las cifras de participaciones ajustadas por la exclusión de APR se sugieren **tres escenarios alternativos para la inversión de la DOH en relación a la inversión total del MOP:**

- Escenario tendencial de 7% para la inversión tanto en \$ corrientes como en \$ de 2015;
- Escenario deprimido de 5,5% para la inversión en \$ corrientes y en \$ de 2015;
- Escenario optimista de 10,5% para la inversión en \$ corrientes y en \$ de 2015.¹¹

Combinando estos escenarios con las proyecciones de las inversiones del MOP determinadas para distintos escenarios desarrollo del PIB y de la relación inversión MOP/PIB en los Cuadros siguientes se determinan los posibles recursos para la DOH para el periodo 2015-2035.

¹¹Si bien una inversión cercana al 10,5% ha sido muy poco común en la historia de la DOH, se ha optado por este escenario optimista considerando que la apuesta del Ministerio es fortalecer fuertemente los proyectos relacionados a riego.

Cuadro 3-37
Proyección de la inversión de la DOH en un escenario tendencial de crecimiento del PIB y de participación del MOP

Año	Inv.MOP	% INVDOH/ INVMOP	INV DOH	Inv.MOP	%INVDOH/ INVMOP	INV DOH
	S corrientes		S corrientes	de 2015		de 2015
	Miles \$	%	Miles \$	Miles \$	%	Miles \$
2015	1.584.099.972	8%	127.205.694	1.584.099.972	8%	127.205.694
2016	1.658.587.891	7%	116.101.152	1.614.484.889	7%	113.013.942
2017	1.746.493.049	7%	122.254.513	1.654.847.011	7%	115.839.291
2018	1.839.057.180	7%	128.734.003	1.696.218.186	7%	118.735.273
2019	1.936.527.211	7%	135.556.905	1.738.623.641	7%	121.703.655
2020	2.039.163.153	7%	142.741.421	1.782.089.232	7%	124.746.246
2021	2.173.747.921	7%	152.162.354	1.846.244.444	7%	129.237.111
2022	2.317.215.284	7%	162.205.070	1.912.709.244	7%	133.889.647
2023	2.470.151.493	7%	172.910.605	1.981.566.777	7%	138.709.674
2024	2.633.181.491	7%	184.322.704	2.052.903.181	7%	143.703.223
2025	2.806.971.470	7%	196.488.003	2.126.807.696	7%	148.876.539
2026	2.983.810.673	7%	208.866.747	2.196.992.350	7%	153.789.464
2027	3.171.790.745	7%	222.025.352	2.269.493.097	7%	158.864.517
2028	3.371.613.562	7%	236.012.949	2.344.386.369	7%	164.107.046
2029	3.584.025.216	7%	250.881.765	2.421.751.120	7%	169.522.578
2030	3.809.818.805	7%	266.687.316	2.501.668.907	7%	175.116.823
2031	4.038.407.933	7%	282.688.555	2.576.718.974	7%	180.370.328
2032	4.280.712.409	7%	299.649.869	2.654.020.543	7%	185.781.438
2033	4.537.555.154	7%	317.628.861	2.733.641.159	7%	191.354.881
2034	4.809.808.463	7%	336.686.592	2.815.650.394	7%	197.095.528
2035	5.098.396.971	7%	356.887.788	2.900.119.906	7%	203.008.393

Fuente: Elaboración propia en base información histórica MOP.

Cuadro 3-38
Proyección de la inversión de la DOH en un escenario deprimido de crecimiento del PIB y de participación del MOP

Año	Inv.MOP	%INVDOH/ INVMOP	INV DOH	Inv.MOP	%INVDOH/ INVMOP	INV DOH
	S corrientes		S corrientes	de 2015		de 2015
	Miles \$	%	Miles \$	Miles \$	%	Miles \$
2015	1.584.099.972	8%	127.205.694	1.584.099.972	8%	127.205.694
2016	1.409.799.707	5,5%	77.538.984	1.372.312.156	5,5%	75.477.169
2017	1.484.519.092	5,5%	81.648.550	1.406.619.959	5,5%	77.364.098
2018	1.563.198.603	5,5%	85.975.923	1.441.785.458	5,5%	79.298.200
2019	1.646.048.129	5,5%	90.532.647	1.477.830.095	5,5%	81.280.655
2020	1.733.288.680	5,5%	95.330.877	1.514.775.847	5,5%	83.312.672
2021	1.828.619.558	5,5%	100.574.076	1.552.645.243	5,5%	85.395.488
2022	1.929.193.633	5,5%	106.105.650	1.591.461.375	5,5%	87.530.376
2023	2.035.299.283	5,5%	111.941.461	1.631.247.909	5,5%	89.718.635
2024	2.147.240.744	5,5%	118.098.241	1.672.029.107	5,5%	91.961.601
2025	2.265.338.985	5,5%	124.593.644	1.713.829.834	5,5%	94.260.641
2026	2.389.932.629	5,5%	131.446.295	1.756.675.580	5,5%	96.617.157
2027	2.521.378.923	5,5%	138.675.841	1.800.592.470	5,5%	99.032.586
2028	2.660.054.764	5,5%	146.303.012	1.845.607.281	5,5%	101.508.400
2029	2.806.357.776	5,5%	154.349.678	1.891.747.463	5,5%	104.046.110
2030	2.960.707.454	5,5%	162.838.910	1.939.041.150	5,5%	106.647.263
2031	3.123.546.364	5,5%	171.795.050	1.987.517.179	5,5%	109.313.445
2032	3.295.341.414	5,5%	181.243.778	2.037.205.108	5,5%	112.046.281
2033	3.476.585.192	5,5%	191.212.186	2.088.135.236	5,5%	114.847.438
2034	3.667.797.377	5,5%	201.728.856	2.140.338.617	5,5%	117.718.624
2035	3.869.526.233	5,5%	212.823.943	2.193.847.082	5,5%	120.661.590

Fuente: Elaboración propia en base información histórica MOP.

Cuadro 3-39
Proyección de la inversión de la DOH en un escenario optimista de crecimiento del PIB y de participación del MOP

Año	Inv.MOP	%INVDOH/	INV DOH	Inv.MOP	%INVDOH/	INV DOH
	S corrientes		S corrientes	\$ de 2015		\$ de 2015
	Miles \$	%	Miles \$	Miles \$	%	Miles \$
2015	1.584.099.972	8%	127.205.694	1.584.099.972	8%	127.205.694
2016	1.990.305.469	10,5%	208.982.074	1.937.381.867	10,5%	203.425.096
2017	2.095.791.659	10,5%	220.058.124	1.985.816.413	10,5%	208.510.723
2018	2.206.868.617	10,5%	231.721.205	2.035.461.824	10,5%	213.723.491
2019	2.323.832.653	10,5%	244.002.429	2.086.348.369	10,5%	219.066.579
2020	2.446.995.784	10,5%	256.934.557	2.138.507.078	10,5%	224.543.243
2021	2.623.179.480	10,5%	275.433.845	2.228.324.376	10,5%	233.974.059
2022	2.812.048.403	10,5%	295.265.082	2.321.914.000	10,5%	243.800.970
2023	3.014.515.888	10,5%	316.524.168	2.419.434.388	10,5%	254.040.611
2024	3.231.561.032	10,5%	339.313.908	2.521.050.632	10,5%	264.710.316
2025	3.464.233.426	10,5%	363.744.510	2.626.934.758	10,5%	275.828.150
2026	3.703.265.533	10,5%	388.842.881	2.729.385.214	10,5%	286.585.447
2027	3.958.790.854	10,5%	415.673.040	2.835.831.237	10,5%	297.762.280
2028	4.231.947.423	10,5%	444.354.479	2.946.428.655	10,5%	309.375.009
2029	4.523.951.795	10,5%	475.014.939	3.061.339.373	10,5%	321.440.634
2030	4.836.104.469	10,5%	507.790.969	3.180.731.609	10,5%	333.976.819
2031	5.155.287.364	10,5%	541.305.173	3.295.237.947	10,5%	345.999.984
2032	5.495.536.330	10,5%	577.031.315	3.413.866.513	10,5%	358.455.984
2033	5.858.241.728	10,5%	615.115.381	3.536.765.707	10,5%	371.360.399
2034	6.244.885.682	10,5%	655.712.997	3.664.089.272	10,5%	384.729.374
2035	6.657.048.137	10,5%	698.990.054	3.795.996.486	10,5%	398.579.631

Fuente: Elaboración propia en base información histórica MOP.

Los resultados de los Cuadros anteriores permiten las siguientes conclusiones:

- La **alternativa tendencial** con un 7% de la inversión del MOP para DOH haría subir la inversión de actualmente \$ 127,2 miles de millones corrientes a \$ 356 miles de millones en 2035. En \$ de 2015 la inversión actual de \$ 127,2 miles de millones subirían a \$ 203,0 miles de millones en el mismo tiempo.
- Las cifras resultantes para la **alternativa deprimida** son poco realistas tanto en moneda corriente como en \$ de 2015, sobretodo en un contexto de sequía, de cambio climático y por lo tanto pueden obviarse. En \$ de 2015 la inversión actual de \$ 127,2 miles de millones disminuye a \$ 120,7 miles de millones en el año 2035.
- La **alternativa optimista**, que en las actuales circunstancias hídricas resultaría muy conveniente, con una participación de la inversión de la DOH en la inversión del MOP de 10,5%, subiría la inversión de la DOH de actualmente \$ 127,2 miles de millones a precios corrientes a \$ 669,0 miles de millones, y en \$ de 2015 d 127,2 miles de millones a casi \$ 400 miles de millones.

3.6.3 Estimación de los recursos de inversión necesarios para iniciativas distintas de obras de riego: conservación, aguas lluvias, defensas fluviales y control aluvional

La Dirección de Obras Hidráulicas (excluyendo APR), invierte también en otras obras de carácter estratégico, entre ellas, obras de riego (construcción, conservación y manejo de embalses y canales), obras de aguas lluvias (pertenecientes a planes maestros, tales como construcción y conservación de colectores primarios) y obras de manejo de cauces (defensas fluviales y control aluvional). Además, sus gastos de inversión anual incluyen una significativa proporción de gastos globales en programas de conservación de las obras de infraestructura hidráulica existentes.

La determinación de los posibles recursos disponibles para nuevas obras de riego (en particular embalses), requiere conocer los valores históricos promedios de participación de estas tipologías de proyectos (conservación, aguas lluvias, defensas fluviales y en control aluvional) y de la conservación, para deducirlas de los recursos de inversión proyectados en los distintos escenarios alternativos para la DOH.

Cabe señalar, que algunas dificultades para la asignación de las inversiones de estas tipologías de proyectos se producen en los casos de obras de emergencia, que no siempre detallan exactamente el contenido de la inversión y que pueden representar una mixtura de varias obras de distinto tipo. Por ello, el análisis efectuado para la determinación de estos montos para conservación y obras distintas a riego representa sólo una buena aproximación, con algún margen de variación.

El cuadro siguiente presenta las estimaciones de la inversión histórica aproximada de los recursos de la DOH a las distintas tipologías de obras y para conservación entre los años 1990 y 2015. Puede concluirse que las inversiones realizadas en obras de riego han ido perdiendo importancia relativa en los montos de inversión anual, cayendo su participación en los últimos años a un promedio levemente menor de 50%. Por su parte la inversión en materia de obras de defensas fluviales y control de cauces ha subido en la última década a un promedio de 30%, mientras que la participación de la inversión en el ámbito de aguas lluvias y control aluvional ha subido a un promedio de 22%.

Cuadro 3-40
Inversión de la DOH sin APR en otras tipologías (moneda corriente y su porcentaje)

Año	Gestión (/1)	Riego	Defensas fluviales	Aguas lluvias	Total DOH sin APR	Gestión	Riego	Defensas fluviales	Aguas lluvias	Total DOH sin APR
1990	31.183	474.843	-	0	506.026	6,2%	93,8%	0,0%	0,0%	100,0%
1991	108.541	2.772.750	13.714	0	2.895.005	3,7%	95,8%	0,5%	0,0%	100,0%
1992	57.042	8.647.885	69.146	139.888	8.913.961	0,6%	97,0%	0,8%	1,6%	100,0%
1993	66.074	13.337.293	28.010	14.016	13.445.393	0,5%	99,2%	0,2%	0,1%	100,0%
1994	85.014	16.454.314	491	800	16.540.619	0,5%	99,5%	0,0%	0,0%	100,0%
1995	38.229	15.187.663	15.731	462.162	15.703.785	0,2%	96,7%	0,1%	2,9%	100,0%
1996	342.531	17.272.531	43.113	1.406.098	19.064.273	1,8%	90,6%	0,2%	7,4%	100,0%
1997	341.845	28.340.894	237.587	2.295.843	31.216.169	1,1%	90,8%	0,8%	7,4%	100,0%
1998	337.950	34.734.513	2.701.526	1.092.686	38.866.675	0,9%	89,4%	7,0%	2,8%	100,0%
1999	232.916	34.509.610	4.201.794	1.507.210	40.451.530	0,6%	85,3%	10,4%	3,7%	100,0%
2000	593.290	27.343.324	7.405.717	3.315.913	38.658.244	1,5%	70,7%	19,2%	8,6%	100,0%
2001	162.178	22.104.950	5.146.254	8.376.111	35.789.493	0,5%	61,8%	14,4%	23,4%	100,0%
2002	101.966	17.274.361	9.053.124	9.906.009	36.335.460	0,3%	47,5%	24,9%	27,3%	100,0%
2003	5.516.648 (/2)	11.917.161	9.095.239	5.502.902	32.031.950	17,2%	37,2%	28,4%	17,2%	100,0%
2004	211.066	12.431.700	8.335.872	6.308.728	27.287.366	0,8%	45,6%	30,5%	23,1%	100,0%
2005	113.107	18.199.423	7.203.506	5.404.513	30.920.549	0,4%	58,9%	23,3%	17,5%	100,0%
2006	116.659	17.564.695	11.211.928	4.673.108	33.566.390	0,3%	52,3%	33,4%	13,9%	100,0%
2007	120.613	20.078.503	15.481.786	10.537.642	46.218.544	0,3%	43,4%	33,5%	22,8%	100,0%
2008	120.143	37.150.506	20.435.725	16.116.258	73.822.632	0,2%	50,3%	27,7%	21,8%	100,0%
2009	128.644	49.371.608	18.639.502	19.337.695	87.477.449	0,1%	56,4%	21,3%	22,1%	100,0%
2010	130.585	59.063.874	10.645.593	16.700.811	86.540.863	0,2%	68,2%	12,3%	19,3%	100,0%
2011	134.752	48.591.938	29.903.076	16.577.261	95.207.027	0,1%	51,0%	31,4%	17,4%	100,0%
2012	138.019	28.888.774	45.783.329	19.192.058	94.002.180	0,1%	30,7%	48,7%	20,4%	100,0%
2013	35.786	40.041.235	35.621.860	23.308.499	99.007.380	0,0%	40,4%	36,0%	23,5%	100,0%
2014	112.182	42.884.909	29.134.694	32.582.938	104.714.723	0,1%	41,0%	27,8%	31,1%	100,0%
2015	-	38.978.211	46.210.521	42.016.962	127.205.694	0,0%	30,6%	36,3%	33,0%	100,0%
Promedio						0,2%	47,6%	30,2%	22,1%	100,0%

Fuente: Elaboración propia en base información histórica MOP.

Nota /1: El ítem Gestión se refiere a inversiones en estudios, asesorías y administración de la DOH.

Nota /2: Este año la DOH registra un proyecto denominado ASESORÍAS, ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DEL PROGRAMA DE INFRAESTRUCTURA DE LA DIRECCIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS por \$3.647.605.

Cuadro 3-41
Inversión de la DOH sin APR en otras tipologías (\$ 2015)

	Gestión (1)	Riego	Defensas fluviales	Aguas Lluvias	DOH sin APR	Gestión	Riego	Defensas fluviales	Aguas Lluvias	DOH sin APR
1990	124.108	1.889.871	-	-	2.013.979	6,16%	93,84%	0,00%	0,00%	100,00%
1991	354.719	9.061.519	44.818	-	9.461.056	3,75%	95,78%	0,47%	0,00%	100,00%
1992	161.504	24.484.840	195.774	396.066	25.238.184	0,64%	97,02%	0,78%	1,57%	100,00%
1993	165.954	33.498.409	70.351	35.203	33.769.917	0,49%	99,20%	0,21%	0,10%	100,00%
1994	191.599	37.083.694	1.107	1.803	37.278.203	0,51%	99,48%	0,00%	0,00%	100,00%
1995	79.605	31.625.393	32.757	962.364	32.700.118	0,24%	96,71%	0,10%	2,94%	100,00%
1996	664.364	33.501.330	83.621	2.727.229	36.976.544	1,80%	90,60%	0,23%	7,38%	100,00%
1997	624.714	51.792.351	434.185	4.195.602	57.046.852	1,10%	90,79%	0,76%	7,35%	100,00%
1998	587.570	60.390.447	4.696.953	1.899.776	67.574.746	0,87%	89,37%	6,95%	2,81%	100,00%
1999	391.878	58.061.965	7.069.463	2.535.861	68.059.167	0,58%	85,31%	10,39%	3,73%	100,00%
2000	961.259	44.302.131	11.998.872	5.372.500	62.634.762	1,53%	70,73%	19,16%	8,58%	100,00%
2001	253.709	34.580.609	8.050.712	13.103.446	55.988.476	0,45%	61,76%	14,38%	23,40%	100,00%
2002	155.639	26.367.330	13.818.555	15.120.386	55.461.910	0,28%	47,54%	24,92%	27,26%	100,00%
2003	8.190.366 (2)	28.354	13.503.370	8.169.958	29.892.048	27,40%	0,09%	45,17%	27,33%	100,00%
2004	310.091	136.777	12.246.794	9.268.579	21.962.241	1,41%	0,62%	55,76%	42,20%	100,00%
2005	161.251	374.610	10.269.669	7.704.937	18.510.466	0,87%	2,02%	55,48%	41,62%	100,00%
2006	160.858	24.219.552	15.459.869	6.443.641	46.283.920	0,35%	52,33%	33,40%	13,92%	100,00%
2007	159.289	26.516.970	20.446.248	13.916.692	61.039.199	0,26%	43,44%	33,50%	22,80%	100,00%
2008	145.947	45.129.733	24.824.933	19.577.726	89.678.338	0,16%	50,32%	27,68%	21,83%	100,00%
2009	153.991	59.099.407	22.312.085	317.160	81.882.643	0,19%	72,18%	27,25%	0,39%	100,00%
2010	154.137	69.716.615	12.565.629	19.712.964	102.149.344	0,15%	68,25%	12,30%	19,30%	100,00%
2011	153.915	55.502.020	34.155.483	18.934.653	108.746.070	0,14%	51,04%	31,41%	17,41%	100,00%
2012	153.045	32.033.837	50.767.669	21.281.459	104.236.010	0,15%	30,73%	48,70%	20,42%	100,00%
2013	38.983	43.618.919	38.804.673	25.391.113	107.853.690	0,04%	40,44%	35,98%	23,54%	100,00%
2014	117.061	44.749.917	30.401.723	33.999.927	109.268.627	0,11%	40,95%	27,82%	31,12%	100,00%
2015	-	38.978.211	46.210.521	42.016.962	127.205.694	0,00%	30,64%	36,33%	33,03%	100,00%
Total	14.615.556	947.574.550	378.465.831	295.916.690	1.636.572.628	0,89%	57,90%	23,13%	18,08%	100,00%

Fuente: Elaboración propia en base información histórica MOP.

Nota /1: El ítem Gestión se refiere a inversiones en estudios, asesorías y administración de la DOH.

Nota /2: Este año la DOH registra un proyecto denominado ASESORÍAS, ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DEL PROGRAMA DE INFRAESTRUCTURA DE LA DIRECCIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS por \$3.647.605.



3.6.4 Estimación de los recursos disponibles para obras de riego en ejecución y nuevas hasta 2035 descontando los recursos de inversión comprometidos

Otro ajuste necesario de efectuar para determinar los recursos para nuevas obras de riego (embalses y complementos planteados en los proyectos priorizados en los Términos de Referencia) es la consideración de la calendarización de las grandes obras de riego actualmente en ejecución o próximas a iniciarse (Valle Hermoso, Chironta y Punilla, este último con una importante componente de inversión por Concesiones). Los recursos ya comprometidos para los próximos años para estos proyectos deberán ser deducidos de los posibles recursos disponibles para otras obras nuevas de riego.

Antecedentes de inversión para la calendarización de los recursos para estos proyectos es la proyección de necesidades financieras efectuadas en el marco del Plan de Embalses o bien aquellas realizadas entre 2015 y el primer trimestre de 2016 por el COMICIVYT.

3.6.5 Estimación de los recursos totales necesarios anualmente hasta 2035 en base a la calendarización por momento óptimo y comparación con las estimaciones de posibles recursos de inversión para riego disponibles.

En base a la ordenación anterior de los flujos de inversiones de los distintos proyectos y su suma año por año se determinaron los montos necesarios de recursos para la realización de las inversiones en los proyectos y se compararon con los montos estimados en las distintas alternativas de escenarios para inversión en nuevas obras de embalses.

Cuadro 3-42
Año óptimo de Inversión

Nombre de Iniciativa	Región	Precios Sociales				Precios Privados			
		Inversión	VAN	Año óptimo	VAN año óptimo	Inversión	VAN	Año óptimo	VAN año óptimo
		(MM\$)	(MM\$)		(MM\$)	(MM\$)		(MM\$)	
Embalse Pintanane Quebrada de Aroma. Comuna de Huara	1	27.093	No rentable	No rentable	No rentable	28.095	No rentable	No rentable	No rentable
Embalse de Cabecera Río El Carmen (15 Hm ³)	3	22.491	No rentable	2019	5.241	24.350	No rentable	2019	1.102
Embalse La Tranca en Río Cogotí	4	82.382	63.160	2020	90.452	89.859	8.382	2020	42.011
Embalse Murallas Viejas.	4	53.047	107.107	2019	118.460	56.002	57.631	2020	73.548
Embalse El Canelillo	4	78.113	410.862	2020	472.865	87.021	202.291	2021	280.555
Embalse Rapel	4	24.631	61.757	2019	65.189	26.440	36.560	2019	41.178
Embalse Catemu en Valle del Aconcagua	5	133.570	15.976	2020	123.560	143.515	No rentable	2021	64.558
Obras de Regulación Valle de Petorca Embalse Las Palmas	5	23.185	68.419	2021	140.818	24.931	s/i	s/i	s/i
Habilitación Compuertas Embalse Aromos	5	39.041	12.753	2020	24.655	41.979	No rentable	2020	20.181
Mejoramiento Embalse Bollenar	6	36.353	48.555	2021	71.027	45.561	24.201	2022	47.406
Embalse Codegua	6	31.067	11.228	2022	25.196	37.383	525	2022	36.728
Sistema de Regadío Embalse El	7	34.783	42.799	2022	66.762	42.138	7639	2022	40.911
Embalse Empedrado	7	6.669	3.643	2020	7.297	6.988	No rentable	2021	3.352
Sistema Embalse Achibueno	7	227.672	33.756	2024	132.500	262.941	No rentable	2024	9.400
Embalse de Riego Huedque	7	33.972	59.490	2022	80.982	39.234	15.024	2022	32.998
Sistema Riego Embalse Teno (La	7	133.490	588.571	2021	712.546	162.866	320.900	2022	498.314
Embalse Gualleco VII Región	7	1.729	1.910	2019	2.721	1.831	920	2020	1.809
Embalse Tabunco VII Región	7	1.566	1.239	2019	876	1.659	No rentable	No rentable	No rentable
Embalse Cautín	9	594.606	508.067	2019	947.495	601.248	218.901	2020	671.130
Embalse Umirpa Camarones	15	12.226	No rentable	2022	181	13.893	No rentable	2022	No rentable

Nota: No se incluye Embalse Punilla puesto que ya está licitado y adjudicado como obra en Concesión.
s/i: sin información

3.6.6 Ajuste de la calendarización de los proyectos a los recursos disponibles.

Este ajuste sólo se efectuó una vez realizadas todas las actualizaciones de costos, beneficios y rentabilidades. Es el último paso y se relaciona estrechamente con los resultados y ordenación a incluir en el cuadro 3-42.

De acuerdo a los resultados del paso anterior se presenta una propuesta de reprogramación de los proyectos, en base a una postergación de aquellos con menor VAN o IVAN¹².

¹²La calendarización que se realizará en el estudio obedece a variables económicas, pero el Consultor está consciente de que estas iniciativas están sujetas a otras variables, tales como modificaciones al Plan de Embalses, demoras en la

Cuadro 3-43
Calendarización de los proyectos

Nombre de Iniciativa	Región	Año óptimo	VAN año	Inversión	Presupuesto DOH	Financiamiento
			óptimo	(MM\$)	(MM\$)	
			(MM\$)	(MM\$)	(MM\$)	
Embalse de Cabecera Río El Carmen (15 Hm ³)	3	2019	5.241	22.491	135.557	MOP
Embalse Murallas Viejas. Combarbalá	4	2019	118.460	53.047	135.557	MOP
Embalse Tabunco VII Región	7	2019	876	1.566	135.557	MOP
Embalse Rapel	4	2019	65.189	24.631	135.557	MOP
Embalse Gualleco VII Región	7	2019	2.721	1.729	135.557	MOP
Embalse Cautín	9	2019	947.495	594.606	135.557	Concesión
Embalse El Canelillo	4	2020	472.865	78.113	142.741	MOP
Embalse La Tranca en Río Cogotí	4	2020	90.452	82.382	142.741	MOP
Habilitación Compuertas Embalse Aromos	5	2020	24.655	39.041	142.741	MOP
Embalse Catemu en Valle del Aconcagua	5	2020	123.560	133.570	142.741	Concesión
Embalse Empedrado	7	2020	7.297	6.669	142.741	MOP
Mejoramiento Embalse Bollenar	6	2021	71.027	36.353	152.162	MOP
Sistema Riego Embalse Teno (La Jaula)	7	2021	712.546	133.490	152.162	Concesión
Obras de Regulación Valle de Petorca Embalse Las Palmas	5	2021	140.818	23.185	152.162	MOP
Embalse Codegua	6	2022	25.196	31.067	162.205	MOP
Sistema de Regadío Embalse El Parrón	7	2022	66.762	34.783	162.205	MOP
Embalse de Riego Huedque	7	2022	80.982	33.972	162.205	MOP
Sistema Embalse Achibueno	7	2024	132.500	227.672	184.323	Concesión
Embalse Umirpa Camarones	15	2024	181	12.226	184.323	MOP
Embalse Pintanane Quebrada de Aroma. Comuna de Huara	1	No rentable	No rentable			

ejecución de los proyectos por razones técnicas, cambio en las condiciones productivas del proyecto en el tiempo, entre otras. Parte de las conclusiones del estudio serán en este sentido.

4 CARTERA DE INVERSIONES PRIORIZADA

4.1 METODOLOGÍA SIMPLIFICADA DE PRIORIZACIÓN

4.1.1 Introducción

Los proyectos analizados fueron desarrollados en diferentes períodos de tiempo y espacio, corresponden a proyectos completamente diferentes uno de otros en cuanto a su definición y tamaño de las obras, y por lo tanto, respecto a sus costos y beneficios involucrados.

La conveniencia de llevar a cabo una inversión se debe estudiar desde distintos puntos de vista o criterios. No existe un indicador que resuma en una única cifra toda la información significativa para decidir la conveniencia o no de una inversión.

Todos los estudios analizados cuentan con una evaluación económica. En principio, lo que interesa fundamentalmente es la rentabilidad social y oportunidad de la inversión.

Al comparar beneficios y costos y teniendo en cuenta los momentos del tiempo en que van asociados, hay que considerar que las unidades monetarias no son constantes y que no es lo mismo disponer de una cierta cantidad en diferentes espacios de tiempo.

Con el fin de poder realizar un estudio que permita comparar un proyecto con otro será necesario un proceso de homogeneización de tal manera que presenten similares características que permitan su comparación.

4.1.2 Parámetros de la Homogeneización

Los parámetros analizados fueron:

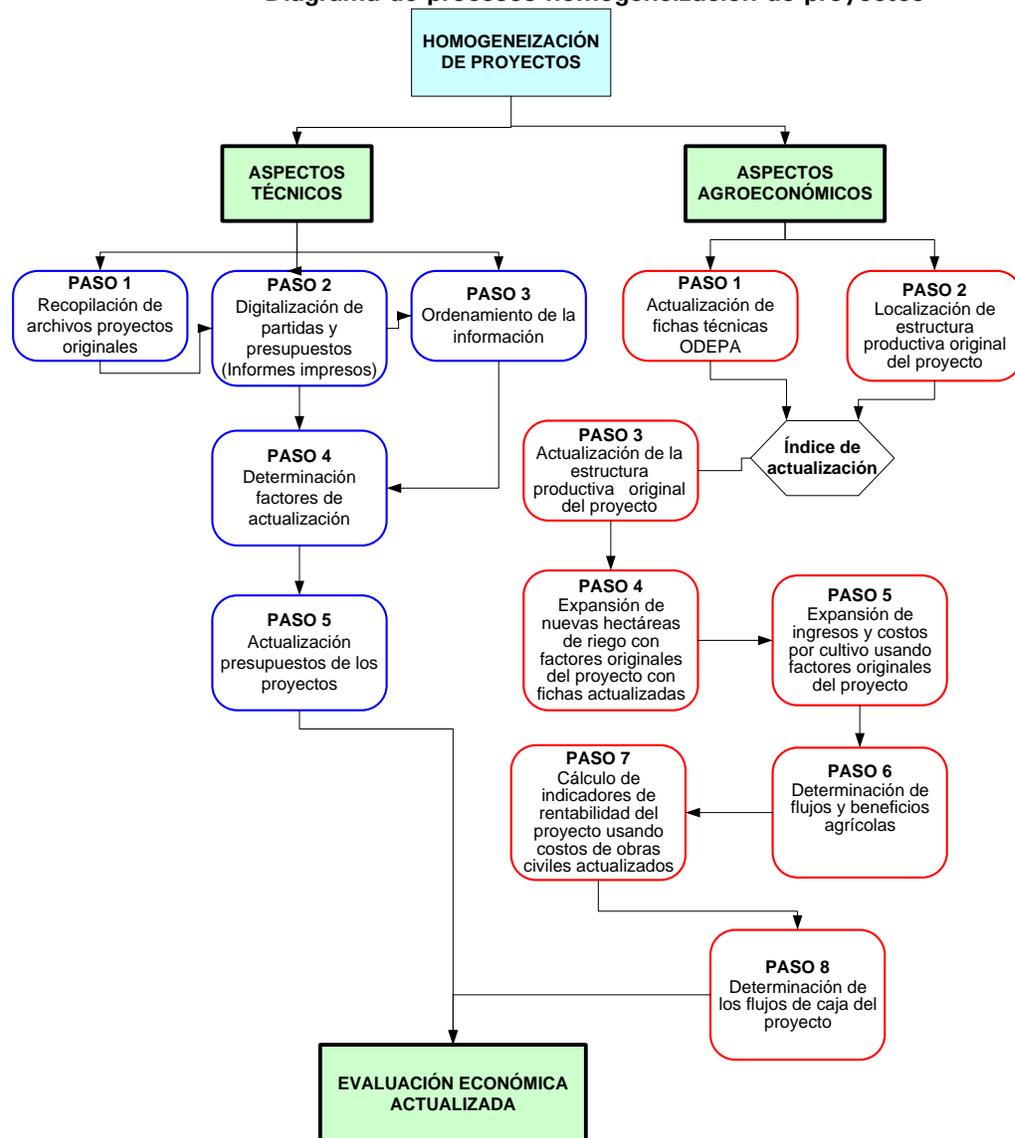
- Valor Actual Neto. (VAN)
- Tasa Interna de Retorno (TIR)
- Valor Neto Relativo (IVAN)

4.1.3 Metodología de homogeneización

4.1.3.1 Población beneficiada y organización

La homogeneización de los proyectos busca obtener información sobre los aspectos económicos del modelo de priorización que se propone (IVAN Social), para ello es necesario que todos los proyectos cuenten con una evaluación económica ajustada a las tendencias productivas actuales. En la Figura 4-1, se muestra un diagrama del proceso utilizado para la homogeneización de los proyectos.

Figura 4-1
Diagrama de procesos homogeneización de proyectos



Aspectos técnicos

Por otra parte, para la actualización de los presupuestos de obras es necesario considerar los siguientes aspectos.

A continuación se describe la secuencia lógica para la elaboración del costo directo de las obras y qué aspectos de esta secuencia se desarrolló en este estudio.

Para la actualización de los presupuestos de las obras se procedió de la siguiente manera:

- Se recopiló la información digital y en papel de los estudios originales, especialmente de las partidas principales que definen el proyecto y los presupuestos de las obras.
- Para el caso de aquellos estudios que no contaban con los archivos digitales, se digitalizó la información de precios y presupuestos para ser manejadas en planillas de cálculos, “linkeando” las operaciones matemáticas correspondientes con el fin de actualizar los precios y presupuestos a moneda de diciembre de 2015.
- Se determinó el factor de actualización considerando la variación de la Unidad de Fomento desde la fecha indicada en la evaluación del proyecto original y 31 diciembre de 2015.
- Finalmente se actualizaron los presupuestos de las obras de cada uno de los proyectos analizados.

4.1.3.2 Antecedentes Hidrológicos

En todos los estudios de embalses analizados se encuentra información respecto a la disponibilidad de recursos hídricos en el punto de captación de las aguas. Todos estos estudios cuentan con el análisis de los recursos hídricos a lo más 2 años de antigüedad antes de la fecha del estudio propiamente tal, y obviamente estos estudios se realizaron para cada proyecto en particular.

Respecto a este tema, es necesario recalcar que de acuerdo a la información analizada, no se puede concluir directamente que los recursos hídricos evaluados en la fecha de realización de cada estudio puedan representar fielmente la situación hidrológica en situación actual, especialmente aquellos más antiguos que no reflejan necesariamente las nuevas condiciones climáticas debido al cambio climático, variaciones de la estructura productiva, etc.

4.2 MODELO DE PRIORIZACIÓN

En el presente acápite, se desarrolla el modelo de priorización de proyectos, de manera que puedan ser evaluados e incorporados a modo de ranking de las iniciativas estudiadas.

Es importante mencionar las restricciones que contempla el Modelo de Priorización propuesto, a través del cual se realizará el ranking de la cartera de proyectos considerada en el presente estudio:

- Se dispone de proyectos en distintas fases del estudio, es decir, de prefactibilidad, de factibilidad y de diseño elaborados en diferentes periodos de tiempo.
- Las evaluaciones económicas de los proyectos, a precios privados y sociales, no cuentan con una estructura homologada. Más aún, en algunos casos la información de detalle no está disponible, por lo que no se pueden corroborar los supuestos utilizados por cada evaluador.
- Los beneficios económicos actuales y futuros suponen cambios relacionados a las tendencias actuales de la economía, lo que requiere de una actualización de detalle en estos aspectos, y otros como la estructura productiva actual y futura.
- Existen diferencias en el detalle de las evaluaciones de impacto ambiental. En este sentido, es importante mencionar que los proyectos más antiguos cuentan con muy poca información.
- En la mayoría de los proyectos, no se considera en la evaluación económica el valor residual de las obras. Esto produce una distorsión al comparar la actualización de la evaluación económica entre un proyecto y otro.

4.2.1 Metodología

4.2.1.1 Descripción conceptual del Proceso de Análisis Jerárquico (AHP)

Para el Estudio se ha utilizado el Proceso de Análisis Jerárquico, desarrollado por Thomas L. Saaty (The Analytic Hierarchy Process, 1980) el cual está diseñado para resolver problemas complejos de criterios múltiples. El proceso requiere que quien toma las decisiones proporcione evaluaciones subjetivas respecto a la importancia relativa de cada uno de los criterios y que, después, especifique su preferencia con respecto a cada una de las alternativas de decisión y para cada criterio. El resultado del AHP es una jerarquización con prioridades que muestran la preferencia global para cada una de las alternativas de decisión.

En un ambiente de certidumbre, el AHP proporciona la posibilidad de incluir datos cuantitativos relativos a las alternativas de decisión. La ventaja del AHP consiste en que adicionalmente permite incorporar aspectos cualitativos que suelen quedarse

fuera del análisis debido a su complejidad para ser medidos, pero que pueden ser relevantes en algunos casos.

El AHP, mediante la construcción de un modelo jerárquico, permite de una manera eficiente organizar la información respecto de un problema, descomponerla y analizarla por partes, visualizar los efectos de cambios en los niveles y sintetizar.

El AHP se fundamenta en:

- La estructuración del modelo jerárquico (representación del problema mediante identificación de meta, criterios, subcriterios y alternativas).
- Priorización de los elementos del modelo jerárquico.
- Comparaciones binarias entre los elementos.
- Evaluación de los elementos mediante asignación de "pesos".
- Ranking de las alternativas de acuerdo con los pesos dados.
- Síntesis.
- Análisis de Sensibilidad.

Cuadro 4-1
Escala de SAATY

Intensidad	Definición	Explicación
1	Igual	Dos actividades contribuyen de igual forma al cumplimiento del objetivo
3	Moderada	La experiencia y el juicio favorecen levemente a una actividad sobre la otra
5	Fuerte	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente una actividad sobre la otra
7	Muy fuerte o demostrada	Una actividad es mucho más favorecida que la otra; su predominancia se demostró en la práctica
9	Extrema	La evidencia que favorece una actividad sobre la otra, es absoluta y totalmente clara
2,4,6,8	Para transar entre los Valores anteriores	Cuando se necesita un compromiso de las partes entre valores adyacentes
Recíprocos	Si la actividad <i>i</i> se le ha asignado uno de los números distintos de cero mencionados cuando se compara con la actividad <i>j</i> , entonces <i>j</i> tiene el valor recíproco cuando se la compara con <i>i</i> ($a_{ij} = 1/a_{ji}$)	Hipótesis del método

Los aspectos considerados para el modelo de priorización propuesto se agrupan en los siguientes criterios principales o estratégicos:

- **Aspectos económicos:** considera la relación entre la inversión y VAN Social, así como la magnitud de los costos anuales de mantención y explotación.
- **Aspectos sociales:** incluye un criterio de representatividad de los beneficiarios del proyecto frente al total de habitantes de la(s) comuna(s) involucrada(s), la



superficie beneficiada por el proyecto, y la presencia o no de pueblos originarios entre los beneficiarios.

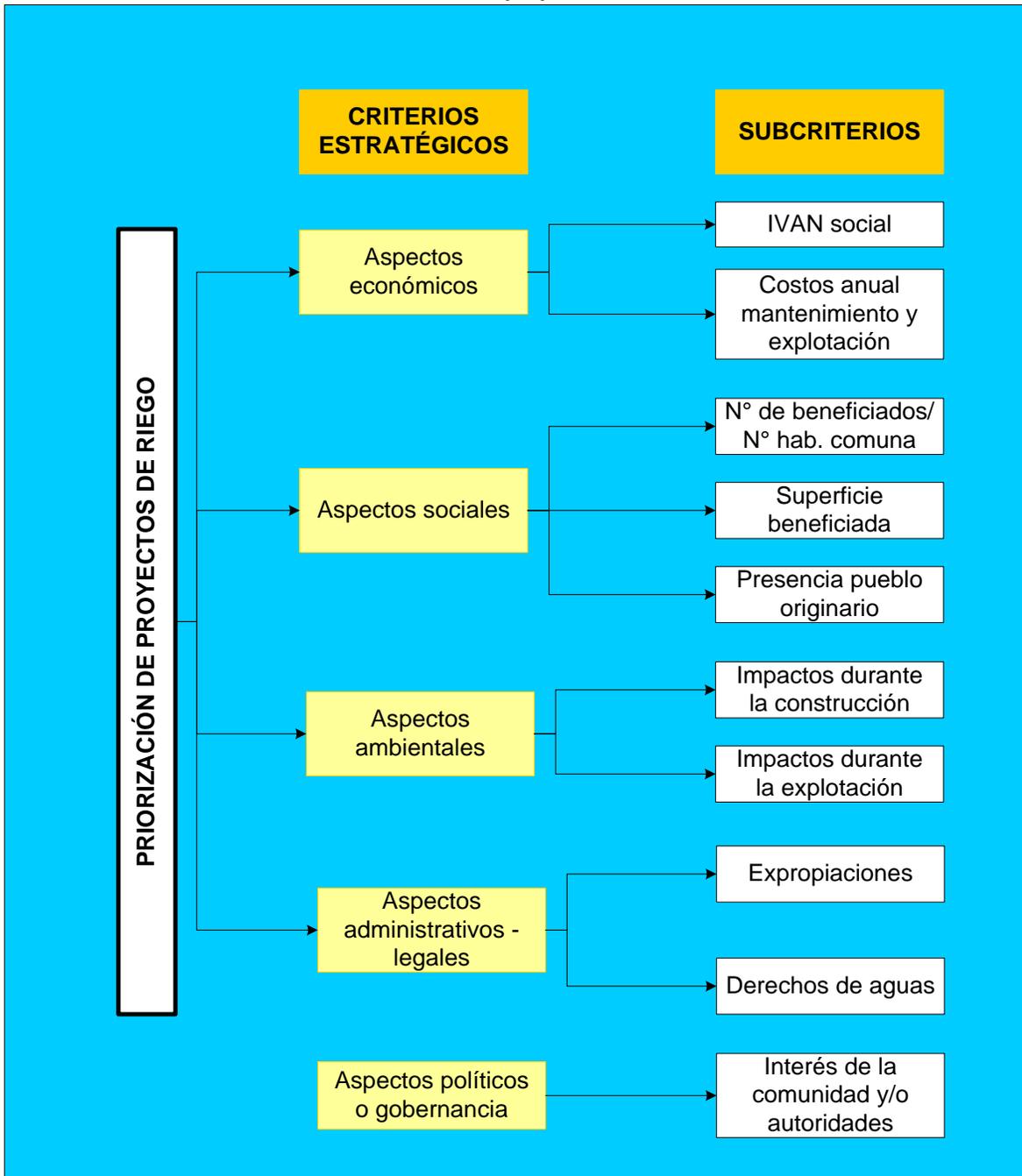
- **Aspectos ambientales:** Considera los impactos ambientales durante la construcción y explotación del proyecto.
- **Aspectos administrativos y legales:** principalmente considera si la construcción del proyecto requiere de expropiaciones y de la existencia de derechos de aguas.
- **Aspectos Políticos o de Gobernanza:** Incluye aspectos de gobernanza y valoración de la iniciativa por parte de autoridades locales y comunidad. Si bien este aspecto, en la mayoría de los estudios y proyectos, no se encuentra explicitado, se recopiló información con profesionales involucrados en proyectos de riego e información secundaria para incorporar este aspecto en la evaluación.

4.2.1.2 *Modelo Propuesto*

Para su diseño se efectuó una representación gráfica del problema en función de la meta global, y los criterios de decisión considerados. Esta gráfica recibe el nombre de *Árbol de Jerarquías*.

El modelo propuesto permite priorizar la cartera de proyectos, es decir, considera criterios que están disponibles en la actualidad para los proyectos analizados.

Figura 4-2
Modelo propuesto





4.2.1.3 *Asignación de prioridades*

Se determina a continuación, la importancia relativa de los diferentes criterios de selección. Como se aprecia, el modelo incluye cinco criterios principales y dentro de ellos los respectivos subcriterios.

Los puntajes propuestos para los subcriterios no son absolutos, sino que porcentuales con respecto al puntaje final o importancia relativa. Es decir, su puntaje absoluto se determinará una vez definida la importancia de cada criterio principal y secundario.

Para esto último, se aplicó el modelo AHP mediante el uso de una planilla de cálculo desarrollada en ambiente Excel.

Se consultó acerca de la importancia relativa entre pares de criterios primarios (estratégicos) y secundarios (subcriterios) a 3 profesionales del equipo consultor, el cual fue propuesto también a profesionales de la DIRPLAN.

De acuerdo con los procedimientos del método, en este caso cada persona asignó notas enteras relativas de importancia entre pares de criterios, entre 1 y 9.

Es importante indicar, que una vez realizadas las valoraciones de los diferentes expertos se depuran los datos, eliminando aquellos juicios que se encuentran fuera de la tendencia de los demás expertos.

Así el resultado se sometió a validación de la Inspección Fiscal, y posteriormente se determina el promedio geométrico de las valoraciones.

A continuación se muestra la matriz de criterios principales, que considera los juicios de los profesionales involucrados:

Cuadro 4-2
Análisis criterios estratégicos

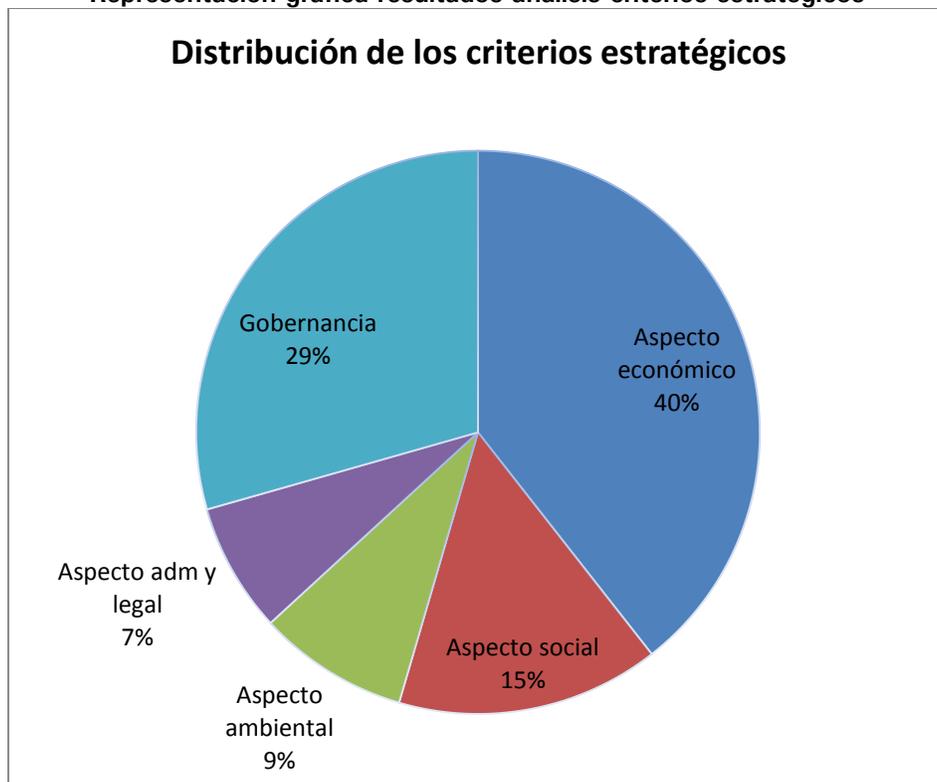
<i>Matriz de Comparación Pareada Inicializada</i>						
AHP	Aspecto económico (C1)	Aspecto social (C2)	Aspecto ambiental (C3)	Aspecto adm y legal (C4)	Gobernanca (C5)	
Aspecto económico (R1)	1					
Aspecto social (R2)	7	1				
Aspecto ambiental (R3)	3	3	1			
Aspecto adm y legal (R4)	5	3	1	1		
Gobernanca (R5)	1	1/3	1/3	1/3	1	
<i>Matriz terminada</i>						
AHP	Aspecto económico (C1)	Aspecto social (C2)	Aspecto ambiental (C3)	Aspecto adm y legal (C4)	Gobernanca (C5)	
Aspecto económico (C1)	1	1/7	1/3	1/5	1/3	
Aspecto social (C2)	7	1	1/3	1/3	1/3	
Aspecto ambiental (C3)	3	3	1	1	1/3	
Aspecto adm y legal (C4)	5	3	1	1	1/3	
Gobernanca (R5)	1	0,33	0,33	0,33	1	
<i>Matriz de Normalización</i>						
AHP	Aspecto económico (C1)	Aspecto social (C2)	Aspecto ambiental (C3)	Aspecto adm y legal (C4)	Gobernanca (C5)	Sumatoria
Aspecto económico (C1)	1	0,14	0,33	0,20	1,00	2,68
Aspecto social (C2)	7	1	0,33	0,20	3,00	11,53
Aspecto ambiental (C3)	3	3	1	1	3,00	11,00
Aspecto adm y legal (C4)	5	3	1	1	3,00	13,00
Gobernanca (R5)	1	0,33	0,33	0,33	1	3,00
<i>Matriz de Normalización Final</i>						
AHP	Aspecto económico (C1)	Aspecto social (C2)	Aspecto ambiental (C3)	Aspecto adm y legal (C4)	Gobernanca (C5)	Sumatoria
Aspecto económico (C1)	0,374	0,053	0,125	0,075	0,374	1,00
Aspecto social (C2)	0,607	0,087	0,029	0,017	0,260	1,00
Aspecto ambiental (C3)	0,273	0,273	0,091	0,091	0,273	1,00
Aspecto adm y legal (C4)	0,385	0,231	0,077	0,077	0,231	1,00
Gobernanca (R5)	0,333	0,111	0,111	0,111	0,333	1,00
Promedio	0,394	0,151	0,086	0,074	0,294	
	39,43%	15,09%	8,65%	7,42%	29,41%	
Ranking	1°	3°	4°	5°	2°	

A continuación, en el cuadro y gráfico siguiente se presentan los resultados del análisis de los criterios estratégicos.

Cuadro 4-3
Resumen de resultados análisis criterios estratégicos

CRITERIOS ESTRATÉGICOS	PROMEDIO EVALUACIÓN (%)
Aspecto económico	39,43%
Aspecto social	15,09%
Aspecto ambiental	8,65%
Aspecto adm y legal	7,42%
Gobernancia	29,41%

Figura 4-3
Representación gráfica resultados análisis criterios estratégicos

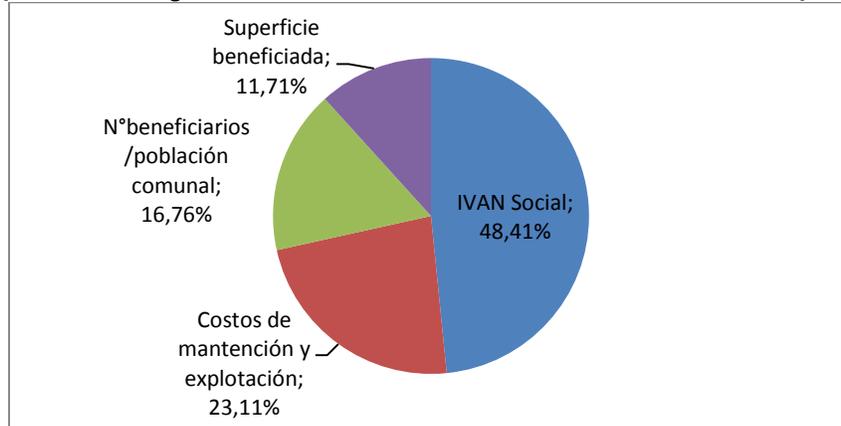


Con respecto a los criterios secundarios, se aplicaron los puntajes con la misma escala de importancia relativa a los diferentes criterios seleccionados, y luego se determinaron las consistencias para aquellas matrices de más de dos criterios. A continuación se presentan estos resultados.

Cuadro 4-4
Análisis criterios secundarios económico y social

<i>Matriz de Comparación Pareada Inicializada</i>					
AHP	IVAN SOCIAL	COSTOS DE MANTENCIÓN Y EXPLOTACIÓN	N° BENEFICIARIOS/ POBLACIÓN COMUNAL	SUPERFICIE BENEFICIADA	
IVAN SOCIAL	1				
COSTOS DE MANTENCIÓN Y EXPLOTACIÓN	3	1			
N° BENEFICIARIOS/POBLACIÓN COMUNAL	3	2	1		
SUPERFICIE BENEFICIADA	3	2	2	1	
<i>Matriz terminada</i>					
AHP	IVAN SOCIAL	COSTOS DE MANTENCIÓN Y EXPLOTACIÓN	N° BENEFICIARIOS/ POBLACIÓN COMUNAL	SUPERFICIE BENEFICIADA	
IVAN SOCIAL	1	0,33333333	1/3	1/3	
COSTOS DE MANTENCIÓN Y EXPLOTACIÓN	3	1	1/2	1/2	
N° BENEFICIARIOS/POBLACIÓN COMUNAL	3	2	1	1/2	
SUPERFICIE BENEFICIADA	3	2	2	1	
<i>Matriz de Normalización</i>					
AHP	IVAN SOCIAL	COSTOS DE MANTENCIÓN Y EXPLOTACIÓN	N° BENEFICIARIOS/ POBLACIÓN COMUNAL	SUPERFICIE BENEFICIADA	Sumatoria
IVAN SOCIAL	1	0,33	0,33	0,33	2,00
COSTOS DE MANTENCIÓN Y EXPLOTACIÓN	3	1	0,50	0,50	5,00
N° BENEFICIARIOS/POBLACIÓN COMUNAL	3	2	1	0,50	6,50
SUPERFICIE BENEFICIADA	3	2	2	1	8,00
<i>Matriz de Normalización Final</i>					
AHP	IVAN SOCIAL	COSTOS DE MANTENCIÓN Y EXPLOTACIÓN	N° BENEFICIARIOS/ POBLACIÓN COMUNAL	SUPERFICIE BENEFICIADA	Sumatoria
IVAN SOCIAL	0,500	0,167	0,167	0,167	1,00
COSTOS DE MANTENCIÓN Y EXPLOTACIÓN	0,600	0,200	0,100	0,100	1,00
N° BENEFICIARIOS/POBLACIÓN COMUNAL	0,462	0,308	0,154	0,077	1,00
SUPERFICIE BENEFICIADA	0,375	0,250	0,250	0,125	1,00
Promedio	0,484	0,231	0,168	0,117	
	48,41%	23,11%	16,76%	11,71%	
Ranking	1°	2°	3°	4°	

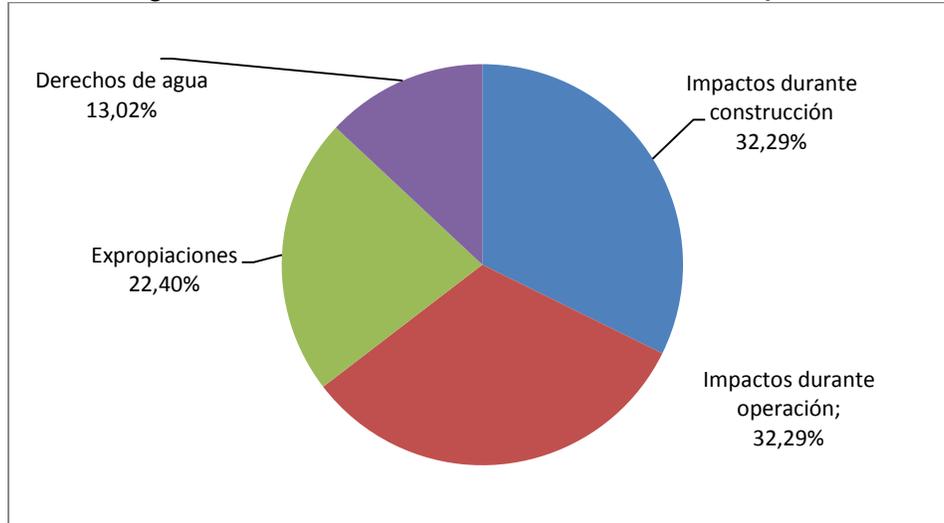
Figura 4-4
Representación gráfica resultados criterios secundarios económico y social



Cuadro 4-5
Análisis criterios secundarios ambiental y administrativo legal

<i>Matriz de Comparación Pareada Inicializada</i>					
AHP	IMPACTOS DURANTE CONSTRUCCIÓN	IMPACTOS DURANTE OPERACIÓN	EXPROPIACIONES	DERECHOS DE AGUA	
IMPACTOS DURANTE CONSTRUCCIÓN	1				
IMPACTOS DURANTE OPERACIÓN	1	1			
EXPROPIACIONES	2	2	1		
DERECHOS DE AGUA	2	2	3	1	
<i>Matriz terminada</i>					
AHP	IMPACTOS DURANTE CONSTRUCCIÓN	IMPACTOS DURANTE OPERACIÓN	EXPROPIACIONES	DERECHOS DE AGUA	
IMPACTOS DURANTE CONSTRUCCIÓN	1	1	1/2	1/2	
IMPACTOS DURANTE OPERACIÓN	1	1	1/2	1/2	
EXPROPIACIONES	2	2	1	1/3	
DERECHOS DE AGUA	2	2	3	1	
<i>Matriz de Normalización</i>					
AHP	IMPACTOS DURANTE CONSTRUCCIÓN	IMPACTOS DURANTE OPERACIÓN	EXPROPIACIONES	DERECHOS DE AGUA	Sumatoria
IMPACTOS DURANTE CONSTRUCCIÓN	1	1,00	0,50	0,50	3,00
IMPACTOS DURANTE OPERACIÓN	1	1	0,50	0,50	3,00
EXPROPIACIONES	2	2	1	0,33	5,33
DERECHOS DE AGUA	2	2	3	1	8,00
<i>Matriz de Normalización Final</i>					
AHP	IMPACTOS DURANTE CONSTRUCCIÓN	IMPACTOS DURANTE OPERACIÓN	EXPROPIACIONES	DERECHOS DE AGUA	Sumatoria
IMPACTOS DURANTE CONSTRUCCIÓN	0,333	0,333	0,167	0,167	1,00
IMPACTOS DURANTE OPERACIÓN	0,333	0,333	0,167	0,167	1,00
EXPROPIACIONES	0,375	0,375	0,188	0,063	1,00
DERECHOS DE AGUA	0,250	0,250	0,375	0,125	1,00
Promedio	0,323	0,323	0,224	0,130	
	32,29%	32,29%	22,40%	13,02%	
Ranking	1°	2°	3°	4°	

Figura 4-5
Representación gráfica resultados criterios secundarios ambiental y administrativo legal



Los proyectos fueron seleccionados mediante diferentes criterios. Para ello se recopilaron y analizaron antecedentes técnicos, económicos, ambientales, legales y organizacionales relacionados con cada proyecto.

Posteriormente, al utilizar el modelo de priorización, se determinó la prioridad de cada proyecto mediante la aplicación de cada criterio principal y sus subcriterios. Cada subcriterio tiene asignado un puntaje distribuido linealmente entre 0 y 100, tal como se indica a continuación:

Cuadro 4-6
Escala de puntajes por cada subcriterio

CRITERIO PRINCIPAL	CRITERIO TERMINAL	ESCALA	PUNTAJE
ASPECTOS ECONÓMICOS	IVAN Social	Máximo	100
		Mínimo	0
	Magnitud de costos de mantención explotación	Máximo	0
		Mínimo	100
ASPECTOS SOCIALES	Relación N° Beneficiarios del proyectos y N° habitantes comuna(s) consideradas	Máximo	100
		Mínimo	0
	Superficie beneficiada	Máximo	100
		Mínimo	0
	Presencia pueblo originario	Sí	100
		No	0
ASPECTOS AMBIENTALES	Impactos durante construcción	Ninguno	100
		Menor	50
		Significativo	0
	Impactos durante operación	Ninguno	100
		Menor	50
		Significativo	0
ASPECTOS ADMINISTRATIVO-LEGALES	Expropiaciones	Sí	0
		No	100
	Derechos de aguas	Si	100



CRITERIO PRINCIPAL	CRITERIO TERMINAL	ESCALA	PUNTAJE
		No	0
GOBERNANCIA	Interés de las autoridades	Mucho	100
		Ninguno	0

De esta manera se procedió para cada proyecto en función de los diferentes criterios indicados, asignando el puntaje correspondiente a cada uno de ellos, y ponderándolos según el modelo de priorización desarrollado.



5 CARTERA DE PROYECTOS PRIORIZADA

El principal resultado del estudio permite proponer una cartera de proyectos priorizados del conjunto de iniciativas consideradas en el estudio.

En el Cuadro 5-1 se presenta la matriz de criterios y en el Cuadro 5-2, el cálculo de la ponderación según los factores indicados. Así se logra obtener el ranking de proyectos, ordenados de mayor a menor puntaje que se presenta en el Cuadro 5-3.



Cuadro 5-1
Cuadro resumen criterios evaluación

N°	Nombre de Iniciativa	ASPECTOS ECONÓMICOS				ASPECTOS SOCIALES								ASPECTOS AMBIENTALES				ASPECTOS ADMINISTRATIVO-LEGALES						GOBERNANCIA	
		39,43%				15,09%								8,65%				7,42%						29,41%	
		Máximo	100	Máximo	0	Máximo				100	Máximo	100	Si	100	Ninguno	100	Ninguno	100	Sup	Si	0	Si	100	Mucho	100
		Mínimo	0	Mínimo	100	Mínimo				0	Mínimo	0	No	0	Significativo	0	Significativo	0	MMS	No	100	No	0	Ninguno	0
		IVAN Social	Magnitud de costos de mantenimiento explotación (M\$ dic 2015)	Relación N° Beneficiarios del proyectos y N° habitantes comuna(s) consideradas				Superficie beneficiada (ha)	Presencia pueblo originario		Impactos durante construcción	Impactos durante operación		Expropiaciones		Derechos de aguas		Interés de las autoridades							
				N° benef Proyecto	Comuna	N° hab comuna	Relación A/B																		
Arica Parinacota																									
1	Construcción Embalse Livilcar																								
2	Construcción Embalse Chironta, Valle del Lluta																								
3	Construcción Embalse Umirpa Camarones	-0,283	8	1.521	98	477	Camarones	788	0,605	100	640	1	Aymara	100	Mediano	40	Menor	70	1550,1	si	92,02	Si	80	Mucho	90
Tarapacá																									
4	Construcción Embalse Camiña, Región de Tarapacá																								
5	Construcción Embalse Pintanane Quebrada de Aroma, Comuna de Huara	-0,730	0	2.210	97	203	Huara	2.936	0,069	11	490	1	Aymara	100	Menor	50	Menor	60	6,6	si	99,97	si, F	50	Poco	30
6	Construcción Embalse Quebrada de Tarapacá																								
Antofagasta																									
7	Construcción Embalse de Regulación de Crecidas en el Río Salado												No	0											
8	Construcción Obras de Control Aluvional en Quebrada La Chimba Antofagasta																								
Atacama																									
9	Construcción Embalse de Cabecera Río El Carmen (15 Hm3). Alto del Carmen.	-0,315	8	163	100	500	Alto del Carmen	6.305	0,079	13	364	0	No	0	Mediano	50	Mediano	50	93,4	Si	99,52	si, F	50	medio	70
10	Construcción Tranque Complementario A Embalse Lautaro																								
11	Construcción Embalse de Cabecera Río Copiapó (15 Hm3)																								
Coquimbo																									
12	Construcción Embalse La Tranca en Río Cogotí	0,914	31	8.647	89	432	Combarbalá	15.299	0,028	4	4.794	7	No	0	Menor	50	Menor	50	781,3	si	95,98	si	90	Mucho	100
13	Construcción Embalse Valle Hermoso					166					3.146		No	0											
14	Construcción Embalse Murallas Viejas, Combarbalá	1,732	47	1.425	98	279	Combarbalá	15.299	0,018	3	3.250	5	No	0	Menor	30	Menor	20	673,9	si	96,53	si	100	Mucho	100
15	Construcción Embalse El Canelillo	2,983	70	78.392	0	802	Illapel	32.822	0,024	4	15.932	24	No	0	Menor	40	Menor	35	5879,4	si	69,74	si	100	Mucho	100
16	Construcción Embalse Rapel	2,507	61	1.882	98	1.085	Monte Patria	33.796	0,032	5	1.600	2	No	0	Menor	50	Menor	50	75,8	si	99,61	si	100	Mucho	100
17	Construcción Embalse Chalinga					625	Salamanca				1.209		No	0											
Valparaíso																									
18	Construcción Embalse Catemu en Valle del Aconcagua	-0,369	38	11.396	85	10.461	uelas/La Calera/Quillota/La Cruz/Noga	209.732	0,050	8	52.927	80	No	0	Menor	50	Menor	50	0,0	si	100,00	si	100	Mucho	100
19	Construcción Obras de Regulación Valle de Petorca, Embalse Las Palmas	1,518	43	14.869	81	1.367	Petorca	10.323	0,132	22	7.096	11	No	0	Menor	50	Menor	50	2701,4	si	86,09	si	100	Mucho	100
20	Construcción Embalse Chacrilas																								
21	Habilitación Compuertas Embalse Aromos	0,399	21	3.222	96	605	Limache	45.398	0,013	2	1.500	2	No	0	Menor	50	Menor	50	0,0	si	100,00	si	100	Mucho	100
22	Embalse Pocuro Alto																								
23	Construcción Embalse La Chupalla - La Ligua																								
24	Construcción Embalse Pedernal - Petorca					605					2.448		No	0											
25	Construcción de Embalses: Puntilla del Viento (Aconcagua)																								
26	Construcción Embalse Los Ángeles					1.574					5.291		No	0											

Cuadro 5-1 (continuación)
Cuadro resumen criterios evaluación

N°	Nombre de Iniciativa	ASPECTOS ECONÓMICOS				ASPECTOS SOCIALES								ASPECTOS AMBIENTALES				ASPECTOS ADMINISTRATIVO-LEGALES				GOBERNANCIA			
		39,43%				15,09%								8,65%				7,42%				29,41%			
		Máximo	100	Máximo	0	Máximo				100	Máximo	100	Si	100	Ninguno	100	Ninguno	100	Sup	Si	0	Si	100	Mucho	100
Mínimo	0	Mínimo	100	Mínimo				0	Mínimo	0	No	0	Significativo	0	Significativo	0	MMS	No	100	No	0	Ninguno	0		
		IVAN Social		Magnitud de costos de mantención explotación (M\$ dic 2015)		Relación N° Beneficiarios del proyectos y N° habitantes comuna(s) consideradas				Superficie beneficiada (ha)		Presencia pueblo originario		Impactos durante construcción		Impactos durante operación		Expropiaciones		Derechos de aguas		Interés de las autoridades			
						N° benef Proyecto	Comuna	N° hab comuna	Relación AB																
Metropolitana																									
27	Construcción de Obras de Retención Quebrada de Macul																								
28	Construcción de Obras Fluviales y Mejoramiento Estero Colina																								
29	Parque Inundable La Aguada																								
O'Higgins																									
30	Mejoramiento Embalse Bollenar	0,459	23	49	100	5075	Rengo	56188	0,090	1,1	8.000	12	No	0	Menor	50	Menor	50	1372	si	99,96	si	100	medio	80
31	Mejoramiento Embalse Los Cristales																								
32	Construcción Embalse Codegua	0,369	21	1.109	99	843	Codegua	14.166	0,060	9	3.047	4	no	0	Menor	50	Menor	50	3339,8	si	82,81	si	100	medio	80
33	Embalse Los Coipos Valle Nihue Lolol Hualañé																								
Maule																									
34	Construcción Sistema de Regadio Embalse El Parrón	1,258	29	1.604	98	486	Rauco	10.044	0,048	8	1.700	2	No	0	Menor	50	Menor	50	7795,5	si	59,87	si	100	medio	80
35	Construcción Embalse Empedrado	0,566	25	789	99	99	Empedrado	4.478	0,022	3	225	0	No	0	Menor	50	Menor	50	280,9	si	98,55	si	100	Mucho	100
36	Construcción Sistema Embalse Achibueno	0,148	17	17.677	77	1.931	Linares/Longaví	120.556	0,016	2	28.510	43	No	0	Menor	50	Menor	50	19427,3	si	0,00	si	100	medio	80
37	Construcción Embalse de Riego Huedque	1,754	47	2.521	97	101	Cauquenes	40.661	0,002	0	4.800	7	No	0	Menor	50	Menor	50	612,6	si	96,85	si	100	medio	50
38	Construcción Sistema Riego Embalse Teno (La Jaula)	4,538	100	16.142	79	3478	Teno/Romeral	43.616	0,080	13	56.000	85	No	0	Menor	50	Menor	50	4321,8	si	77,75	si	100	medio	60
39	Construcción Embalse Las Guardias																								
40	Construcción Embalse Limávida																								
41	Construcción Embalse Carretones																								
42	Construcción Embalse Rio Claro																								
43	Construcción Embalse Los Pequeños																								
Biobío																									
44	Construcción Embalse Punilla	4,164	93	15	100	2.890	Ñiquén/San Carlos/San Fabian de Alico/Coihueco	94.637	0,031	5	66.023	100	No	0	Menor	50	Menor	50	3946,8	si	79,68	si	100	Mucho	100
45	Construcción Embalse Zapallar																								
Araucanía																									
46	Construcción Embalse Rio Blanco, Curacautín																								
47	Construcción Embalse Cautín	0,938	32	30.397	61	15.554	Lautaro/Curacautín/Victoria/Traiguén/Peruquenco/Galvarino	128.736	0,121	20	54.440	82	Mapuche	100	Menor	50	Menor	50	19016,4	si	2,11	si	100	Mucho	85
Los Rios																									
Los Lagos																									
Aysén																									
48	Obras de Control Aluvional Cerro Divisadero de Coihaique																								
Magallanes																									
49	Construcción Mejoramiento Integral Rio de Las Mnas, Punta Arenas																								
Otros adicionales																									
50	Embalse Gualleco VII Región	1,122	35	211	100	64	Curepto	10.852	0,006	1	119	0	No	0	Menor	50	Menor	50	55,3	si	99,72	si	100	medio	60
51	Embalse Tabunco VII Región	0,813	29	91	100	31	Curepto	10.852	0,003	0	126	0	No	0	Menor	50	Menor	50	65,2	si	99,66	si	100	medio	60
52	Embalse Ancoa VII Región																								

Cuadro 5-2
Cuadro de evaluación

N°	Nombre de Iniciativa	ASPECTOS ECONÓMICOS			ASPECTOS SOCIALES				ASPECTOS AMBIENTALES			ASPECTOS ADMINISTRATIVO-LEGALES			GOBERNANCIA	
		Puntaje IVAN Social	Puntaje Costos de mantención explotación	Subtotal	Puntaje Relación A/B	Puntaje Superficie beneficiada (ha)	Puntaje Presencia pueblo originario	Subtotal	Puntaje Impactos durante construcción	Puntajes Impactos durante operación	Subtotal	Puntaje Expropiaciones	Puntaje Derechos de aguas	Subtotal	Puntaje Interés de las autoridades	Puntaje ponderado
		39,43%			15,09%				8,65%			7,42%			29,41%	100,00%
3	Construcción Embalse Umirpa Camarones	8,5	98,1	106,6	0,6	0,8	100,0	101,4	40,0	70,0	110,0	92,0	80,0	172,0	90,0	106,1
5	Construcción Embalse Pintanane Quebrada de Aroma, Comuna de Huara	0,0	97,2	97,2	0,1	0,6	100,0	100,6	50,0	60,0	110,0	100,0	50,0	150,0	30,0	83,0
9	Construcción Embalse de Cabecera Río El Carmen (15 Hm3), Alto del Carmen.	7,9	99,8	107,7	0,1	0,4	0,0	0,5	50,0	50,0	100,0	99,5	50,0	149,5	70,0	82,9
12	Construcción Embalse La Tranca en Río Cogotí	31,2	89,0	120,2	0,0	7,1	0,0	7,1	50,0	50,0	100,0	96,0	90,0	186,0	100,0	100,3
14	Construcción Embalse Murallas Viejas, Combarbalá	46,7	98,2	144,9	0,0	4,8	0,0	4,8	30,0	20,0	50,0	96,5	100,0	196,5	100,0	106,2
15	Construcción Embalse El Canelillo	70,5	0,0	70,5	0,0	24,0	0,0	24,0	40,0	35,0	75,0	69,7	100,0	169,7	100,0	79,9
16	Construcción Embalse Rapel	61,5	97,6	159,1	0,0	2,2	0,0	2,3	50,0	50,0	100,0	99,6	100,0	199,6	100,0	115,9
18	Construcción Embalse Catemu en Valle del Aconcagua	37,7	85,5	123,2	0,0	80,1	0,0	80,2	50,0	50,0	100,0	100,0	100,0	200,0	100,0	113,6
19	Construcción Obras de Regulación Valle de Petorca. Embalse Las Palmas	42,7	81,0	123,7	0,1	10,6	0,0	10,7	50,0	50,0	100,0	86,1	100,0	186,1	100,0	102,3
21	Habilitación Compuertas Embalse Aromos	21,4	95,9	117,3	0,0	2,1	0,0	2,1	50,0	50,0	100,0	100,0	100,0	200,0	100,0	99,5
30	Construcción Embalse Bollenaar	23,0	100,0	123,0	1,1	12,0	0,0	13,1	50,0	50,0	100,0	100,0	100,0	200,0	80,0	97,5
32	Construcción Embalse Codegua	20,9	98,6	119,5	0,1	4,4	0,0	4,5	50,0	50,0	100,0	82,8	100,0	182,8	80,0	93,5
34	Construcción Sistema de Regadío Embalse El Parrón	29,3	98,0	127,3	0,0	2,4	0,0	2,4	50,0	50,0	100,0	59,9	100,0	159,9	80,0	94,6
35	Construcción Embalse Empedrado	24,6	99,0	123,6	0,0	0,2	0,0	0,2	50,0	50,0	100,0	98,6	100,0	198,6	100,0	101,6
36	Construcción Sistema Embalse Achibueno	16,7	77,5	94,1	0,0	43,1	0,0	43,1	50,0	50,0	100,0	0,0	100,0	100,0	80,0	83,2
37	Construcción Embalse de Riego Huedque	47,1	96,8	143,9	0,0	7,1	0,0	7,1	50,0	50,0	100,0	96,9	100,0	196,9	50,0	95,8
38	Construcción Sistema Riego Embalse Teno (La Jaula)	100,0	79,4	179,4	0,1	84,8	0,0	84,9	50,0	50,0	100,0	77,8	100,0	177,8	60,0	123,0
44	Construcción Embalse Punilla	92,9	100,0	192,9	0,0	100,0	0,0	100,0	50,0	50,0	100,0	79,7	100,0	179,7	100,0	142,5
47	Construcción Embalse Cautín	31,7	61,2	92,9	0,1	82,4	100,0	182,5	50,0	50,0	100,0	2,1	100,0	102,1	85,0	105,4
50	Embalse Gualleco VII Región	35,2	99,7	134,9	0,0	0,0	0,0	0,0	50,0	50,0	100,0	99,7	100,0	199,7	60,0	94,3
51	Embalse Tabunco VII Región	29,3	99,9	129,2	0,0	0,0	0,0	0,0	50,0	50,0	100,0	99,7	100,0	199,7	60,0	92,1

Cuadro 5-3
Cuadro Proyectos Priorizados

Proyecto	Ponderación	Nº de orden
Construcción Embalse Punilla	142,5	1
Construcción Sistema Riego Embalse Teno (La Jaula)	123,0	2
Construcción Embalse Rapel	115,9	3
Construcción Embalse Catemu en Valle del Aconcagua	113,6	4
Construcción Embalse Murallas Viejas, Combarbalá	106,2	5
Construcción Embalse Umirpa Camarones	106,1	6
Construcción Embalse Cautín	105,4	7
Construcción Obras de Regulación Valle de Petorca. Embalse Las Palmas	102,3	8
Construcción Embalse Empedrado	101,6	9
Construcción Embalse La Tranca en Río Cogotí	100,3	10
Habilitación Compuertas Embalse Aromos	99,5	11
Construcción Embalse Bollenar	97,5	12
Construcción Embalse de Riego Huedque	95,8	13
Construcción Sistema de Regadío Embalse El Parrón	94,6	14
Embalse Gualleco VII Región	94,3	15
Construcción Embalse Codegua	93,5	16
Embalse Tabunco VII Región	92,1	17
Construcción Sistema Embalse Achibueno	83,2	18
Construcción Embalse Pintanane Quebrada de Aroma, Comuna de Huará	83,0	19
Construcción Embalse de Cabecera Río El Carmen (15 Hm3). Alto del Carmen.	82,9	20
Construcción Embalse El Canelillo	79,9	21

Si se compara los resultados obtenidos al priorizar con los parámetros de TIR, VAN e IVAN y este último análisis del AHP, se tiene el siguiente cuadro comparativo:

Cuadro 5-4
Cuadro Comparativo de Priorizados por Distintos Métodos

Proyecto	Nº de Orden			
	TIR	VAN	IVAN	AHP
Construcción Embalse Punilla	1	1	3	1
Construcción Sistema Riego Embalse Teno (La Jaula)	4	2	2	2
Construcción Embalse Rapel	3	8	5	3
Construcción Embalse Catemu en Valle del Aconcagua	17	14	17	4
Construcción Embalse Murallas Viejas, Combarbalá	5	5	18	5
Construcción Embalse Umirpa Camarones	19	19	19	6
Construcción Embalse Cautín	7	3	10	7
Construcción Obras de Regulación Valle de Petorca. Embalse Las Palmas	10	6	7	8
Construcción Embalse Empedrado	14	16	14	9
Construcción Embalse La Tranca en Río Cogotí	11	7	11	10
Habilitación Compuertas Embalse Aromos	16	15	15	11
Mejoramiento Embalse Bollenar	6	10	6	12
Construcción Embalse de Riego Huedque	8	9	1	13
Construcción Sistema de Regadío Embalse El Parrón	12	11	8	14
Embalse Gualleco VII Región	9	17	9	15
Construcción Embalse Codegua	15	13	13	16
Embalse Tabunco VII Región	13	18	12	17



Proyecto	N° de Orden			
	TIR	VAN	IVAN	AHP
Construcción Sistema Embalse Achibueno	18	12	16	18
Construcción Embalse Pintanane Quebrada de Aroma, Comuna de Huara	21	21	21	19
Construcción Embalse de Cabecera Río El Carmen (15 Hm3). Alto del Carmen	20	20	20	20
Construcción Embalse El Canelillo	2	4	4	21

Tal como se indica en este último cuadro, en general, se observa que los primeros lugares se repiten en casi todos los criterios de ordenamiento, con excepción del caso del embalse Canelillo para el caso de AHP en donde el puntaje asignado por los altos costos de operación distorsiona este resultado. De igual manera, los últimos del ranking también son consistentes con los cuatro criterios analizados.



6 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO

6.1 RESEÑA METODOLÓGICA

Se generó un archivo shape georeferenciando los proyectos obtenidos desde una tabla con coordenadas en sistema de referencia UTM Datum WGS84 para posteriormente graficarlas en 4 macro zonas que dividen el país de acuerdo a la zonificación del Ministerio de Obras Públicas.

En estas láminas se grafican las ciudades y poblados más importantes del país a nivel regional, estructura vial e hidrografía general como cartografía base.

6.2 REPRESENTACIÓN GEOESPACIAL DE LAS INICIATIVAS POR UNIDAD TERRITORIAL

Los proyectos de la base de datos fueron georeferenciados según las coordenadas UTM descritas en el proyecto original.

- Macrozona norte
- Macrozona centro
- Macrozona sur
- Macrozona austral

Se confeccionaron 4 láminas correspondientes a estas macro zonas más los correspondientes archivos editables en formato Arcgis (MPK) versión 10.

También se generó un archivo kmz con esta información.

En el álbum de planos de incluyen las láminas impresas.

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

7.1.1 Consecución del objetivo del estudio

El objetivo general del presente estudio consiste en establecer una proposición de una cartera base de inversiones de infraestructura hídrica del ámbito MOP, para lo cual se requirió revisar y actualizar (si correspondía) la información de base de las iniciativas señaladas en el Anexo 1 de los correspondientes Términos de Referencia, identificar y analizar los costos y beneficios esperados de las distintas iniciativas.

La cartera base propuesta a partir del análisis realizado en el presente estudio se muestra en el Cuadro 7-1, indicándose la jerarquización de los proyectos.

Cuadro 7-1
Cuadro Proyectos Priorizados

Proyecto	Ponderación	Nº de orden
Construcción Embalse Punilla	142,5	1
Construcción Sistema Riego Embalse Teno (La Jaula)	123,0	2
Construcción Embalse Rapel	115,9	3
Construcción Embalse Catemu en Valle del Aconcagua	113,6	4
Construcción Embalse Murallas Viejas, Combarbalá	106,2	5
Construcción Embalse Umirpa Camarones	106,1	6
Construcción Embalse Cautín	105,4	7
Construcción Obras de Regulación Valle de Petorca. Embalse Las Palmas	102,3	8
Construcción Embalse Empedrado	101,6	9
Construcción Embalse La Tranca en Río Cogotí	100,3	10
Habilitación Compuertas Embalse Aromos	99,5	11
Construcción Embalse Bollenar	97,5	12
Construcción Embalse de Riego Huedque	95,8	13
Construcción Sistema de Regadío Embalse El Parrón	94,6	14
Embalse Gualleco VII Región	94,3	15
Construcción Embalse Codegua	93,5	16
Embalse Tabunco VII Región	92,1	17
Construcción Sistema Embalse Achibueno	83,2	18
Construcción Embalse Pintanane Quebrada de Aroma, Comuna de Huara	83,0	19
Construcción Embalse de Cabecera Río El Carmen (15 Hm3). Alto del Carmen.	82,9	20
Construcción Embalse El Canelillo	79,9	21

Debe señalarse que de las casi 300 iniciativas consideradas en el Anexo 1 de los Términos de Referencia, de las cuales 49 estaban consideradas como prioritarias para el análisis realizado en este estudio, sólo 21 contaban con la información suficiente.

Cabe señalar que las iniciativas analizadas corresponden a embalses para riego o multipropósito, cuyos proyectos se encuentran en diversos grados de detalle (prefactibilidad, factibilidad, etc.), los que fueron desarrollados en diversos momentos del período 2000 – 2016.

Es de especial importancia señalar que el tamaño óptimo de una obra de embalse (y en consecuencia, sus costos y beneficios) depende directamente de la información hidrológica disponible en el momento de desarrollar los estudios básicos del proyecto.

En la actualidad se hace evidente que está disminuyendo la oferta hídrica en gran parte de Chile, y considerando además la antigüedad de los estudios analizados, se puede concluir que se encuentra desactualizada la información hidrológica con la cual fue determinado el tamaño óptimo de esos embalses, pudiendo en algunos casos estar sobrevalorado su tamaño.

En consecuencia, la jerarquización de proyectos establecida, realizada con los antecedentes disponibles, debe considerarse como una primera aproximación a una priorización multicriterio más rigurosa, teniendo como un input para su análisis una actualización de los recursos hídricos considerando el cambio climático que pudiera afectar estos recursos.

7.1.2 Aspectos económicos

Para la actualización de los precios utilizados en las fichas de proyectos a pesos de diciembre de 2015, la idea original fue la de utilizar actualizaciones de los precios específicos de los distintos productos, en base a las series estadísticas que computa ODEPA. Sin embargo, esta metodología resultó muy complicada por la cantidad de datos que había que procesar en el escaso tiempo disponible: una serie de precios para cada producto en cada región. Por ello se optó por una metodología más sencilla basada en utilizar como serie de ajuste el Deflactor del PIB Agropecuario, publicado por el Banco Central, que cuenta con datos trimestrales para el periodo 1996-2015.

La idea original del proceso de actualización era utilizar la estructura de producción de 2015 (o del año más cercano) como nueva situación sin proyecto, a fin de incorporar a través de este procedimiento los cambios ocurridos desde la fecha del Estudio Original a la evaluación actual. Por ello se puso especial énfasis en identificar los cambios estructurales ocurridos entre 2007 y 2015. Sin embargo, los análisis efectuados para los primeros proyectos revisados mostraron que entre las dos situaciones sin proyecto (año del estudio original y

2015) existían diferencias importantes, en especial cuando el estudio original se había realizado en una fecha cercana a 2015.

Estos problemas se originaron principalmente para representar la situación del área del proyecto en el año 2015, considerando una estructura productiva de una zona regional mucho más amplia que el área del estudio original, la que combina una gran cantidad de condiciones productivas y productos, que si bien representan la situación a 2015, pueden no coincidir con las condiciones estimadas para un área de menor tamaño y con una estructura de cultivos distinta respecto al promedio regional.

A consecuencia de lo anterior, se decidió utilizar como situación sin proyecto aquella de año 0 del Estudio Original, en especial si la distancia a 2015 era pequeña. En cambio, para casos en que el estudio original es de años previos a 2010 se ajustó la situación original a una más representativa del año 2015, centrando la atención en los diferentes grupos de productos y sus productos más representativos.

Los proyectos analizados presentan diferencias en cuanto a la incorporación de otros beneficios, entre ellos especialmente aquellos derivados de la posible utilización de energía hidroeléctrica como otro propósito de los proyectos. La propuesta fue actualizar los beneficios y costos de estas componentes a través del valor de la UF. Sin embargo, finalmente se acordó con la Inspección Fiscal que la actualización de las evaluaciones de los proyectos centrarla primordialmente en la componente agropecuaria, para no producir distorsiones por otros beneficios.

En relación a las evaluaciones de los embalses, estas representan actualizaciones considerando los supuestos utilizados en los estudios de prefactibilidad, factibilidad o de diseño originalmente licitados. En consecuencia, sus resultados deben tomarse como una actualización de los cálculos originales.

7.1.3 Horizonte de Inversión

De acuerdo a uno de los objetivos del estudio, en función de la estimación del año óptimo de la inversión de las iniciativas de proyectos analizadas, se presenta a continuación las proyecciones de inversión según cuatro horizontes de realización para los años 2020, 2025, 2030 y 2035.

Cuadro 7-2
Horizonte de inversión de las iniciativas

Embalse	Región	Precios Sociales			Horizonte de la Inversión			
		Inversión (MM\$)	VAN (MM\$)	Año Óptimo	2020	2025	2030	2035
El Carmen	3	22.491	5.241	2019				
Murallas Viejas	4	53.047	118.460	2019				
Tabunco	7	1.566	876	2019				
El Canelillo	4	78.113	472.865	2020				
La Tranca	4	90.452	82.382	2020				
Rapel	4	24.631	65.189	2019				
Aromos	5	27.329	12.753	2020				
Catemu	5	133.570	123.560	2020				
Las Palmas	5	23.185	140.818	2021				
Bollenar	6	36.353	71.027	2021				
Codegua	6	31.067	25.196	2022				
Teno	7	133.490	712.546	2021				
Achibueno	7	227.672	132.500	2024				
El Parrón	7	34.783	66.762	2022				
Empedrado	7	6.669	7.297	2020				
Gualleco	7	1.729	2.721	2019				
Huedque	7	33.972	80.982	2022				
Cautín	9	594.606	947.495	2019				
Umirpa	15	12.226	181	2024				
Pintanane	1	No rentable						

Nota: No se incluye Embalse Punilla puesto que ya está licitado y adjudicado como obra en Concesión.

7.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda desarrollar los modelos hidrológicos que establezcan las tendencias hidrológicas más esperadas para las diversas macrozonas en que se divide el territorio nacional, para así determinar el tamaño óptimo actual de los embalses estudiados y, en consecuencia, sus costos y beneficios actualizados. De este modo se puede establecer una jerarquización mucho más precisa y realista de las iniciativas estudiadas.

Se recomienda disponer de los antecedentes de otros proyectos, además de los 21 analizados, que pudieran ingresar al proceso de jerarquización de iniciativas.

Realizar planes de embalses en base a análisis multicriterios de una cuantía importante de iniciativas.