

**GOBIERNO DE CHILE  
COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO**

**PROPUESTA DE MODIFICACIÓN  
A METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN  
DE PROYECTOS DE RIEGO**

**INFORME FINAL**

**RESUMEN Y CONCLUSIONES**

**AGOSTO 2004**

**GCF INGENIEROS CONSULTORES LTDA.  
RICARDO MATTE PÉREZ 0535 - PROVIDENCIA - SANTIAGO  
TELÉFONO 2097179 - FAX 2097103 - e-mail: [gcabrera@entelchile.net](mailto:gcabrera@entelchile.net)**

# PROPUESTA DE MODIFICACIÓN A METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE RIEGO

## PARTICIPANTES

- Por parte de la COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO:

Rolando Núñez H.	Secretario Ejecutivo
Nelson Pereira M.	Jefe del Dpto. de Estudios y Políticas de Riego
Juan Pablo Schuster V.	Coordinador Técnico. Departamento de Estudios.
Lucía Lizana S.	Departamento de Estudios

- Por parte de otros organismos del estado, como contraparte técnica:

Enrique Díaz M.	Ingeniero Agrónomo - DOH
Juan Alberto González O.	Ingeniero Civil - DOH
Oscar Saavedra A.	Ingeniero Civil - MIDEPLAN
Antonio Saldías A.	Ingeniero Civil - DOH
Marcela Salinas B.	Ingeniero Agrónomo - DOH

- Por parte de la empresa Consultora GCF Ingenieros Consultores Ltda., participaron los siguientes profesionales:

Guillermo Cabrera F.	Jefe de Proyecto
Sergio Matus G.	Coordinador del Proyecto
Sergio Rudolph R.	Ing. Civil, Especialista en Evaluac. de Proyectos
Félix Pérez S.	Ingeniero Civil
Iván Rivera R.	Ingeniero Civil
Patricio Murua S.	Ingeniero Agrónomo
Eliana de Amesti de A.	Ingeniero Agrónomo
Marcos Bórquez V.	Ingeniero Civil

**PROPUESTA DE MODIFICACIÓN A METODOLOGÍAS  
DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE RIEGO**

**RESUMEN Y CONCLUSIONES**

**ÍNDICE**

	<b>Pág.</b>
1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.....	1-1
2. LA EVALUACIÓN SOCIAL DE PROYECTOS .....	2-1
3. LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE RIEGO .....	3-1
4. IDENTIFICACIÓN DE EFECTOS DE IMPACTO AMBIENTAL .....	4-1
5. PROPUESTA METODOLÓGICA.....	5-1
6. APLICACIÓN A CASOS REALES: PROYECTO LLACA-LLACA.....	6-1
7. APLICACIÓN A CASOS REALES: PROYECTO PENCAHUE.....	7-1
8. APLICACIÓN A CASOS REALES: PROYECTO SANTA JUANA.....	8-1
9. ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESULTADOS.....	9-1
10. CONCLUSIONES DEL TRABAJO REALIZADO.....	10-1

## 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La Comisión Nacional de Riego (CNR), MIDEPLAN y otros organismos relacionados con el subsector riego, conscientes de que en la evaluación de proyectos de riego no están siendo incorporados los efectos indirectos y externalidades, todo lo cual implica que las evaluaciones no representen de la mejor forma la realidad que se presenta al materializar los proyectos, han encargado la realización de este estudio, que pretende abordar el problema a través de la proposición de una metodología de evaluación alternativa o complementada que integre estos elementos.

Externalidades y Efectos Indirectos se estiman, pero no se incorporan en los flujos de caja. Dado este hecho, se presume que ellos, no obstante su menor importancia relativa respecto a los Efectos Directos, en algunos casos podrían incrementar positivamente los indicadores de rentabilidad e impacto económico.

A través de la incorporación de estas variables evaluativas, no se pretende obtener “mejores indicadores”, sino que indicadores (TIR, VAN, razón beneficio costo, entre otros), que reflejen mejor lo que sucede en la realidad de los proyectos de riego. Desde este punto de vista con una metodología mejorada se deberían obtener indicadores más precisos y más afinados, que reflejen de mejor forma la realidad de este tipo de proyectos de inversión y manejar de mejor forma los fondos públicos según las prioridades de país, en función de la realidad agrícola existente.

Es necesario que se propongan métodos de cuantificación para cada uno de los efectos involucrados en los proyectos de riego, en los casos que sea factible tanto por la disponibilidad de la información como por el costo de obtención de ella. En muchos casos el método para cuantificar un efecto determinado puede llegar a ser más cuantioso que el impacto del efecto en cuestión. Por lo tanto, no es tarea fácil la cuantificación de las alternativas, siempre y cuando existan.

En cuanto al tratamiento de las externalidades ambientales, se estima que es un factor que a la fecha no se ha integrado a la evaluación económica, por parte de los estudios de la CNR, siendo evaluado solamente en forma paralela, todo lo cual indica la importante necesidad de considerarlo al momento de evaluar un proyecto de inversión de riego. Es por tanto de gran importancia la identificación de efectos y propuestas para cuantificar objetivamente los efectos más relevantes y medibles para una efectiva evaluación económica.

El texto contenido en este volumen corresponde al Resumen y Conclusiones derivadas del estudio “Propuesta de Modificación a Metodologías de Evaluación de Proyectos de Riego”. El estudio se desarrolló entre los años 2003 y 2004 y generó entre sus resultados, una Guía Metodológica para la Evaluación de Proyectos de Riego, que se entrega como documento integrante del Informe Final del

reflejan los principales resultados del análisis crítico realizado a la metodología de evaluación que actualmente se utiliza en el país.

La metodología modificada o metodología propuesta, corresponde a una complementación de la metodología en uso, a través de la incorporación de efectos indirectos y externalidades y lo que es tanto o más importante, la necesidad de cuantificar con mayor precisión los supuestos utilizados para estimar los efectos directos asociados a los proyectos de riego.

En términos de objetivos, el presente trabajo ha sido desarrollado para alcanzar los siguientes objetivos general y específicos.

El estudio ha tenido como objetivo general mejorar las metodologías de evaluación económica de proyectos de inversión de riego, analizando en forma crítica los métodos actuales e incorporando, cuantificando y valorizando los efectos e indicadores más atingentes a la realidad económica nacional, en función de cómo el subsector riego se relaciona y compite con el resto de los sectores de la economía nacional e internacional a la luz de los Tratados de Libre Comercio.

Los objetivos específicos han sido:

- Realización de un completo análisis crítico de las metodologías, factores y variables que se utilizan actualmente en la evaluación económica de proyectos de riego.
- Proponer un mejoramiento de la metodología de evaluación de proyectos de riego, que en la actualidad sólo identifica y cuantifica el cambio de excedente agrícola producto de una obra de riego, existiendo otros impactos que serían significativos y por lo tanto convenientes de cuantificar y valoriza, como los Efectos Indirectos, Externalidades, Efectos de Impacto Ambiental y Efectos Distributivos.

## 2. LA EVALUACION SOCIAL DE PROYECTOS

### 2.1 Objetivo de la Evaluación Social

La evaluación social o socioeconómica de proyectos pretende determinar si el bienestar del país como un todo aumenta o disminuye como consecuencia de éste. Si con el proyecto se prevé que el país obtiene un mayor bienestar que sin proyecto, le convendrá que éste sea materializado.

El bienestar del país depende entre otras cosas, de la disponibilidad de bienes y servicios, así como de su distribución entre sus habitantes, de modo que mientras mayor sea el valor de lo disponible, mayor será el bienestar del país. En esencia, entonces, la evaluación social compara el nivel de ingreso del país con el proyecto versus el nivel de ingreso que hubiera logrado sin realizar el proyecto.<sup>1</sup>

Para evaluar socialmente el proyecto, se parte de su evaluación económica privada, es decir, de evaluar las decisiones de inversión que generan beneficios y costos que afectan directamente al dueño del proyecto, para enseguida i) introducir correcciones a estos valores privados cuando existan distorsiones (impuestos, subsidios, cuotas de importación, entre otros) y ii) agregar costos y beneficios que el dueño del proyecto no incluye para tomar sus decisiones de inversión, pues recaen sobre terceros.

### 2.2 Conceptos de Beneficios y Costos para el País

Los cambios en disponibilidad de bienes y servicios son los cambios en el ingreso real del país. Así, los beneficios de un proyecto para el país están dados por el valor que tienen para la comunidad los bienes y servicios que estarán disponibles adicionalmente debido al proyecto. Por su parte, los costos están dados por el valor que tienen para la comunidad los bienes y servicios que serán utilizados por el proyecto. Estos valores de beneficios y costos deben representar su beneficio y su costo de oportunidad<sup>2</sup>, respectivamente.

#### 2.2.1 Beneficios

Habrá que distinguir si el proyecto producirá bienes y servicios domésticos no transables o transables internacionalmente.

**a) Bienes y Servicios Domésticos:** En el caso que el proyecto provea este tipo de bienes o servicios se observa:

---

<sup>1</sup> La situación sin proyecto o situación base corresponde a lo que hubiera sucedido si acaso no se hace el proyecto. Ello implica optimizar lo que hay, por lo que se le denomina situación actual optimizada.

<sup>2</sup> El costo de oportunidad o costo alternativo corresponde al costo económico de los recursos o valor de lo que se pierde por no utilizarlo en la mejor alternativa distinta al proyecto que se analiza.

- i) Un aumento en el consumo del bien.
- ii) Una disminución en la producción de este bien por parte de otros productores.

El mayor consumo del bien es un beneficio para el país, puesto que proporciona satisfacción a quien lo consume; en tanto que la menor producción de otros productores es un beneficio pues implica liberar recursos productivos, que estarán disponibles ahora para producir otros bienes que podrán ser consumidos.

**b) Bienes y Servicios Transables:** Se observa que si el bien producido por el proyecto es importable o exportable, se obtendrán divisas adicionales, pues con el proyecto se importa menor cantidad del bien (si es importable) o se exporta mayor cantidad (si es exportable), sin que se observen cambios en el consumo interno ni en la cantidad que producen otros productores domésticos. La mayor disponibilidad de divisas es un beneficio, puesto que con ellas se podrá comprar más bienes que se transan internacionalmente, los que en definitiva permitirán consumir más.

## 2.2.2 Costos

Se debe hacer la misma distinción que a los beneficios en cuanto a si se trata de bienes y servicios (denominados insumos) domésticos o transables que utilizará el proyecto.

**a) Insumos Domésticos:** El proyecto va a utilizar bienes y servicios tales como mano de obra, materias primas, y otros cuyo valor depende de los usos alternativos en el país, en cuyo caso se observa.

- i) Una disminución de su uso (consumo) en otras actividades.
- ii) Un aumento de su producción.

Ambos representan un costo para el país, pues ocurre exactamente lo contrario de lo indicado para los beneficios. La disminución del consumo reduce la satisfacción, en tanto que un aumento de la producción de un insumo implica utilizar recursos productivos que se hubieran utilizado en producir otros bienes para ser consumidos.

**b) Insumos Transables:** Exactamente al contrario que en el caso de los beneficios, si un bien (insumo) transable (importable o exportable) es utilizado por el proyecto, el país dispondrá de menos divisas y ello es un costo porque con ellas se hubieran comprado otros bienes que a su vez hubieran sido consumidos.

En resumen, consumir bienes domésticos o transables (importables o exportables) es un beneficio para el país y producir (usar recursos domésticos o transables) es un costo.

## 2.3 Clasificación de los Efectos de los Proyectos

En general, se adoptará aquí la clasificación propuesta por E. Fontaine en el anexo de su libro de evaluación social de proyectos.<sup>3</sup> Debe mencionarse que los contenidos de esta cita y otras que más adelante se hacen de este autor, son utilizadas actualmente por organismos como MIDEPLAN, CNR, DOH, etc.

### 2.3.1 Efectos Directos

Al realizar la evaluación social se suele analizar, en primer lugar, los efectos que el proyecto tiene en los mercados de bienes o servicios que serán directamente producidos (beneficios) o utilizados (costos) por éste.

Los efectos directos se dividen entonces en beneficios directos y costos directos.

**a) Beneficios Directos:** Para estimar los beneficios directos se parte de las cantidades de cada uno de los bienes que producirá el proyecto por unidad de tiempo y se las valora de acuerdo al beneficio que el país recibirá por disponer de cada unidad adicional. En resumen, los beneficios directos representan el verdadero valor que tiene para el país el hecho de recibir las cantidades adicionales que producirá el proyecto.

**b) Costos Directos:** De igual forma, corresponden al verdadero costo que tiene para el país que el proyecto utilice las cantidades de insumos que requiere.

Estos verdaderos valores económicos unitarios han sido llamados precios sociales, precios sombra o precios de eficiencia. Ellos se calculan a partir de los precios de mercado y en su determinación influirán los llamados efectos primarios (de primera vuelta) y los secundarios (de segunda y más vueltas), según se verá en el punto 2.3.2. Para el cálculo de los efectos primarios se ha supuesto que las curvas de oferta y demanda representan el costo marginal social y el beneficio marginal social, respectivamente.

Así, en la evaluación social para estimar los efectos directos, se parte de las cantidades de bienes que el proyecto producirá y que el proyecto utilizará como insumos, en cada período, pero en lugar de valorarlas según los precios del mercado, se valoran usando precios sociales.

Tal como se indicó al comienzo de este capítulo, a estos valores se deben agregar aquellos costos y beneficios que recaen sobre terceros y que el

---

<sup>3</sup> Fontaine, Ernesto R. "Los efectos indirectos de los proyectos, su valoración y su impacto" en Evaluación Social de Proyectos. Undécima Edición, Editorial Alfaomega, México, 2001.

dueño del proyecto no incluyó al momento de tomar su decisión de inversión, ya que no lo afectan, estos son los que se explican a continuación.

### **2.3.2 Efectos Directos Secundarios**

Estos efectos provienen de distorsiones que ocurren en los mercados de los insumos del proyecto al igual que de los mercados que utilizan al producto de los proyectos como insumo. En el caso de un producto como la remolacha por ejemplo, que es producida por el proyecto en análisis, su curva de oferta puede no representar el costo marginal social, pues puede existir alguna distorsión (impuesto) en el valor de la mano de obra (su precio de oferta no es igual a su precio de demanda porque existe un impuesto al trabajo) y su curva de demanda puede no representar el beneficio marginal social pues existe una distorsión en el mercado del azúcar (un precio mínimo más alto que el de mercado fijado por una banda de precio), cuyos productores demandan remolacha.

El efecto directo secundario puede ser positivo o negativo, interesando el efecto secundario neto total (beneficios-costos).

Sin embargo, para que exista un efecto directo secundario en el mercado de un bien o de un insumo, debe además cambiar el precio del bien debido al proyecto (remolacha en este ejemplo), de manera que se produzcan cambios en las cantidades producidas o consumidas.

Si el bien o insumo es transable (su precio no se altera debido al proyecto), no existirán efectos secundarios, en tanto que para los bienes e insumos domésticos, como la remolacha del ejemplo, debe darse conjuntamente la existencia de distorsión de precios y que cambie su precio debido al proyecto.

### **2.3.3 Efectos Indirectos**

Son los efectos que se observan en los mercados de los bienes complementarios y de los bienes sustitutos con los que el proyecto producirá o con los que el proyecto utilizará como insumos (bienes relacionados con el proyecto). Si debido al proyecto cambia el precio del bien que se produce o de los insumos que utiliza, ello hace cambiar la posición de la curva de demanda de los bienes relacionados y por lo tanto, hace que cambien las cantidades consumidas, producidas y/o las importadas o exportadas del bien relacionado, lo cual representa efectos en las cantidades que deben tenerse en cuenta en la evaluación social. Algunos efectos indirectos representarán un beneficio para el país y otros representarán un costo, interesando el efecto indirecto neto (beneficios-costos).

Sin embargo, para que exista un efecto indirecto neto en una actividad relacionada, no basta que ocurran cambios en ella, sino que esta actividad relacionada debe estar distorsionada. Los efectos indirectos netos totales por

período de tiempo se obtienen sumando los efectos en cada mercado relacionado. En el caso de los bienes transables (cuyo precio no se altera debido al proyecto), no hay efectos indirectos.

#### **2.3.4 Externalidades Ocasionadas por el Proyecto**

Son aquellos beneficios y costos ocasionados en forma directa por el proyecto que se está analizando pero que no son absorbidos por éste, sino que recaen sobre otros agentes en otros mercados. Por ello se dice que las externalidades son positivas cuando generan un beneficio o negativas cuando originan un costo. A diferencia de los efectos indirectos y de los directos secundarios, que se producen debido a cambios en los precios debido al proyecto, las externalidades se producen por condicionantes de tipo físico (por ejemplo, m<sup>3</sup> de material contaminado, minutos de tiempo de viaje ahorrados, m<sup>3</sup> de recarga de la napa, etc.).

#### **2.3.5 Efectos Intangibles**

Corresponden al conjunto de beneficios y costos, que muchas veces son externalidades, que resultan difíciles de valorar e incluso, a veces, de medir o tipificar. Si bien parecen ser identificados, dificultades prácticas hacen que no se valoren, pero dado que afectan el bienestar de la comunidad deben ser tenidos en cuenta. Como ejemplos de estos efectos pueden mencionarse la mejor distribución del ingreso de la población y los efectos geopolíticos.

#### **2.4 Indicadores de Rentabilidad Social**

Para la evaluación social se utilizan los mismos indicadores que para evaluación privada, principalmente el valor actual de los beneficios netos (VAN), al que se le corrigen los precios y se le agregan los efectos indirectos, externalidades e intangibles para obtener el VAN social.

#### **2.5 Los Efectos Redistributivos de los Proyectos**

Otra forma alternativa a la explicada de analizar el impacto sobre el bienestar del país de llevar a cabo un proyecto, es verlo a través de los efectos redistributivos que éste pudiera generar, cuando cambian los precios debido al proyecto.

Siguiendo el planteamiento indicado en el anexo del texto Evaluación Social de Proyectos de Ernesto R. Fontaine, no hay transferencia de ingreso hacia el trabajador por el hecho de que éste se contrate por el proyecto, como tampoco lo hay hacia el productor de acero por el hecho que el proyecto utilice una

tonelada de acero, pues tanto trabajar en el proyecto como producir esa tonelada significan un costo; habrá un beneficio en ambos casos sólo si el costo descrito es menor que el precio pagado por ellos. En general, el precio que recibe el proyecto por los bienes producidos o que paga por los insumos, es igual a su costo en el margen. Por lo tanto, el proyecto puede evaluarse ya sea a través de sus efectos reales o a través de sus efectos redistributivos, pero en ningún caso mezclar ambas formas, pues son alternativas de conseguir un mismo impacto.

Así, en el caso de bienes e insumos no transables cuyos precios de mercado pudieran alterarse por el proyecto, se generarán efectos redistributivos por el hecho de que cambian los precios. Sin embargo, lo que unos ganan con este cambio en precios es igual a lo que la contraparte pierde: lo que ganan los consumidores a nivel agregado porque el proyecto aumenta la disponibilidad del bien y éste bajó de precio, es compensado por lo que pierden los demás productores que ahora reciben menos, concluyéndose que el efecto neto de la redistribución debida al proyecto es el mismo que se obtiene cuando se valora las unidades adicionales que produce y utiliza el proyecto.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> Para mayor detalle ver Fontaine, E.R., Evaluación Social de Proyectos. Anexo N° 1.

### **3. LA EVALUACION DE PROYECTOS DE RIEGO**

#### **3.1 Metodologías de Estimación de Beneficios**

Las metodologías para evaluar proyectos de riego vigentes en el país son las del Método del Presupuesto y la del Valor Incremental del Precio de la Tierra. Ambos procedimientos tratan de estimar por métodos indirectos los beneficios de disponer de más agua para riego, al no conocerse el valor del agua que éste proveerá, suponen que no se cobra por ella, es decir, que su costo variable es cero. Ambos métodos sólo toman en cuenta los efectos directos producidos en el área del proyecto por el hecho de disponer de más agua para riego (aumento de excedentes agrícolas y mayor valor de la tierra, respectivamente) y no toman en cuenta otros efectos-indirectos, externalidades y redistribuciones de ingreso que se podrían producir sobre otros mercados, el entorno del área del proyecto y sobre el bienestar de la comunidad, entre otros. Estos beneficios de disponer de más agua estimados en forma indirecta, se comparan con los costos de inversión, operación y mantención de las obras de riego que lo generan.

#### **3.2 Efectos no Captados por los Métodos de Evaluación de Proyectos de Riego**

Los proyectos de riego por lo común tienen incidencia sobre la producción de una gran cantidad de productos agrícolas presentes en la zona del proyecto, así como en gran cantidad de insumos utilizados en su producción, pudiendo impactar sobre los mercados de bienes e insumos relacionados con ellos; también pueden generar más actividad económica no sólo en el área del proyecto sino en toda la zona donde éste se ubica.

Es así como se piensa que a diferencia de evaluaciones de proyectos de otros rubros, estos efectos indirectos, directos secundarios y externalidades no captados por las metodologías vigentes pudieran cambiar, en el caso del riego, la rentabilidad social de los proyectos.

Conviene entonces recordar lo indicado anteriormente respecto a los efectos indirectos y directos secundarios: para que éstos existan y su valor sea distinto de cero debe darse conjuntamente lo siguiente:

- i) Que debido al proyecto cambie el precio de mercado de los bienes que produce o utiliza éste, y
- ii) Que existan distorsiones tales como impuestos<sup>1</sup>, subsidios, bandas de precios, monopolios u otros en los respectivos mercados.

---

<sup>1</sup> El impuesto debe ser uno discriminatorio, como ser el impuesto al tabaco. El IVA, al ser un impuesto que afecta a todos los productos e insumos en una misma proporción, no genera distorsiones en la economía.

Por lo general, muchos de los productos e insumos agrícolas son transables, lo que quiere decir que el proyecto tomará los precios vigentes en el mercado y éstos no se alterarán debido a su ejecución. Por lo tanto, en estos casos no habrá efectos que agregar a los estimados en los métodos de estimación de beneficios antes descritos, aunque pueda existir alguna distorsión.

Para el caso de los bienes domésticos, cuya producción o utilización por el proyecto de riego pueda hacer cambiar su precio, deberá darse además la existencia de distorsiones en sus mercados. Aún así, como existe un costo en recursos para estimar el efecto, en muchos casos éste puede ser mayor al impacto que se quiere estimar y por ello se considera como un intangible.

### **3.3 Efectos en los Proyectos de Riego, según Tamaño y Localización del Proyecto y Condiciones Económicas del País**

#### **3.3.1 Tamaño y Localización**

Tanto el tamaño como la localización del proyecto de riego, en principio, influirán en el efecto de que se trate: un tamaño mayor del proyecto podrá en algunos casos afectar los precios de productos e insumos no transables (domésticos) y cubrir una mayor gama de productos e insumos. Por su parte, la localización del proyecto se relaciona con la escasez relativa del agua, siendo mayor su valor en la zona norte que en la zona sur. Por ejemplo, un proyecto de riego en la zona norte provoca que su producción se comercialice en la zona a un costo menor (se evita el flete de traslado desde otras regiones), con el consiguiente beneficio para el consumidor.

#### **3.3.2 Condiciones Económicas del País**

Chile ha venido liberando en forma consistente las trabas al libre comercio internacional. En la actualidad no existen gravámenes a las exportaciones y sólo se tiene un arancel bajo y parejo a las importaciones del 6%, el que ha disminuido de acuerdo a una calendarización acordada. El efecto de la disminución gradual de los aranceles implica una disminución de las protecciones efectivas a la producción nacional, obligando a los productores a ser eficientes para poder competir.

También últimamente Chile ha firmado acuerdos de libre comercio con varios países, siendo los más relevantes los acordados con la Unión Europea y con los Estados Unidos de Norteamérica, lo que ha llevado a que el arancel medio se sitúe en un 3%. Estos acuerdos eliminan gradualmente las trabas al libre comercio, llevando el arancel de importación a cero y eliminando otras formas de distorsiones a los sistemas de precios. Respecto a esto, las bandas de precios han sido desvirtuadas en su aplicación, pues han dejado de ser un instrumento para evitar fluctuaciones bruscas del precio interno, transformándose en un elemento de

protección al productor, pues consistentemente éste recibe un precio superior al precio que existiría sin banda.

El efecto de los tratados de libre comercio sobre la actividad agrícola es que hace menos rentable privadamente aquellos cultivos que hasta ahora tenían algún tipo de protección (aranceles positivos, bandas de precios), los que podrían incluso, en un grado extremo, sustituirse completamente por otros cultivos con ahora mayor rentabilidad relativa.

En la medida en que no existan distorsiones en los sistemas de precios, el precio de mercado resumirá todos los efectos del proyecto y no habrá que agregar a la metodología de beneficios agrícolas ningún efecto indirecto o directo secundario, pues éstos serán nulos. De la misma manera, pequeñas distorsiones de precios implicarán pequeñísimos efectos indirectos y directos secundarios.

### **3.4 Análisis de los Efectos en los Proyectos de Riego**

A continuación se analiza una serie de efectos que actualmente no son captados en las evaluaciones de proyectos de riego.

#### **3.4.1 Efectos Directos y Secundarios**

##### **3.4.1.1 Mercado de Productos**

Corresponden a los beneficios directos del proyecto de riego, pues éste producirá una cantidad de productos anualmente valorados a su precio social, estimado a partir de su precio de mercado utilizando los factores que define MIDEPLAN. De esta forma, estos beneficios directos (primarios) ya son considerados por el método del presupuesto. Como se dijo, de no existir distorsiones, el precio de mercado refleja adecuadamente el precio social del producto. La globalización de la economía y la entrada en vigencia plena de los TLC hará que para la mayoría de los productos agrícolas transables no existan distorsiones (bandas de precios y otros), afectando de paso la rentabilidad privada de producirlos.

Si se quiere incorporar los efectos directos secundarios, se debe determinar las posibles distorsiones que hacen que las curvas de oferta y demanda de los bienes no representen el costo marginal social y beneficio marginal social, al tiempo que debe estimarse el cambio en precios. En la práctica, éstos representan un pequeño porcentaje de los beneficios o costos y su estimación no es fácil, pudiendo resultar más cara su determinación que el proyecto mismo.

Teniendo en consideración lo anterior, los efectos directos secundarios tendrán cada vez menos relevancia en los beneficios y costos del proyecto, recomendándose no distraer esfuerzos y recursos en su estimación.

### **3.4.1.2 Mercado de Insumos**

Corresponde a los costos directos del proyecto de riego, pues éste utilizará anualmente una cantidad de insumos que se valoran a su precio social, estimado a partir del precio de mercado (correcciones por mano de obra no calificada y semicalificada, principalmente, y la divisa). Al igual que lo que sucede con los productos, en ausencia de distorsiones el precio de mercado refleja adecuadamente el precio social del insumo. La rebaja arancelaria de los TLC implicará una rebaja en la adquisición de insumos transables afectados y, por lo tanto, de los costos del proyecto. Los insumos no transables, como la mano de obra, podrán verse afectados por el TLC, representando en este caso un costo para el proyecto si éste genera más empleo.

Si se quiere agregar los efectos directos secundarios, deben estimarse al igual que para los mercados de los productos las distorsiones y cambio de precios en las curvas de oferta y demanda del insumo. Al igual que para los productos, los efectos directos secundarios asociados a insumos tenderán a minimizarse, siendo irrelevante su estimación.

### **3.4.1.3 Mercado Global**

Por mercado global se entenderá el mercado de divisas, que es el mercado que resume el movimiento de divisas de un proyecto de riego. Su valoración afecta a todos los bienes e insumos transables del proyecto, y como tal, corresponde a un beneficio directo primario cuando el proyecto los genera, o a un costo directo primario cuando los utiliza, y que ya están considerados en los mercados de productos e insumos.

Como se dijo, en Chile sólo se aplica un arancel bajo y parejo a las importaciones (6%) y existen tratados de libre comercio que liberan de aranceles al comercio bilateral. El efecto total se traduce en que el precio social de la divisa,  $R^*$ , supera al valor de la divisa en el mercado,  $R^M$ , en un porcentaje de alrededor de un 2%, cifra que podría situarse en el futuro en alrededor de 1%. Para efectos prácticos no existirá distorsión importante en este mercado que tenga implicancia en el cálculo del precio de mercado de los bienes e insumos transables, es decir, sobre Beneficios y Costos Directos del proyecto.

En todo caso, aunque la relevancia de la divisa sea cada vez menor en el cálculo de los bienes e insumos transables, la distorsión entre su valor de mercado y social es captada por los proyectos de riego a través de las fichas de cultivo que se preparan para cada cultivo propuesto en un proyecto.

#### **3.4.1.4 Control de Crecidas**

Los proyectos de defensas fluviales para controlar las crecidas de los ríos se plantean tanto en zonas rurales (principalmente para evitar pérdidas en la producción agrícola, de terrenos, de viviendas e infraestructura productiva, entre otros), como en zonas urbanas (para evitar las inundaciones de calles y viviendas).

Si el proyecto de riego que se está evaluando (que para este efecto se circunscribe sólo a obras de regulación o canalización) está localizado en zonas afectadas por crecidas de ríos, provocando pérdidas a los residentes en ella y en la producción y productividad agrícola, la obra de riego tendrá un efecto positivo en el caudal fluvial, contribuyendo a atenuar la frecuencia, magnitud e intensidad de las crecidas y sus impactos negativos en la población y en el sector agrícola. Además, se evitaría incurrir en el costo de habilitar un proyecto de control de crecidas que logre el mismo efecto.

Metodológicamente se puede optar por dos alternativas: (i) incluir el proyecto de control de crecidas alternativo como parte de la optimización de la situación actual, en la medida que sea rentable, (ii) incluir como beneficio directo de la situación con proyecto de riego el correspondiente control de crecidas. De esta forma, los flujos diferenciales entre los beneficios atribuibles al proyecto reflejarán exactamente los beneficios del proyecto de riego, debiendo elegirse entre ambos. Estas dos alternativas metodológicas son idénticas.

En definitiva, sea en términos de proyectos alternativos entre los cuales se debe elegir, o bien, en calidad de componente de la situación sin proyecto, los beneficios por control de crecidas se deben considerar como un beneficio directo en la situación con proyecto de un proyecto de riego.

#### **3.4.1.5 Desarrollo Organizacional**

La habilitación de áreas de riego puede significar el desarrollo de organizaciones de usuarios del agua, tales como asociaciones de canalistas, productores agrícolas, cooperativas, etc. En general, si estas organizaciones son requeridas para la implementación del proyecto de riego, quiere decir que tanto sus costos como sus beneficios ya han sido incorporados como efectos directos.

Sin embargo, pudiera ser que esta mayor organización de los usuarios del agua logre también desarrollar actividades no contempladas entre sus objetivos originales; estas actividades tendrán beneficios y costos propios y por lo tanto deberán ser evaluadas en forma independiente. Si no existen distorsiones en esas actividades, el beneficio neto de estas actividades es cero.

Se considera que, en general, este efecto no es relevante, y se descarta su cuantificación.

### **3.4.2 Externalidades**

#### **3.4.2.1 Infraestructura Vial<sup>2</sup>**

En proyectos de riego de envergadura importante, principalmente obras de regulación y canales nuevos de gran trazado, en el costo de las obras civiles generalmente se incluye la construcción de un nuevo camino, modificaciones o mejoramientos de caminos ya existentes, ya que ellos son necesarios para el desarrollo más intenso de la actividad agrícola del proyecto. En los casos en que esa infraestructura también favorece a terceros no incluidos en el proyecto (residentes del lugar, nuevos visitantes, etc.), existe una externalidad (en casi la generalidad de los casos, positiva, o, negativa, si es que aumenta el costo generalizado de viajes de los usuarios actuales de la red existente) asociada al proyecto, ya que esos terceros ven modificados sus costos generalizados de viajes.

#### **3.4.2.2 Asentamiento Humano**

Este efecto se produce por la población que se instala debido al proyecto de riego o aquella que no emigra debido a que el proyecto genera nuevas fuentes de empleo en el lugar de su emplazamiento, la que a su vez genera más actividad económica.

Los nuevos empleos corresponden a un costo directo (primario) ya contemplados entre los costos del proyecto, y el beneficio de una menor cesantía está expresado en una corrección del costo privado de contratar mano de obra por un factor de ajuste a valor social menor a la unidad estimado por Mideplan. Ya que la mano de obra empleada en labores agrícolas prácticamente no requiere de gran especialización, son los residentes en el área de influencia del proyecto las personas que se ocuparán debido a su materialización.

Se argumenta que el mayor empleo generado en la zona rural puede reducir la migración campo-ciudad. No obstante, el empleo en el lugar de residencia no necesariamente reduce la migración, ya que ella se produce, principalmente en los jóvenes, porque esperan alcanzar una mayor calidad de vida en la ciudad (mayores servicios y de mejor calidad, etc.). Si el objetivo fuera frenar la migración, y se considera que dar empleo logra este objetivo, el beneficio del proyecto de riego sería el ahorro que se logra al no invertir en proyectos alternativos que generen los mismos empleos, pero en forma más cara. Por el contrario, si el proyecto de riego se ejecuta de todas formas en lugar de un proyecto que requiere de una menor inversión, pero que genera los mismos empleos, se produce un costo social.

---

<sup>2</sup> Los efectos números 4 al 9 han sido tomados del Informe Final "Determinación, Medición y Cuantificación de efectos indirectos y externalidades asociadas a la puesta en marcha de las obras de riego y su inserción en la Evaluación de Proyectos"., INVERTEC-IGT, Enero, 1994.

La mayor actividad económica que se genera afecta a un sinnúmero de mercados (restaurantes, bencineras, transportes, recreación, entre otros) muchos de los cuales son proveedores del proyecto y como tal, ya han sido considerados entre los costos del mismo, como sería el caso, por ejemplo, del mayor transporte debido al proyecto.

Se considera que la mayor actividad económica es una externalidad del proyecto de muy difícil valoración (intangibles) pues son muchas las actividades afectadas, pero en la medida que en cada una de ellas no existan distorsiones o no se afecten los precios, no hay efectos económicos reales.

#### **3.4.2.3 Nivel Freático**

En el caso de las obras de regadío (embalses, canales), por efecto del riego mismo, se puede producir un efecto positivo o negativo dependiendo del nivel actual en que se encuentre la napa "aguas abajo" y del impacto de la obra de regadío y del riego sobre dicha napa. En efecto, se puede producir un efecto positivo de "recarga" o uno negativo de "avenamiento" o de corte de la recarga de la napa en el caso de las obras de embalse.

En el caso positivo, el proyecto estaría produciendo más agua destinada a "no usuarios" del proyecto, es decir, terceros que se ven afectados positivamente por la ejecución del proyecto, lo que de acuerdo al marco teórico definido inicialmente, constituye una externalidad positiva del proyecto.

En el caso negativo, el proyecto estaría generando niveles de napa más profundos, afectando negativamente a la producción de los regantes "aguas abajo", los que pueden ser o no usuarios del proyecto. Se está en presencia de una externalidad negativa.

#### **3.4.2.4 Costo de Oportunidad del Agua**

En la medida que el agua que utilice el proyecto pueda tener usos alternativos, como en los sectores eléctrico y sanitario, e incluso en zonas agrícolas fuera del área de influencia del proyecto, el recurso tiene un costo de oportunidad, debiendo incluirlo como un costo directo agrícola del proyecto. En general no existe un mercado del agua, y si es que éste existiese el valor al cual se transan los derechos correspondería al costo alternativo del recurso. Por tanto, como el método del presupuesto vigente no lo considera entre estos costos, debiera incluirse como una externalidad sobre los otros mercados que compitan por el uso del agua. El efecto externo será positivo en la medida que con el proyecto aumente la disponibilidad de agua a otros usuarios y negativo si acaso disminuye.

### **3.4.2.5 Efecto Demostración en Pequeños Agricultores**

El objetivo de los proyectos de riego es aumentar la producción agrícola por la mayor disponibilidad de agua que provoca su implementación. En muchos casos, principalmente en proyectos de mayor envergadura, se logra tecnificación del riego aumentado los rendimientos y se introducen nuevos cultivos, lo cual está asociado generalmente a la presencia de grandes empresas agrícolas y agricultores con capacidad empresarial.

El mayor desarrollo en el área de influencia del proyecto puede lograr que los pequeños agricultores, que practican una agricultura tradicional, tiendan a seguir las pautas de las grandes empresas citadas anteriormente, intentando alcanzar una mayor tecnificación del riego e introduciendo otro tipo de productos.

Si es que en la concepción del proyecto no se consideró que el pequeño agricultor tendría beneficios, este “efecto demostración” se constituye en una externalidad del proyecto, cuyo beneficio no puede exceder el costo que hubiese significado incluir explícitamente en el proyecto una asistencia técnica y transferencia tecnológica a ese estrato de agricultores.

En este caso, se debe señalar que lo habitual es incluir a los pequeños agricultores dentro de las medidas propuestas en situación con proyecto, los cuales necesariamente deben cambiar su hábitos productivos, en un mayor período de tiempo en relación a los de mayor tamaño y capacidad empresarial. El costo asociado a este cambio se encuentra considerado en la capacitación.

### **3.4.3 Efectos Intangibles**

#### **3.4.4.1 Efectos Geopolíticos**

Se entiende por estos efectos (de carácter intangible) a los causados por el proyecto en zonas limítrofes en las cuales se desea mantener asentamientos humanos por razones de soberanía. Sin embargo, debe señalarse que pueden haber otras formas distintas (más baratas) que provoquen el mismo efecto en las zonas fronterizas. Desde este punto de vista valen los mismos comentarios indicados en Asentamientos Humanos.

#### **4. IDENTIFICACIÓN DE EFECTOS DE IMPACTO AMBIENTAL**

##### **4.1 Identificación de Efectos Ambientales**

Resulta conveniente uniformar criterios al referirse a los ciclos de vida de un proyecto, así como a los tipos de obras que puedan darse en la práctica. Los ciclos de vida de un proyecto corresponden a los siguientes: Idea o Perfil, Prefactibilidad y/o Factibilidad, Diseño, Construcción y Operación, y Abandono.

En cuanto a la tipología de proyectos, su función no es más que dar un orden o clasificación para que más adelante se puedan utilizar los cuadros que permiten ayudar a la identificación de los principales impactos ambientales que pudieran presentarse en la práctica. La Tipología de proyectos corresponde a la siguiente:

- Proyectos de Embalses u Obras de Regulación
- Proyectos de Nuevos Canales (incluida las obras de captación)
- Proyectos de Mejoramiento de Canales
- Proyectos de Drenaje
- Proyectos de Explotación de Aguas Subterráneas
- Práctica Agrícola (riego, adecuación del riego, del suelo, uso de agroquímicos, etc.)

Los proyectos anteriores comprenden una serie de obras, de las cuales para efectos de la aplicación de este manual debieran considerarse las más importantes. En particular, dentro de lo que se ha denominado práctica agrícola, se incluyen todas las obras intraprediales. De acuerdo a ello, a continuación se entrega el listado de obras de riego para ser utilizada a continuación sobre aspectos ambientales de este manual. La lista es la siguiente:

- Embalses (muro, elementos de control, de captación, de evacuación, túnel de desvío, etc).
- Captaciones de agua superficial o Bocatomas de canales (gravitacional o mecánica)
- Captaciones de agua subterránea
- Canales (su trazado y obras de arte menores)
- Canoas, Sifones, Caídas de Agua<sup>1</sup>.
- Obras de drenaje
- Práctica Agrícola (incluye ejecución o modificación de obras intraprediales)

Generalmente, cuando se enumeran los impactos y factores ambientales, se tienen en cuenta las fases de Construcción, Operación y

---

<sup>1</sup> Caídas de agua que pueden ser vertical, en pendiente, descubiertas o entubadas, según el Manual de Obras Tipo para Riego de la DR-MOP, Documento de Trabajo N°8 y 9 de 1978.

Abandono. Dichas fases son importantes y producen efectos de impacto ambiental que difieren en la oportunidad en que se producen. Así, la fase de construcción produce principalmente efectos de duración transitoria, como: los efectos asociados a movimientos de tierras y uso de maquinarias pesadas, que corresponden, por ejemplo, a ruidos y emisión de material particulado; también hay otros efectos transitorios asociados a desviaciones de cauces, instalaciones de trabajo, etc..

No obstante lo anterior, hay efectos de carácter permanente asociados a la fase de construcción, como el cambio en la morfología que producen movimientos de tierra en el caso de obras de envergadura, que resultan análogos a los generados en la fase de operación, por lo que serán tratados como efectos de impacto ambiental asociado a la operación y explotación de las obras.

Los efectos de carácter transitorio, correspondientes a la fase de construcción, generalmente tienen medidas de mitigación asociadas que son implementadas por los mismos contratistas y cuyos costos ya han sido considerados dentro de los presupuestos de las obras. Por ejemplo se tienen los siguientes impactos: niveles de ruido, emisión de polvo, contaminación del suelo, alteración de la cubierta de suelo, residuos sólidos, modificación transitoria de cauces, tala de bosques, migración de fauna local, demanda por servicios, aparición de vectores de enfermedades, etc.

Para el caso de los niveles de ruido, se implementan medidas de protección de los trabajadores expuestos, se planifican las actividades que utilizan explosivos, dando avisos oportunos de cuándo serán ejecutadas, se restringe el tránsito y operación de maquinaria pesada a horarios determinados, etc.

En el caso de emisión de material particulado, se adoptan medidas como el riego de caminos y la protección o recubrimiento de los materiales transportados para minimizar la emisión asociada al transporte.

Los impactos ambientales permanentes sobre las componentes hídrica, biótica y abiótica que suelen presentarse durante la fase de construcción son a menudo análogos a los que aparecen en la operación y explotación de la obra pero de menor intensidad y/o duración.

Además, dada la naturaleza sinérgica de los efectos ambientales asociados a la actividad agrícola y a que en dicha actividad interviene en forma importante el medio físico, los impactos de mayor significación son aquellos que se producen durante el funcionamiento de la obra y su consecuente desarrollo agrícola, más que durante su construcción o posterior abandono. Por ello, en los cuadros que siguen a continuación se incluyen principalmente los efectos de la operación y abandono, sin perjuicio de que también se incluyen algunos importantes efectos que son típicos de la construcción de una obra.

De acuerdo con la tipificación de obras antes señalada, a continuación se presentan los Cuadros 4.1-1 a 4.1-7, que contienen un listado de efectos ambientales para dichas obras.

En dichos cuadros se presentan los principales efectos o impactos que potencialmente recibirían los factores ambientales agua, suelo, medio biótico y medio sensible (social, cultural y paisajístico) según el tipo de obra. Para la elaboración de dichos cuadros se ha considerado que los impactos allí señalados sean de alta probabilidad de ocurrencia, aunque su intensidad impacto sea variable dependiendo del caso particular.

CUADRO 4.1.-1  
PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES.  
EMBALSES

TIPO OBRA	COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL (negativo o positivo)
EMBALSES	AGUA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modificación del régimen de caudales, alturas de agua, velocidades.</li> <li>- Eutroficación</li> <li>- Modificación del equilibrio sedimentológico</li> <li>- Alteración de la escorrentía subterránea y/o recarga</li> <li>- Disminución o aumento del nivel freático</li> </ul>
	SUELO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Derrumbes, deslizamientos y hundimientos de tierra</li> <li>- Erosión hídrica y modificación del suelo</li> <li>- Cambios de uso de la tierra</li> </ul>
	MEDIO BIÓTICO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Muerte de individuos o fauna en general</li> <li>- Proliferación de algas, microorganismos (fitoplancton, zooplancton, bentos)</li> <li>- Proliferación de vectores o insectos</li> <li>- Pérdida de lugares de alimentación o reproducción</li> <li>- Efecto barrera para el desplazamiento de las especies</li> <li>- Alteración, desaparición o disminución de especies en categorías de peligro, rara o amenazada.</li> </ul>
	MEDIO PAISAJÍSTICO, SOCIAL, CONSTRUIDO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impacto en la calidad estética (turística) de los paisajes</li> <li>- Reasentamiento de poblaciones.</li> <li>- Destrucción o alteración de recursos culturales (patrimonio arqueológico, arquitectónico y religioso)</li> <li>- Deterioro o Aumento en la calidad de vida de comunidad cercana a la obra.</li> </ul>

CUADRO 4.1.-2  
PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES. CAPTACIONES SUPERFICIALES

TIPO OBRA	COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL (negativo o positivo)
CAPTACIONES SUPERFICIALES (BOCATOMAS)	AGUA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminución del régimen de caudales</li> <li>- Alteraciones del eje hidráulico con efectos sobre el cauce y riberas</li> <li>- Alteración del régimen de sedimentación.</li> <li>- Aumento de la contaminación inorgánica no tóxica por sólidos disueltos</li> <li>- Aumento de la contaminación orgánica no tóxica.</li> </ul>
	SUELO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erosión hídrica y modificación de las características físicas.</li> <li>- Ocurrencia de derrumbes, deslizamientos y hundimientos de tierra</li> <li>- Cambios de uso de la tierra.</li> </ul>
	MEDIO BIÓTICO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alteración de vegetación y pérdida de tierra vegetal</li> <li>- Alteración de ecosistemas (flora y fauna) en torno de la captación</li> </ul>
	MEDIO PAISAJÍSTICO, SOCIAL, CONSTRUIDO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impacto en la calidad estética de los paisajes</li> <li>- Introducción de elementos extraños, desaparición de algunos elementos característicos o modificación de ellos.</li> <li>- Destrucción o Alteración de recursos culturales (patrimonio arqueológico, arquitectónico y religioso)</li> <li>- Deterioro en la calidad de vida de comunidades cercanas a la obra</li> <li>- Eventualmente reubicación de personas</li> </ul>

CUADRO 4.1.-3  
PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES.  
CAPTACIONES SUBTERRÁNEAS

TIPO OBRA	COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL (negativo o positivo)
CAPTACIONES SUBTERRÁNEAS	AGUA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modificación del nivel freático</li> <li>- Efectos sobre el rendimiento de otras captaciones subterráneas.</li> <li>- Desequilibrio y agotamiento del acuífero.</li> <li>- Desequilibrio por inversión del gradiente hidráulico</li> <li>- Modificación del balance másico que implica reducción de la calidad del agua.</li> </ul>
	SUELO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Subsistencia del terreno</li> <li>- Cambios de uso de la tierra</li> </ul>
	MEDIO BIÓTICO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alteración de ecosistemas en torno de la captación</li> <li>- Alteración de vegetación y pérdida de tierra vegetal</li> </ul>
	MEDIO PAISAJÍSTICO, SOCIAL, CONSTRUIDO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impacto en la calidad estética de los paisajes</li> <li>- Introducción de elementos extraños, desaparición de algunos elementos característicos o modificación de ellos.</li> <li>- Destrucción de recursos culturales (patrimonio arqueológico, arquitectónico y religioso)</li> </ul>

CUADRO 4.1-4  
PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES.  
CANALES

TIPO OBRA	COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL (negativo o positivo)
CANALES, CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN	AGUA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modificación de la escorrentía superficial por efecto barrera del canal.</li> <li>- Aumento de la turbiedad, sólidos en suspensión, etc.</li> <li>- Aumento de la contaminación de las aguas</li> </ul>
	SUELO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambio del uso de la tierra</li> <li>- Ocurrencia de derrumbes, deslizamientos y hundimiento de tierra</li> <li>- Erosión hídrica y modificación de las características físicas (densidad, compactación, aireación) y químicas (fertilidad, nutrientes, pH, salinidad, etc.)</li> </ul>
	MEDIO BIÓTICO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alteración de vegetación, pérdida de tierra vegetal</li> <li>- Cambios en la estructura y composición de las comunidades (riqueza y abundancia)</li> <li>- Efecto barrera para el desplazamiento de las especies</li> </ul>
	MEDIO PAISAJÍSTICO, SOCIAL, CONSTRUIDO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impacto negativo en la calidad estética de los paisajes</li> <li>- Destrucción o alteración de recursos culturales (patrimonio arqueológico, arquitectónico y religioso)</li> <li>- Expropiación en áreas pobladas o reubicación de personas</li> <li>- Deterioro en la calidad de vida de comunidad cercana a la obra</li> </ul>

CUADRO 4.1-5  
PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES.  
CANOAS Y SIFONES

TIPO OBRA	COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL (negativo o positivo)
SIFONES Y CANOAS	AGUA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alteraciones menores del eje hidráulico con efectos sobre el cauce y riberas</li> </ul>
	SUELO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ocurrencia de derrumbes, deslizamientos y hundimientos de tierra</li> <li>- Erosión hídrica y modificación de las características físicas.</li> <li>- Cambios de uso de la tierra.</li> </ul>
	MEDIO BIÓTICO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alteración de vegetación y pérdida de tierra vegetal</li> <li>- Alteración de ecosistema (flora y fauna) cerca de la obra</li> </ul>
	MEDIO PAISAJÍSTICO, SOCIAL, CONSTRUIDO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impacto en la calidad estética de los paisajes</li> <li>- Destrucción o alteración de recursos culturales (patrimonio arqueológico, arquitectónico y religioso)</li> <li>- Eventualmente reubicación de personas</li> </ul>

CUADRO 4.1.-6  
PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES.  
OBRAS DE DRENAJE

TIPO OBRA	COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL (negativo o positivo)
OBRAS DE DRENAJE	AGUA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desequilibrios por inversión del gradiente hidráulico</li> <li>- Modificación del funcionamiento hidrogeológico de la cuenca (los acuíferos)</li> <li>- Alteración de niveles freáticos en lugares no deseados</li> <li>- Generación de aguas superficiales</li> </ul>
	SUELO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ocurrencia de desplazamientos y hundimientos de tierra</li> <li>- Modificación de la estructura, textura y propiedades físico químicas del suelo.</li> <li>- Agotamiento de nutrientes por excesivo drenaje.</li> <li>- Recuperación de terrenos</li> </ul>
	MEDIO BIÓTICO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alteración de la vegetación acuática y de hábitat húmedos.</li> <li>- Alteración, desaparición o disminución de la flora o fauna en peligro, rara o amenazada.</li> </ul>
	MEDIO PAISAJÍSTICO, SOCIAL, CONSTRUIDO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calidad estética de los paisajes</li> <li>- Destrucción o alteración de recursos naturales (patrimonio arqueológico, arquitectónico y religioso)</li> <li>- Deterioro en la calidad de vida de comunidad cercana a la obra</li> </ul>

CUADRO 4.1.-7  
PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES.  
PUESTA EN RIEGO Y APLICACIÓN DEL RIEGO

TIPO OBRA	COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL (negativo o positivo)
PUESTA EN RIEGO Y APLICACIÓN DE RIEGO	AGUA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modificación de las características hidrológicas de la cuenca (aparición de derrames y recuperaciones)</li> <li>- Aumento de la contaminación química (productos agroquímicos en general)</li> <li>- Aumento por la contaminación por coliformes, bacterias, virus, protozoos</li> <li>- Cambios del nivel freático</li> <li>- Eutroficación en cuerpos receptores de derrames</li> <li>- Aumento de la carga de sedimentos en los cauces naturales (o de los sólidos disueltos) por erosión o lavado de suelos vía derrames.</li> </ul>
	SUELO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erosión hídrica y modificación de las características físicas (densidad, compactación, aireación) y químicas (fertilidad, nutrientes, pH, salinidad, etc.)</li> <li>- Contaminación del suelo</li> <li>- Erosión hídrica laminar por surcos y cárcavas</li> <li>- Salinización del suelo</li> <li>- Acidificación del suelo</li> <li>- Colmatación y otros cambios en la estructura que disminuya la capacidad de infiltración y almacenamiento de agua</li> <li>- Agotamiento de nutrientes (lavado, sobre explotación)</li> </ul>
	MEDIO BIÓTICO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminución sobre la cobertura vegetal terrestre (superficie y % de cobertura)</li> <li>- Proliferación de insectos</li> <li>- Cambio de la estructura y composición de las comunidades (riqueza y abundancia)</li> </ul>
	MEDIO PAISAJÍSTICO, SOCIAL, CONSTRUIDO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impacto en la calidad estética de los paisajes</li> <li>- Destrucción o alteración de recursos naturales (patrimonio arqueológico, arquitectónico y religioso)</li> <li>- Deterioro en la calidad de vida de comunidad cercana a la obra</li> </ul>

Cabe señalar que la anterior información permite al proyectista tener una guía metodológica para identificar los impactos según el proyecto u obra de que se trate. No obstante, será cada caso en particular el que determine exactamente el tipo e importancia del impacto a ser considerado en la evaluación del proyecto de riego.

Los cuadros anteriores fueron construidos a partir de una guía metodológica<sup>2</sup> publicada por la SEMAT dependiente de la Dirección General de Obras Públicas del MOPTT. Dicha guía fue elaborada para uniformar criterios por lo que se consideró relevante.

#### **4.2 Valorización de los Efectos Ambientales**

Las técnicas de valorización de impactos ambientales más utilizadas en los estudios que se realizan en el país son esencialmente cualitativas (listas de chequeo, matrices, método Delphi, etc), prestándose sus resultados para diversas interpretaciones. Por ello, valorizar monetariamente los impactos ambientales de un determinado proyecto de inversión, genera una medida de la pérdida que experimenta la sociedad al dejar de percibir los beneficios de un determinado bien ambiental.

Para efectos de la presente guía, los impactos ambientales son homologados como externalidades y, por consiguiente, para su medición se pueden aplicar técnicas que permitan valorizarlas total o parcialmente en términos monetarios.

Para ello lo que se recomienda es un procedimiento indirecto que consiste en cuantificar los efectos ambientales a través de la evaluación de los costos de las correspondientes medidas de mitigación, compensación o reparación asociadas a cada impacto identificado.

El Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, señala en el Párrafo 1º, Título III "De los Contenidos de los Estudios y Declaraciones de Impacto Ambiental", que debe incluirse un Plan de Medidas de Mitigación, Reparación y/o Compensación, cuando ello sea procedente.

Respecto a los planes de mitigación, señala que éstos tienen por finalidad evitar o disminuir los efectos adversos del proyecto o actividad, mientras que los planes de reparación y/o restauración, tienen como objetivo reponer uno o más de los componentes o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la inicial, y en los casos que no sea posible, restablecer las propiedades básicas.

---

<sup>2</sup> "Manual de Gestión Ambiental Territorial para Proyectos de Infraestructura" MOP-SEMAT, 2003

Respecto a los planes de compensación, se señala en el Artículo 61 que las medidas de compensación tienen por finalidad producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a un efecto adverso identificado, especificando que dichas medidas incluirán el reemplazo o sustitución de los recursos naturales o elementos del medio ambiente afectados por otros de similares características, clase, naturaleza y calidad, y que deben llevarse a cabo en las áreas o lugares en que los efectos adversos significativos se presenten o generen.

En consecuencia, en los Cuadros 4.2-1 al 4.2-4 se proponen las medidas correspondientes a los impactos identificados en el punto anterior. En cada cuadro se señala si la medida (o el impacto que la determina) es frecuente que aparezca en la fase de construcción, operación (incluido abandono) o ambas. Las medidas se pueden referir a mitigación o compensación o reparación según sea el caso.

En las acciones señaladas en dichos cuadros deben ser incluidos los costos en estudios, gestión o ejecución de obras.

CUADRO 4.2-1  
MEDIDAS ANTE IMPACTOS  
COMPONENTE AGUA

IMPACTO	MEDIDAS PARA MITIGAR, COMPENSAR O REPARAR
Modificación del régimen de caudales, alturas de agua, velocidades, derrames, recuperaciones.	Adecuación del cauce para satisfacer requerimientos hidráulicos (altura y velocidad), conducción de derrames, etc.  Permitir el libre escurrimiento y la restitución de los cursos superficiales en obras como desvíos, ataguías, etc. (construcción y operación)
Alteración de la escorrentía subterránea y/o recarga.	Recarga artificial del acuífero (construcción y operación)
Modificación del equilibrio sedimentológico	Control de erosión retrógrada (operación)
Alteraciones del eje hidráulico con efectos sobre el cauce y riberas	Obras para corrección del eje hidráulico Protección de riberas Mejoras en el cauce (construcción y operación)
Cambios del nivel freático	Medidas para minimizar los efectos de subida de nivel (drenaje) o descenso (profundización de captaciones) (construcción y operación)
Efectos sobre el rendimiento de otras captaciones subterráneas.	Reducción de los caudales de explotación del acuífero Compensación económica a los afectados (pagar por el menor rendimiento o entregar agua) (operación)
Desequilibrio por inversión del gradiente hidráulico	Ejecución de obras para minimizar el efecto como barreras hidráulicas, pozos de inyección, etc. (construcción y operación)

CUADRO 4.2-1  
MEDIDAS ANTE IMPACTOS  
COMPONENTE AGUA

IMPACTO	MEDIDAS PARA MITIGAR, COMPENSAR O REPARAR
Desequilibrio y Agotamiento del acuífero	Compensación económica a los afectados Recarga artificial del acuífero (operación)
Generación de aguas superficiales.	Encauzamiento de las aguas, conducción, drenaje, etc. (construcción y operación)
Eutroficación	Recuperación de hábitat afectados Compensación económica por degradación de la calidad del agua. Reducción de afluentes con carga orgánica. (operación)
Contaminación química (sustancias químicas, agroquímicos), física (turbiedad, sólidos en suspensión, etc) y bacteriológica.	Control de uso de agroquímicos Control de la erosión y derrames Monitoreo de canales y cauces Evitar el vertido de sustancias, elementos o compuestos a las aguas Almacenamiento adecuado de sustancias contaminantes, revestimiento con materiales impermeables del sitio de almacenaje Tratamiento de residuos peligrosos y de aguas servidas en faena Utilización de baños químicos Establecer planes de abandono de depósitos receptores de efluentes de las instalaciones. (construcción y operación)
Modificación del balance másico que implica reducción de la calidad del agua subterránea	Recarga artificial de acuíferos Cambios en la explotación Compensación económica por tratamiento de agua. (operación)

CUADRO 4.2-2  
MEDIDAS ANTE IMPACTOS  
COMPONENTE SUELO

IMPACTO	MEDIDAS PARA MITIGAR, COMPENSAR O REPARAR
Derrumbes, deslizamientos y hundimientos de tierra	Implementación de sistemas de drenaje que garantice un correcto escurrimiento de las aguas Construcción en rellenos estables Adecuar las pendientes de corte a las características de estabilidad del suelo. Minimizar la remoción de vegetación. Reconstituir la cubierta vegetal. (construcción y operación)
Erosión hídrica y modificación de las características físicas (densidad, compactación, aireación) y químicas (fertilidad, nutrientes, pH, salinidad, etc.)	Implementación de sistemas de drenaje que garanticen un correcto escurrimiento de las aguas Construcción en laderas estables Adecuar las pendientes de corte a las características de estabilidad del suelo. Minimizar la remoción de vegetación. Reconstituir la cubierta vegetal. Protección de la capa vegetal del suelo Plantaciones adecuadas para terrenos en pendiente (por ejemplo riego tecnificado) Evitar el uso de surcos en plantaciones en pendiente. (construcción y operación)
Modificación de la estructura, textura y propiedades físico químicas del suelo. (colmatación, reducción de la capacidad de infiltración)	Escarificado y aplicación de nueva capa de suelo de espesor adecuado Readecuación y recuperación de suelos Selección de áreas de mala calidad de suelo para el tránsito y almacenamiento de vehículos pesados (construcción y operación)
Agotamiento de nutrientes (lavado, sobre explotación, drenaje)	Reincorporación al suelo de nutrientes (operación)
Contaminación del suelo	Recuperación de suelos  Escarificado y aplicación de nueva capa de suelo de espesor adecuado Selección de áreas de mala calidad de suelo para el acopio de materiales contaminantes (construcción y operación)
Salinización del suelo	Dosificación del riego Introducción de sustancias para amortiguar o revertir el efecto Compensación económica en las áreas afectadas (operación)
Cambio uso de la tierra	Compensaciones económicas a los afectados
Subsistencia del terreno	Evitar o minimizar el tránsito innecesario de vehículos pesados. (construcción y operación)

CUADRO 4.2-3  
MEDIDAS ANTE IMPACTOS  
COMPONENTE BIOTA

IMPACTO	MEDIDAS PARA MITIGAR, COMPENSAR O REPARAR
Alteración o pérdida de hábitat (flora, fauna, vegetación) cerca de la obra.	<p>Minimizar en lo posible las actividades cerca de las áreas sensibles</p> <p>Establecer barreras que permitan aislar las actividades del proyecto</p> <p>Impedir o evitar introducir maquinaria en zonas definidas como de riesgo biótico</p> <p>Reforestar igual superficie de vegetación afectada (construcción y operación)</p>
Alteración, Destrucción, desaparición o disminución de la flora o fauna en peligro, rara, amenazada o endémica.	<p>Excluir las actividades en o cerca de las áreas protegidas</p> <p>Establecer barreras que permitan aislar las actividades del proyecto</p> <p>Traslado de individuos afectados a áreas de similares características de hábitat. Reintroducir la especie afectada en el mismo hábitat (construcción y operación)</p>
Alteración o Destrucción de la vegetación acuática y de hábitat húmedos.	<p>Minimizar las actividades cerca de los humedales</p> <p>Evitar alteración de niveles de agua de esteros, ríos, lagunas, etc.</p> <p>Evitar desvíos de cauces o interrupción de los cursos de agua que alimenten humedales (construcción y operación)</p>
Efecto barrera para el desplazamiento de las especies	Mantenimiento de la conexión de las poblaciones mediante métodos naturales o artificiales (corredores ecológicos, by pass, etc.). Implementar atraviesos para animales (construcción y operación)
Proliferación de vectores o insectos	Evitar la contaminación de las aguas (construcción y operación)
Pérdida de lugares de alimentación o reproducción	<p>Mantenimiento de los lugares de reproducción mediante métodos naturales o artificiales.</p> <p>Traslado de individuos a áreas de similares características (construcción y operación)</p>
Proliferación de algas, microorganismos (fitoplancton, zooplancton, bentos)	Evitar la contaminación de las aguas y el exceso de nutrientes (construcción y operación)

CUADRO 4.2-4  
 MEDIDAS ANTE IMPACTOS  
 COMPONENTE PAISAJÍSTICO, SOCIAL, CONSTRUIDO

IMPACTO	MEDIDAS PARA MITIGAR, COMPENSAR O REPARAR
Impacto en la calidad estética (turística) de los paisajes	Incorporación de criterios de diseño que integren la obra y su entorno al paisaje existente.  Mantenimiento de la limpieza y aspecto de la obra  Mantenimiento de la vegetación, plantación en taludes y con pantallas vegetales  Restauración del relieve en la medida de lo posible (construcción y operación)
Alteración del sistema de vida de un grupo étnico	Evitar intervención en sitios importantes, considerados de interés cultural o sagrado (construcción )
Destrucción o alteración de recursos culturales (patrimonio arqueológico, arquitectónico y religioso)	Realizar un Plan de Manejo Arqueológico. Instalación y retiro cuidadoso de equipos e instalaciones de faena (construcción)
Deterioro en la calidad de vida de comunidad cercana a la obra	Delimitación del horario de los trabajos de construcción  Establecer acuerdos con la comunidad  Dejar franja de circulación peatonal en los casos en que se afecte el tránsito.  Asegurar el acceso a los servicios y equipamientos de la población afectada a un nivel equivalente al actual. (construcción y operación)

En el Cuadro 4.2-5 siguiente se formulan recomendaciones para abordar la evaluación de las medidas antes señaladas.

Finalmente, cabe señalar que en el proyecto se deberá dejar bien claro si la medida de mitigación o reemplazo del bien afectado fue efectivamente evaluada o estimada, señalándose todos los supuestos que fueron utilizados. También se deberá tener cuidado de verificar si la medida ha sido o no incluida en la certificación ambiental del proyecto (trámite en el SEIA). Es decir, se debe verificar si la medida ya fue internalizada en los costos del proyecto. En ese caso no debiera ser considerada en la evaluación de las externalidades ambientales.

CUADRO 4.2-5  
RECOMENDACIONES PARA EVALUAR LAS MEDIDAS AMBIENTALES

MEDIDA AMBIENTAL	RECOMENDACIÓN PARA SU EVALUACIÓN
Obras para corrección del eje hidráulico, Protección de riberas, Mejoras en el cauce, Encauzamiento de las aguas, conducción, drenaje, ataguías, construcción en rellenos estables, etc.	Son proyectos hidráulicos-geotécnicos cuantificables técnica y económicamente.
Reducción de los caudales de explotación del acuífero.	Indemnización a los afectados o entrega de agua para revertir la merma sufrida.
Recarga artificial del acuífero. Medidas para minimizar los efectos de subida de nivel (drenaje) o descenso (profundización de captaciones).	Sería el costo de las obras de recarga o de drenaje necesarias.
Ejecución de obras para minimizar el efecto como barreras hidráulicas, pozos de inyección, etc.	Son proyectos cuantificables técnica y económicamente.
Recuperación de hábitat afectados, Compensación económica por degradación de la calidad del agua. Reducción de afluentes con carga orgánica.	Son medidas de más difícil evaluación. Habría que estimar cuanto cuesta eliminar la causa que está afectando al hábitat (por ejemplo, eliminar o tratar descargas).
Control de uso de agroquímicos  Monitoreo de canales y cauces  Almacenamiento adecuado de sustancias contaminantes, revestimiento con materiales impermeables el sitio.  Establecer planes de abandono de depósitos receptores de efluentes de las instalaciones.	Todas estas medidas tienen costos asociados para su implementación y operación, que pueden ser calculados o estimados.
Plantaciones adecuadas para terrenos en pendiente (por ejemplo riego tecnificado). Dosificación del riego.	El costo asociado al método de riego adecuado para el caso.
Escarificado y aplicación de nueva capa de suelo de espesor adecuado. Readequación y recuperación de suelos.	Las medidas pueden ser difíciles de cuantificar, aunque se pueden estimar en la medida de lo posible.

## **5. PROPUESTA METODOLÓGICA**

### **5.1 Introducción**

A continuación se presenta en forma resumida la propuesta metodológica para evaluar proyectos de riego que se ha elaborado como parte del estudio y que se puede revisar en detalle en el documento Guía Metodológica para la Evaluación de Proyectos de Riego, que también forma parte de este informe final.

Los métodos disponibles actualmente para las evaluaciones de proyectos de riego son el Método del Presupuesto y el Método del Valor Incremental de la Tierra, aunque en la práctica se utiliza casi exclusivamente el primero. Ambos se utilizan para evaluar los efectos directos asociados a los proyectos, por lo que los efectos indirectos y externalidades que son susceptibles de ser cuantificados, directa o indirectamente, pueden resultar sobreestimados o subestimados, dependiendo del procedimiento utilizado y en parte también debido a la falta de una sistematización que permita uniformar criterios al respecto.

No obstante lo anterior, se debe señalar que en la generalidad de los casos, son los efectos directos los que presentan una relevancia mucho mayor respecto a los efectos indirectos y externalidades, en los resultados de la evaluación de un proyecto de riego.

Considerando lo señalado y teniendo presente que el método del presupuesto es muy laborioso y requiere de la inclusión de numerosos supuestos que aumentan la incertidumbre de los resultados esperados, es éste procedimiento, complementado, el que recomienda este Consultor para la evaluación de los proyectos de riego, ya que permite estimar los beneficios del agua de riego precisamente a partir de los excedentes agrícolas que genera el proyecto estudiado (análisis de beneficios y costos de la explotación agrícola durante todo el horizonte del proyecto).

El procedimiento de valoración de los efectos directos que se presenta más adelante no profundiza en el método de evaluación, que ya es bien conocido, sino que se enfatiza en el tratamiento de los supuestos en cada temática que debe contemplarse en la aplicación del método, los que hasta ahora no se definen con la profundidad adecuada ni con procedimientos estándares.

Los ingresos y los costos asociados a las externalidades y efectos ambientales provocados por el proyecto deben estimarse independientemente para luego, establecido el beneficio neto de los efectos que se logre valorar (ingresos menos costos), incluir sus resultados en el flujo total del proyecto (efectos directos, externalidades y ambientales). Los efectos que no sea posible valorizar quedarán como intangibles, pero deben considerarse como un criterio de decisión más para elegir si el proyecto es socialmente conveniente o no.

## **5.2 Cuantificación de Efectos Directos**

### **5.2.1 Metodología General**

El método del presupuesto es de uso generalizado en la evaluación de proyectos de riego, por lo que el procedimiento de trabajo es ampliamente conocido. Se considera que una descripción detallada del método es innecesaria, pero sí es conveniente, en forma muy resumida, presentar las actividades y grupos de actividades que se deben ejecutar para establecer la rentabilidad de los proyectos.

Con el fin de presentar la metodología general de una evaluación se ha preparado la Malla de Actividades que se adjunta, en la que se muestran las relaciones y precedencias de las actividades y grupos de actividades que es preciso desarrollar.

A continuación se listan los trabajos a efectuar en la evaluación de los proyectos de riego.

- a) Antecedentes generales y recursos básicos
- b) Caracterización agropecuaria y de riego: situación actual y mejorada
- c) Caracterización de alternativas de situación agropecuaria y de riego con proyecto
- d) Predimensionamiento de obras, presupuesto y calendarización
- e) Evaluación económica y selección

### **5.2.2 Temáticas Relevantes**

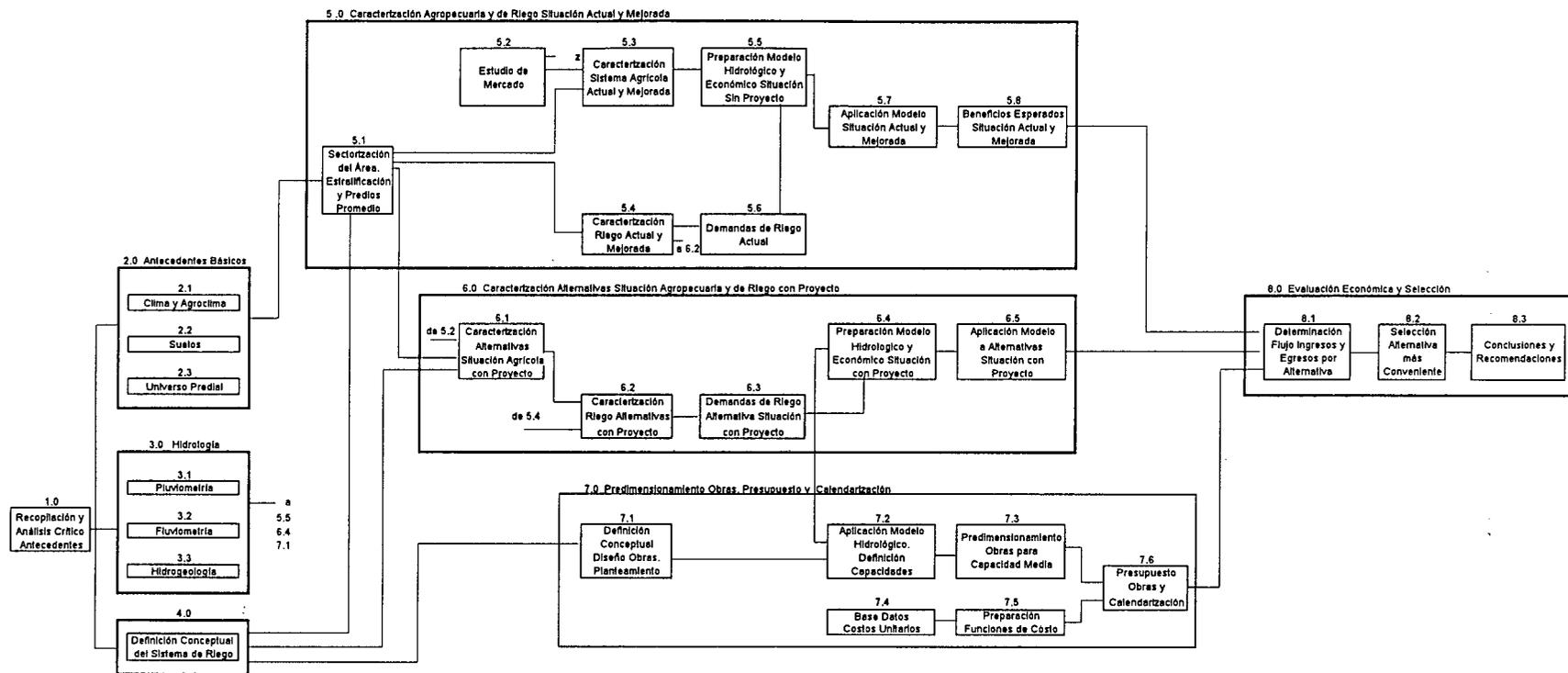
Se presenta a continuación una serie de temas contemplados en las evaluaciones económicas, que actualmente son tratados en los proyectos de diversas formas y con distintos niveles de profundidad. Con el análisis siguiente se pretende que en los futuros proyectos de riego se adopten criterios homogéneos para uniformar el modo de abordar este tema de los supuestos, lo cual es relevante en los resultados de la rentabilidad de los proyectos.

#### **a) Recopilación y análisis crítico de antecedentes**

En los proyectos de riego se debe efectuar una detallada recopilación de los antecedentes disponibles que tengan relación con los diferentes aspectos que se deben tratar, tales como la existencia y potencialidad de los recursos del área del proyecto, características de la actividad agropecuaria actual y perspectivas de desarrollo a futuro, entre otras.

La recopilación de antecedentes debe lograrse a través de la revisión de información bibliográfica y mediante visitas al área de estudio.

## DIAGRAMA DE ACTIVIDADES EVALUACIÓN PROYECTO DE RIEGO



La información bibliográfica referida a los aspectos agroeconómicos se debe obtener de la revisión de publicaciones de instituciones como el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), Fundación Chile, Dpto. de Economía Agraria de la Universidad Católica, PROCHILE, Banco Central de Chile, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Instituto Nacional de Desarrollo Agropecuario (INDAP), Sociedad Nacional de Agricultura (SNA), Universidades, I. Municipalidades, Agroindustrias y Ferias Ganaderas, entre otras.

Asimismo, es necesario efectuar visitas a terreno, con el propósito de recopilar antecedentes e interiorizarse de la realidad actual que presenta el área del proyecto. En esa visita se debe tomar contacto para obtener antecedentes a través de autoridades del sector agrícola, organismos de investigación, funcionarios de juntas de vigilancia y otras instituciones públicas y privadas de la zona.

Una vez recopilada la información, se debe analizar en forma crítica, con el propósito de poder calificar el uso que se le dará durante el desarrollo del estudio y determinar con precisión aquellos antecedentes que se requiere actualizar, complementar y en ciertos casos generar. Esto último, se debe llevar a cabo cuando la calidad de la información recopilada no es adecuada para la finalidad que persigue el proyecto o simplemente ésta es inexistente.

## **b) Estudios básicos**

### **b.1) Suelos**

Respecto a los suelos se debe tener presente que posterior a la detección de potenciales áreas de riego es necesario efectuar un reconocimiento detallado de estos, con el fin de determinar las reales posibilidades de producción, las cuales para proyectos de riego se deberán realizar a una escala de terreno de 1:20.000 y para proyectos de drenaje a escala 1:10.000 o menor.

Para dar inicio a un estudio de suelos, en primer término, se debe efectuar una recopilación de los estudios existentes para cada área específica. Una vez cumplida esta etapa, se debe tabular las unidades cartográficas de suelos a fin de efectuar la primera revisión y correlación de éstas. Se hace indispensable esta labor con el objeto de dar comienzo a las siguientes etapas de trabajo.

Con esta base se debe efectuar un completo recorrido en terreno con el propósito de hacer una revisión de las principales unidades cartográficas, definiéndose para cada una de ellas, las Clasificaciones Técnicas de:

- Clase y Sub-Clase de Capacidad de Uso
- Categoría y Subcategoría de Riego
- Clase de Drenaje
- Aptitud Frutal

- Aptitud Agrícola
- Erosión

Dicha clasificación técnica se debe llevar a cabo tanto para la situación actual como potencial, y de esta manera se estará en condiciones de obtener el plano definitivo de suelos.

Especial énfasis se debe otorgar a aquellas áreas de secano representadas por terrenos con pendientes ubicados geomorfológicamente en piedmont y/o coluvios, debido al creciente interés en usar estos suelos en explotaciones de frutales y parronales de alta rentabilidad, indicando la tecnología a aplicar (camellones, riego tecnificado, drenaje, etc.).

En el caso específico de aquellos proyectos que poseen información previa de estudios de suelos a nivel de detalle, se debe analizar dicha información a través de una inspección general en terreno. Esta revisión se realiza de la siguiente forma:

- Revisión del material cartográfico y descripción de suelos: revisar el estudio existente que cubre el área para definir los recorridos que se deben hacer en terreno.
- En terreno se deben revisar las unidades cartográficas para uniformar, si fuese necesario, los rangos de profundidad, pedregosidad y topografía, adecuándolos a las actuales pautas usadas en el país, que corresponden a las Pautas para estudios de Suelos de la Comisión Nacional de Riego, que a su vez son tomadas en su generalidad del Soil Survey Manual (Modificación de Enero de 1984) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

Se debe señalar que el mapa básico de suelos debe contener cada unidad cartográfica identificada con un símbolo compuesto por letras que representan la Serie y números dispuestos en forma consecutiva que presentan las Fases. La cartografía con el mapa básico de suelos debe corresponder a un formato estándar, al igual que los mapas de Clase y Subclase de Capacidad de Uso, Categoría y Subcategoría de Riego, Clase de Drenaje, Aptitud Frutícola, Aptitud Agrícola y Erosión.

El informe debe incluir la caracterización general del área, la descripción de series de suelos, rango de variación y la ubicación geográfica, un detalle de las características de cada Fase indicando además su Clase y Subclase de Capacidad de Uso, Categoría y Subcategoría de Riego, Clase de Drenaje, Aptitud Frutícola, Aptitud Agrícola y Erosión.

En aquellos proyectos en donde se utilicen suelos sobre cota de canal, es recomendable elaborar un mapa con el uso actual de los suelos, de tal forma de contar con la cota piezométrica, necesaria para efectuar los cálculos correspondientes a elevaciones mecánicas.

Las fuentes de información para esta actividad y las siguientes, y su grado de utilidad se presentaron en el acápite 2.3.1 "Recopilación de Antecedentes Agronómicos".

## **b.2) Clima y Agroclima**

El clima y agroclima debe elaborarse en función de las fuentes de mayor actualización. La fuente más actualizada corresponde al Atlas Agroclimático de Chile, elaborado por la Universidad de Chile para las regiones IV, V, RM, VI, VII y VIII. En el caso de regiones no cubiertas por dicho trabajo, el estudio denominado Mapa Agroclimático de Chile del INIA es el que posee la mayor cobertura nacional y la información contenida, al igual que en el estudio de la U. de Chile, es mensual, pero ya que los distritos son muy amplios, es necesario complementarlo con el elaborado por Ciren Corfo (Atlas Agroclimático de Chile).

Con respecto a este mismo tema se debe señalar que es necesario considerar la actualización de los antecedentes climáticos a través de la consulta de las series de datos históricos de la Dirección General de Aguas u otras fuentes.

En términos generales, cabe señalar que el objetivo de esta actividad es caracterizar el clima y agroclima del área de estudio para fijar las posibilidades que ofrecen al desarrollo agropecuario futuro.

Las variables relevantes para la caracterización del clima y agroclima son las siguientes: temperaturas máximas, mínimas y medias, suma térmica, días grados acumulados, horas frío acumuladas, radiación solar, humedad relativa, precipitaciones, evapotranspiración potencial, déficit hídrico, índices de humedad, número de heladas mensuales, entre otras.

Para los distritos agroclimáticos identificados, se debe construir cuadros compendios con la variación mensual de los parámetros agroclimáticos estudiados. Posteriormente, y como una forma de estimar las bondades o restricciones del clima de las áreas a estudiar, se deberá confrontar los requerimientos climáticos de un grupo de cultivos índices, con las características de cada distrito.

Con respecto a la información de Evapotranspiración Potencial, ésta debe ser verificada utilizando el estudio "Cálculo y Cartografía de la Evapotranspiración Potencial en Chile" elaborado por Ciren-Corfo y la Comisión Nacional de Riego, 1997.

Finalmente, es necesario presentar un plano de ubicación de las estaciones climáticas de la zona con indicación de los parámetros que se midan en cada una de ellas.

### **c) Universo de Usuarios**

Con respecto a la determinación del universo de usuarios, se debe señalar que la información contenida en distintas fuentes (Ortofotos de Ciren Corfo, Catastro de Usuarios de la Dirección General de Aguas (DGA), Rol Extracto Agrícola del Servicio de Impuestos Internos (SII), Base de Datos Prediales del VI Censo Nacional Agropecuario del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) y listados de usuarios de las Asociaciones de Canalistas), generalmente no es concordante, ya que éstas se encuentran desfasadas en el tiempo, por lo que la obtención del universo predial debe efectuarse a través de una complementación de las distintas fuentes.

Para estos efectos, es necesario definir los límites de la envolvente del proyecto. Posteriormente, el área en estudio debe subdividirse en sectores de riego, de acuerdo a la extensión y heterogeneidad que ésta presente, lo que estará en función de la red de canales de riego actual o propuesta, de la situación actual y potencial de riego, de la información generada del estudio de suelos y clima y de la respectiva adaptabilidad de las distintas especies.

Luego, debe elaborarse un listado de explotaciones prediales (uno o más predios pertenecientes a un mismo agricultor), el que se obtendrá de las fuentes disponibles. Este listado servirá de base para la aplicación de una encuesta aleatoria, subdividida por sectores y estratos de tamaño.

La determinación de los estratos de tamaño, debe ser efectuada previo a la aplicación de la encuesta, y esta deberá representar en la forma más real posible la situación que actualmente enfrenta la zona. La estratificación debe realizarse esencialmente en base a la información proporcionada por el VI Censo Nacional Agropecuario del INE y antecedentes previos recopilados en la zona.

Debe recalarse que la estratificación por tamaño predial, es esencial efectuarla con base en las tipologías de agricultores, siendo necesario agrupar los predios de acuerdo a un mismo propietario y no trabajar a nivel de rol individual.

Finalmente en esta actividad se debe elaborar un mapa de propiedades sobre un mapa base a la escala requerida por el proyecto.

### **d) Aspectos Sociales**

Los antecedentes sociales deben ser recopilados mediante la revisión bibliográfica disponible en el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Ministerio de Planificación (MIDEPLAN) e I. Municipalidades. Estas fuentes son complementarias y útiles para caracterizar la población comunal en sus aspectos socio-económicos. Se debe precisar que la definición de estos aspectos en áreas específicas del estudio se debe complementar con encuestas efectuadas en terreno.

Los principales aspectos que se consideran son los siguientes:

- Localización geográfica del área, ubicación, extensión y límites.
- Caracterización socioeconómica: se debe considerar antecedentes básicos sobre población (activa-inactiva, rural-urbana, etc.), servicios básicos y aspectos educacionales y de salud.
- Infraestructura de producción y de servicios existente en el área que dice relación con la población rural y el desarrollo de las actividades agropecuarias.
- Estimación de la población total de residencia en el área y de la población disponible para el empleo agrícola permanente, a fin de analizar posteriormente la problemática de disponibilidad y demanda de empleo en las situaciones actual y con proyecto.

#### **e) Mercados**

En esta parte del estudio es necesario determinar el destino de la producción y los efectos de los tratados de libre comercio, con el objeto de calcular la evolución de los precios en los distintos mercados. Habitualmente se diferencian las cotizaciones en los mercados, aunque en muchos casos con antecedentes puntuales de precios. Los efectos de los tratados de libre comercio deben ser incorporados en todos los estudios de mercados, ya que el escenario para cada producto agrícola puede sufrir importantes cambios respecto de la situación actual e histórica. Además, es necesario determinar la evolución histórica de la superficie destinada a cada cultivo y de la estructura productiva en la región, provincia, comuna o área del proyecto.

La valorización económica de los proyectos de riego se basa en estudios de mercado de los productos presentes en situación actual y de aquellos potenciales propuestos en situación con proyecto. Estos estudios son efectuados con distintos grados de profundidad en lo que se refiere a series de precios, cálculos de precios al productor en las distintas regiones del país, influencia de los acuerdos comerciales, proteccionismo de la agricultura y proyecciones, entre otros.

De especial interés para este punto es la fuente de información utilizada, así como también su consistencia, grado de representación de acuerdo a la ubicación de cada proyecto y tamaño del mismo.

De acuerdo a lo anterior, se debe realizar un estudio de mercado, comercialización y precios de productos, tanto para la situación actual agropecuaria, como para las situaciones optimizada y futura con proyecto. Esto último, se efectuará a través de la determinación de aquellos productos que son potencialmente atractivos y para los cuales se propondrá su incorporación o intensificación en el área de influencia del proyecto.

La selección de los rubros más importantes de analizar, debe basarse en la información proporcionada por las encuestas censales del VI Censo Nacional Agropecuario del INE, ODEPA, Catastro CORFO, la recogida en la encuesta muestral agropecuaria y en la obtenida en los Estudios de Casos. Los rubros más importantes de analizar serán aquellos que ocupan la mayor superficie en el área del proyecto y que, además, pueden ser representativos de otros por sus similitudes fisiológicas y de rentabilidad.

Definidos los rubros productivos, la información recogida en terreno deberá complementarse con la opinión de informantes calificados tales como empresas exportadoras, agroindustrias y ferias, entre otros. Además de los antecedentes anteriormente señalados se deberá utilizar información obtenida a través de INE, Fundación Chile, ODEPA, CIE Agronegocios de la Universidad de Chile y PROCHILE, entre otros.

Los temas que se debe abordar para cada rubro son los siguientes:

- Evolución de la Superficie regional y nacional (horizonte de 10 años)
- Destino de la producción, mercado nacional y exportaciones.
- Canales de comercialización
- Efectos de los Tratados de Libre Comercio (Unión Europea, Estados Unidos, Corea, Canadá, acuerdos comerciales con MERCOSUR, Perú y México, países centroamericanos, entre otros), con relación a la competencia que signifiquen a la producción nacional, a las barreras para arancelarias impuestas por estos países, a las ventajas de la colocación de los productos chilenos en dichos bloques de acuerdo a los calendarios de desgravación arancelaria y su incidencia en la evolución de los precios.
- Análisis de precios (mercado interno y exportación)
- Perspectivas, teniendo en consideración todos los antecedentes señalados anteriormente.

Se debe indicar que en la determinación y proyección de precios a productor es necesario contar con información de un horizonte de años que permita visualizar las fluctuaciones de precios, en forma anual y estacional, ya que ello permite calcular valores según la época de cosecha. Para estos efectos, la entidad que posee la información más apropiada es ODEPA para los rubros comercializados en el ámbito interno y de exportación. Sin embargo, debe enfatizarse que el profesional que haga uso de las series estadísticas de precios debe tener un amplio conocimiento y experiencia en este tipo de estudios.

Cabe señalar que para cada producto se debe calcular el precio de venta puesto a predio en la región de asentamiento del proyecto, para lo cual se debe utilizar los precios mayoristas de Santiago en un período de a lo menos diez años, publicados por ODEPA y deflactados a moneda que se acuerde con la entidad mandante. A éstos se les debe descontar el margen de comercialización correspondiente y el flete desde Santiago a la zona del proyecto. Se deben tomar en

consideración los valores de acuerdo a la época de cosecha de cada especie en la zona y de acuerdo a la calidad de los mismos. El análisis debe basarse en una serie histórica de precios, de manera que la situación futura del proyecto se fundamente en un horizonte razonable, que permita disminuir al máximo las fluctuaciones anuales como asimismo identificar tendencias.

Los precios calculados según esta metodología serán representativos tanto de la situación actual, como de la situación optimizada y futura. Los precios locales sólo podrán ser utilizados en forma referencial, debido a que no existen series estadísticas oficiales que permitan su aplicación en forma directa.

El destino de la producción dependerá del producto en análisis, el que puede ser en su totalidad dirigido al mercado interno ó mayoritariamente al mercado internacional. En el caso de la producción comercializada en el ámbito doméstico, se deben diferenciar los precios según calidad, especialmente en el caso de hortalizas y frutas, cuando corresponda.

Para los rubros de exportación, se deben considerar los retornos a productor obtenidos en las últimas temporadas, los que se promediarán y corregirán de acuerdo a la evolución de la producción nacional y a las expectativas de exportación según el mercado de destino, tomando en consideración la competencia ejercida por otros países proveedores. El valor del dólar debe fijarse previo acuerdo con la entidad mandante, teniendo en consideración la tendencia exhibida en los últimos años, así como también su comportamiento a futuro.

Por último, en el caso de los insumos, se debe tomar en consideración los precios de lista a la fecha que se acuerde con la entidad mandante. Últimamente Chile ha firmado acuerdos de libre comercio con varios países, siendo los más relevantes los acordados con la Unión Europea y con los Estados Unidos de Norteamérica, lo que ha llevado a que el arancel medio se sitúe en un 3%. Estos acuerdos eliminan gradualmente las trabas al libre comercio, llevando el arancel de importación a cero y eliminando otras formas de distorsiones a los sistemas de precios.

## **f) Caracterización de la Situación Actual**

### **f.1) Encuesta Simple**

Con el objeto de recabar antecedentes para el diagnóstico de la situación actual y obtener los Estudios de Casos que permitan caracterizar a los Predios Promedios, se debe efectuar una encuesta muestral o censal, cuya distribución y cobertura dependerá de los estratos de tamaño presentes al interior del universo de agricultores. El formato de esta encuesta debe ser simple, lo cual dependerá de la ejecución o no de una posterior encuesta de detalle.

Las encuestas permiten efectuar la caracterización de las áreas de proyecto en forma específica, además de obtener antecedentes referidos a la estructura actual de los suelos, precios y destino de la producción, fichas técnico económicas, gastos indirectos, eficiencias de riego, aspectos sociales y descriptivos del propietario, entre otras.

El formato de la encuesta debe consistir en un cuestionario simple, pero detallado, de fácil comprensión, que incluya antecedentes generales respecto del predio y del propietario, aspectos socioeconómicos y culturales e información predial del uso actual del suelo. Los antecedentes generales se refieren a nombre del predio y propietario, número de rol del Servicio de Impuestos Internos (S.I.I.), situación de tenencia de la tierra, nombre del canal con que riega, número y tipo de acciones que posee, superficie predial total, bajo canal, regada en la última temporada, en un año normal y la superficie de secano. La información de uso del suelo se refiere a la utilización que se le dió al suelo durante la temporada con especificación de los principales cultivos, plantaciones frutales y forestales, empastadas y otros usos, y a antecedentes de rendimientos, nivel tecnológico aplicado en las labores de cultivo y aspectos relacionados con el sistema de comercialización, destino de la producción y precios de venta. Además, se debe incluir información sobre la ganadería existente con detalle de especies y sistemas de producción ganadera.

La ejecución de la encuesta debe ser efectuada por Ingenieros Agrónomos y/o Técnicos Agrícolas de amplia experiencia en este tipo de actividades, los cuales deben ser capaces de discernir en el momento de la aplicación la validez de los datos proporcionados por los agentes encuestados.

Cabe indicar que el porcentaje de cobertura de estas encuestas debe ser homogenizado por tipo de proyecto, de manera de no provocar distorsiones al momento de comparar distintos proyectos de riego. Según lo anterior, debe tenerse presente que a mayor porcentaje de cobertura el margen de error es menor y que en un universo más reducido el porcentaje de cobertura debe ser mayor.

Se debe señalar que la ejecución de una encuesta es de elevado costo, es por ello que se debe homogenizar la cobertura de encuestas simple, que permitan determinar la caracterización de los Predios Promedio, para posteriormente realizar una encuesta de detalle, en función de una base de datos sostenible. Ambos procesos son indispensables en este tipo de proyecto. Por otra parte, la definición del porcentaje de cobertura de la encuesta simple no es labor del presente consultor, sino de la institución mandante de cada proyecto. No obstante, al momento de seleccionar proyectos para su construcción no serían comparables proyectos elaborados con un 2% de cobertura respecto de otros con 30% o más de cobertura. Ello es requisito indispensable para que el Estado actúe en forma neutra en la elección de alternativas de inversión.

Con respecto a la selección y distribución de la muestra de la encuesta, ésta debe efectuarse a través del cálculo del peso de cada estrato ( $W_e$ ). Este

corresponde al resultado de ponderar el peso de los predios ( $W_p$ ) en relación a la superficie de los mismos ( $W_s$ ), de lo cual:

$$W_e = \frac{W_p + W_s}{2}$$

donde:

$$W_p = \frac{\text{N}^\circ \text{ de predios en el estrato}}{\text{N}^\circ \text{ total de predios}}$$

$$W_s = \frac{\text{Superficie en el estrato}}{\text{Superficie total proyecto}}$$

## **f.2) Predios Promedio y Estudio de Casos**

Tal como se señaló anteriormente, la metodología de obtención de Predios Promedio corresponde a una situación intermedia entre Predios Tipo Reales y Predios Tipo Promedio. Esta consiste en la subdivisión de cada estrato de tamaño, de manera que puedan ser representadas al máximo todas las variables que participan al interior de las tipologías prediales (sectores, suelos, clima, niveles tecnológicos, uso de suelos, disponibilidad de agua, etc.), procediendo posteriormente a seleccionar un predio promedio, el cual es la resultante del cociente entre el área de cada subdivisión predial y el número de predios que representa.

Cabe señalar que esta mecánica es idéntica a la de los predios tipo reales, con la diferencia que al momento de seleccionar el predio promedio, no se elige a ningún rol presente al interior de la subdivisión predial, optándose por seleccionar un predio que sea el promedio de ellos.

Para la obtención de los predios promedio será de gran relevancia los resultados que arroje la encuesta muestral simple realizada al universo del área del proyecto, entre los cuales vale destacar las tipologías prediales.

Las tipologías prediales corresponden a uno o más predios a cargo de un mismo agricultor, los cuales maneja productiva y administrativamente como un todo. De esta forma se determinan tipologías acorde con el nivel productivo, técnico, financiero y empresarial, entre otros.

Según los resultados obtenidos, los tipos de agricultores identificados presentarán probablemente una gran concordancia con los estratos de tamaño y, tal vez, puedan trabajarse en forma común. De esta forma, se podrán diferenciar las

principales características de cada explotación con relación al uso de los recursos, al nivel tecnológico y a las características propias de cada agricultor.

En este punto tienen especial importancia las diferencias existentes entre los distintos tipos de agricultores que puedan existir. Entre estas cabe mencionar a los siguientes:

- Productores de primer nivel, con capacidad empresarial, financiera, tecnología y comercial, que no presentan restricción alguna para mantenerse en la avanzada del cambio productivo hacia rubros de gran rentabilidad y al manejo tecnificado de sus recursos de agua.
- Productores de nivel medio, capaces de adoptar algunos cambios en sus sistemas productivos, pero no en la proporción de los agricultores de primer nivel.
- Productores de nivel bajo, con tierras de poca extensión, caracterizados por su poca capacidad empresarial, financiera, comercial y tecnológica.

Es válido señalar que al interior de la tipología predial o de explotaciones, lo único que permanece fijo es la situación actual en lo referente a uso actual de los suelos y a la masa ganadera existente. El resto de los parámetros es variable, debido a que dependerá por una parte de la potencialidad normal de cada propiedad al existir un proyecto de riego y, por otra, de la tenencia futura de dichas propiedades, debido a la posibilidad de compra y venta de predios por parte de otros personeros, empresas y/o de multinacionales

Además de los resultados obtenidos con la encuesta, será de utilidad para la determinación de los Predios Promedio los antecedentes obtenidos de los siguientes temas:

- Suelos: Este aspecto debe considerarse si existieran grandes diferencias en la calidad y estado de los mismos, lo cual influiría fuertemente en la asignación de cultivos en desarrollo.
- Clima: Esta clasificación puede dividir el área de estudio según la influencia de los distintos distritos agroclimáticos presentes en ella.
- Riego: Este aspecto considera el nivel de riego existente en el área, pudiendo existir un riego óptimo, deficitario, eventual o sin riego o seco.

Posteriormente, se deben seleccionar al interior de cada subdivisión predial Estudios de Casos, correspondientes a predios o explotaciones a los cuales se les debe aplicar una encuesta de detalle del tipo de administración rural.

Los Estudios de Casos son unidades de análisis y de trabajo y en base a ellos se efectúa la caracterización económica, además de obtenerse antecedentes relativos a técnicas de riego, inversiones prediales y comercialización, entre otros.

Se deben seleccionar aquellos predios como Estudios de Casos que mejor representen a los Predios Promedio y, por ende, a cada una de las subdivisiones prediales. El número de Estudios de Casos a encuestar estará en directa relación con la representatividad que tengan éstos con cada uno de los Predios Promedio determinados. Según lo anterior, a menor similitud de un Estudio de Caso con un Predio Promedio, se deberá encuestar un mayor número de Estudios de Casos, de manera de representar ese Predio Promedio a través del promedio resultante de los Estudios de Casos encuestados.

El formato de la encuesta a aplicar a los Estudios de Casos deberá incluir consultas respecto de diferentes aspectos tales como: antecedentes generales respecto del predio y del propietario, aspectos socioeconómicos y culturales, uso del suelo, producción y rendimiento por rubro productivo; labores de cultivo e insumos requeridos; gastos indirectos; canales de comercialización y precios obtenidos para los diferentes productos. Además, deberá incluir preguntas respecto de su situación como agricultor, que apunten a establecer algunas características socioeconómicas básicas de él y su familia y su actitud frente a la situación agrícola actual y futura.

### **f.3) Uso del Suelo**

Para efectuar una adecuada caracterización del área, se requiere necesariamente de la identificación de los límites de la envolvente de riego del área a estudiar. Esto debe efectuarse demarcando en planos los terrenos que poseen potencial para ser cultivados. Una vez que se obtengan mayores antecedentes de la zona en estudio, se debe efectuar la subdivisión en sectores de riego.

Considerando los antecedentes que se dispongan relativos a sectores, estrato de tamaño, distritos agroclimáticos y estudio de suelos, se debe determinar las superficies brutas, netas, improductivas y arables.

La condición de riego o seco se establece a través de la determinación de condiciones propias de cada sector en cuanto al riego actual de éste, las que se refieren principalmente a la existencia o carencia de red de riego.

La determinación del uso del suelo debe basarse en la información recopilada en las encuestas simples, considerándose que a medida que aumente el porcentaje de cobertura de ésta, mayor será el grado de precisión de los resultados obtenidos. Cabe señalar que la precisión de los resultados estará en directa relación con el grado de subdivisión del universo predial en cuanto a las variables: sectores de riego, estratos de tamaño, suelos, clima, niveles tecnológicos y uso del suelo.

Finalmente, el uso del suelo se obtiene a través de la expansión de las superficies brutas de cada Predio Promedio al interior de la tipología representada. Mediante la suma respectiva de ellos, se obtendrán los resultados por estrato de tamaño, sectores y para el total del área en estudio. Para obtener la superficie neta, es decir, aquella que realmente se utiliza o es posible utilizar en actividades

agropecuarias, deben descontarse áreas indirectamente productivas, representadas por caminos, cercos, construcciones, canales de regadío, etc. Este descuento se efectúa mediante coeficientes que se obtienen en terreno.

#### **f.4) Fichas de Cultivo**

Para efectos de determinar las fichas de cultivo de situación actual se debe utilizar la información de las encuestas de detalle; a medida que la cobertura de ellas es más alta, mayor será el grado de precisión.

Los rubros productivos que se identifiquen por Predio Promedio en el área de proyecto deben ser caracterizados por medio de fichas de cultivo. Éstas deben ser valoradas a precios de mercado y sociales de acuerdo a factores establecidos por MIDEPLAN. Las fichas deben incluir los ítems correspondientes a mano de obra, maquinaria, tracción animal, insumos, operación y mantención de riego presurizado, fletes, costos financieros e imprevistos. Estos se traducirán en los costos directos por hectárea.

El ingreso será el producto del rendimiento por el precio de venta puesto en la puerta del predio y el diferencial entre ingreso y costos directos será el margen bruto por hectárea.

En el caso de especies multianuales, las fichas deben representar el año específico en que fueron encuestadas. Para efectos de la evaluación económica, en que se necesitan los valores correspondientes a cada uno de los años del ciclo de vida de las especies multianuales, éstos se deberán obtener a través de la comparación simple entre los valores económicos de las fichas de las situaciones sin y con proyecto.

En forma paralela se deben calcular los costos indirectos, a través de los resultados que arrojen las encuestas, en donde los puntos de interés se centran en administración, contribuciones, mantención general, contabilidad, asistencia técnica, movilización, comunicaciones y derechos de agua, entre otros. Valorizado este ítem debe ser descontado del margen bruto para obtener el beneficio neto de la situación actual agropecuaria.

#### **f.5) Demandas de Agua**

Las necesidades de agua de riego se deben determinar para cada uno de los cultivos asignados por Predio Promedio y sector de riego, consistiendo básicamente en el cociente entre la evapotranspiración real (ETr) y la eficiencia de riego a nivel del potrero.

Para los efectos la determinación de la ETr media por sector, se pondera la ETr propia de cada cultivo por la superficie que le ha sido asignada dentro del total del sector.

A continuación se presenta la metodología específica para el cálculo de las demandas de agua de riego:

### i) Evapotranspiración Potencial y Real

El valor de la Evapotranspiración Potencial (ET<sub>o</sub>) se obtiene de los antecedentes agroclimáticos; éstos valores serán mensuales y se expresarán en mm/mes o bien en l/s por mes.

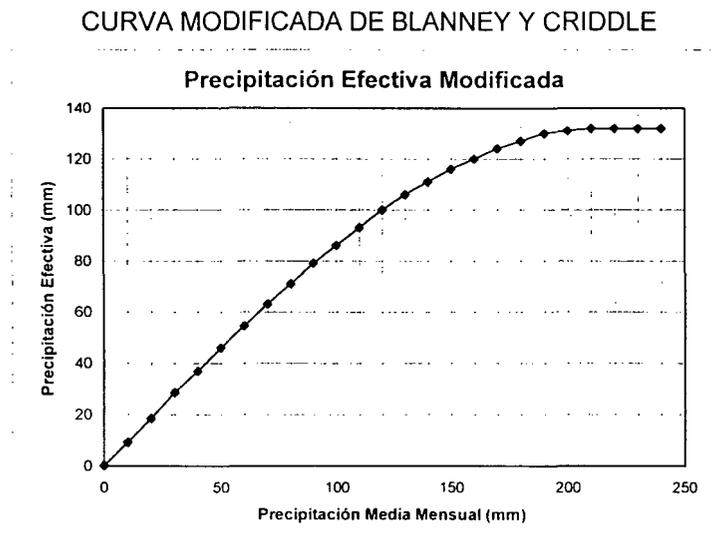
Paralelamente, se debe determinar para cada cultivo y mes, los Coeficientes de Cultivo (k<sub>c</sub>), para los que tanto su monto como el procedimiento de obtención debe basarse en el Boletín No. 56 de la F.A.O. Esta fuente deberá seguir utilizándose mientras no se difundan experiencias reales y concretas por parte de las universidades y del INIA respecto a las reales necesidades de agua en los cultivos a nivel nacional.

Luego, mediante la multiplicación de la Evapotranspiración Potencial por los Coeficientes de Cultivo se determinará la Evapotranspiración Real (ET<sub>r</sub>) mensual para cada cultivo asignado.

### ii) Demanda Neta de Agua de Riego

Restando las precipitaciones efectivas para el área en estudio (ppf) a la Evapotranspiración Real (ET<sub>r</sub>) obtenida en el punto anterior, se estará en condiciones de producir las demandas unitarias netas mensuales para cada cultivo.

La precipitación efectiva se debe obtener utilizando la metodología de Blanney y Criddle modificada por H. Merlet y F. Santibáñez en el año 1986. Esta metodología relaciona la precipitación efectiva con la media mensual a través de una curva. Al respecto, en la siguiente Figura se presenta la curva modificada de Blanney y Criddle.



### **iii) Eficiencias de Riego y Tasas de Riego**

Los métodos de riego a utilizar se deben obtener a partir de los resultados de la encuesta muestral aplicada al universo de agricultores del área y tomando en cuenta los antecedentes recogidos de la encuesta de detalle efectuada a los Estudios de Casos.

La eficiencia de riego de los cultivos, que se considerará para la determinación de las demandas, será la que se produce a nivel potrero. Ésta variará según sea el método de riego de que se trate (por tendido, por surco, etc. o tecnificado). A cada uno de estos métodos se le debe asignar un determinado coeficiente de eficiencia.

Si se dispone de la información de eficiencias ocurridas realmente a nivel de potrero en el área representativa del proyecto, se deberá privilegiar esa información en desmedro de las eficiencias sugeridas por el instructivo para la ejecución de proyectos de la Ley de Fomento al Riego N°18.450.

Una vez establecidas las eficiencias de riego para cada cultivo, se deben ajustar las demandas netas para determinar finalmente las tasas reales de riego.

### **iv) Demandas Brutas de Riego**

Por último se debe determinar para cada cultivo, por Predio Promedio, para cada sector de riego y para el total del área del proyecto, las demandas brutas de agua por cultivo asignado y confrontarlas con la oferta real de agua existente en el predio, con el objeto final de estimar los porcentajes de satisfacción de la demanda a nivel mensual y anual.

### **f.6) Factor Hídrico para ser Usado en un Modelo de Simulación Hidrológico**

El cálculo de los rendimientos está en directa relación con el factor hídrico, el cual en períodos de déficit, en especial de sequías severas, provoca que la producción de los rubros productivos, tanto en términos físicos como económicos, se vea notablemente disminuida.

Al respecto, es importante considerar que el criterio con el cual actualmente se elaboran los proyectos de riego, correspondiente al de 85% de seguridad de riego, no es el más adecuado debido a que no se ajusta a los requerimientos de satisfacción de la demanda de los cultivos, así como tampoco al comportamiento de los agricultores al momento de producirse problemas de sequía. En efecto, el criterio del 85% de seguridad no considera que los cultivos multianuales deben tener un 100% de satisfacción de sus demandas de agua, así como tampoco que en un año seco siguen utilizándose recursos eventuales, como es el agua de primavera, con lo cual en un año seco, si las condiciones climáticas lo permiten es

factible adelantar siembras y cosechas a través de cultivos de tipo anual y hortalizas de un ciclo productivo más corto.

De igual forma, generalmente los proyectos priorizan los recursos de agua en función de los requerimientos y rentabilidad de los cultivos, ordenándolos en primer lugar por frutales, seguidos de hortalizas, cultivos anuales y, finalmente, praderas. Lo anterior en la práctica no ocurre, debido a que en un año seco los recursos se reparten en forma proporcional a los derechos de cada uno de los agricultores presentes al interior del área en estudio.

Se debe tener presente que cada agricultor distribuye el agua al interior de su predio optimizando su rendimiento en base a la rentabilidad de sus cultivos; por tanto, a pesar de que los recursos se pueden repartir en forma proporcional a los derechos que cada agricultor tiene, la utilización de ellos al interior de los predios (o de un centro de demanda conformado por varios predios) se realiza de acuerdo al valor producto marginal del agua, donde la restricción es el volumen de agua que le corresponde a ese centro de demanda, en función de los derechos de aprovechamiento que para él existen.

Se recomienda trabajar con funciones de producción relacionadas a los factores de satisfacción de las demandas de agua, según la operación de un modelo de simulación hidrológico y económico que considere los efectos anuales y mensuales de los caudales correspondientes a las series hidrológicas utilizadas, con lo que el área de influencia de un proyecto determinado no será definido por el año 85%, sino por una optimización económica resultante del modelo planteado, en que la variable de ajuste es la superficie destinada, por ejemplo, a praderas naturales, cultivos anuales u otros.

Para poder representar adecuadamente el efecto de la disponibilidad de agua de riego, se deben estimar los rendimientos a diferentes niveles de satisfacción de la demanda de cultivos. Esto se lleva a cabo utilizando la metodología consignada en FAO 33, la cual ocupa funciones de producción.

Las funciones son las propuestas por Doorenbos y Kassan 1979 (FAO 33) y Ferreyra; Selles y otros 1985 y 1991, obtenidas en forma experimental, donde se determina la relación existente entre el rendimiento y la evapotranspiración en términos relativos, lo que permite utilizar estas ecuaciones en diferentes condiciones edafoclimáticas.

Las funciones indicadas se expresan a través del siguiente modelo

$$(1-Y_a/Y_m) = k_y(1-ET_a/ET_r)$$

donde:

$Y_a$	=	rendimiento actual cosechado
$Y_m$	=	rendimiento máximo cosechado
$k_y$	=	factor del efecto sobre el rendimiento

ETa	=	evapotranspiración actual (fracción de ETr)
ETr	=	evapotranspiración real o máxima (ETo x kc)
Kc	=	coeficiente de cultivo

El coeficiente de cultivo Kc se obtiene directamente de los estudios antes mencionados (FAO). En general el factor ky tiene un valor cercano a 1,0 en la mayoría de los cultivos anuales y frutales.

Los rendimientos máximos (Ym) son los potenciales de obtener en la zona, los cuales se obtienen a partir de los Predios Promedio.

La evapotranspiración real o máxima (ETr) se obtiene del estudio de necesidades de agua de riego.

La evapotranspiración actual (ETa) corresponde a una fracción de la evapotranspiración máxima o real, que representa la evapotranspiración del cultivo en condiciones de restricción hídrica.

El rendimiento actual o cosechado (Ya) se calcula a partir de las función de producción indicada anteriormente y corresponde a la disminución de los rendimientos ante una determinada restricción hídrica. A partir de la ETa se podrá obtener la producción posible de alcanzar en los diferentes años del período hidrológico utilizado.

Las funciones relacionadas a los factores de satisfacción de las demandas de agua y los resultados de la operación del modelo hidrológico y económico que considere los efectos anuales y mensuales de las series hidrológicas utilizadas, dará la información necesaria para fijar el área de influencia de un proyecto a través del proceso de optimización económica resultante del modelo planteado.

#### **f.7) Asistencia Técnica y Crediticia**

Se deberán identificar y analizar aquellas instituciones que actualmente brindan apoyo técnico a la actividad agropecuaria del área de estudio, necesario para lograr las metas del programa de desarrollo que se proponga. Además, es necesario identificar las instituciones financieras que permitan contar con el apoyo crediticio adecuado para sustentar el programa de implementación predial.

#### **g) Caracterización de la Situación Mejorada**

Previo a la caracterización agropecuaria futura, con proyecto, se debe efectuar la caracterización de la situación actual mejorada, la que debe contemplar un mejoramiento de la situación actual con beneficios que superen la tasa normal de crecimiento del Producto Interno Bruto Agrícola.

La finalidad de valorizar la situación actual mejorada, es la de servir de alternativa de referencia para la evaluación económica del proyecto, con costos por agricultor que no superen los costos directos de producción asociados a los cultivos más el valor promedio normal, resultante entre un programa de transferencia tecnológica estatal (INDAP) y uno efectuado por privados.

Por definición, la situación actual mejorada se plantea como un mejoramiento de las condiciones agropecuarias del área, sin la realización de obras de riego, sino sólo como resultado de un buen manejo de los recursos existentes, lo que se consigue a través de la implementación de un programa de Capacitación y Asistencia Técnica, orientado principalmente a la adopción de habilidades y destrezas por parte de los agricultores y al conocimiento de las nuevas tecnologías aplicables en las labores agrícolas. Junto con lo anterior, la optimización de la situación actual puede estar apoyada por cualquier inversión marginal o medidas de organización que permitan mejorar la situación agrícola (en este caso) del área de influencia del proyecto sin que sea necesario invertir en las obras del proyecto para ello.

Por otra parte, el costo de las medidas que se adopten no tienen por qué responder a la diferencia entre un programa realizado por el Estado (llámese INDAP u otra institución) y el sector privado. El costo que se incluya en el flujo de caja debe ser aquel que mejor represente (valore) las medidas de optimización propuestas, sin que ello tenga que corresponder a un programa existente.

Es necesario destacar aquí el caso de los costos incurridos en la implementación de los programas de asistencia técnica. En rigor, esos costos para la totalidad de los agricultores del área, deben corresponder específicamente a los de la implementación del programa, y no representarse como un porcentaje del costo de las obras de mejoramiento del riego, como ha sido el procedimiento usado hasta ahora. Esto significa que deberán ser independientes del valor final de la obra de ingeniería proyectada en situación futura.

Especial importancia tiene el lograr una mejor utilización del recurso hídrico mejorando la eficiencia de riego. Esto se alcanza, principalmente, por medio de la capacitación del personal que opera el riego a nivel de terreno y por la introducción de mejoras técnicas en riego. La existencia en situación actual mejorada de mayores eficiencias de riego, tiene como efecto el aumento de la superficie de riego y/o un incremento de la seguridad de riego, respecto a la situación actual.

Asimismo, se deben estudiar los sistemas de crédito y servicios de apoyo existentes, tales como asistencia técnica, abastecimiento de insumos, estimación de programas de transferencia tecnológica y otros.

## **h) Caracterización de la Situación Desarrollada o con Proyecto**

### **h.1) Criterios de Desarrollo y Transición**

La definición de la situación futura de cada proyecto de riego debe estar basada en un conjunto de criterios de desarrollo según la realidad del área, en sus aspectos de recursos naturales, capacidad empresarial de los agricultores, disponibilidad de mano de obra, tendencias de mercado e infraestructura productiva, entre otros.

La situación con proyecto es aquella que es posible esperar una vez implementadas las medidas y obras de ingeniería propuestas. Esta caracterización se debe efectuar por Predio Promedio, para cada estrato y sector de riego identificado, utilizando la información de la encuesta muestral y de los Estudios de Casos.

En primer término, previo a establecer la estructura productiva, es necesario plantear un conjunto de criterios que permitan fundamentar una proyección de la situación con proyecto. Estos criterios se refieren a tipos de cultivos a considerar y rentabilidad de ellos, uso futuro del suelo, variaciones en la estructura predial, prioridad en la asignación de los nuevos recursos de agua, etc. Igualmente, se deben establecer criterios para plantear la alternativa de desarrollo agrícola a partir de la realidad del área. De acuerdo a los antecedentes de mercados, Estudios de Casos, calidad de los suelos, clima y de la situación socioeconómica de los agricultores, se deberá definir un conjunto de productos agrícolas representativos de la productividad media del área, expresada en cultivos específicos reconocidos actualmente.

La aplicación de los criterios a que se hizo mención debe permitir la formulación de una estrategia de desarrollo que considere la política económica vigente, la que se expresará por estratos de tamaño, sectores y Predios Promedio. Además deben precisarse las bases, mecanismos y supuestos necesarios.

Cabe señalar que la mayor parte de los criterios y proyecciones dependen finalmente de cada agricultor, por tal razón, y debido a que el comportamiento de cada agricultor es impreciso, se debe trabajar con supuestos generales que representen la lógica de comportamiento de la mayoría de los beneficiarios de cada proyecto.

Todo lo anterior se debe representar a través de curvas logísticas, las que deberán calcularse en forma independiente según tipo de cultivo y Predio Promedio. Para ello deben estimarse los crecimientos graduales en forma porcentual de las siguientes variables:

- Puesta en riego
- Establecimiento de cultivos anuales y hortalizas
- Establecimiento de praderas y ganadería

- Establecimiento de cultivos multianuales (más de un año de vida)
- Estabilización de márgenes de cultivos anuales
- Estabilización de márgenes de praderas y ganadería
- Curva natural de márgenes en cultivos multianuales

Posteriormente, se debe obtener un ponderado por tipo de cultivo y Predio Promedio, el cual a través de valores acumulados deberá transformarse en una curva logística que será representativa del período de transición entre las situaciones actual y futura.

### **h.2) Uso del Suelo**

Una vez analizados los criterios necesarios, se deben elaborar las nuevas asignaciones de cultivos para todos los Predios Promedio, tomando en cuenta las variables señaladas en el acápite de criterios de desarrollo.

### **h.3) Fichas de Cultivo**

Para cada uno de los rubros productivos que se asignen en la situación con proyecto por Predio Promedio, se deben elaborar fichas de cultivo, las que serán valoradas a precios de mercado y social de acuerdo a los factores establecidos por MIDEPLAN, utilizando información bibliográfica preferentemente de la zona en estudio, antecedentes obtenidos en terreno a través de la encuesta simple y la encuesta a los Estudios de Casos, entre otros.

Las fichas deben incluir los ítemes correspondientes a mano de obra, maquinaria, tracción animal, insumos, operación y mantención de riego presurizado, fletes, costos financieros e imprevistos, entre otros. Estos se traducirán en los costos directos por hectárea.

El ingreso será el producto del rendimiento por el precio de venta y el diferencial entre ingreso y costos directos será el margen bruto por hectárea.

En el caso de las especies multianuales como frutales, algunas hortalizas y praderas, se deben calcular los costos de establecimiento, mantención hasta llegar a la plena producción, así como también los ingresos y los márgenes respectivos.

En forma paralela se deberán calcular, a través de los resultados que arrojen las encuestas, los costos indirectos por Predio Promedio, en donde los puntos de interés se centran en administración, contribuciones, mantención general, contabilidad, asistencia técnica, movilización, comunicaciones y derechos de agua, entre otros.

Una vez determinados los costos indirectos, éstos se deben descontar a los márgenes brutos obteniendo de esta forma los márgenes netos de la situación agropecuaria.

#### **h.4) Inversiones**

Este ítem corresponde al análisis y determinación de las inversiones que se requieren para cumplir con el planteamiento de desarrollo propuesto, tanto en términos físicos como monetarios.

Para esto se deberán individualizar los costos correspondientes a inversiones en nuevas plantaciones, sistemas de riego, capital de operación, construcciones, equipamiento y otros que se requiere efectuar para lograr el cumplimiento de las metas propuestas. Especial importancia en este aspecto tiene la distribución de estas inversiones en el tiempo, con el objeto de poder establecer los flujos requeridos para la evaluación económica del proyecto.

#### **h.5) Demandas de Agua**

La metodología para la obtención de las demandas de agua en situación futura o con proyecto es básicamente la misma que en situación actual o sin proyecto, con la diferencia que ésta se determina para cada uno de los cultivos con potencial asignados por Predio Promedio y sector de riego.

Por otra parte, las eficiencias de riego para aquellos cultivos asignados, será la que se produce a nivel de potrero de acuerdo a los factores indicados en la Ley N°18.450 de Fomento al Riego y Drenaje. Estas variarán según sea el método de riego de que se trate, ya sea éste presurizado o tradicional.

#### **h.6) Factor Hídrico para ser Utilizado en el Modelo de Simulación**

La metodología de cálculo del factor hídrico sobre la producción de los cultivos es idéntica a la señalada en la situación actual o sin proyecto que ha sido descrita en el punto f.6) anterior.

Como se señaló, esta metodología se basa en el uso de expresiones con las que se determina la relación entre el rendimiento y la evapotranspiración en términos relativos. Las funciones relacionadas a los factores de satisfacción de las demandas de agua y el modelo de simulación hidrológico y económico, permitirá posteriormente fijar el área de influencia del proyecto a través del proceso de optimización económica resultante.

#### **h.7) Asistencia Técnica y Crediticia**

Para efectuar el programa de asistencia técnica y transferencia tecnológica que se genere con ocasión del proyecto, se debe partir de la premisa de que se cuenta con un apoyo técnico y crediticio adecuado.

La identificación de las instituciones de apoyo y el análisis de ellas para su posterior utilización serán conocidas, al igual que las medidas de acción

actualmente existentes, a través de la información que se obtendrá de las encuestas realizadas en el área del proyecto y entrevistas a informantes calificados.

Por otra parte, se encuentran disponibles para los agricultores algunos instrumentos CORFO, tales como FAT y PROFOS y el programa de capturas tecnológicas desarrollado por el Ministerio de Agricultura a través del FIA.

Considerando la información disponible y la presencia de organismos e instrumentos de ayuda a los agricultores, se debe proponer un programa considerando los diferentes tipos de agricultores, privilegiando las experiencias que ya existan en la zona.

Finalmente, se debe tomar en consideración los problemas que se logren detectar en cuanto a deficiencias tecnológicas, proponiendo medidas conducentes a superarlas. Al respecto, se deben analizar los programas que INDAP pueda estar impulsando en el área para los pequeños agricultores y el actuar de los Grupos de Transferencia Tecnológica (GTT) en el caso de agricultura empresarial.

#### **i) Indicadores de Capacidad de Pago**

Dependiendo de la orientación del financiamiento del proyecto, es factible utilizar dos modalidades; la primera corresponde al análisis financiero y recuperación de costos, la cual es utilizada en proyectos financiados por medio del DFL N°1.123, y la segunda, definida por la determinación del DAP, para proyectos acogidos a la Ley de Concesiones.

En el primer caso, debido a que son los agricultores los que deben pagar en forma directa la inversión y operación atribuible al proyecto, el análisis financiero y de recuperación de costos es una herramienta acertada para determinar las cuotas de pago. En cambio la determinación del DAP (Disposición a Pagar Máxima), está referida a estimar el valor máximo del precio del agua, situación que se ajusta a los requerimientos del Concesionario, el cual debe financiar su proyecto a través del cobro que realiza por proveer el recurso hídrico.

Sin perjuicio de lo anterior, en aquellos proyectos que son financiados por el DFL N°1.123, cuando existen excedentes de agua, el método del DAP permite valorizar este recurso para destinarlo a eventuales ventas o arriendos fuera del área de estudio, pero que representan un beneficio adicional al proyecto en cuestión, mejorando los índices finales de rentabilidad.

A continuación se presenta la metodología para ambos métodos.

### **i.1) Análisis Financiero y Recuperación de Costos**

#### **- Análisis Financiero**

Con el propósito de estimar la capacidad de pago de los agricultores y conseguir la recuperación de costos del proyecto, se deben analizar financieramente los Predios Promedio. Para cada uno de ellos, mediante un análisis de las fuentes y usos de fondos con y sin proyecto, se debe establecer el flujo neto anual. Actualizando los flujos diferenciales entre la situación desarrollada y la actual mejorada para los años considerados en el análisis predial, se obtiene el excedente actualizado de cada uno de los Predios Promedio.

Teniendo en consideración el número de predios por estrato de tamaño a nivel global del área, y asociando esa estratigrafía a la definición de los Predios Promedio, se puede estimar de manera complementaria el excedente neto global de las áreas beneficiarias del proyecto.

Posteriormente, este monto global se debe comparar con el valor de las obras, con lo que se contará con las bases para decidir qué proporción del excedente neto generado por el proyecto puede destinarse a recuperar el costo de las obras, y definir también el diferente grado en que los agricultores caracterizados por los Predios Promedio aportarán a esa recuperación de la inversión.

Con este fin, se deben determinar y caracterizar productiva y económicamente los Predios Promedio que representan las actividades agrícolas desarrolladas en las propiedades de los estratos de tamaño existentes en el área, con el objeto de establecer las bases para la política de recuperación de costos en proyectos agrícolas financiados por parte del Estado.

Este análisis se efectúa a precios de mercado, y considera patrones productivos y económicos que tipifican la estructura de cultivos desarrollada en los predios de los estratos de tamaño considerados.

#### **- Recuperación de Costos**

La recuperación de costos de un proyecto requiere definir previamente la distribución del financiamiento entre los distintos agentes que participan o son afectados por la obra: el Estado, los beneficiarios directos y los beneficiarios indirectos. El término financiamiento se aplica en este caso en su sentido de pago final por las obras y no de crédito temporal a alguno de los agentes.

Los beneficiarios directos participan a través de un mayor pago de contribuciones de bienes raíces por retasación de los predios por mejora en capacidad de uso de los suelos; compromisos de pago por obras intraprediales y compromisos de pago o ejecución directa (según corresponda) de obras interprediales. El mayor pago de contribuciones constituye un pago indirecto, no

voluntario. Los compromisos de pago dependen de la voluntad de los eventuales beneficiarios de adherir o no al proyecto. Cabe señalar que el Estado puede eventualmente participar en el financiamiento de la obra a través de subsidios.

Los beneficiarios indirectos en general no participan en el pago de las obras.

El procedimiento de cobro considera los siguientes criterios básicos:

- Los costos de un proyecto abarcan tanto los de construcción como los de operación y mantenimiento de las obras, y ambos deben asegurarse a través de los mecanismos que se apliquen.
- El análisis de métodos de cobro a beneficiarios parte de la base de que el cobro a los usuarios debiera ser igual por unidad de superficie, admitiéndose excepciones sólo para situaciones puntuales en que el beneficio o margen neto diferencial fuera marcadamente distinto entre los diferentes beneficiarios del proyecto.
- No se considera la posibilidad de incorporar en la normativa vigente disposiciones que permitan al Estado forzar la incorporación de privados a un proyecto, ni que la mayoría obligue a la minoría. La excepción a esta condición es la facultad que actualmente tiene el Servicio de Impuestos Internos de aumentar los avalúos de predios que se han beneficiado por un proyecto de mejoramiento.

#### - **Mecanismos de Cobro a Beneficiarios**

Se consideran beneficiarios directos todos los que están dentro del área del proyecto, adhieran o no a éste, y beneficiarios indirectos a los receptores de externalidades positivas.

Se recomienda que, en general, los beneficiarios directos asuman el costo total del proyecto más las externalidades negativas, menos las externalidades positivas que se generen. El valor de las externalidades positivas sería otorgado como subsidio por el Estado, excepto cuando sean significativas, claramente cuantificables y con beneficiarios individualizables, en cuyo caso, dichos beneficiarios podrían participar en su financiamiento.

A continuación se presentan los mecanismos de cobro:

#### ➤ **Proyectos de Drenaje: Aumento de Contribuciones de Bienes Raíces**

Los mecanismos de cobro a beneficiarios incluyen un instrumento no voluntario, constituido por el aumento de contribuciones de bienes raíces, por retasación, para todos los beneficiarios del proyecto que obtengan una mejora

claramente discernible en la capacidad de uso de sus suelos, adhieran o no al proyecto.

Las retasaciones de predios por mejoras en riego y drenaje reciben distintos tratamientos en la legislación vigente:

- o La Dirección de Obras Hidráulicas del MOP tiene la facultad de solicitar una retasación de los predios, una vez terminadas y puestas en servicio obras que haya construido, tal como se señaló anteriormente.
- o De acuerdo al DFL N°1.123, los dueños de derechos de aprovechamiento de agua en uso, permanentes o eventuales, que tengan obras construidas, no se verán afectados y quedarán eximidos de todo gravamen que provenga de la construcción de las obras que se ejecuten, sin perjuicio de pagar lo que les corresponda por los nuevos derechos que suscriban.

La recomendación específica para proyectos de drenaje, es que el Estado utilice su prerrogativa para solicitar la retasación de los predios beneficiados, con lo cual éste realizará un cobro indirecto en esos casos. Esto se conjuga con la recomendación expresada anteriormente con respecto a este concepto.

Cabe señalar que en el caso de los que no adhieren, las mejoras pueden ser menores o inexistentes, dependiendo del grado en que se requieran obras intraprediales para hacer efectivos los beneficios del proyecto.

Si bien los montos involucrados en el aumento de contribuciones difícilmente financiarán una parte mayoritaria de los costos por obras interprediales, la existencia del mecanismo incorpora un elemento de equidad frente a la posibilidad que beneficiarios potenciales opten por no adherir al proyecto pero perciban parte de sus beneficios.

#### ➤ **Proyectos de Riego y/o Drenaje: Cálculo de Cuotas de Pago**

Para el pago de las obras, se propone que, en general, la cuota se calcule en forma homogénea por unidad de superficie beneficiada, independientemente de los beneficios que se estime obtendrán los distintos Predios Promedio. La posibilidad de discriminar entre dos o más tipos de predios se debe considerar sólo si se cumple que los diferentes tipos presenten beneficios marcadamente distintos, que la estimación de dicha diferencial de beneficios sea factible de establecer en forma clara y que la incidencia de cada tipo dentro del proyecto sea significativa.

El método de cálculo de la cuota, tanto de construcción como de operación y mantenimiento, sería el siguiente:

$$CU_{nT} = \frac{CTNCI}{H \times \%AdB} \times 100$$

donde :

CUnT : Costo unitario del compromiso que deben suscribir los beneficiarios que adhieran, para financiar totalmente el proyecto (neto de cobros indirectos).

CTNCI : Costo total del proyecto neto de cobro indirecto.

H : Hectáreas totales beneficiadas por el proyecto.

%AdB : Porcentaje base esperado de adhesión al proyecto, sobre el total de ha, cobrando el costo total.

Dicho método permitiría que el proyecto, en lo que corresponde a los beneficiarios, esté completamente financiado.

En el caso que la cuota determinada implique un valor inviable a pagar por parte de los beneficiarios, el Estado puede considerar la posibilidad de otorgar un subsidio al proyecto o a los beneficiarios, hasta el monto requerido para que sea viable. En el caso que se otorgue un subsidio, la cuota sería la siguiente :

$$CUnS = \frac{CTNS}{H \times \%AdS} \times 100$$

donde:

CUnS : Costo unitario del compromiso que se solicita que adhieran los beneficiarios neto de subsidios.

CTNS : Costo total del proyecto neto de subsidios.

H : Hectáreas totales beneficiadas por el proyecto.

%AdB : Porcentaje base esperado de adhesión al proyecto, sobre el total de ha, cobrando el costo total, neto de subsidios.

Si el grado de adhesión efectivo es superior al utilizado en el cálculo, se distribuirá la reducción de costo entre los adherentes.

En el caso que el grado de adhesión efectivo sea inferior al utilizado en el cálculo, el proyecto no se realiza. La no ejecución de un proyecto por falta de adhesión puede ser parcial, si el proyecto contempla sectores independientes, de los cuales sólo algunos están financiados.

#### - **Modalidades de Financiamiento**

El financiamiento debe contemplar tanto los costos de construcción como los costos de operación y mantenimiento, que si no se aseguran en forma anticipada, pueden significar la inutilización de las obras.

Según el enfoque que se ha desarrollado, los beneficiarios pagarán una cuota por las obras interprediales, que será neta de los subsidios que otorgue el Estado por futuras mayores contribuciones de bienes raíces y por subsidios por externalidades y por desarrollo de zonas postergadas.

El costo de las obras intraprediales será asumido por los beneficiarios, en su valor neto de los subsidios por ley de fomento a las obras de riego y drenaje y por programas de promoción a pequeños y medianos empresarios, si proceden.

De acuerdo a lo planteado, los compromisos de pago por adhesión voluntaria al proyecto deben obtenerse antes de la decisión definitiva de ejecutarlo, y deben contemplar tanto el pago de la construcción como de la operación y mantenimiento, por el total de la vida útil del proyecto, de todas las obras interprediales e intraprediales (excepto si los beneficiarios tienen la capacidad financiera necesaria para asumir el costo de las últimas).

Cabe señalar que en el caso que el proyecto se entregue a los usuarios (al término del pago de la construcción de las obras), el Estado deberá endosar los compromisos de pago de los usuarios correspondientes a la operación y mantenimiento de las obras, por lo que resta de su vida útil, a la asociación de usuarios encargada de dichas funciones.

Los compromisos de pago debieran estar afectos a una disposición equivalente a la contenida en el DFL N°1.123, que asimila los compromisos de pago por proyectos de riego a las condiciones que tienen las contribuciones de bienes raíces. Dicha condición implica que la deuda es preferencial y que sigue al predio en caso de transacciones, por lo que no se requerirían otras garantías adicionales.

### **i.2) Determinación del DAP: Utilidad Neta del Metro Cúbico de Agua de Riego**

Se obtendrá el DAP (Disposición a Pagar Máxima) a través del método del presupuesto, el cual se basa en calcular el excedente económico que es exclusivamente atribuible al agua de riego como factor productivo, por lo cual corresponde al valor residual que se obtiene luego de descontar todos los costos de producción y los costos de oportunidad de los demás factores productivos.

Específicamente, el método consiste en estimar los presupuestos de costos directos e ingresos por hectárea de cada uno de los rubros productivos que se puede desarrollar en la zona que demanda recursos hídricos. Luego, sobre la base de los presupuestos por hectárea, se estiman los márgenes brutos (considerando sólo los costos directos) y luego mediante un presupuesto a nivel predial se determinan los costos indirectos. Descontando los costos indirectos a los márgenes brutos se obtienen los márgenes líquidos.

Este margen líquido considera todos los costos excepto el costo del suministro del agua de riego que es necesaria para producir los cultivos y, por lo

tanto, corresponden a una primera aproximación de la máxima disposición a pagar por agua de riego. Luego, dividiendo dicho valor por la cantidad de agua necesaria para regar una hectárea (tasa de riego predial) se puede estimar la disponibilidad a pagar “potencial” o “máxima” por metro cúbico de agua.

Teniendo en consideración lo anterior, se debe determinar la utilidad neta del metro cúbico por estrato de tamaño para cada uno de los Predios Promedio. De esta forma, en función de la utilidad neta del metro cúbico de agua, se debe cuantificar la importancia relativa de cada tipología predial destinada a la actividad agropecuaria.

Considerando lo anterior, se debe elaborar cuadros y gráficos que permitan cuantificar y visualizar los diferentes porcentajes de usuarios con contrato capaces de solventar los costos de las obras. Los cuadros y gráficos asociados a esta actividad son los siguientes:

- DAP máxima con la cantidad de agua demandada por los diferentes contratos
- DAP máxima con la superficie regada, resultante de dichos contratos
- DAP máxima con el número de contratos o usuarios que demandan agua del proyecto

En resumen, el análisis debe incluir cuadros y gráficos con curvas exponenciales para cada Predio Promedio, en cuanto a ingresos, superficies regadas y número de contratos o usuarios, con la utilidad neta de un metro cúbico de agua o Disposición a Pagar máxima, cuyos resultados deben expandirse para representar el área a estudiar.

### **5.3 Cuantificación de Externalidades**

#### **5.3.1 Infraestructura Vial**

Si debido al proyecto de riego es necesario construir o modificar caminos, los que a su vez son utilizados por terceros, se produce una externalidad del proyecto ya que, por una parte hay un cambio en el costo generalizado de viajes de los usuarios, y además, puede inducirse tránsito hacia el camino asociado al proyecto.

En el caso del cambio del costo generalizado de viajes, la externalidad producida es medible y cuantificable, ya que hay metodologías y modelos de amplio uso para ello (HDM III para flujo libre, o su versión más simplificada, el COPER).

Se considera que, dado los bajos niveles de flujos vehiculares que se espera, para estimar esta externalidad no es necesario realizar encuestas Origen – Destino, requiriéndose sólo realizar conteos vehiculares específicos en la zona del estudio en la situación sin proyecto, particularmente en los caminos que serán modificados por el proyecto, o en las vías que utilizan los terceros y que serán

sustituidas por la construcción de un nuevo camino. El conteo debe incluir, además del número y tipo de vehículos, su tasa de ocupación.

En forma simplificada, esta externalidad se estimará considerando el costo anual esperado por consumo de combustible ( $C_c$ ) en situaciones sin y con proyecto, y el costo anual esperado de tiempo de viaje ( $C_t$ ) en situaciones sin y con proyecto. La diferencia de ambos componentes, para ambas situaciones, entregará la disminución (externalidad positiva) o aumento (externalidad negativa) del costo generalizado de viajes.

El consumo de combustible se determina con la siguiente expresión:

$$C_c = \frac{L}{n} \times P \times F$$

donde:

- L : distancia recorrida por los vehículos (km)
- n : rendimiento vehículos (km/l)
- F : flujo vehicular en el período (vehículos/hora)
- P : precio combustible (\$/l)

El flujo vehicular es creciente con el tiempo, por lo que deberá proyectarse un valor creciente para cada año.

Por su parte, el costo de tiempo de viaje se estima según la expresión:

$$C_t = t \times N \times V_t$$

donde:

- t : tiempo de viaje (distancia recorrida / velocidad de circulación)
- N : flujo vehicular x tasa de ocupación
- $V_t$  : valor de tiempo de viaje de los pasajeros (entregado anualmente por MIDEPLAN).

Los beneficios por el tráfico inducido por el proyecto de riego en los no usuarios de él, son de difícil cuantificación, y no existen modelos que logren establecerlos.

En el caso de caminos rurales de tierra, de mala calidad, que son los habituales en las zonas en que se insertan los proyectos de riego, que es común que sean intransitables durante el invierno (situación sin proyecto), y que como consecuencia del proyecto de riego son mejorados o reemplazados por uno de mejor estándar evitando el aislamiento de los pobladores que hacen uso de él, es posible cuantificar el beneficio, de forma similar a los proyectos de aguas lluvias, por el ahorro del ausentismo laboral y escolar de las personas que en situación sin proyecto quedan aisladas en estos eventos.

También puede darse el hecho que residentes de zonas interiores, en situación sin proyecto, sólo puedan ir al poblado más cercano unos pocos días al mes, ya que al no haber caminos adecuados les significa tardar tiempos excesivos; pero en la situación con proyecto, por las nuevas condiciones del camino por el que acceden al pueblo, lo pueden hacer todos cuando lo deseen, tardando un tiempo mucho menor. En este mismo ejemplo, en situación sin proyecto, con caminos tan malos, los residentes del interior sólo se pueden dirigir al pueblo en bicicletas o por tracción animal. Sin embargo, en situación con proyecto, el mejor estándar del camino probablemente permitirá el tránsito en movilización colectiva, con el consiguiente beneficio para el usuario que se dirige al poblado.

En lo expresado anteriormente, se expresa la dificultad de cuantificar el beneficio por el tráfico inducido por proyectos de riego, considerándose que es necesario analizar la situación caso a caso. De no ser posible una cuantificación con un costo y resultados razonables, este beneficio deberá considerarse como un intangible.

### **5.3.2 Control de Crecidas**

Cuando un proyecto de riego se localiza en zonas afectadas por crecidas de ríos que provocan pérdidas económicas, y la obra de riego tiene efectos positivos sobre el cauce, atenuando la frecuencia y magnitud de las crecidas (en general disminuyendo total o parcialmente los impactos negativos de dichas crecidas), entonces los beneficios asociados al control de las crecidas pueden usarse como una medida de la externalidad del proyecto de riego.

En efecto, la externalidad puede cuantificarse incluyendo los beneficios que se obtienen por el control de crecidas (generados por el proyecto de riego) como parte de los beneficios del proyecto de riego. La cuantificación de los beneficios se efectúa estimando:

- Los daños evitados en el sector agrícola: producción perdida y superficie expuesta a las crecidas que no es cultivada, valor de terrenos perdidos y valor de habilitación de terrenos, etc.
- Los daños evitados no agrícolas: principalmente viviendas, infraestructura, vialidad, etc.

Para realizar la estimación deberán seguirse los siguientes pasos:

- i) Definición de la Situación Actual**
  - estudio hidrológico del área (análisis probabilístico de las crecidas)
  - para crecidas de unos 4 períodos de retorno, (por ejemplo: 2, 5, 10 y 50 años) determinar el daño provocado en el sector agrícola.
  - para los mismos 4 períodos de retorno anteriores, estimar el daño en las viviendas de la población del área afectada (para la estimación se recomienda utilizar la "Guía Metodológica de Formulación y Evaluación

de Proyectos de Aguas Lluvias” de MIDEPLAN, 2003 realizado por CAUSSE Ingenieros Ltda.)

- ii) **Cuantificación de Situación con Proyecto**
  - análisis hidrológico para evaluar los efectos en la zona amagada considerando la nueva obra de riego (embalse por ejemplo).
  - para los 4 períodos de retorno, verificar funcionamiento del proyecto en cuanto a la mejora en el control de crecidas. En caso de persistir parte de los efectos negativos o daños, evaluar éstos de la misma forma que en i).
- iii) **Determinación del Valor Esperado de los Daños para Situaciones con y sin Proyecto.** Obtención del daño evitado, que es la diferencia entre i) y ii).

### 5.3.3 Nivel Freático

Si por el proyecto de riego se produce un cambio en el nivel freático aguas abajo del área de influencia, se genera una externalidad positiva o negativa en los regantes de esa zona.

Para cuantificar esta externalidad, el modelo hidrológico que se utiliza para determinar los beneficios agrícolas del proyecto de riego, deberá extenderse para incluir la situación sin y con proyecto de los usuarios aguas abajo del área beneficiaria del proyecto. Las acciones que deben seguirse son:

- i) Caracterización de la situación agropecuaria del área aguas abajo de la zona de influencia del proyecto (superficie regada, estructura de cultivos, etc.)
- ii) Procesamiento del modelo hidrológico extendido, para determinar para cada año y mes, el aumento o disminución del caudal de agua que llegará a los regantes aguas abajo.
- iii) Caracterización agropecuaria para la zona aguas abajo, considerando la mayor o menor disponibilidad de agua debido al proyecto.
- iv) Evaluación del nuevo recurso utilizando el método de presupuesto.

### 5.3.4 Costo de Oportunidad del Agua

En caso que el agua utilizada por el proyecto de riego tenga un uso alternativo en otros sectores del área o en zonas agrícolas fuera del área del estudio, se genera una externalidad positiva.

Para estimar el valor de la externalidad cabe indicar que si se trata de una obra concesionada, el precio del m<sup>3</sup> de agua está definido por el privado.

Por el contrario, si se trata de un proyecto no concesionado, el costo variable del agua es 0, salvo excepciones correspondientes a organizaciones de regantes que tienen los derechos de sus aguas inscritos y que pueden negociar directamente la venta o arriendo de sus excedentes, operando en términos prácticos como un concesionario privado. La operación de un modelo hidrológico que incluya las demandas de todos los sectores interesados en el recurso (agrícola, sanitario, energético, etc.) es el procedimiento a usar en este caso. Los pasos que se debe seguir para cuantificar la externalidad son los siguientes:

- i) Utilizando el modelo de simulación, realizar el balance hidrológico para la situación sin proyecto (incluyendo las demandas de todos los sectores, para cada mes y año de la estadística disponible.
- ii) Definir los requerimientos de agua incluyendo las demandas agrícolas previstas en la situación con proyecto, y realizar el balance hidrológico para la nueva situación.
- iii) La diferencia entre ambos balances proporciona los recursos excedentes para cada mes y año de la serie.
- iv) Valorizar los antecedentes del recurso considerando todos los sectores demandantes. La valorización debe efectuarse considerando para cada caso los valores netos (beneficios menos costos de producción).

## **5.4 Cuantificación de Impactos Ambientales**

### **5.4.1 Efectos Considerados**

A continuación se señalan las principales medidas relevantes y que se recomienda sean consideradas en la evaluación de un proyecto, para las cuales en el siguiente subcapítulo se formulan indicaciones para su cuantificación.

- Protección de riberas, mejoras en el cauce, encauzamiento de las aguas, conducción, drenaje, ataguías (en general corrección del eje hidráulico).
- Reducción de los caudales de explotación del acuífero.
- Recarga artificial del acuífero. Medidas para minimizar los efectos de subida de nivel (drenaje) o descenso (profundización de captaciones).
- Ejecución de obras para corregir la dinámica del flujo subterráneo tales como barreras hidráulicas, pozos de inyección, etc.

- Recuperación de hábitat afectados. Compensación económica a los afectados por la degradación de la calidad del agua. Reducción de afluentes con carga orgánica. Monitoreo de canales y cauces, sólo para controlar alguna medida anterior.
- Plantaciones adecuadas para terrenos en pendiente (por ejemplo riego tecnificado). Dosificación del riego.
- Escarificado y aplicación de nueva capa de suelo de espesor adecuado. Readecuación y recuperación de suelos.
- Control de uso de agroquímicos.
- Reincorporación al suelo de nutrientes.
- Minimizar o excluir en lo posible las actividades cerca de las áreas ambientalmente sensibles.
- Traslado de individuos afectados a áreas de similares características de hábitat. Reintroducir la especie afectada en el mismo hábitat.
- Mantenimiento de la conexión de las poblaciones mediante métodos naturales o artificiales (corredores ecológicos, by pass, etc.). Construir atravesos para animales. Mantenimiento de los lugares de reproducción mediante métodos naturales o artificiales
- Incorporación de criterios de diseño que integren la obra y su entorno al paisaje existente. Implementar un Plan de Manejo Arqueológico. Evitar la intervención en sitios importantes, considerados de interés cultural o religioso

#### **5.4.2 Procedimientos para su Cuantificación**

Para cuantificar los efectos ambientales se recomienda que esas externalidades sean estimadas a partir de los costos en medidas de mitigación, compensación o de reparación, debiendo tenerse presente que en algunos casos los costos en que hay que incurrir para concretar dichas medidas pueden superar con creces el efecto económico que esa medida representa en la rentabilidad del proyecto global.

Los efectos ambientales que no se logren cuantificar o aquellos cuya estimación resulte excesivamente onerosa, deberán incluirse como intangibles en la evaluación global del proyecto, representando a su vez un criterio a considerar en la decisión de ejecutar o suspender el proyecto.

Además, cabe destacar que no todos los efectos ambientales pueden resultar en medidas negativas o representan un costo para el proyecto. En muchos casos existen beneficios en el mediano o largo plazo que pueden generar

externalidades positivas para la sociedad. Por ejemplo, el saneamiento de un cauce contaminado del cual se obtiene agua de riego, puede lograr que en la zona se introduzcan especies de mayor rentabilidad cuyo cultivo, con anterioridad al saneamiento, estaban prohibidas. Este impacto es perfectamente cuantificable.

A continuación se entregan recomendaciones metodológicas sobre como evaluar las principales medidas ambientales de acuerdo con lo señalado en el punto anterior.

CUADRO 5.4.2-1  
RECOMENDACIONES PARA EVALUAR LAS MEDIDAS AMBIENTALES

MEDIDA AMBIENTAL	PROCEDIMIENTO RECOMENDADO
Protección de riberas, Mejoras en el cauce, Encauzamiento de las aguas, conducción, drenaje, ataguías, etc. Obras para corrección del eje hidráulico,	Son proyectos hidráulicos-geotécnicos cuantificables técnica y económicamente. La elaboración de estos proyectos dentro del contexto del proyecto principal proveerá de valores de flujos de caja así como inversión inicial que puede ser incluida en la evaluación del proyecto principal.
Reducción de los caudales de explotación del acuífero.	Indemnización a los afectados o entrega de agua para revertir la merma sufrida. Habría que considerar el costo de suministrar agua para compensar la reducción de los caudales de explotación, según los valores de mercado del agua o el costo de reemplazo con otra fuente de agua. Esto sólo es válido para el caso que no exista intervención de la DGA, ya sea para declarar área de restricción o de prohibición para el acuífero.
Recarga artificial del acuífero. Medidas para minimizar los efectos de subida de nivel (drenaje) o descenso (profundización de captaciones).	Sería el costo de las obras de recarga o de drenaje necesarias. El o los proyectos proveerán valores de flujos de caja así como de inversión inicial que pueden ser incluidos en la evaluación del proyecto principal. Para el caso de recarga artificial del acuífero hay que considerar que puede haber un efecto positivo dado por la posibilidad de solicitar nuevos derechos de agua subterránea con cargo al incremento en la recarga.
Ejecución de obras para minimizar corregir la dinámica del flujo subterráneo como barreras hidráulicas, pozos de inyección, etc.	Son proyectos cuantificables técnica y económicamente de igual forma que el caso anterior. También puede surgir la misma externalidad positiva del caso anterior.
Recuperación de hábitat afectados, Compensación económica a los afectados por degradación de la calidad del agua. Reducción de afluentes con carga orgánica.	Son medidas de más difícil evaluación. Una opción indirecta sería estimar cuanto cuesta eliminar la causa que está afectando al hábitat (por ejemplo, eliminar o tratar descargas). Otra alternativa sería intentar evaluar directamente los costos de recuperación del hábitat, tales como: compra y/o traslado de especies, adecuación del entorno para dichas especies, costos de control y recuperación in situ de dicha adecuación, etc.
Monitoreo de canales y cauces	El monitoreo de cauces y canales, según las normas vigentes, puede ser evaluado a partir de los costos de los análisis de laboratorio, transporte, honorarios, viáticos, etc.

CUADRO 5.4.2-1  
RECOMENDACIONES PARA EVALUAR LAS MEDIDAS AMBIENTALES

MEDIDA AMBIENTAL	PROCEDIMIENTO RECOMENDADO
Control de uso de agroquímicos	Todas estas medidas tienen costos asociados para su implementación y operación, que pueden ser calculados o estimados. Honorarios de los técnicos calificados para el control. Se recomienda la consulta previa en organismos relacionados, principalmente el SAG que llevaría actualmente controles de venta de agroquímicos en las regiones.
Plantaciones adecuadas para terrenos en pendiente (por ejemplo riego tecnificado). Dosificación del riego.	Esta dado por el costo de implementar y mantener un determinado método de riego adecuado para el caso en particular. Sólo en el caso que el proyecto en sí no lo requiera, es decir, que surja como medida ambiental exclusivamente.
Escarificado y aplicación de nueva capa de suelo de espesor adecuado. Readequación y recuperación de suelos.	Las medidas pueden ser difíciles de cuantificar, aunque se pueden estimar en la medida de lo posible. La aplicación de nueva capa de suelo y/o su recuperación es otro proyecto cuyos flujos se deben considerar en el proyecto principal.
Reincorporación al suelo de nutrientes.	Es el costo de emplear los productos correspondientes y la mano de obra necesaria.
Minimizar o excluir en lo posible las actividades cerca de las áreas ambientalmente sensibles.	Es el costo en que se debe incurrir en el proyecto para modificar, reducir o eliminar la acción que generaría el problema. Puede ser de difícil evaluación, aunque no imposible.
Traslado de individuos afectados a áreas de similares características de hábitat. Reintroducir la especie afectada en el mismo hábitat.	Medidas cuantificables asociados a transporte y adecuación de individuos en el medio, tales como: traslado de especies y costos para su obtención, adecuación del entorno para dichas especies, costos para el control inicial y recuperación in situ de dichas especies, etc.
Mantención de la conexión de las poblaciones mediante métodos naturales o artificiales (corredores ecológicos, by pass, etc.). Implementar y construir atraviesos para animales. Mantención de los lugares de reproducción mediante métodos naturales o artificiales	Sería el costo de las medidas materiales y operativas para permitir la circulación requerida. Incluyen la construcción de corredores, mantención del hábitat, gastos operativos como insumos, sueldos, etc.
Incorporación de criterios de diseño que integren la obra y su entorno al paisaje existente. Realizar un Plan de Manejo Arqueológico. Evitar intervención en sitios importantes, considerados de interés cultural o religioso.	Serían los mayores costos en que se incurre en el proyecto para llevar a cabo dichas medidas. Evitar la intervención de ciertos sitios puede redundar en mayores costos para el proyecto.

## **6. APLICACIÓN A CASOS REALES: PROYECTO LLACA - LLACA**

### **6.1 Descripción del Proyecto**

Ubicado en la Comuna de Curepto, VII Región, este proyecto si bien beneficia a un reducido número de hectáreas (alrededor de 120 há, Volumen de embalse aproximadamente 1 millón de m<sup>3</sup>), su potencial y dinamismo ha superado todas las expectativas. Este embalse con una antigüedad inferior a los cinco años, beneficia en un 100% a pequeños agricultores y actualmente además de la intensificación y diversificación que ha tenido lugar en la zona, el 30% de su superficie se encuentra regada con métodos de riego presurizados.

El área regada actualmente por el Embalse Llaca–Llaca, se ubica en el Secano Costero. Originalmente, el área actualmente regada estaba dedicada al cultivo de legumbres, chacras y empastadas, las que se regaban por surcos y tendido, utilizando métodos de baja eficiencia, siendo abastecida directamente por los caudales de primavera del estero Llaca–Llaca, que sólo estaban disponibles hasta fines de Noviembre, dependiendo de la pluviometría del año. El agua era elevada con bombas desde el estero.

A mediados de 1996 se terminó la construcción del Embalse, subsidiada por la Ley 18.450, permitiendo el riego permanente de unas 100 há, que siguieron abasteciéndose con los mismos métodos, ya que el embalse entregaba los caudales regulados al cauce del estero, con la ventaja que ahora podían incorporar cultivos permanentes de mayor rentabilidad, como frutales, hortalizas y alfalfa. Posteriormente en 1999, también con subsidio de la Ley de Fomento al Riego y Drenaje, se construyó una red de tuberías que se inicia desde la obra de entrega del embalse, para permitir la entrega en la cabecera de cada predio, eliminando las pérdidas por conducción, con lo cual se pudo aumentar la superficie abastecida a unas 120 há. Además de esta ventaja, los regantes empezaron a recibir el agua en forma gravitacional, ahorrándose los costos de bombeo. A partir de ese año, los regantes han presentado individualmente a los concursos de la Ley 18.450, diversos proyectos para la tecnificación del regadío, con lo cual se podría incrementar significativamente la superficie regada.

A continuación se presentan los resultados de la evaluación económica del proyecto, obtenidos a partir de la aplicación de la Propuesta Metodológica presentada en el Capítulo 5.

## **6.2 Evaluación Económica**

### **6.2.1 Introducción**

En este subcapítulo corresponde desarrollar la evaluación económica del proyecto Llaca-Llaca, considerando como base los antecedentes de efectos directos, externalidades y efectos de impacto ambiental descritos anteriormente.

La evaluación económica se realiza determinando los indicadores económicos más habitualmente utilizados en proyectos de riego: el valor actualizado neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR). Estos indicadores se establecen considerando un horizonte de evaluación de 30 años (además del año 0), tanto a precios de mercado como a precios sociales.

El nivel de precios considerado es el vigente a Diciembre de 2003, con una tasa de cambio igual a 602 \$/US\$ y un valor de 16.920 \$/UF. Las tasas de descuento empleadas corresponden a 10% para los análisis privados y sociales.

El procedimiento metodológico utilizado es el descrito en la etapa anterior del estudio, considerándose en primer término la caracterización económica de la situación sin proyecto y luego la de la situación con proyecto.

Para el análisis de los efectos directos del proyecto, la caracterización agrícola y económica del área de estudio, tanto en la situación actual como en la proyectada, se ha realizado definiendo 4 predios promedio, los que efectivamente representan la vocación agrícola del área y sus perspectivas de desarrollo. Asimismo, la agrupación de estos predios promedio, permiten expandir esta caracterización agrícola y económica a la totalidad del área beneficiaria del proyecto, con lo cual, mediante la incorporación de los egresos asociados a la construcción y operación del embalse y obras anexas además de otros costos, se puede establecer el resultado económico de los efectos directos del proyecto de riego.

Los beneficios y egresos directos del proyecto se complementan con las externalidades que se ha logrado estimar en el capítulo anterior, las que corresponden exclusivamente al daño evitado por crecidas.

Finalmente se determina el flujo diferencial entre las situaciones con y sin proyecto, con lo que se establecen los indicadores económicos. Por último, se realiza un análisis de sensibilidad, para verificar la estabilidad de los indicadores económicos ante la variación de los principales parámetros.

## **6.2.2 Efectos Directos. Situación sin Proyecto**

Como se ha indicado anteriormente, el área de estudio se ha caracterizado a través de 4 predios promedio (1A, 2B, 3C y 4D), cuya expansión representa las 196,5 ha del área.

En el área total del estudio predominan las praderas naturales con 108,0 ha (54,9% del suelo), seguidas por trigo con 36,9 ha. El resto de la superficie productiva comprende papas, porotos y garbanzos. Se incluye, además, superficie sin uso agrícola, la que asciende a 30,0 ha, y 6,7 ha de suelo no productivo, que incluye caminos, construcciones y otros. De acuerdo a esto, el área productiva neta alcanza a 159,8 ha (7,4 ha de predios promedio 1A; 15,0 ha de predios 2B; 42,7 ha de 3C y 94,7 ha de predios promedio 4D).

Con las fichas productivas y económicas de cada cultivo, se configura el margen neto (incluye los gastos indirectos) de cada predio promedio para todo el período de evaluación, tanto a precios de mercado como sociales, el que se muestra en el Cuadro N°6.2-1. Es importante indicar que en la definición de las fichas está implícita la disponibilidad del recurso hídrico para desarrollar la actividad agropecuaria, por lo que no se hace uso de un modelo de simulación hidrológica para establecer los ingresos.

El margen neto para toda la superficie productiva alcanza a 5,20 millones de pesos a precios de mercado y a 6,19 millones de pesos a precios sociales. Estos ingresos se perciben durante todo el horizonte de la evaluación. Ya que en esta situación sin proyecto no existe otro tipo de egresos que no sean los de la actividad agrícola, los que ya están incluidos en las fichas de los cultivos, el flujo establecido constituye el flujo de ingresos menos egresos de esta situación, la que posteriormente será comparada con el de la situación con proyecto.

## **6.2.3 Efectos Directos. Situación con Proyecto**

### **6.2.3.1 Ingresos**

Para la situación con proyecto el área bruta del estudio sigue siendo de 196,5 ha, pero en este caso ya no permanece superficie en barbecho, sino que ella pasa a ser su productiva. Considerándose que se mantienen las 6,7 ha de suelo improductivo, la superficie neta asciende a 189,8 ha.

En esta nueva condición del área se introducen especies frutícolas, como la frutilla y nogales, con 56,0 ha y 28,3 ha respectivamente. Se incorporan también praderas artificiales (alfalfa, maíz silo y trébol) con un total de 89,7 ha, sin embargo, las praderas de los predios 1A y 2B se utilizan solo para autoconsumo de

los animales de trabajo, por lo que no generan ingresos en el cálculo posterior. El resto de la superficie productiva se complementa con papas y porotos.

Para establecer el margen neto de la situación con proyecto, es necesario tener en cuenta que el resultado económico de la actividad agrícola es función de los recursos hídricos disponibles y como tal, es un resultado que no es medible en términos determinísticos, sino que más bien lo es en términos probabilísticos, asociado a un valor esperado en el largo plazo. De esta forma, deben utilizarse los resultados del procesamiento del modelo de simulación hidrológica descrito anteriormente (para la estructura de cultivos prevista ya estabilizada en términos de plantación y márgenes económicos) para utilizar los coeficientes de satisfacción de la demanda para cada año y mes de la serie hidrológica.

En la determinación del margen de cada cultivo se han utilizado las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned} \text{Rendimiento} &= R_{\max} \times (1 - K_y \times (1 - k)) \\ \text{Margen} &= \text{Rendimiento} \times (\text{precio venta} - \text{costo cosecha}) - \text{costo precosecha} \end{aligned}$$

El rendimiento máximo ( $R_{\max}$ ), precio de venta, costo de cosecha y costo de precosecha se obtienen directamente de las fichas de cada cultivo. El factor de respuesta ( $K_y$ ) es propio de cada cultivo y ha sido definido en ese mismo subcapítulo.

Con respecto al coeficiente de satisfacción de la demanda "k", dependiendo de la oportunidad del requerimiento de agua de los cultivos, se utiliza un k anual ( $k_a$ ) o k de primavera ( $k_p$ ). En este caso, todos los cultivos hacen uso de riego anual, con excepción del trigo que requiere de riego de primavera.

Como se ha indicado anteriormente, la determinación del coeficiente de satisfacción de la demanda hace uso de los resultados del modelo hidrológico, los que se han presentado en subcapítulos previos del informe. Para el cálculo del margen de cada cultivo se han utilizado rangos de k, para distribuir en ellos los resultados de la serie hidrológica de 59 años. Los rangos empleados, así como la frecuencia de cada uno de ellos es la siguiente:

<u>Rangos de k</u>	<u>Frecuencia k anual</u>	<u>Frecuencia k primavera</u>
1 - 0,96	42	59
0,95 - 0,86	9	
0,85 - 0,76	1	
0,75 - 0,61	5	
0,60 - 0,50	2	
	<hr/> 59	<hr/> 59

Para cada cultivo se ha establecido el margen para cada rango, con los que se determina el margen esperado considerando la correspondiente frecuencia. Los márgenes esperados por cultivo, a precios de mercado y sociales, se incluyen en Anexos del Informe Final.

El resultado económico esperado que se obtiene de los márgenes del Anexo citado corresponde al del año en que ya se han estabilizado las superficies y márgenes en sus características de desarrollo, lo cual varía dependiendo del predio promedio y cultivos previstos. Por otra parte, se considera que el embalse y obras anexas comienzan su operación en el tercer año del estudio (año 2, ya que el año base es el 0), por lo que los márgenes económicos de los años anteriores son equivalentes a los de la situación sin proyecto. El enlace entre los valores económicos de ambos períodos (márgenes de situación actual y márgenes para situación con proyecto ya estabilizada) se efectúa teniendo en cuenta la evolución de la superficie de cada predio promedio año a año y la curva logística que se ha definido para cultivos anuales, ganadería y frutales (por predio promedio) en subcapítulos anteriores. La evolución de la superficie para cada predio promedio se presenta en Anexos del Informe Final, mostrándose en ella la forma en que los cultivos de situación actual son reemplazados por los previstos para la situación con proyecto.

Para cada predio promedio, el margen esperado de los cultivos anuales permanece constante desde el año de estabilización hasta el fin del horizonte de la evaluación, mientras que el margen esperado de los cultivos multianuales evoluciona de acuerdo al ciclo productivo de cada cultivo, lo que está reflejado en su ficha productiva y económica.

Según el procedimiento descrito, es posible determinar el flujo de beneficios netos de la actividad agrícola por predio promedio, y por extensión, del total del área, tanto a precios de mercado como sociales. Estos resultados se muestran en Anexos del Informe Final para precios de mercado y sociales respectivamente.

### **6.2.3.2 Egresos**

Los egresos que deben considerarse corresponden a las inversiones y costos de operación y mantenimiento de las obras, tecnificación del riego, asistencia técnica, y el costo de operación anual del riego tecnificado. Al igual que en la situación sin proyecto, los costos de producción agrícola ya han sido considerados en la determinación de los márgenes agropecuarios, por lo que no se incluyen específicamente en este acápite de egresos.

En lo que se refiere a las obras involucradas en el proyecto, el valor actualizado del embalse y obras anexas alcanza a 512,22 millones de pesos a precios de mercado y 486,62 millones de pesos a precios sociales, ya que para

transformar los precios de mercado a precios sociales se ha utilizado un factor 0,95. En el calendario de inversiones se ha supuesto que el desembolso en embalse corresponde a un 50% en año 0 y un 50% en año 1, mientras que el total de las obras anexas se ejecutan en el año 1. Para todas las obras se ha supuesto una vida útil de 50 años, por lo que en el último año de la evaluación se incluye el valor residual de ellas.

El costo de operación y mantención del embalse y sus obras anexas se ha estimado en una 0,5% de la inversión.

En cuanto a la tecnificación del riego se considera la implementación de riego por goteo (nogal), aspersión (alfalfa y trébol) y por cintas (cultivos anuales). La inversión en este ítem corresponde a 2.500 US\$/ha para riego por goteo, 1.250 US\$/ha para aspersión y 1.700 US\$/ha para cintas. La transformación de valores de mercado a sociales se efectúa amplificando por el factor 1.04, correspondiente a corrección de la divisa. Los equipos deben renovarse cada 20 años, por lo que al final de la evaluación se incluye un valor residual.

El costo operacional del riego tecnificado se ha estimado en un 20% de la inversión, no considerándose costo de energía eléctrica ya que las entregas del sistema de riego se efectúan con suficiente presión mediante una red de tuberías. El costo anual de operación del riego tecnificado se ha determinado teniendo en cuenta el programa de plantaciones de los cultivos para esta situación con proyecto.

El programa de asistencia técnica tiene un costo anual de 11 UF por agricultor, extendiéndose éste por el período hasta que se alcance la estabilización de los márgenes de cada predio promedio. El número de predios es 11 para el estrato 1A, 8 para el 2B, 10 para el 3C y 8 para el predio promedio 4D. El valor de mercado es equivalente al valor social.

### **6.2.3.3 Flujo de Ingresos Menos Egresos**

Teniendo en consideración los ingresos agropecuarios y los egresos de inversión y operación descritos anteriormente, se ha establecido el flujo de ingresos y egresos de la situación con proyecto para los efectos directos de éste, que se presenta en los Cuadros N°6.2-2 y 6.2-3, para precios de mercado y sociales respectivamente.

El flujo total a precios de mercado alcanza a 2.518,36 millones de pesos, valor que a precios sociales se eleva a 2.937,86 millones de pesos.

#### 6.2.4 Externalidades

De acuerdo al análisis realizado y que se presenta en el texto del informe, en el proyecto Llaca-Llaca debe considerarse como una externalidad positiva el efecto que tiene el embalse sobre el control de crecidas.

El procedimiento metodológico para estimar este beneficio se ha descrito detalladamente en capítulos anteriores. Sin embargo, la falta de información existente (principalmente en lo que se refiere al eje hidráulico del estero) imposibilita que ese procedimiento sea aplicado estrictamente, y que sea necesario realizar una serie de supuestos con el fin de estimar un valor de este beneficio.

Los beneficios asociados a la disminución de las inundaciones por efecto del embalse corresponden a las menores pérdidas agrícolas y a los menores costos en rehabilitación de terrenos.

Para determinar los beneficios se ha estimado la superficie inundada por las crecidas, para diferentes períodos de retorno, para las situaciones sin y con proyecto. Las superficies afectadas en cada caso son las siguientes:

<u>Período de Retorno</u> (años)	<u>Superficie Inundada</u>	
	<u>Sin Proyecto</u> (ha)	<u>Con Proyecto</u> (ha)
T = 2	0	0
T = 5	1	0
T = 10	2	0
T = 20	3	0
T = 50	6	1
T = 100	10	3

Considerando la estructura de cultivos presente en situación sin proyecto, se ha estimado la pérdida de margen neto en 38.759 \$/ha a precios sociales. Por otra parte, el costo de rehabilitación de terrenos asciende a 176.000 \$/ha.

Con la superficie afectada por período de retorno y los costos de pérdidas de cultivos y rehabilitación de suelos, se han determinado los costos esperados asociados a las inundaciones para las situaciones sin y con proyecto. Estos valores, a precios sociales alcanzan a \$ 188.000 y \$ 12.200.

El daño evitado, que es el beneficio del proyecto en control de crecidas, corresponde a la diferencia entre las situaciones con y sin proyecto, y es \$ 175.800. Este beneficio esperado debe considerarse para todos los años de funcionamiento del embalse.

## 6.2.5 Indicadores Económicos

Considerando que en los acápite anteriores se han determinado, para los efectos directos del proyecto, el flujo de ingresos menos egresos de la situación con proyecto y el margen neto de la situación sin proyecto (que corresponde al flujo de esta situación para todo el horizonte de la evaluación), y las externalidades asociadas a la ejecución del embalse, es posible establecer el flujo diferencial entre las 2 situaciones con el objeto de medir la rentabilidad del proyecto Llaca-Llaca.

El flujo de ingresos y egresos del proyecto se obtiene de restar los flujos de los efectos directos (situación con proyecto menos situación sin proyecto), y adicionar los beneficios correspondientes a las externalidades. Estos flujos, con los que se determinan los indicadores económicos VAN y TIR, se muestran en los Cuadros N°6.2-4 y 6.2-5, a precios de mercado y sociales respectivamente.

Los indicadores que resultan de la comparación son :

	<u>Precios de Mercado</u>	<u>Precios Sociales</u>
VAN (millones de pesos)	-331,37	-213,37
TIR (%)	6,73	7,92

De los resultados se aprecia que el proyecto no es rentable en términos privados ni sociales.

## 6.2.6 Análisis de Sensibilidad

Para establecer cómo se modifican los indicadores económicos ante variaciones de los parámetros más influyentes en la evaluación, se ha efectuado un análisis de sensibilidad en el que se considera una tasa de descuento de 8% y 7%, una variación en el valor de las obras de -10% y -20%, y un aumento en 5% en el precio de los frutales.

Los resultados que se obtiene son los siguientes:

	<u>Precios de Mercado</u>	<u>Precios Sociales</u>
- Tasa 8%		
VAN (millones \$)	-154,89	-10,25
TIR (%)	6,73	7,92
- Tasa 7%		
VAN (millones \$)	-36,48	125,09
TIR (%)	6,73	7,92
- Obras -10%		
VAN (millones \$)	-282,93	-167,36
TIR (%)	7,09	8,30
- Obras -20%		
VAN (millones \$)	-234,49	-121,35
TIR (%)	7,48	8,72
- Frutales + 5%		
VAN (millones \$)	-263,51	-210,29
TIR (%)	7,51	7,95

Las modificaciones efectuadas en los parámetros de interés van en el sentido de mejorar la rentabilidad del proyecto, ya que se ha disminuido la tasa de descuento y valor de las obras y se ha aumentado el precio de los productos de mayor margen. Sin embargo, los indicadores continúan siendo negativos.

**CUADRO 6.2-1  
MARGEN NETO SITUACIÓN SIN PROYECTO  
PRECIOS DE MERCADO**

CULTIVO	MARGEN (\$/ha)	PREDIO PROMEDIO							
		1A		2B		3C		4D	
		SUPERFICIE (ha)	MARGEN (\$)	SUPERFICIE (ha)	MARGEN (\$)	SUPERFICIE (ha)	MARGEN (\$)	SUPERFICIE (ha)	MARGEN (\$)
Trigo	84,444.0	2.4	202,665.6	4.3	363,109.2	10.6	895,106.4	19.6	1,655,102.4
Papa	86,793.1	1.3	112,831.0	0.6	52,075.8	1.3	112,831.0	1.5	130,189.6
Poroto	9,489.8	0.5	4,650.0	0.9	8,540.9	2.9	27,520.6	4.6	43,653.3
Garbanzo	50,828.9	0.5	24,906.1	0.8	40,663.1		0.0		0.0
Pradera	14,143.2	2.7	38,186.6	8.4	118,802.9	27.9	394,595.3	69.0	975,880.8
<b>TOTAL MARGEN MEDIO (\$/ha)</b>		<b>7.4</b>	<b>383,239.4</b>	<b>15.0</b>	<b>583,191.9</b>	<b>42.7</b>	<b>1,430,053.2</b>	<b>94.7</b>	<b>2,804,826.1</b>
			<b>51,929.5</b>		<b>38,879.5</b>		<b>33,490.7</b>		<b>29,618.0</b>

**MARGEN NETO SITUACIÓN SIN PROYECTO  
PRECIOS SOCIALES**

CULTIVO	MARGEN (\$/ha)	PREDIO PROMEDIO							
		1A		2B		3C		4D	
		SUPERFICIE (ha)	MARGEN (\$)	SUPERFICIE (ha)	MARGEN (\$)	SUPERFICIE (ha)	MARGEN (\$)	SUPERFICIE (ha)	MARGEN (\$)
Trigo	83,333.0	2.4	199,999.2	4.3	358,331.9	10.6	883,329.8	19.6	1,633,326.8
Papa	128,762.8	1.3	167,391.7	0.6	77,257.7	1.3	167,391.7	1.5	193,144.3
Poroto	45,603.8	0.5	22,345.9	0.9	41,043.4	2.9	132,251.1	4.6	209,777.6
Garbanzo	86,942.8	0.5	42,602.0	0.8	69,554.3		0.0		0.0
Pradera	18,474.5	2.7	49,881.0	8.4	155,185.4	27.9	515,437.2	69.0	1,274,737.1
<b>TOTAL MARGEN MEDIO (\$/ha)</b>		<b>7.4</b>	<b>482,219.8</b>	<b>15.0</b>	<b>701,372.7</b>	<b>42.7</b>	<b>1,698,409.7</b>	<b>94.7</b>	<b>3,310,985.7</b>
			<b>65,341.4</b>		<b>46,758.2</b>		<b>39,775.4</b>		<b>34,962.9</b>

**CUADRO 6.2-2**  
**EFFECTOS DIRECTOS. INGRESOS MENOS EGRESOS**  
**SITUACIÓN CON PROYECTO**  
**Precios de Mercado ( \$ )**

AÑO	BENEFICIOS AGRICOLAS	EGRESOS				INGRESOS - EGRESOS
		OBRAS	COSTOS DE OPERACIÓN	ASISTENCIA TÉCNICA	TECNIFICACIÓN RIEGO	
0	5,202,348	101,271,953	0	61,791,840	0	-157,861,445
1	5,202,348	410,953,320	0	61,791,840	172,293,604	-639,836,416
2	2,353,565		6,006,998	61,791,840		-65,445,273
3	21,081,525		12,898,743	61,791,840		-53,609,057
4	37,989,291		23,236,359	61,791,840		-47,038,908
5	77,949,567		37,019,847	61,791,840		-20,862,120
6	135,755,695		37,019,847	61,791,840		36,944,008
7	122,589,473		37,019,847	61,791,840		23,777,786
8	157,929,797		37,019,847	61,791,840		59,118,110
9	146,184,686		37,019,847	33,501,600		75,663,239
10	180,325,769		37,019,847	33,501,600		109,804,322
11	166,231,859		37,019,847			129,212,012
12	194,213,874		37,019,847			157,194,027
13	172,005,992		37,019,847			134,986,145
14	197,513,379		37,019,847			160,493,531
15	172,005,992		37,019,847			134,986,145
16	197,513,379		37,019,847			160,493,531
17	172,005,992		37,019,847			134,986,145
18	197,513,379		37,019,847			160,493,531
19	172,005,992		37,019,847			134,986,145
20	197,513,379		37,019,847			160,493,531
21	172,005,992		37,019,847		172,293,604	-37,307,459
22	197,513,379		37,019,847			160,493,531
23	172,005,992		37,019,847			134,986,145
24	197,513,379		37,019,847			160,493,531
25	172,005,992		37,019,847			134,986,145
26	197,513,379		37,019,847			160,493,531
27	162,879,268		37,019,847			125,859,421
28	173,228,410		37,019,847			136,208,563
29	128,055,996		37,019,847			91,036,148
30	129,391,572	-215,134,615	37,019,847		-94,761,482	402,267,822
<b>TOTAL</b>	<b>4,433,200,638</b>	<b>297,090,658</b>	<b>1,004,658,126</b>	<b>623,129,760</b>	<b>249,825,726</b>	<b>2,258,496,368</b>

**CUADRO 6.2-3**  
**EFFECTOS DIRECTOS. INGRESOS MENOS EGRESOS**  
**SITUACIÓN CON PROYECTO**  
**Precios Sociales (\$)**

AÑO	BENEFICIOS AGRICOLAS	EGRESOS				INGRESOS - EGRESOS
		OBRAS	COSTOS DE OPERACIÓN	ASISTENCIA TÉCNICA	TECNIFICACIÓN RIEGO	
0	6,194,293	96,208,355		61,791,840		-151,805,903
1	6,194,296	390,405,654		61,791,840	179,185,348	-625,188,547
2	3,643,055		6,016,777	61,791,840		-64,165,562
3	25,546,723		13,184,191	61,791,840		-49,429,308
4	45,392,271		23,935,312	61,791,840		-40,334,880
5	91,163,421		38,270,140	61,791,840		-8,898,559
6	153,825,776		38,270,140	61,791,840		53,763,796
7	137,753,223		38,270,140	61,791,840		37,691,244
8	176,478,317		38,270,140	61,791,840		76,416,338
9	161,821,015		38,270,140	33,501,600		90,049,275
10	199,444,469		38,270,140	33,501,600		127,672,730
11	182,631,970		38,270,140			144,361,830
12	214,060,942		38,270,140			175,790,802
13	189,078,110		38,270,140			150,807,970
14	217,744,450		38,270,140			179,474,311
15	189,078,110		38,270,140			150,807,970
16	217,744,450		38,270,140			179,474,311
17	189,078,110		38,270,140			150,807,970
18	217,744,450		38,270,140			179,474,311
19	189,078,110		38,270,140			150,807,970
20	217,744,450		38,270,140			179,474,311
21	189,078,110		38,270,140		179,185,348	-28,377,378
22	217,744,450		38,270,140			179,474,311
23	189,078,110		38,270,140			150,807,970
24	217,744,450		38,270,140			179,474,311
25	189,078,110		38,270,140			150,807,970
26	217,744,450		38,270,140			179,474,311
27	179,855,385		38,270,140			141,585,246
28	193,171,479		38,270,140			154,901,339
29	144,552,108		38,270,140			106,281,968
30	148,662,634	-204,377,884	38,270,140		-98,551,941	413,322,320
<b>TOTAL</b>	<b>4,918,149,299</b>	<b>282,236,125</b>	<b>1,038,159,911</b>	<b>623,129,760</b>	<b>259,818,755</b>	<b>2,714,804,748</b>

**CUADRO 6.2-4  
DETERMINACIÓN DE INDICADORES ECONÓMICOS  
PRECIOS DE MERCADO (\$)**

AÑO	EFECTOS DIRECTOS		BENEFICIO POR CONTROL DE CRECIDAS	FLUJO DIFERENCIAL
	INGRESOS - EGRESOS SITUACIÓN ACTUAL	INGRESOS - EGRESOS SITUACIÓN CON PROYECTO		
0	5,201,311	-157,861,445	0	-163,062,755
1	5,201,311	-639,836,416	0	-645,037,726
2	5,201,311	-65,445,273	175,800	-70,470,784
3	5,201,311	-53,609,057	175,800	-58,634,568
4	5,201,311	-47,038,908	175,800	-52,064,419
5	5,201,311	-20,862,120	175,800	-25,887,631
6	5,201,311	36,944,008	175,800	31,918,497
7	5,201,311	23,777,786	175,800	18,752,275
8	5,201,311	59,118,110	175,800	54,092,599
9	5,201,311	75,663,239	175,800	70,637,729
10	5,201,311	109,804,322	175,800	104,778,811
11	5,201,311	129,212,012	175,800	124,186,501
12	5,201,311	157,194,027	175,800	152,168,516
13	5,201,311	134,986,145	175,800	129,960,634
14	5,201,311	160,493,531	175,800	155,468,021
15	5,201,311	134,986,145	175,800	129,960,634
16	5,201,311	160,493,531	175,800	155,468,021
17	5,201,311	134,986,145	175,800	129,960,634
18	5,201,311	160,493,531	175,800	155,468,021
19	5,201,311	134,986,145	175,800	129,960,634
20	5,201,311	160,493,531	175,800	155,468,021
21	5,201,311	-37,307,459	175,800	-42,332,970
22	5,201,311	160,493,531	175,800	155,468,021
23	5,201,311	134,986,145	175,800	129,960,634
24	5,201,311	160,493,531	175,800	155,468,021
25	5,201,311	134,986,145	175,800	129,960,634
26	5,201,311	160,493,531	175,800	155,468,021
27	5,201,311	125,859,421	175,800	120,833,911
28	5,201,311	136,208,563	175,800	131,183,052
29	5,201,311	91,036,148	175,800	86,010,638
30	5,201,311	402,267,822	175,800	397,242,311
		VAN		<b>-331,367,910</b>
		TIR		<b>6.73%</b>

**CUADRO 6.2-5  
DETERMINACIÓN DE INDICADORES ECONÓMICOS  
PRECIOS SOCIALES ( \$ )**

AÑO	EFECTOS DIRECTOS		BENEFICIO POR CONTROL DE CRECIDAS	FLUJO DIFERENCIAL
	INGRESOS - EGRESOS SITUACIÓN ACTUAL	INGRESOS - EGRESOS SITUACIÓN CON PROYECTO		
0	6,192,988	-151,805,903	0	-157,998,890
1	6,192,988	-625,188,547	0	-631,381,535
2	6,192,988	-64,165,562	175,800	-70,182,750
3	6,192,988	-49,429,308	175,800	-55,446,496
4	6,192,988	-40,334,880	175,800	-46,352,068
5	6,192,988	-8,898,559	175,800	-14,915,747
6	6,192,988	53,763,796	175,800	47,746,608
7	6,192,988	37,691,244	175,800	31,674,056
8	6,192,988	76,416,338	175,800	70,399,150
9	6,192,988	90,049,275	175,800	84,032,087
10	6,192,988	127,672,730	175,800	121,655,542
11	6,192,988	144,361,830	175,800	138,344,643
12	6,192,988	175,790,802	175,800	169,773,614
13	6,192,988	150,807,970	175,800	144,790,782
14	6,192,988	179,474,311	175,800	173,457,123
15	6,192,988	150,807,970	175,800	144,790,782
16	6,192,988	179,474,311	175,800	173,457,123
17	6,192,988	150,807,970	175,800	144,790,782
18	6,192,988	179,474,311	175,800	173,457,123
19	6,192,988	150,807,970	175,800	144,790,782
20	6,192,988	179,474,311	175,800	173,457,123
21	6,192,988	-28,377,378	175,800	-34,394,566
22	6,192,988	179,474,311	175,800	173,457,123
23	6,192,988	150,807,970	175,800	144,790,782
24	6,192,988	179,474,311	175,800	173,457,123
25	6,192,988	150,807,970	175,800	144,790,782
26	6,192,988	179,474,311	175,800	173,457,123
27	6,192,988	141,585,246	175,800	135,568,058
28	6,192,988	154,901,339	175,800	148,884,151
29	6,192,988	106,281,968	175,800	100,264,780
30	6,192,988	413,322,320	175,800	407,305,132
		VAN		-213,373,731
		TIR		7.92%

## **7. APLICACIÓN A CASOS REALES: PROYECTO PENCAHUE**

### **7.1 Descripción del Proyecto**

Ubicado en la Comuna de Pencahue, VII Región, este proyecto se considera exitoso y de gran envergadura. Al respecto, en la actualidad la Dirección de Obras Hidráulicas ha desarrollado todo un programa de reforzamiento del riego, superándose todas las expectativas inicialmente planteadas por el proyecto.

El área regada actualmente por el canal Pencahue, se encuentra en el Secano Interior y originalmente estaba dedicada principalmente al cultivo de cereales de primavera y legumbres. Sólo en las zonas más húmedas, cercanas al estero Los Puercos y sus quebradas afluentes se cultivaba hortalizas para subsistencia y melones y sandías para comercializar. Existía una pequeña zona, abastecida por el Tranque predial Las Doscientas que tenía algunos cultivos de riego y también en el sector de Lo Figueroa se desarrollaba cultivos de riego abastecidos por norias. Para este último sector el impacto del riego ha sido el poder regar en forma gravitacional.

En las zonas cercanas al río Claro también se desarrollaban cultivos de riego con altos costos al tener que hacer anualmente grandes tacos en el río para llevar el agua hacia las bocatomas, que era el caso de los canales Rauquén y Corinto. También se realizaban elevaciones mecánicas de agua desde el río Claro en la zona actualmente abastecida por el canal matriz, como era el caso de los fundos Maitenhuapi, Bellavista y Las Tinajas, principalmente.

Con la llegada del riego, se produjo un cambio radical en los cultivos y en los métodos de aplicación del agua. El proyecto en completo desarrollo regará sobre 10.000 há, de las cuales, actualmente se abastecen alrededor de 8.000 há, mayoritariamente destinadas al cultivos de viñas finas y frutales, cultivos industriales y, en menor proporción, a hortalizas y empastadas. Un 62% de la superficie se riega con métodos tecnificados (37% goteo, 19% micro aspersion, 6% aspersion). Esto ha sido posible por la instalación de grandes empresas vitivinícolas como Concha y Toro y San Pedro, que cultivan importantes superficies y riegan sólo por goteo. El resto del riego tecnificado y semi tecnificado (californiano) se aplica a cultivos industriales y maíz semillero.

La gran mayoría de los cultivos que se desarrolla actualmente con riego, son de alta rentabilidad (vinos de exportación, tomate industrial, hortalizas para congelados) en contraste con la situación original, cuya producción llegaba a un reducido mercado local sirviendo escasamente para la subsistencia de los pequeños agricultores. Los fundos se mantenían básicamente por sus cultivos extensivos.

A continuación se presentan los resultados de la evaluación económica del proyecto, obtenidos a partir de la aplicación de la Propuesta Metodológica presentada en el Capítulo 5.

## **7.2 Evaluación Económica**

### **7.2.1 Introducción**

En este subcapítulo corresponde desarrollar la evaluación económica de los efectos directos del proyecto Pencahue, considerando como base los antecedentes agropecuarios y de obras descritos anteriormente.

La evaluación económica se realiza determinando los indicadores económicos más habitualmente utilizados en proyectos de riego: el valor actualizado neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR). Estos indicadores se establecen considerando un horizonte de evaluación de 30 años (además del año 0), tanto a precios de mercado como a precios sociales.

El nivel de precios considerado es el vigente a Diciembre de 2003, con una tasa de cambio igual a 602 \$/US\$ y un valor de 16.920 \$/UF. Las tasas de descuento empleadas corresponden a 10% para los análisis privados y 12% para la evaluación social.

El procedimiento metodológico utilizado es el descrito en la etapa anterior del estudio, considerándose en primer término la caracterización económica de la situación sin proyecto y luego la de la situación con proyecto.

Para el análisis de los efectos directos del proyecto, la caracterización agrícola y económica del área de estudio, tanto en la situación actual como en la proyectada, se ha efectuado definiendo 6 sectores de riego y 35 predios promedio, los que efectivamente representan la vocación agrícola del área y sus perspectivas de desarrollo. Asimismo, la agrupación de estos predios promedio, permiten expandir esta caracterización agrícola y económica a la totalidad del área beneficiaria del proyecto, con lo cual, mediante la incorporación de los egresos asociados a la construcción y operación de los canales, obras de puesta en riego además de otros costos, se puede establecer el resultado económico del proyecto de riego. Ya que no se han identificado externalidades, éste corresponde también el resultado económico total del proyecto.

Finalmente se determina el flujo diferencial entre las situaciones con y sin proyecto, con lo que se establecen los indicadores económicos. Por último, se realiza un análisis de sensibilidad, para verificar la estabilidad de los indicadores económicos ante la variación de los principales parámetros.

## **7.2.2 Efectos Directos. Situación sin Proyecto**

El área del estudio considera 6 sectores de riego definiéndose además 35 predios promedio. El sector 1 comprende 5 predios promedio con una superficie bruta de 416,3 ha, el sector 2 tiene 6 predios promedio y una superficie bruta de 2.427,6 ha, el sector 3 tiene 8 predios con una superficie bruta de 2.186,8 ha, el 4 tiene 6 predios y 2.783,1 ha brutas, el 5 tiene 5 predios con 3.351,7 ha brutas y finalmente el sector 6 contiene los restantes 5 predios promedio con una superficie bruta que alcanza a 1.238,6 ha.

Descontando la superficie no productiva, que incluye caminos, construcciones y otros, y el suelo en barbecho, la superficie neta total del área es 9.475,6 ha, cuya caracterización agrícola de situación sin proyecto se refleja fielmente con la expansión de los 35 predios promedio.

En el área total del estudio predominan las praderas naturales con 5.064,0 ha que representan un 53,4% de la superficie neta. Otro rubro importante es el trigo, que con 1.928,8 ha ocupa en 19,7% del suelo productivo. Cabe destacar la presencia de 670,8 ha de frutales (principalmente viñas) y 640,5 ha de praderas artificiales (principalmente pradera mixta). La superficie neta se complementa con chacras (maíz), sandía y maravilla.

Con las fichas productivas y económicas de cada cultivo, se configura el margen neto (incluye los gastos indirectos) de cada predio promedio para todo el período de evaluación, tanto a precios de mercado como sociales, el que se muestra en Anexos del Informe Final. Es importante indicar que en la definición de las fichas está implícita la disponibilidad del recurso hídrico para desarrollar la actividad agropecuaria, por lo que no se hace uso de un modelo de simulación hidrológica para establecer los ingresos.

El margen neto para toda la superficie productiva alcanza a 520,52 millones de pesos a precios de mercado y a 727,76 millones de pesos a precios sociales. Estos ingresos se perciben durante todo el horizonte de la evaluación. Ya que en esta situación sin proyecto no existe otro tipo de egresos que no sean los de la actividad agrícola, los que ya están incluidos en las fichas de los cultivos, el flujo establecido constituye el flujo de ingresos menos egresos de esta situación, la que posteriormente será comparada con el de la situación con proyecto.

## 7.2.3 Efectos Directos. Situación con Proyecto

### 7.2.3.1 Ingresos

Para la situación con proyecto el área bruta del estudio sigue siendo de 12.404,1 ha, pero en este caso ya no permanece superficie en barbecho, sino que ella pasa a ser productiva. Considerándose que se mantienen las 1.241,0 ha de suelo improductivo, la superficie neta asciende a 11.115,1 ha.

En esta nueva condición del área se masifica la introducción de especies frutícolas, como el manzano y viñas, con 2.252,0 ha y 2.293,9 ha respectivamente. Se incorporan también praderas artificiales (alfalfa, pradera mixta y trébol rosado) con un total de 2.189,4 ha, sin embargo, las praderas de los predios promedio de estrato de tamaño 0 a 5 ha se utilizan sólo para autoconsumo de los animales de trabajo, por lo que no generan ingresos en el cálculo posterior. El resto de la superficie productiva se complementa con chacras (maíz, poroto y papas), hortalizas (ajo, cebolla, tomate y sandías) y los cultivos industriales de maravilla y remolacha.

Para establecer el margen neto de la situación con proyecto, es necesario tener en cuenta que el resultado económico de la actividad agrícola es función de los recursos hídricos disponibles y como tal, es un resultado que no es medible en términos determinísticos, sino que más bien lo es en términos probabilísticos, asociado a un valor esperado en el largo plazo. De esta forma, deben utilizarse los resultados del procesamiento del modelo de simulación hidrológica descrito anteriormente (para la estructura de cultivos prevista ya estabilizada en términos de plantación y márgenes económicos) para utilizar los coeficientes de satisfacción de la demanda para cada año y mes de la serie hidrológica.

En la determinación del margen de cada cultivo se han utilizado las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned} \text{Rendimiento} &= R_{\max} \times (1 - K_y \times (1 - k)) \\ \text{Margen} &= \text{Rendimiento} \times (\text{precio venta} - \text{costo cosecha}) - \text{costo precosecha} \end{aligned}$$

El rendimiento máximo ( $R_{\max}$ ), precio de venta, costo de cosecha y costo de precosecha se obtienen directamente de las fichas de cada cultivo. El factor de respuesta ( $K_y$ ) es propio de cada cultivo y ha sido definido en ese mismo subcapítulo.

Con respecto al coeficiente de satisfacción de la demanda "k", dependiendo de la oportunidad del requerimiento de agua de los cultivos, se utiliza un k anual ( $k_a$ ) o k de primavera ( $k_p$ ). En este caso, todos los cultivos hacen uso de riego anual, con excepción del trigo que requiere de riego de primavera.

Como se ha indicado anteriormente, la determinación del coeficiente de satisfacción de la demanda hace uso de los resultados del modelo hidrológico, los que se han presentado en subcapítulos previos del informe. Para el cálculo del margen de cada cultivo se ha utilizado el k promedio hidrológico obtenido de la serie de 33 años. Debe mencionarse también que en los diferentes predios promedio se ha dado un orden de preferencia para el uso del agua, que considera en primer término el riego de frutales y viñas, luego las hortalizas, remolacha, cultivos anuales y, finalmente, praderas.

Para cada cultivo, por predio promedio, se ha establecido el margen esperado con el k promedio hidrológico, los que se presentan, a precios de mercado y sociales, en Anexos del Informe Final.

El resultado económico esperado que se obtiene de los márgenes del Anexo citado corresponde al del año en que ya se han estabilizado las superficies y márgenes en sus características de desarrollo, lo cual varía dependiendo del predio promedio y cultivos previstos. Por otra parte, se considera que las obras comienzan su operación en el cuarto año del estudio (año 3, ya que el año base es el 0), por lo que los márgenes económicos de los años anteriores son equivalentes a los de la situación sin proyecto. El enlace entre los valores económicos de ambos períodos (márgenes de situación actual y márgenes para situación con proyecto ya estabilizada) se efectúa teniendo en cuenta la evolución de la superficie de cada predio promedio año a año y la curva logística que se ha definido para cultivos anuales, ganadería y frutales (por predio promedio) en subcapítulos anteriores. La evolución de la superficie para cada predio promedio se presenta en Anexos del Informe Final, mostrándose en ella la forma en que los cultivos de situación actual son reemplazados por los previstos para la situación con proyecto.

Para cada predio promedio, el margen esperado de los cultivos anuales permanece constante desde el año de estabilización hasta el fin del horizonte de la evaluación. Por su parte, mientras que el margen esperado de los cultivos multianuales evoluciona de acuerdo al ciclo productivo de cada cultivo, lo que está reflejado en su ficha productiva y económica. Para manejar la combinación de calendario de plantaciones - estabilización económica de los márgenes, que permiten determinar los ingresos esperados para cada año, se han utilizado las curvas de gradualidad de los cultivos.

Según el procedimiento descrito, es posible determinar el flujo de beneficios netos de la actividad agrícola por predio promedio, y por extensión, del total del área, tanto a precios de mercado como sociales. Estos resultados se muestran en los Anexos del Informe Final para precios de mercado y sociales.

### 7.2.3.2 Egresos

Los egresos que deben considerarse corresponden a las inversiones y costos de operación y mantención de las obras, la puesta en riego, tecnificación del riego, asistencia técnica, inversiones agrícolas varias (construcciones y equipamiento de ganadería, equipos e implementos agrícolas y animales) y el costo de operación anual del riego tecnificado. Al igual que en la situación sin proyecto, los costos de producción agrícola ya han sido considerados en la determinación de los márgenes agropecuarios, por lo que no se incluyen específicamente en este acápite de egresos.

El valor actualizado de los canales alcanza a 12.039,19 millones de pesos a precios de mercado y 10.835,27 millones de pesos a precios sociales, ya que para transformar los precios de mercado a precios sociales se ha utilizado un factor 0,90. De acuerdo al estudio original, en el calendario de inversiones se ha supuesto que el desembolso corresponde a un 33% en año 0, un 56% en el año 1, y un 11% en año 2. Para todas las obras se ha supuesto una vida útil de 50 años, por lo que en el último año de la evaluación se incluye el valor residual de ellas.

El costo de operación y mantención de los canales se ha estimado en un 0,5% de la inversión.

La puesta en riego de los predios a la nueva situación de riego ha sido definida anteriormente en el estudio. Dependiendo del estrato de tamaño, la inversión en este ítem tiene un período de ocurrencia que fluctúa entre 3 y 7 años. Considerando el valor unitario de puesta en riego ya definido y la superficie total de cada estrato de tamaño, en el cuadro N° 7.2-1 se presenta el calendario de inversiones a precios de mercado y precios sociales, para cuyo cálculo se ha utilizado un factor 0,9 a aplicar sobre los valores privados. La inversión máxima en este ítem se produce en el año 5, alcanzando a 1.539,66 millones de pesos a precios de mercado y 1.385,69 millones de pesos a precios sociales.

Para lograr el desarrollo previsto en la situación con proyecto deben efectuarse una serie de inversiones agrícolas, tales como construcciones en infraestructura de apoyo y equipamiento de ganadería, equipos e implementos agrícolas y animales. La inversión en ganadería y animales se realiza en un período de 10 años, mientras que los egresos en equipamiento e implementos agrícola varían según el estrato de tamaño de los predios entre 3 y 5 años. Las inversiones unitarias en cada caso han sido definidas en subcapítulos anteriores, y considerando estos valores además de la superficie que corresponda de cada estrato de tamaño se establecen en los cuadros N°7.2-2, 3 y 4 los calendarios de desembolsos para ganadería, equipamiento e implementos agrícolas y animales respectivamente. Para la determinación de los valores sociales se ha utilizado un factor 0,9 para construcciones y equipamiento de ganadería, mientras que para los otros 2 ítemes se ha conservado el valor de mercado.

El calendario de inversiones en ganadería (cuadro N° 7.2-2) abarca un período de 10 años, siendo los costos permanentemente crecientes. El desembolso máximo ocurre en el año 12 ascendiendo a 134,77 millones de pesos a precios de mercado y 121,29 millones de pesos a precios sociales.

Por su parte, el calendario de inversiones en equipo e implementos agrícolas (cuadro N° 7.2-3) cubre un período de 5 años, alcanzando su valor máximo en el año 6 del proyecto con un monto equivalente a 1.169,56 millones de pesos (precios de mercado y sociales).

Las inversiones en animales también abarcan un período de 10 años y su desembolso máximo ocurre en el año 12 con un valor de 186,75 millones de pesos. El calendario de inversiones se muestra en el cuadro N° 7.2-4.

En cuanto a la tecnificación del riego se considera la implementación de riego por goteo sólo para manzanos y vid vinífera. La inversión en este ítem corresponde a 2.500 US\$/ha. La transformación de valores de mercado a sociales se efectúa amplificando por el factor 1.13, correspondiente a corrección de la divisa. Los equipos deben renovarse cada 20 años, por lo que al final de la evaluación se incluye su valor residual. La inversión total de riego tecnificado alcanza a 6.841,58 millones de pesos a precios de mercado y a 7.730,98 millones de pesos a precios sociales, desglosándose en el tiempo considerando el programa de plantaciones de los frutales.

El costo operacional del riego tecnificado se ha estimado en un 25% de la inversión. Al igual que las inversiones, su costo anual de operación se ha determinado teniendo en cuenta el programa de plantaciones de los frutales para esta situación con proyecto.

El programa de asistencia técnica se ha previsto realizarlo durante todo el horizonte de la evaluación y para todos los estratos de tamaño de predios. En el cuadro N° 7.2-5 se muestra el calendario de egresos del programa, el que alcanza un valor máximo de 194,45 millones de pesos durante los años 3 a 7 del proyecto. El valor de mercado es equivalente al valor social.

### **7.2.3.3 Flujo de Ingresos Menos Egresos**

Teniendo en consideración los ingresos agropecuarios y los egresos de inversión y operación descritos anteriormente, se ha establecido el flujo de ingresos y egresos de la situación con proyecto, que se presenta en los cuadros N° 7.2-6 y 7.2-7, para precios de mercado y sociales respectivamente.

El flujo total a precios de mercado alcanza a 192.724,68 millones de pesos, valor que a precios sociales se eleva a 266.180,59 millones de pesos.

#### **7.2.4 Indicadores Económicos**

En el proyecto no se han establecido externalidades, por lo que los efectos directos del proyecto corresponden también a los del proyecto global.

Considerando que en los acápite anteriores se ha determinado el flujo de ingresos menos egresos de la situación con proyecto y el margen neto de la situación sin proyecto (que corresponde al flujo de esta situación para todo el horizonte de la evaluación), es posible establecer el flujo diferencial entre ambos casos con el objeto de medir la rentabilidad del proyecto Pencahue.

Restando el flujo de la situación sin proyecto del flujo de ingresos y egresos de la situación con proyecto (cuadros N°7.2-6 y 7), se obtienen los ingresos y egresos de la situación diferencial, que se indica en los cuadros N°7.2-8 y 7.2-9, con los que se determinan los indicadores económicos VAN y TIR.

Los indicadores que resultan de la comparación son :

	<u>Precios de Mercado</u>	<u>Precios Sociales</u>
VAN (millones de pesos)	8.202,45	9.240,41
TIR (%)	12,09	14,62

De los resultados se aprecia que el proyecto es rentable en términos privados y sociales.

#### **7.2.5 Análisis de Sensibilidad**

Para establecer como se modifican los indicadores económicos ante variaciones de los parámetros más influyentes en la evaluación, se ha efectuado un análisis de sensibilidad en el que se modifica la tasa de descuento, se realiza una variación en el valor de las obras de +20%, y una caída en 15% en el precio de los frutales.

Los resultados que se obtiene son los siguientes:

Propuesta de Modificación a Metodologías de Evaluación de Proyectos de Riego

	<u>Precios de Mercado</u>	<u>Precios Sociales</u>
- Tasa	11%	13%
VAN (millones \$)	3.844,60	5.165,60
TIR (%)	12,09	14,62
- Tasa	12%	14%
VAN (millones \$)	275,60	1.791,60
TIR (%)	12,09	14,62
- Obras +20%		
VAN (millones \$)	5.931,28	7.214,58
TIR (%)	11,42	13,93
- Frutales - 15%		
VAN (millones \$)	766,62	2.945,08
TIR (%)	10,31	12,99

Las modificaciones efectuadas en los parámetros de interés van en el sentido de definir éstos en condiciones más estrictas con respecto a la rentabilidad del proyecto, ya que se ha aumentado la tasa de descuento y el valor de las obras y se ha disminuido el precio de los productos de mayor margen. En todos los casos, los indicadores continúan siendo positivos.

**CUADRO 7.2-1 CALENDARIO DE INVERSIONES DE PUESTA EN RIEGO**

Precios de Mercado (\$)

Estrato de Tamaño	Tipo de Predio Promedio	Superficie (ha)	Inversión en Puesta en Riego por Año en Proyecto						Año 8	Año 9
			Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7			
Minifundio (0 a 5 ha)	Actual: Secano	47.8	1,322,196	1,818,025	1,818,025	2,479,147	2,479,147	3,305,513	3,305,513	
Minifundio (0 a 5 ha)	Actual: Riego + Secano	304.4	10,525,239	15,787,706	21,050,173	26,312,945	31,575,412	0	0	
Pequeño (5 a 20 ha)	Actual: Secano	1,115.6	40,401,454	60,602,739	80,802,908	101,004,193	121,205,478	0	0	
Mediano (20 a 100 ha)	Actual: Secano	2,639.8	103,633,268	155,449,903	207,266,537	259,083,171	310,899,805	0	0	
Mediano (20 a 100 ha)	Actual: Riego + Secano	231.9	9,103,930	18,207,860	27,311,791	36,415,721	0	0	0	
Medio - Grande (100 a 200 ha)	Actual: Secano	1,627.7	64,741,768	129,481,907	194,223,675	258,962,187	0	0	0	
Grande (> de 200 ha)	Actual: Secano	234.5	10,014,792	20,029,818	30,044,609	40,059,635	0	0	0	
Medio - Grande (100 a 200 ha)	Actual: Riego + Secano	4,913.4	390,856,057	586,286,542	977,137,685	0	0	0	0	
<b>Total</b>		<b>11,115.1</b>	<b>630,598,703</b>	<b>987,664,499</b>	<b>1,539,655,402</b>	<b>724,316,998</b>	<b>466,159,842</b>	<b>3,305,513</b>	<b>3,305,513</b>	

**CALENDARIO DE INVERSIONES DE PUESTA EN RIEGO**

Precios Sociales (\$)

Estrato de Tamaño	Tipo de Predio Promedio	Superficie (ha)	Inversión en Puesta en Riego por Año en Proyecto						Año 8	Año 9
			Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7			
Minifundio (0 a 5 ha)	Actual: Secano	47.8	1,189,976	1,636,223	1,636,223	2,231,232	2,231,232	2,974,962	2,974,962	
Minifundio (0 a 5 ha)	Actual: Riego + Secano	304.4	9,472,715	14,208,935	18,945,156	23,681,650	28,417,871	0	0	
Pequeño (5 a 20 ha)	Actual: Secano	1,115.6	36,361,309	54,542,465	72,722,617	90,903,774	109,084,930	0	0	
Mediano (20 a 100 ha)	Actual: Secano	2,639.8	93,269,942	139,904,912	186,539,883	233,174,854	279,809,825	0	0	
Mediano (20 a 100 ha)	Actual: Riego + Secano	231.9	8,193,537	16,387,074	24,580,612	32,774,149	0	0	0	
Medio - Grande (100 a 200 ha)	Actual: Secano	1,627.7	58,267,591	116,533,717	174,801,307	233,065,968	0	0	0	
Grande (> de 200 ha)	Actual: Secano	234.5	9,013,312	18,026,836	27,040,148	36,053,672	0	0	0	
Medio - Grande (100 a 200 ha)	Actual: Riego + Secano	4,913.4	351,770,451	527,657,887	879,423,916	0	0	0	0	
<b>Total</b>		<b>11,115.1</b>	<b>567,538,833</b>	<b>888,898,049</b>	<b>1,385,689,862</b>	<b>651,885,298</b>	<b>419,543,858</b>	<b>2,974,962</b>	<b>2,974,962</b>	

Propuesta de Modificación a Metodologías de Evaluación de Proyectos de Riego

**CUADRO 7.2-2  
CALENDARIO DE INVERSIONES EN CONSTRUCCIONES Y EQUIPAMIENTO DE GANADERÍA**

**Precios de Mercado (\$)**

Estrato de Tamaño	Tipo de Predio Promedio	Superficie ( ha )	Inversión en Infraestructura de Ganadería por Año en Proyecto									
			Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12
Pequeño (5 a 20 ha)	Actual: Secano	216.8	2.255,804	3.458,827	4.661,850	5.864,874	7.067,897	8.270,920	9.323,701	10.376,265	11.429,046	12.481,393
Mediano (20 a 100 ha)	Actual: Secano	785.7	11.684,930	17.917,103	24.149,275	30.381,448	36.613,620	42.845,792	48.299,336	53.752,094	59.205,638	64.659,967
Mediano (20 a 100 ha)	Actual: Riego + Secano	52.0	1.804,504	2.062,320	2.320,084	2.320,084	2.577,900	2.577,900	2.835,664	3.093,480	3.093,480	3.093,480
Medio - Grande (100 a 200 ha)	Actual: Secano	522.5	15.599,760	17.828,223	20.056,685	20.056,685	22.285,148	22.285,148	24.513,610	26.742,073	26.742,073	26.741,550
Grande (> de 200 ha)	Actual: Secano	545.4	15.436,456	17.641,508	19.846,561	19.846,561	22.051,613	22.051,613	24.257,210	26.462,263	26.462,263	26.461,717
Medio - Grande (100 a 200 ha)	Actual: Riego + Secano	26.0	776,256	887,146	998,036	998,036	1.108,926	1.108,926	1.219,816	1.330,706	1.330,706	1.330,680
<b>Total</b>		<b>2.148.4</b>	<b>47,557,711</b>	<b>59,795,127</b>	<b>72,032,491</b>	<b>79,467,687</b>	<b>91,705,103</b>	<b>99,140,299</b>	<b>110,449,337</b>	<b>121,756,880</b>	<b>128,263,205</b>	<b>134,768,787</b>

**CALENDARIO DE INVERSIONES EN CONSTRUCCIONES Y EQUIPAMIENTO DE GANADERÍA**

**Precios Sociales (\$)**

Estrato de Tamaño	Tipo de Predio Promedio	Superficie ( ha )	Inversión en Infraestructura de Ganadería por Año en Proyecto									
			Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12
Pequeño (5 a 20 ha)	Actual: Secano	216.8	2.030,224	3.112,944	4.195,665	5.278,386	6.361,107	7.443,828	8.391,331	9.338,638	10,286,141	11,233,254
Mediano (20 a 100 ha)	Actual: Secano	785.7	10,516,437	16,125,393	21,734,348	27,343,303	32,952,258	38,561,213	43,469,402	48,376,885	53,285,074	58,193,970
Mediano (20 a 100 ha)	Actual: Riego + Secano	52.0	1,624,054	1,856,088	2,088,076	2,088,076	2,320,110	2,320,110	2,552,098	2,784,132	2,784,132	2,784,132
Medio - Grande (100 a 200 ha)	Actual: Secano	522.5	14,039,784	16,045,400	18,051,017	18,051,017	20,056,633	20,056,633	22,062,249	24,067,865	24,067,865	24,067,395
Grande (> de 200 ha)	Actual: Secano	545.4	13,892,811	15,877,358	17,861,905	17,861,905	19,846,452	19,846,452	21,831,489	23,816,036	23,816,036	23,815,545
Medio - Grande (100 a 200 ha)	Actual: Riego + Secano	26.0	698,630	798,431	898,232	898,232	998,033	998,033	1,097,834	1,197,635	1,197,635	1,197,612
<b>Total</b>		<b>2.148.4</b>	<b>42,801,940</b>	<b>53,815,614</b>	<b>64,829,242</b>	<b>71,520,918</b>	<b>82,534,593</b>	<b>89,226,269</b>	<b>99,404,404</b>	<b>109,581,192</b>	<b>115,436,884</b>	<b>121,291,908</b>

**CUADRO 7.2-3**  
**CALENDARIO DE INVERSIONES EN EQUIPOS E IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS**  
Precios de Mercado y Sociales ( \$ )

Estrato de Tamaño	Tipo de Predio Promedio	Superficie ( ha )	Inversiones Agrícolas por Año en Proyecto				
			Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7
Mediano (20 a 100 ha)	Actual: Secano	2,639.8	193,650,448	290,478,312	387,303,537	484,128,761	580,953,985
Mediano (20 a 100 ha)	Actual: Riego + Secano	231.9	17,011,720	34,023,672	51,035,393	68,047,345	0
Medio - Grande (100 a 200 ha)	Actual: Secano	1,627.7	49,441,388	98,884,403	148,325,790	197,768,805	0
Grande (> de 200 ha)	Actual: Secano	4,913.4	104,906,003	209,807,093	314,713,097	419,619,100	0
Medio - Grande (100 a 200 ha)	Actual: Riego + Secano	234.5	14,246,110	21,369,047	35,615,157	0	0
<b>Total</b>		<b>9,647.3</b>	<b>379,255,669</b>	<b>654,562,528</b>	<b>936,992,973</b>	<b>1,169,564,011</b>	<b>580,953,985</b>

**CUADRO 7.2-4  
CALENDARIO DE INVERSIONES EN ANIMALES  
Precios de Mercado y Sociales ( \$ )**

Estrato de Tamaño	Tipo de Predio Promedio	Superficie ( ha )	Inversión en Animales (Ganadería) por Año en Proyecto									
			Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12
Pequeño (5 a 20 ha)	Actual: Secano	216.8	5,579,998	8,556,012	11,532,026	14,508,039	17,484,053	20,460,066	23,064,051	25,668,036	28,272,021	30,875,355
Mediano (20 a 100 ha)	Actual: Secano	785.7	14,032,602	21,516,395	29,000,187	36,484,765	43,968,558	51,452,350	58,001,160	64,549,969	71,097,993	77,646,803
Mediano (20 a 100 ha)	Actual: Riego + Secano	52.0	2,166,996	2,476,552	2,786,160	2,786,160	3,095,716	3,095,716	3,405,272	3,714,880	3,714,880	3,714,828
Medio - Grande (100 a 200 ha)	Actual: Secano	522.5	20,680,550	23,635,288	26,589,503	26,589,503	29,543,718	29,543,718	32,498,455	35,452,670	35,452,670	35,453,193
Grande (> de 200 ha)	Actual: Secano	545.4	21,758,733	24,866,968	27,975,748	27,975,748	31,083,982	31,083,982	34,192,217	37,300,997	37,300,997	37,300,451
Medio - Grande (100 a 200 ha)	Actual: Riego + Secano	26.0	1,029,080	1,176,110	1,323,114	1,323,114	1,470,118	1,470,118	1,617,148	1,764,152	1,764,152	1,764,178
<b>Total</b>		<b>2,148.4</b>	<b>65,247,959</b>	<b>82,227,324</b>	<b>99,206,737</b>	<b>109,667,329</b>	<b>126,646,144</b>	<b>137,105,950</b>	<b>152,778,303</b>	<b>168,450,704</b>	<b>177,602,713</b>	<b>186,754,808</b>

**CUADRO 7.2-5  
COSTO PROGRAMA ASISTENCIA TÉCNICA  
Precios de Mercado y Sociales ( \$ )**

Estrato de Tamaño	Tipo de Predio Promedio	Superficie ( ha )	Asistencia Técnica por Año en Proyecto			
			Años 3 a 7	Años 8 y 9	Años 10 a 12	Año 13 y Siguintes
Minifundio (0 a 5 ha)	Actual: Secano	47.8	836,213	836,213	209,029	209,029
Minifundio (0 a 5 ha)	Actual: Riego + Secano	304.4	5,325,174	1,331,141	1,331,141	1,331,141
Pequeño (5 a 20 ha)	Actual: Secano	1,115.6	19,516,306	19,516,306	19,516,306	4,878,519
Mediano (20 a 100 ha)	Actual: Secano	2,639.8	46,180,661	46,180,661	46,180,661	11,543,845
Mediano (20 a 100 ha)	Actual: Riego + Secano	231.9	4,056,859	4,056,859	4,056,859	1,014,099
Medio - Grande (100 a 200 ha)	Actual: Secano	1,627.7	28,474,984	28,474,984	28,474,984	7,117,932
Grande (> de 200 ha)	Actual: Secano	4,913.4	85,955,020	85,955,020	85,955,020	21,486,298
Medio - Grande (100 a 200 ha)	Actual: Riego + Secano	234.5	4,102,343	4,102,343	4,102,343	1,025,469
<b>Total</b>		<b>11,115.1</b>	<b>194,447,559</b>	<b>190,453,527</b>	<b>189,826,343</b>	<b>48,606,332</b>

Propuesta de Modificación a Metodologías de Evaluación de Proyectos de Riego

CUADRO 7.2-6  
 INGRESOS MENOS EGRESOS  
 SITUACIÓN CON PROYECTO  
 Precios de Mercado (Millones \$)

AÑO	BENEFICIOS AGRICOLAS	EGRESOS						INGRESOS - EGRESOS
		OBRAS	PUESTA EN RIEGO	COSTOS DE OPERACIÓN	ASISTENCIA TÉCNICA	INVERSIONES AGRICOLAS	TECNIFICACIÓN RIEGO	
0	520.52	3,972.93						-3,452.41
1	520.52	6,741.95						-6,221.43
2	520.52	1,324.31						-803.79
3	152.34		630.60	236.37	194.45	492.06	704.68	-2,105.82
4	-242.84		987.66	573.32	194.45	796.58	2,052.47	-4,847.33
5	-567.60		1,539.66	1,076.17	194.45	1,108.23	4,063.90	-8,550.00
6	-209.92		724.32	1,702.18	194.45	1,358.70	6,567.92	-10,757.48
7	3,404.20		466.16	1,770.59	194.45	799.31	6,841.58	-6,667.88
8	6,483.95		3.31	1,770.59	190.45	236.25		4,283.36
9	9,329.20		3.31	1,770.59	190.45	263.23		7,101.63
10	11,504.08			1,770.59	189.83	290.21		9,253.46
11	12,430.50			1,770.59	189.83	305.87		10,164.22
12	12,583.67			1,770.59	189.83	134.77		10,488.49
13	12,583.67			1,770.59	48.61			10,764.48
14	12,583.67			1,770.59	48.61			10,764.48
15	12,583.67			1,770.59	48.61			10,764.48
16	12,583.67			1,770.59	48.61			10,764.48
17	12,583.67			1,770.59	48.61			10,764.48
18	12,583.67			1,770.59	48.61			10,764.48
19	12,583.67			1,770.59	48.61			10,764.48
20	12,583.67			1,770.59	48.61			10,764.48
21	12,583.67			1,770.59	48.61			10,764.48
22	12,583.67			1,770.59	48.61			10,764.48
23	12,583.67			1,770.59	48.61		704.68	10,059.80
24	12,583.67			1,770.59	48.61		2,052.47	8,712.01
25	12,583.67			1,770.59	48.61		4,063.90	6,700.58
26	12,583.67			1,770.59	48.61		6,567.92	4,196.56
27	12,583.67			1,770.59	48.61		6,841.58	3,922.90
28	12,583.67			1,770.59	48.61			10,764.48
29	12,583.67			1,770.59	48.61			10,764.48
30	12,583.67	-5,297.24		1,770.59	48.61		-16,012.38	32,074.10
TOTAL	282,935.18	6,741.95	4,355.01	46,082.09	2,797.54	5,785.20	24,448.73	192,724.68

Propuesta de Modificación a Metodologías de Evaluación de Proyectos de Riego

**CUADRO 7.2-7**  
**INGRESOS MENOS EGRESOS**  
**SITUACIÓN CON PROYECTO**  
**Precios de Sociales (Millones \$)**

AÑO	BENEFICIOS AGRICOLAS	EGRESOS						INGRESOS - EGRESOS
		OBRAS	PUEST A EN RIEGO	COSTOS DE OPERACIÓN	ASISTENCIA TÉCNICA	INVERSIONES AGRICOLAS	TECNIFICACIÓN RIEGO	
0	727.76	3,575.64						-2,847.88
1	727.76	6,067.75						-5,339.99
2	727.76	1,191.88						-464.12
3	153.21		567.54	253.25	194.45	487.31	796.29	-2,145.62
4	-503.36		888.90	634.00	194.45	790.61	2,319.29	-5,330.60
5	-1,153.74		1,385.69	1,202.22	194.45	1,101.03	4,592.21	-9,629.34
6	1,329.84		651.89	1,909.61	194.45	1,350.75	7,421.75	-10,198.61
7	3,605.13		419.54	1,986.92	194.45	790.13	7,730.99	-7,516.90
8	7,573.65		2.97	1,986.92	190.45	226.33		5,166.97
9	11,557.59		2.97	1,986.92	190.45	252.18		9,125.07
10	14,712.11			1,986.92	189.83	278.03		12,257.34
11	16,076.43			1,986.92	189.83	293.04		13,606.64
12	16,273.23			1,986.92	189.83	186.75		13,909.73
13	16,273.23			1,986.92	48.61			14,237.71
14	16,232.54			1,986.92	48.61			14,197.01
15	16,232.54			1,986.92	48.61			14,197.01
16	16,232.54			1,986.92	48.61			14,197.01
17	16,232.54			1,986.92	48.61			14,197.01
18	16,232.54			1,986.92	48.61			14,197.01
19	16,232.54			1,986.92	48.61			14,197.01
20	16,232.54			1,986.92	48.61			14,197.01
21	16,232.54			1,986.92	48.61			14,197.01
22	16,232.54			1,986.92	48.61			14,197.01
23	16,232.54			1,986.92	48.61		796.29	13,400.72
24	16,232.54			1,986.92	48.61		2,319.29	11,877.72
25	16,232.54			1,986.92	48.61		4,592.21	9,604.81
26	16,232.54			1,986.92	48.61		7,421.75	6,775.26
27	16,232.54			1,986.92	48.61		7,730.99	6,466.03
28	16,232.54			1,986.92	48.61			14,197.01
29	16,232.54			1,986.92	48.61			14,197.01
30	16,232.54	-4,767.52		1,986.92	48.61		-18,093.98	37,058.52
TOTAL	364,033.71	6,067.75	3,919.51	51,685.10	2,797.54	5,756.17	27,627.06	266,180.59

**CUADRO 7.2-8  
DETERMINACIÓN DE INDICADORES ECONÓMICOS  
PRECIOS MERCADO (Millones \$)**

<b>AÑO</b>	<b>INGRESOS - EGRESOS SITUACIÓN ACTUAL</b>	<b>INGRESOS - EGRESOS SITUACIÓN CON PROYECTO</b>	<b>FLUJO DIFERENCIAL</b>
0	520.52	-3,452.41	-3,972.93
1	520.52	-6,221.43	-6,741.95
2	520.52	-803.79	-1,324.31
3	520.52	-2,105.82	-2,626.34
4	520.52	-4,847.33	-5,367.85
5	520.52	-8,550.00	-9,070.52
6	520.52	-10,757.48	-11,278.00
7	520.52	-6,667.88	-7,188.40
8	520.52	4,283.36	3,762.84
9	520.52	7,101.63	6,581.11
10	520.52	9,253.46	8,732.94
11	520.52	10,164.22	9,643.70
12	520.52	10,488.49	9,967.97
13	520.52	10,764.48	10,243.96
14	520.52	10,764.48	10,243.96
15	520.52	10,764.48	10,243.96
16	520.52	10,764.48	10,243.96
17	520.52	10,764.48	10,243.96
18	520.52	10,764.48	10,243.96
19	520.52	10,764.48	10,243.96
20	520.52	10,764.48	10,243.96
21	520.52	10,764.48	10,243.96
22	520.52	10,764.48	10,243.96
23	520.52	10,059.80	9,539.28
24	520.52	8,712.01	8,191.49
25	520.52	6,700.58	6,180.06
26	520.52	4,196.56	3,676.04
27	520.52	3,922.90	3,402.38
28	520.52	10,764.48	10,243.96
29	520.52	10,764.48	10,243.96
30	520.52	32,074.10	31,553.58
		<b>VAN</b>	<b>8,202.46</b>
		<b>TIR</b>	<b>12.09%</b>

**CUADRO 7.2-9  
DETERMINACIÓN DE INDICADORES ECONÓMICOS  
PRECIOS SOCIALES (Millones \$)**

<b>AÑO</b>	<b>INGRESOS - EGRESOS SITUACIÓN ACTUAL</b>	<b>INGRESOS - EGRESOS SITUACIÓN CON PROYECTO</b>	<b>FLUJO DIFERENCIAL</b>
0	727.76	-2,847.88	-3,575.64
1	727.76	-5,339.99	-6,067.75
2	727.76	-464.12	-1,191.88
3	727.76	-2,145.62	-2,873.38
4	727.76	-5,330.60	-6,058.36
5	727.76	-9,629.34	-10,357.10
6	727.76	-10,198.61	-10,926.37
7	727.76	-7,516.90	-8,244.66
8	727.76	5,166.97	4,439.21
9	727.76	9,125.07	8,397.31
10	727.76	12,257.34	11,529.58
11	727.76	13,606.64	12,878.88
12	727.76	13,909.73	13,181.97
13	727.76	14,237.71	13,509.95
14	727.76	14,197.01	13,469.25
15	727.76	14,197.01	13,469.25
16	727.76	14,197.01	13,469.25
17	727.76	14,197.01	13,469.25
18	727.76	14,197.01	13,469.25
19	727.76	14,197.01	13,469.25
20	727.76	14,197.01	13,469.25
21	727.76	14,197.01	13,469.25
22	727.76	14,197.01	13,469.25
23	727.76	13,400.72	12,672.96
24	727.76	11,877.72	11,149.96
25	727.76	9,604.81	8,877.05
26	727.76	6,775.26	6,047.50
27	727.76	6,466.03	5,738.27
28	727.76	14,197.01	13,469.25
29	727.76	14,197.01	13,469.25
30	727.76	37,058.52	36,330.76
		<b>VAN</b>	<b>9,240.41</b>
		<b>TIR</b>	<b>14.62%</b>

## **8. APLICACIÓN A CASOS REALES: PROYECTO SANTA JUANA**

### **8.1 Descripción del Proyecto**

Ubicado en las Comunas de Vallenar y Huasco, III Región, este proyecto, si bien se puede considerar como un proyecto mayor, no ha sido exitoso. La principal dificultad que ha enfrentado es la baja intensificación de la puesta en riego, lo poco innovadores que son sus agricultores y el escaso apoyo técnico registrado en la zona.

Es necesario mencionar que en el estudio del volumen óptimo del embalse Santa Juana, se determinó que el embalse debía ser de 100 millones de m<sup>3</sup> de capacidad. Sin embargo, por consideraciones de tipo sociales y/o políticas, se decidió construir un embalse con un volumen de acumulación de 160 millones de m<sup>3</sup>. Cabe mencionar que esto incide directamente en la evaluación económica de la rentabilidad del embalse, puesto que al estar sobredimensionado los costos de inversión son mayores disminuyendo el beneficio neto, lo que disminuye la rentabilidad del proyecto.

Por otro lado, el Proyecto Embalse Santa Juana contemplaba originalmente la construcción del embalse y el mejoramiento e implementación de infraestructura adecuada para la distribución del agua almacenada. De esta forma se mejoraría el riego de aproximadamente 12.000 há ubicadas aguas abajo del embalse, en las secciones tercera y cuarta del río Huasco, y aumentaría la disponibilidad de recursos para el riego de la primera y segunda secciones, correspondientes a los valles de los ríos San Félix y El Tránsito, respectivamente.

El principal problema que se ha visto en el valle del río Huasco, es que la infraestructura de riego necesaria para la distribución del agua, que había sido contemplada en el proyecto original, no ha sido implementada en su totalidad y prácticamente, sólo ha habido mejoramientos de canales en la tercera sección, que corresponde a la de mejores condiciones de suelos, clima, etc.

En relación con esto, así como en la tercera sección se han ejecutado obras de mejoramiento; en la cuarta sección, correspondiente al sector bajo del Huasco, no se ha invertido en infraestructura, probablemente debido a las condiciones de clima y suelos existentes, que no resultan tan favorables en comparación con la tercera sección, puesto que por ejemplo respecto a la calidad de los suelos, en esta zona presentan una alta salinidad debido en gran medida a los problemas de drenaje existentes.

Además, se ha observado que los agricultores de la zona, que en su mayoría corresponden a pequeños agricultores que no pertenecen a ninguna organización, no se han mostrado muy abiertos a realizar cambios en los cultivos, ya sea por razones culturales o bien de tipo económicas, puesto que realizar cambios en la estructura de cultivos les significaría costos que para ellos pueden resultar elevados.

Otro problema que se observa en el valle del Huasco es la baja eficiencia de los métodos de riego utilizados, que por lo general corresponden a riego por surco o por tendido, existiendo en menor medida el riego por goteo y microaspersión. Aumentar la eficiencia de riego significaría invertir en maquinaria y tecnología, lo que para los pequeños agricultores a veces resulta inalcanzable.

Además de lo anterior, otro punto a considerar es el mercado al cual distribuir los productos del valle del Huasco. Si bien existen ciudades importantes relativamente próximas, como son La Serena y Copiapó, éstas son abastecidas principalmente con la producción propia, por lo que el mercado para el valle del Huasco queda limitado al propio valle y, eventualmente, a la exportación.

Finalmente, se debe mencionar que en la zona prácticamente no existe asistencia técnica, lo que se aprecia en casi todos los cultivos que se producen en el valle, con la excepción de la producción de uva de mesa y pisquera, que cuentan con organizaciones e infraestructura agroindustrial funcionando.

A continuación se presentan los resultados de la evaluación económica del proyecto, obtenidos a partir de la aplicación de la Propuesta Metodológica presentada en el Capítulo 5.

## **8.2 Evaluación Económica**

### **8.2.1 Introducción**

En este subcapítulo corresponde desarrollar la evaluación económica del proyecto Santa Juana, considerando como base los antecedentes de efectos directos, externalidades y efectos de impacto ambiental descritos en los capítulos anteriores.

La evaluación económica se realiza determinando los indicadores económicos más habitualmente utilizados en proyectos de riego : el valor actualizado neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR). Estos indicadores se establecen considerando un horizonte de evaluación de 30 años (además del año 0), tanto a precios de mercado como a precios sociales.

El nivel de precios considerado es el vigente a Diciembre de 2003, con una tasa de cambio igual a 602 \$/US\$ y un valor de 16.920 \$/UF. Las tasas de descuento empleadas corresponden a 10% para los análisis privados y 12% para la evaluación social.

El procedimiento metodológico utilizado es el descrito en la etapa anterior del estudio, considerándose en primer término la caracterización económica de la situación sin proyecto y mejorada, y luego la de la situación con proyecto.

Para el análisis de los efectos directos del proyecto, la caracterización agrícola y económica del área de estudio, tanto en la situación actual y mejorada

como en la proyectada, se ha efectuado definiendo 5 unidades de planificación y 16 predios promedio, los que efectivamente representan la vocación agrícola del área y sus perspectivas de desarrollo. Asimismo, la agrupación de estos predios promedio, permiten expandir esta caracterización agrícola y económica a la totalidad del área beneficiaria del proyecto, con lo cual, mediante la incorporación de los egresos asociados a la construcción y operación del embalse, el mejoramiento de canales, obras de puesta en riego además de otros costos, se puede establecer el resultado económico del proyecto de riego.

Los beneficios y egresos directos del proyecto se complementan con las externalidades que se ha logrado estimar en el capítulo anterior, las que corresponden al costo generalizado de viajes de los usuarios y a cambios en el nivel de la napa freática.

Finalmente se determina el flujo diferencial entre las situaciones con y sin proyecto, con lo que se establecen los indicadores económicos. Por último, se realiza un análisis de sensibilidad, para verificar la estabilidad de los indicadores económicos ante la variación de los principales parámetros.

## **8.2.2 Efectos Directos. Situación sin Proyecto y Mejorada**

### **8.2.2.1 Ingresos**

El área del estudio considera 5 unidades de planificación definiéndose además 16 predios promedio. La unidad de planificación 1, correspondiente al valle del río El Carmen, comprende 3 predios promedio con una superficie bruta de 423,6 ha; la unidad de planificación 2, valle del río El Tránsito, tiene 3 predios promedio y una superficie bruta de 1.074,8 ha; la unidad de planificación 3b, río Huasco desde el embalse al puente Nicolasa, tiene 5 predios con una superficie bruta de 9.522,9 ha; la unidad de planificación 3a, correspondiente al río Huasco entre La Junta y el embalse, tiene 1 predio y 70,1 ha brutas; y finalmente la unidad de planificación 4, Freirina – Huasco, contiene los restantes 4 predios promedio con una superficie bruta que alcanza a 1.292,6 ha. La superficie bruta total del área de estudio es 12.384 ha.

Descontando la superficie no productiva, que incluye caminos, construcciones y otros, forestales y el suelo en barbecho, la superficie neta total del área es 11.305,9 ha, cuya caracterización agrícola de situación sin proyecto se refleja fielmente con la expansión de los 16 predios promedio.

En el área total del estudio predominan los pastos naturales de secano con 3.517,0 ha que representan un 31,1% de la superficie neta. Otros rubros importantes son las praderas artificiales y el trigo, que con 1.563,7 ha y 1.304,6 ha ocupan el 13,8% y 11,5% del suelo productivo respectivamente. Cabe destacar la presencia de 2.090,2 ha de frutales (principalmente olivos en la unidad de planificación 4) y 601,9 ha de praderas naturales de riego. La superficie neta se complementa con cultivos anuales, donde predominan la cebada, maíz y papas.

Para establecer el margen neto de la situación sin proyecto, es necesario tener en cuenta que el resultado económico de la actividad agrícola es función de los recursos hídricos disponibles y como tal, es un resultado que no es medible en términos determinísticos, sino que más bien lo es en términos probabilísticos, asociado a un valor esperado en el largo plazo. De esta forma, deben utilizarse los resultados del procesamiento del modelo de simulación hidrológica descrito anteriormente para utilizar los coeficientes de satisfacción de la demanda para cada año y mes de la serie hidrológica.

En la determinación del margen de cada cultivo se han utilizado las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned} \text{Rendimiento} &= R_{\max} \times (1 - K_y \times (1 - k)) \\ \text{Margen} &= \text{Rendimiento} \times (\text{precio venta} - \text{costo cosecha}) - \text{costo precosecha} \end{aligned}$$

El rendimiento máximo ( $R_{\max}$ ), precio de venta, costo de cosecha y costo de precosecha se obtienen directamente de las fichas de cada cultivo. Debe mencionarse que, en este proyecto, estas fichas no incluyen los gastos indirectos asociados a la actividad agrícola, por lo que el margen que se determina corresponde al margen bruto. Para obtener el margen neto deben descontarse posteriormente los gastos indirectos. El factor de respuesta ( $K_y$ ) es propio de cada cultivo y ha sido definido en ese mismo subcapítulo.

Con respecto al coeficiente de satisfacción de la demanda "k", dependiendo de la oportunidad del requerimiento de agua de los cultivos, se utiliza un k anual ( $k_a$ ) o k de primavera ( $k_p$ ). En este caso, todos los cultivos hacen uso de riego anual, con excepción del trigo que requiere de riego de primavera.

Como se ha indicado anteriormente, la determinación del coeficiente de satisfacción de la demanda hace uso de los resultados del modelo hidrológico, los que se han presentado en subcapítulos previos del informe. Para el cálculo del margen bruto de cada cultivo se ha utilizado el k promedio hidrológico obtenido de la serie de 39 años. Debe mencionarse también que en los diferentes predios promedio se ha dado un orden de preferencia para el uso del agua, que considera en primer término el riego de frutales y viñas, luego los cultivos anuales y, finalmente, praderas.

Para cada cultivo, por predio promedio, se ha establecido el margen esperado unitario con el k promedio hidrológico, los que se presentan, a precios de mercado y sociales, en Anexos del Informe Final.

El ingreso bruto esperado que resulta de considerar los márgenes esperados unitarios de situación actual y las superficies de los diferentes cultivos corresponden al primer año del estudio (año 0), ya que desde el año siguiente comienzan a apreciarse los efectos de la asistencia técnica que se desarrolla en el área del estudio a partir del año inicial, y que definen la situación mejorada. Para el

año 0 el ingreso bruto esperado total a precios de mercado es 1.467,6 millones de pesos, valor que crece a 2.019,6 millones de pesos a precios sociales.

La situación mejorada no incorpora nueva superficie al área de estudio ni provoca un cambio de los cultivos de situación actual, considerándose que sólo hay un incremento en el margen bruto esperado unitario de cada cultivo equivalente a un 5% del margen actual. Los márgenes esperados con el k promedio hidrológico para la situación mejorada, a precios de mercado y sociales, se presentan en Anexos del Informe Final.

La transición de la situación actual a la mejorada (desde el año 1 en adelante) se realiza considerando las curvas de gradualidad que se han definido para cultivos anuales y frutales, además de ganadería. Los ingresos meta para la situación mejorada se alcanzan, dependiendo de los estratos de tamaño de los predios, en períodos de 8 y 10 años para cultivos anuales – frutales y ganadería respectivamente.

De acuerdo al procedimiento descrito, se ha determinado el flujo de beneficios brutos de la actividad agrícola para la situación actual – mejorada, por predio promedio y, por extensión, para el área total. Estos resultados para todo el horizonte del proyecto se presentan en Anexos del Informe Final, tanto a precios de mercado como sociales, apreciándose que para la situación mejorada ya estabilizada los ingresos esperados para toda el área son 1.541,9 millones de pesos a precios de mercado y 2.120,2 millones de pesos a precios sociales.

#### **8.2.2.2 Egresos**

Los egresos correspondientes a la situación sin proyecto corresponden a los relacionados con la actividad agrícola propiamente tal, los que ya están incluidos en las fichas de cada cultivo, y a los gastos indirectos. Estos gastos consideran contribuciones y derechos de agua, para los que se ha determinado un costo por hectárea. Estos gastos a precios de mercado ascienden a 884,75 millones de pesos, los que se reducen a 725,30 millones de pesos a precios sociales, ya que se excluyen las contribuciones.

Para la situación mejorada, que como ya se ha indicado comienza en el año 1, además de los egresos agrícolas ya incorporados en la determinación de los márgenes, debe incluir el costo de la asistencia técnica que se propone realizar en toda el área del estudio y los gastos indirectos asociados a la actividad agrícola.

El costo de la asistencia técnica asciende a 11 UF/predio a aplicar durante el período en que se estabilizan los márgenes en cada uno de los estratos de tamaño. Considerando el número de predios por estrato y los años de transición en cada uno de ellos, se ha establecido este costo, que tiene un valor máximo entre los años 1 y 6 equivalente a 340,42 millones de pesos, tanto a precios de mercado como sociales.

Con respecto a los gastos indirectos de la situación mejorada, ellos son los mismos que los determinados para la situación actual.

### **8.2.2.3 Flujo de Ingresos Menos Egresos**

Considerando el flujo de ingresos agropecuarios de esta situación actual y mejorada, y los costos de asistencia técnica y gastos indirectos anteriores, se ha establecido el correspondiente flujo de ingresos y egresos, que se presenta en los cuadros N° 8.2-1 y 8.2-2, para precios de mercado y sociales respectivamente. El flujo se estabiliza en el año 10, alcanzando a 657,12 millones de pesos a precios de mercado y 1.394,86 millones de pesos a precios sociales.

## **8.2.3 Efectos Directos. Situación con Proyecto**

### **8.2.3.1 Ingresos**

Para la situación con proyecto el área bruta del estudio sigue siendo igual a 12.384 ha, permaneciendo aún superficie en barbecho, pero se eliminan las praderas naturales de secano y forestales. Considerándose que se mantienen las 305,8 ha de suelo improductivo, la superficie neta asciende a 11.524,4 ha.

En esta nueva condición del área se masifica la introducción de especies frutícolas, comprendiendo 1.490,6 ha de viñas y parronales, 1.471,1 ha de frutales de hoja caduca (ciruelos, damascos y duraznos) y frutales de hoja persistente (paltos, naranjos y chirimoyos principalmente). Se incorporan también praderas artificiales con un total de 1.758,1 ha, además de cultivos industriales, como jojoba e higuera, con 313,8 ha y 326,1 ha, respectivamente. El resto de la superficie productiva se complementa con chacras y hortalizas de invierno (tomates, porotos verdes y habas - arvejas), chacras y hortalizas de primavera (tomate industrial, melón y sandía), además de trigo y maíz.

Al igual que para situación actual, para establecer el margen neto de la situación con proyecto, es necesario tener en cuenta que el resultado económico de la actividad agrícola es función de los recursos hídricos disponibles y como tal, corresponde a un valor esperado en el largo plazo. De esta forma, deben utilizarse los resultados del procesamiento del modelo de simulación hidrológica (para la estructura de cultivos prevista ya estabilizada en términos de plantación y márgenes económicos) para utilizar los coeficientes de satisfacción de la demanda para cada año y mes de la serie hidrológica.

Todos los cultivos hacen uso de riego anual, con excepción de chacras y hortalizas de primavera y trigo. Las fichas de los cultivos no incluyen los gastos indirectos, por lo que el margen que se establece es el margen bruto.

Para el cálculo del margen bruto de cada cultivo se ha utilizado el k promedio hidrológico obtenido de la serie de 39 años. Como en situación actual, también en este caso para los diferentes predios promedio se ha dado un orden de preferencia para el uso del agua, que considera en primer término el riego de frutales y viñas, luego frutales asociados, jojoba e higuierilla, seguido por las chacras y hortalizas, después los cereales y, finalmente, praderas.

Para cada cultivo, por predio promedio, se ha establecido el margen bruto esperado con el k promedio hidrológico, los que se presentan, a precios de mercado y sociales, en Anexos del Informe Final.

El resultado económico esperado que se obtiene de los márgenes del Anexo citado corresponde al del año en que ya se han estabilizado las superficies y márgenes en sus características de desarrollo, lo cual varía dependiendo del predio promedio y cultivos previstos. Por otra parte, se considera que las obras comienzan su operación en el cuarto año del estudio (año 3, ya que el año base es el 0), por lo que los márgenes económicos de los años anteriores son equivalentes a los de la situación actual (año 0) y mejorada (año 1 y 2). El enlace entre los valores económicos de ambos períodos (márgenes de situación actual - mejorada y márgenes para situación con proyecto ya estabilizada) se efectúa teniendo en cuenta la evolución de la superficie de cada predio promedio año a año y la curva logística que se ha definido para cultivos anuales, ganadería y frutales (por predio promedio).

Para establecer el beneficio bruto de los cultivos que permanecen en situación mejorada luego de iniciado el funcionamiento de las obras (ya que son sustituidos gradualmente por cultivos de situación con proyecto) se ha considerado su superficie por el ingreso promedio de los cultivos de situación mejorada por estrato de tamaño (ver cuadros de Anexos en Informe Final). La evolución de la superficie para cada predio promedio se presenta en Anexos del Informe Final, mostrándose en ella la forma en que los cultivos de situación mejorada son reemplazados por los previstos para la situación con proyecto.

Para cada predio promedio, el margen esperado de los cultivos anuales permanece constante desde el año de estabilización hasta el fin del horizonte de la evaluación. Por su parte, el margen esperado de los cultivos multianuales evoluciona de acuerdo al ciclo productivo de cada cultivo, lo que está reflejado en su ficha productiva y económica. Para manejar la combinación calendario de plantaciones - estabilización económica de los márgenes, que permiten determinar los ingresos esperados para cada año, se han utilizado las curvas de gradualidad de los cultivos.

Según el procedimiento descrito, es posible determinar el flujo de beneficios brutos de la actividad agrícola por predio promedio, y por extensión, del total del área, tanto a precios de mercado como sociales. Estos resultados se muestran en Anexos del Informe Final, para precios de mercado y sociales.

### 8.2.3.2 Egresos

Los egresos que deben considerarse corresponden a las inversiones y costos de operación y mantención de las obras, la puesta en riego y habilitación de suelos, gastos indirectos asociados a la actividad agrícola, tecnificación del riego, asistencia técnica, inversiones agrícolas varias (construcciones y equipamiento de ganadería y animales) y el costo de operación anual del riego tecnificado. Al igual que en la situación sin proyecto, los costos de producción agrícola (exceptuando gastos indirectos) ya han sido considerados en la determinación de los márgenes agropecuarios, por lo que no se incluyen específicamente en este acápite de egresos.

A precios de mercado, el valor actualizado a Diciembre de 2003 del embalse alcanza a 26.908 millones de pesos, mientras que el del mejoramiento de canales es 2.909 millones de pesos. Estos valores a precios sociales corresponden a 26.370 y 2.851 millones de pesos respectivamente, ya que se ha utilizado el factor 0,98 para transformar precios de mercado a precios sociales (el mismo del estudio original). De acuerdo a ese estudio, en el calendario de inversiones se ha supuesto que para el embalse el desembolso corresponde a un 20% en año 0, un 43% en el año 1, y un 37% en año 2. En cuanto al mejoramiento de canales, las inversiones se realizan en el año 2. Para todas las obras se ha supuesto una vida útil de 50 años, por lo que en el último año de la evaluación se incluye el valor residual de ellas.

El costo de operación y mantención del embalse y los canales se ha estimado en un 0,5% de la inversión.

La puesta en riego de los predios a la nueva situación de riego y la habilitación de suelos ha sido definida anteriormente en el estudio. Dependiendo del estrato de tamaño, la inversión en este ítem tiene un período de ocurrencia que fluctúa entre 4 y 6 años. En los cuadros N° 8.2-3 y 4 se presenta el calendario de inversiones a precios de mercado y precios sociales respectivamente, para cuyo cálculo se ha utilizado un factor 0,99 a aplicar sobre los valores privados. La inversión máxima en este ítem se produce en el año 5, alcanzando a 90,65 millones de pesos a precios de mercado y 89,74 millones de pesos a precios sociales.

Los beneficios netos de la actividad agrícola resultan de descontar al beneficio bruto los gastos indirectos, los que incluyen contribuciones y derechos de agua. Para determinar los gastos indirectos se ha establecido un costo por hectárea. Durante los primeros 3 años de la evaluación, los gastos indirectos son iguales a los de situación actual-mejorada. Posteriormente, a medida que la superficie se va incorporando a riego, éstos gastos comienzan a aumentar en relación a la puesta en riego. En situación de equilibrio estos gastos alcanzan a 1.651,46 millones de pesos a precios de mercado y 1.375,40 millones de pesos a precios sociales.

Para lograr el desarrollo previsto en la situación con proyecto deben efectuarse una serie de inversiones agrícolas, tales como construcciones en infraestructura de apoyo y equipamiento de ganadería y compra de animales. Las inversiones unitarias en cada caso se presentan en los cuadros N° 8.2-5 y 6 los

calendarios de desembolsos para infraestructura ganadera y animales respectivamente.

El calendario de inversiones en infraestructura ganadera (cuadro N° 8.2-5) abarca un período de 10 años, siendo el desembolso máximo en el año 9, ascendiendo a 51,64 millones de pesos a precios de mercado y 50,09 millones de pesos a precios sociales.

Las inversiones en animales también abarcan un período de 10 años y su egreso máximo ocurre en el año 9 con un valor de 242,08 millones de pesos. El calendario de inversiones, que es común para la evaluación privada y social, se muestra en el cuadro N° 8.2-6.

En cuanto a la tecnificación del riego se considera la implementación de riego por goteo y por cintas. Se contempla riego por goteo para espárragos, chirimoyos, lúcumos, mandarino, paltos, papayos, ciruelos, damascos, duraznos, uva de mesa y jojoba, mientras que riego por cintas se ha previsto para tomate aire libre e invernadero. La inversión en riego por goteo corresponde a 2.500 US\$/ha, mientras que para riego por cintas es 1.700 US\$/ha. La transformación de valores de mercado a sociales se efectúa amplificando por el factor 1.13, correspondiente a corrección de la divisa durante la ejecución del estudio original. Los equipos deben renovarse cada 20 años, por lo que al final de la evaluación se incluye su valor residual. La inversión total de riego tecnificado alcanza a 5.302,93 millones de pesos a precios de mercado y a 5.992,31 millones de pesos a precios sociales, desglosándose en el tiempo considerando el programa de plantaciones de los cultivos involucrados.

El costo operacional del riego tecnificado se ha estimado en un 25% de la inversión. Al igual que las inversiones, su costo anual de operación se ha determinado teniendo en cuenta el programa de plantaciones de los cultivos para esta situación con proyecto.

El programa de asistencia técnica se ha previsto realizarlo durante todo el horizonte de la evaluación y para todos los estratos de tamaño de predios. En el cuadro N° 8.2-7 se muestra el calendario de egresos del programa, el que alcanza un valor máximo de 263,24 millones de pesos durante los años 2 a 4 del proyecto. El valor de mercado es equivalente al valor social.

### **8.2.3.3 Flujo de Ingresos Menos Egresos**

Teniendo en consideración los ingresos agropecuarios y los egresos de inversión y operación descritos anteriormente, se ha establecido el flujo de ingresos y egresos de la situación con proyecto para los efectos directos de éste, que se presenta en los cuadros N° 8.2-8 y 8.2-9, para precios de mercado y sociales respectivamente.

El flujo total a precios de mercado alcanza a 217.972,02 millones de pesos, valor que a precios sociales se eleva a 290.261,32 millones de pesos.

## **8.2.4 Externalidades**

En el proyecto Santa Juana se producen aumentos en el costo generalizado de viajes (externalidad negativa) y aumento en el nivel freático (externalidad positiva).

El procedimiento metodológico para estimar estos beneficios se ha descrito en detalle en capítulos anteriores. Sin embargo, la escasa información disponible imposibilita la aplicación estricta de esos métodos, debiendo realizarse una serie de supuestos para estimar estos beneficios.

### **8.2.4.1 Costo Generalizado de Viajes**

La construcción del embalse Santa Juana provocó cambios en el camino que une Vallenar con los sectores altos del valle del Huasco (poblados en los valles de los ríos El Carmen y El Tránsito). Si bien por efectos del proyecto el camino fue pavimentado, ahora éste es más sinuoso y con mayores pendientes, con lo que el tiempo de viaje es mayor actualmente que en las condiciones previas al proyecto.

Esta externalidad debe estimarse considerando el costo anual por consumo de combustible y el costo anual del tiempo de viaje en situaciones sin y con proyecto. El incremento de estos costos constituye la pérdida para los usuarios por la construcción del camino.

Para estimar el aumento del costo de combustible con respecto al viaje previo a Santa Juana, se ha supuesto que el costo se incrementa en un 15%, que el tráfico diario en el camino es de 200 vehículos, recorriendo una distancia de 50 km a una velocidad de 60 km/hr. Considerando un rendimiento promedio de 10 km/l, se obtiene que el incremento diario en gasto de combustible alcanza a 150 litros. Teniendo en cuenta el costo social de combustible definido por Mideplan (187 \$/l), resulta un aumento del costo de combustible de 10,24 millones de pesos anuales.

En cuanto al aumento en tiempos de viaje, se ha considerado que éste crece un 10% en promedio por vehículo. Ya que el flujo diario es de 200 vehículos, el incremento diario en tiempos de viaje es 16,6 hr./día. Con el costo del tiempo de viaje interurbano definido por Mideplan (7.630 \$/hr/vehículo) se determina el costo social por aumento del costo del viaje, que asciende a 46,23 millones de pesos anuales.

Considerando los 2 componentes anteriores, el costo generalizado de viajes crece, para la situación con proyecto, en 56,47 millones de pesos anuales con respecto al de situación sin proyecto.

#### 8.2.4.2 Nivel Freático

Con la entrada en funcionamiento del embalse Santa Juana se ha producido la elevación del nivel estático de la napa en el valle del Huasco, lo que ha tenido como consecuencia una disminución de la altura de elevación de los usuarios que utilizan pozos subterráneos. El suministro de agua potable de Vallenar es de agua subterránea, por lo que EMSSAT ha sido el principal beneficiario del aumento del nivel de napa.

Para estimar el beneficio asociado al cambio del nivel freático, se ha determinado el nivel estático de la napa en el sector de pozos en el valle antes y después de la puesta en operación del embalse, además del caudal del acuífero. Este último alcanza a 146,5 l/s, mientras que los niveles estáticos corresponden a 17 m y 11 m respectivamente, antes y después de Santa Juana.

Con los antecedentes anteriores se ha establecido el diferencial de potencias y energías, valores que son 12,2 kw y 107.016 kwh al año.

Considerando los precios de potencia y energía (1.072,3 \$/kw y 19,2 \$/kwh), se obtiene el beneficio asignable al cambio del nivel, valor que asciende a 2,07 millones de pesos al año.

#### 8.2.5 Indicadores Económicos

El flujo de ingresos y egresos del proyecto se obtiene restando, para los efectos directos, el flujo de la situación sin proyecto del flujo de ingresos y egresos de la situación con proyecto, adicionando además los beneficios correspondientes a las externalidades. Estos flujos, con los que se determinan los indicadores económicos VAN y TIR, se muestran en los cuadros N° 8.2-10 y 8.2-11, a precios de mercado y sociales respectivamente.

Los indicadores que resultan de la comparación son :

	<u>Precios de Mercado</u>	<u>Precios Sociales</u>
VAN (millones de pesos)	6.691,79	3.656,99
TIR (%)	11,36	12,84

De los resultados se aprecia que el proyecto es rentable en términos privados y sociales.

#### 8.2.6 Análisis de Sensibilidad

Para establecer como se modifican los indicadores económicos ante variaciones de los parámetros más influyentes en la evaluación, se ha efectuado un

análisis de sensibilidad en el que se modifica la tasa de descuento, se realiza una variación en el valor de las obras de +20%, y una caída en 15% en el precio de los frutales.

Los resultados que se obtiene son los siguientes:

	<u>Precios de Mercado</u>	<u>Precios Sociales</u>
- Tasa	11%	13%
VAN (millones \$)	1.596,25	-617,67
TIR (%)	11,36	12,84
- Tasa	12%	14%
VAN (millones \$)	-2.594,98	-4.164,17
TIR (%)	11,36	12,84
- Obras +20%		
VAN (millones \$)	1.304,88	-1.532,95
TIR (%)	10,24	11,68
- Frutales - 15%		
VAN (millones \$)	267,01	-1.173,93
TIR (%)	10,06	11,71

Las modificaciones efectuadas en los parámetros de interés van en el sentido de definir éstos en condiciones más estrictas con respecto a la rentabilidad del proyecto, ya que se ha aumentado la tasa de descuento y el valor de las obras y se ha disminuido el precio de los productos de mayor margen. Como era de esperar, cuando la tasa de descuento utilizada supera a la TIR, la rentabilidad del proyecto es negativa. En el caso del aumento del valor de las obras, la rentabilidad social del proyecto pasa a ser negativa, al igual que cuando se disminuye el precio de los frutales.

**CUADRO 8.2-1**  
**INGRESOS MENOS EGRESOS**  
**SITUACIÓN ACTUAL Y MEJORADA**  
**Precios de Mercado ( Millones \$ )**

ANO	BENEFICIOS AGRICOLAS	GASTOS INDIRECTOS	ASISTENCIA TECNICA	INGRESOS - EGRESOS
0	1,467.63	884.75		582.88
1	1,472.56	884.75	340.42	247.39
2	1,479.27	884.75	340.42	254.10
3	1,487.54	884.75	340.42	262.37
4	1,497.37	884.75	340.42	272.20
5	1,506.68	884.75	340.42	281.51
6	1,522.50	884.75	340.42	297.33
7	1,532.25	884.75	336.88	310.62
8	1,538.00	884.75	308.96	344.29
9	1,540.19	884.75		655.44
10	1,541.87	884.75		657.12
11	1,541.87	884.75		657.12
12	1,541.87	884.75		657.12
13	1,541.87	884.75		657.12
14	1,541.87	884.75		657.12
15	1,541.87	884.75		657.12
16	1,541.87	884.75		657.12
17	1,541.87	884.75		657.12
18	1,541.87	884.75		657.12
19	1,541.87	884.75		657.12
20	1,541.87	884.75		657.12
21	1,541.87	884.75		657.12
22	1,541.87	884.75		657.12
23	1,541.87	884.75		657.12
24	1,541.87	884.75		657.12
25	1,541.87	884.75		657.12
26	1,541.87	884.75		657.12
27	1,541.87	884.75		657.12
28	1,541.87	884.75		657.12
29	1,541.87	884.75		657.12
30	1,541.87	884.75		657.12

**CUADRO 8.2-2**  
**INGRESOS MENOS EGRESOS**  
**SITUACIÓN ACTUAL Y MEJORADA**  
**Precios Sociales ( Millones \$ )**

ANO	BENEFICIOS AGRICOLAS	GASTOS INDIRECTOS	ASISTENCIA TECNICA	INGRESOS - EGRESOS
0	2,019.62	725.30		1,294.32
1	2,026.31	725.30	340.42	960.59
2	2,035.45	725.30	340.42	969.73
3	2,046.73	725.30	340.42	981.01
4	2,060.15	725.30	340.42	994.43
5	2,075.89	725.30	340.42	1,010.17
6	2,094.54	725.30	340.42	1,028.82
7	2,107.86	725.30	336.88	1,045.68
8	2,115.55	725.30	308.96	1,081.29
9	2,118.16	725.30		1,392.86
10	2,120.16	725.30		1,394.86
11	2,120.16	725.30		1,394.86
12	2,120.16	725.30		1,394.86
13	2,120.16	725.30		1,394.86
14	2,120.16	725.30		1,394.86
15	2,120.16	725.30		1,394.86
16	2,120.16	725.30		1,394.86
17	2,120.16	725.30		1,394.86
18	2,120.16	725.30		1,394.86
19	2,120.16	725.30		1,394.86
20	2,120.16	725.30		1,394.86
21	2,120.16	725.30		1,394.86
22	2,120.16	725.30		1,394.86
23	2,120.16	725.30		1,394.86
24	2,120.16	725.30		1,394.86
25	2,120.16	725.30		1,394.86
26	2,120.16	725.30		1,394.86
27	2,120.16	725.30		1,394.86
28	2,120.16	725.30		1,394.86
29	2,120.16	725.30		1,394.86
30	2,120.16	725.30		1,394.86

**CUADRO 8.2-3**  
**CALENDARIO DE INVERSIONES EN HABILITACIÓN DE TERRENOS**  
**Precios de Mercado ( \$ )**

Sector	Estrato de Tamaño	Inversión en Habilitación de Terrenos por Año en Proyecto						Total
		Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	
3b	Total < a 2 ha y 2 a < de 10 ha	1,418,215	2,836,430	4,254,645	5,672,860	7,091,074	7,091,074	28,364,298
	Total 10 a < 50 ha	35,942	53,913	71,884	89,855	107,826		359,420
	Total 50 a < 200 ha y > 200 ha	122,802	245,604	368,406	491,209			1,228,021
4	Total < a 2 ha y 2 a < de 10 ha	3,433,982	6,867,965	10,301,947	13,735,929	17,169,911	17,169,911	68,679,645
	Total 10 a < 50 ha	4,546,399	6,819,599	9,092,798	11,365,998	13,639,197		45,463,991
	Total 50 a < 200 ha y > 200 ha	7,932,015	15,864,031	23,796,046	31,728,062			79,320,154
	<b>Total</b>	<b>17,489,355</b>	<b>32,687,542</b>	<b>47,885,726</b>	<b>63,083,913</b>	<b>38,008,008</b>	<b>24,260,985</b>	<b>223,415,529</b>

**CALENDARIO DE INVERSIONES DE PUESTA EN RIEGO**

**Precios de Mercado ( \$ )**

Sector	Estrato de Tamaño	Inversión en Puesta en Riego por Año en Proyecto						Total
		Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	
3b	Total < a 2 ha y 2 a < de 10 ha	6,252,157	12,504,315	18,756,472	25,008,629	31,260,787	31,260,787	125,043,147
	Total 10 a < 50 ha	158,450	237,674	316,899	396,124	475,349		1,584,496
	Total 50 a < 200 ha y > 200 ha	541,369	1,082,739	1,624,108	2,165,478			5,413,694
	<b>Total</b>	<b>6,951,976</b>	<b>13,824,728</b>	<b>20,697,479</b>	<b>27,570,231</b>	<b>31,736,136</b>	<b>31,260,787</b>	<b>132,041,337</b>

**CUADRO 8.2-4**  
**CALENDARIO DE INVERSIONES EN HABILITACIÓN DE TERRENOS**  
**Precios Sociales ( \$ )**

Sectores	Estrato de Tamaño	Inversión en Habilitación de Terrenos por Año en Proyecto						Total
		Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	
3b	Total < a 2 ha y 2 a < de 10 ha	1,404,033	2,808,066	4,212,099	5,616,131	7,020,163	7,020,163	28,080,655
	Total 10 a < 50 ha	35,583	53,374	71,165	88,956	106,748		355,826
	Total 50 a < 200 ha y > 200 ha	121,574	243,148	364,722	486,297			1,215,741
4	Total < a 2 ha y 2 a < de 10 ha	3,399,642	6,799,285	10,198,928	13,598,570	16,998,212	16,998,212	67,992,849
	Total 10 a < 50 ha	4,500,935	6,751,403	9,001,870	11,252,338	13,502,805		45,009,351
	Total 50 a < 200 ha y > 200 ha	7,852,695	15,705,391	23,558,086	31,410,781			78,526,952
<b>Total</b>		<b>17,314,461</b>	<b>32,360,667</b>	<b>47,406,869</b>	<b>62,453,074</b>	<b>37,627,928</b>	<b>24,018,375</b>	<b>221,181,374</b>

**CALENDARIO DE INVERSIONES DE PUESTA EN RIEGO**  
**Precios Sociales ( \$ )**

Sectores	Estrato de Tamaño	Inversión en Puesta en Riego por Año en Proyecto						Total
		Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	
3b	Total < a 2 ha y 2 a < de 10 ha	6,189,635	12,379,272	18,568,907	24,758,543	30,948,179	30,948,179	123,792,716
	Total 10 a < 50 ha	156,866	235,297	313,730	392,163	470,596		1,568,651
	Total 50 a < 200 ha y > 200 ha	535,955	1,071,912	1,607,867	2,143,823			5,359,557
<b>Total</b>		<b>6,882,456</b>	<b>13,686,481</b>	<b>20,490,504</b>	<b>27,294,529</b>	<b>31,418,775</b>	<b>30,948,179</b>	<b>130,720,924</b>

**CUADRO 8.2-5**  
**CALENDARIO DE INVERSIONES EN INFRAESTRUCTURA GANADERA**  
**Precios de Mercado ( \$ )**

Sectores	Estrato de Tamaño	Inversión en Infraestructura Ganadera por Año en Proyecto										Total
		Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	
3b	Total < a 2 ha y 2 a < de 10 ha	4,832,368	7,409,630	9,986,893	12,564,156	15,141,418	17,718,681	19,973,786	22,228,891	24,483,996	26,739,100	161,078,919
	Total 10 a < 50 ha	6,597,532	7,540,037	8,482,542	9,425,046	10,367,551	11,310,056	12,252,560	13,195,065	15,080,074		94,250,463
	Total 50 a < 200 ha y > 200 ha	8,277,791	9,197,545	10,117,300	11,037,054	11,956,809	12,876,563	13,796,318	14,716,072			91,975,452
4	Total < a 2 ha y 2 a < de 10 ha	45,703	70,078	94,454	118,829	143,204	167,579	188,907	210,235	231,564	252,892	1,523,445
	Total 10 a < 50 ha	216,126	247,001	277,876	308,752	339,627	370,502	401,377	432,252	494,002		3,087,515
	Total 50 a < 200 ha y > 200 ha	484,456	538,284	592,112	645,941	699,769	753,597	807,426	861,254			5,382,839
<b>Total</b>		<b>20,453,976</b>	<b>25,002,575</b>	<b>29,551,177</b>	<b>34,099,778</b>	<b>38,648,378</b>	<b>43,196,978</b>	<b>47,420,374</b>	<b>51,643,769</b>	<b>40,289,636</b>	<b>26,991,992</b>	<b>357,298,633</b>

**CALENDARIO DE INVERSIONES EN INFRAESTRUCTURA GANADERA**  
**Precios Sociales ( \$ )**

Sectores	Estrato de Tamaño	Inversión en Infraestructura Ganadera por Año en Proyecto										Total
		Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	
3b	Total < a 2 ha y 2 a < de 10 ha	4,687,397	7,187,341	9,687,286	12,187,231	14,687,175	17,187,121	19,374,572	21,562,024	23,749,476	25,936,927	156,246,551
	Total 10 a < 50 ha	6,399,606	7,313,836	8,228,066	9,142,295	10,056,524	10,970,754	11,884,983	12,799,213	14,627,672	0	91,422,949
	Total 50 a < 200 ha y > 200 ha	8,029,457	8,921,619	9,813,781	10,705,942	11,598,105	12,490,266	13,382,428	14,274,590	0	0	89,216,188
4	Total < a 2 ha y 2 a < de 10 ha	44,332	67,976	91,620	115,264	138,908	162,552	183,240	203,928	224,617	245,305	1,477,742
	Total 10 a < 50 ha	209,642	239,591	269,540	299,489	329,438	359,387	389,336	419,284	479,182	0	2,994,890
	Total 50 a < 200 ha y > 200 ha	469,922	522,135	574,349	626,563	678,776	730,989	783,203	835,416	0	0	5,221,354
<b>Total</b>		<b>19,840,357</b>	<b>24,252,498</b>	<b>28,664,642</b>	<b>33,076,785</b>	<b>37,488,927</b>	<b>41,901,069</b>	<b>45,997,763</b>	<b>50,094,456</b>	<b>39,080,947</b>	<b>26,182,232</b>	<b>346,579,674</b>

**CUADRO 8.2-6**  
**CALENDARIO DE INVERSIONES EN ANIMALES**  
**Precios de Mercado y Sociales ( \$ )**

Sectores	Estrato de Tamaño	Inversión en Animales por Año en Proyecto										Total
		Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	
3b	Total < a 2 ha y 2 a < de 10 ha	22,651,982	34,733,038	46,814,095	58,895,152	70,976,209	83,057,266	93,628,190	104,199,115	114,770,040	125,340,965	755,066,052
	Total 10 a < 50 ha	30,926,287	35,344,328	39,762,369	44,180,410	48,598,451	53,016,492	57,434,532	61,852,573	70,688,655		441,804,097
	Total 50 a < 200 ha y > 200 ha	38,802,587	43,113,986	47,425,385	51,736,783	56,048,182	60,359,580	64,670,979	68,982,377			431,139,859
4	Total < a 2 ha y 2 a < de 10 ha	214,237	328,497	442,756	557,016	671,276	785,535	885,513	985,490	1,085,467	1,185,444	7,141,231
	Total 10 a < 50 ha	1,013,102	1,157,831	1,302,560	1,447,289	1,592,018	1,736,747	1,881,476	2,026,205	2,315,663		14,472,891
	Total 50 a < 200 ha y > 200 ha	2,270,911	2,523,235	2,775,558	3,027,882	3,280,205	3,532,528	3,784,852	4,037,175			25,232,346
Total		95,879,106	117,200,915	138,522,723	159,844,532	181,166,341	202,488,148	222,285,542	242,082,935	188,859,825	126,526,409	1,674,856,476

**CUADRO 8.2-7**  
**COSTO PROGRAMA ASISTENCIA TÉCNICA**  
**Precios de Mercado y Precios Sociales ( \$ )**

Sectores	Estrato de Tamaño	Superficie (ha)	Asistencia Técnica por Año en Proyecto					Año 7 y Siguyentes
			Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	
1 y 2	< a 2 ha y 2 a < de 10 ha	1,131.0	25,841,088	25,841,088	25,841,088	25,841,088	25,841,088	17,226,261
	10 a < 50 ha	329.8	7,535,270	7,535,270	7,535,270	7,535,270	5,023,184	5,023,184
	50 a < 200 ha y > 200 ha	0	0	0	0	0	0	0
3 y 4	< a 2 ha y 2 a < de 10 ha	4,438.4	101,408,563	101,408,563	101,408,563	101,408,563	101,408,563	67,601,270
	10 a < 50 ha	2,591.3	59,206,022	59,206,022	59,206,022	59,206,022	39,468,090	39,468,090
	50 a < 200 ha y > 200 ha	3,030.7	69,245,434	69,245,434	69,245,434	46,160,592	46,160,592	46,160,592
<b>Total</b>			<b>263,236,378</b>	<b>263,236,378</b>	<b>263,236,378</b>	<b>240,151,536</b>	<b>217,901,517</b>	<b>175,479,397</b>

**CUADRO 8.2-8**  
**EFFECTOS DIRECTOS. INGRESOS MENOS EGRESOS**  
**SITUACIÓN CON PROYECTO**  
**Precios de Mercado (Millones de Pesos)**

AÑO	BENEFICIOS AGRÍCOLAS	EGRESOS							INGRESOS - EGRESOS	
		OBRAS	PTA.RIEGO Y HABILITAC. SUELOS	COSTOS DE OPERACIÓN	ASISTENCIA TÉCNICA	GASTOS INDIRECTOS	INVERSIONES AGRÍCOLAS	TECNIFICACIÓN RIEGO		
0	1,467.63	5,381.60					884.75			-4,798.72
1	1,472.56	11,570.44					884.75			-10,982.63
2	1,479.27	12,864.96	24.44		263.24		884.75	116.33		-12,674.45
3	1,163.69		46.51	215.37	263.24		925.08	142.20	265.15	-693.86
4	663.04		68.58	347.95	263.24		1,005.43	168.07	530.29	-1,720.51
5	273.58		90.65	546.81	240.15		1,125.57	193.95	795.44	-2,718.99
6	409.98		69.74	811.95	217.90		1,285.66	219.81	1,060.59	-3,255.67
7	1,977.76		55.52	1,143.39	175.48		1,462.31	245.69	1,325.73	-2,430.36
8	4,673.38			1,474.82	175.48		1,651.46	269.71	1,325.73	-223.82
9	8,292.95			1,474.82	175.48		1,651.46	293.73		4,697.46
10	11,191.86			1,474.82	175.48		1,651.46	229.15		7,660.95
11	13,287.55			1,474.82	175.48		1,651.46	153.52		9,832.27
12	14,571.82			1,474.82	175.48		1,651.46			11,270.06
13	14,982.05			1,474.82	175.48		1,651.46			11,680.29
14	15,058.37			1,474.82	175.48		1,651.46			11,756.62
15	15,028.41			1,474.82	175.48		1,651.46			11,726.65
16	15,003.72			1,474.82	175.48		1,651.46			11,701.96
17	15,026.93			1,474.82	175.48		1,651.46			11,725.17
18	15,059.00			1,474.82	175.48		1,651.46			11,757.24
19	15,096.49			1,474.82	175.48		1,651.46			11,794.74
20	15,108.85			1,474.82	175.48		1,651.46			11,807.10
21	15,109.46			1,474.82	175.48		1,651.46			11,807.70
22	15,108.55			1,474.82	175.48		1,651.46			11,806.79
23	15,086.17			1,474.82	175.48		1,651.46		265.15	11,519.26
24	15,061.47			1,474.82	175.48		1,651.46		530.29	11,229.42
25	15,033.64			1,474.82	175.48		1,651.46		795.44	10,936.44
26	15,004.95			1,474.82	175.48		1,651.46		1,060.59	10,642.60
27	15,025.53			1,474.82	175.48		1,651.46		1,325.73	10,398.04
28	15,056.48			1,474.82	175.48		1,651.46		1,325.73	10,428.99
29	15,094.48			1,474.82	175.48		1,651.46			11,792.72
30	15,107.04	-13,119.48		1,474.82	175.48		1,651.46		-4,573.78	29,498.54
<b>TOTAL</b>	<b>331,976.66</b>	<b>16,697.52</b>	<b>355.44</b>	<b>36,986.26</b>	<b>5,459.29</b>	<b>46,441.89</b>	<b>2,032.16</b>	<b>6,032.08</b>	<b>217,972.02</b>	

**CUADRO 8.2-9**  
**EFFECTOS DIRECTOS. INGRESOS MENOS EGRESOS**  
**SITUACIÓN CON PROYECTO**  
 Precios Sociales (Millones de Pesos)

AÑO	BENEFICIOS AGRÍCOLAS	EGRESOS							INGRESOS - EGRESOS
		OBRAS	PTA.RIEGO Y HABILITAC. SUELOS	COSTOS DE OPERACIÓN	ASISTENCIA TÉCNICA	GASTOS INDIRECTOS	INVERSIONES AGRÍCOLAS	TECNIFICACIÓN RIEGO	
0	2,019.62	5,273.97				725.30			-3,979.65
1	2,026.31	11,339.03				725.30			-10,038.02
2	2,035.45	12,607.66	24.20		263.24	725.30	115.72		-11,700.67
3	1,676.86		46.04	221.01	263.24	759.50	141.45	299.62	-54.00
4	1,099.95		67.89	370.82	263.24	827.63	167.19	599.23	-1,196.04
5	644.06		89.74	595.53	240.15	929.50	192.92	898.85	-2,302.63
6	767.81		69.04	895.15	217.90	1,065.24	218.66	1,198.47	-2,896.64
7	2,633.63		54.96	1,269.66	175.48	1,215.02	244.39	1,498.07	-1,823.95
8	5,816.26			1,644.18	175.48	1,375.40	268.28	1,498.07	854.85
9	10,116.89			1,644.18	175.48	1,375.40	292.18		6,629.65
10	13,532.46			1,644.18	175.48	1,375.40	227.94		10,109.46
11	15,977.26			1,644.18	175.48	1,375.40	152.71		12,629.49
12	17,496.70			1,644.18	175.48	1,375.40			14,301.64
13	17,976.65			1,644.18	175.48	1,375.40			14,781.58
14	18,067.76			1,644.18	175.48	1,375.40			14,872.70
15	18,034.06			1,644.18	175.48	1,375.40			14,839.00
16	18,006.21			1,644.18	175.48	1,375.40			14,811.15
17	18,031.12			1,644.18	175.48	1,375.40			14,836.06
18	18,066.17			1,644.18	175.48	1,375.40			14,871.11
19	18,109.74			1,644.18	175.48	1,375.40			14,914.68
20	18,124.35			1,644.18	175.48	1,375.40			14,929.29
21	18,125.14			1,644.18	175.48	1,375.40			14,930.08
22	18,124.13			1,644.18	175.48	1,375.40			14,929.07
23	18,099.02			1,644.18	175.48	1,375.40		299.62	14,604.34
24	18,071.19			1,644.18	175.48	1,375.40		599.23	14,276.90
25	18,039.87			1,644.18	175.48	1,375.40		898.85	13,945.96
26	18,007.58			1,644.18	175.48	1,375.40		1,198.47	13,614.05
27	18,029.56			1,644.18	175.48	1,375.40		1,498.07	13,336.43
28	18,063.38			1,644.18	175.48	1,375.40		1,498.07	13,370.25
29	18,107.50			1,644.18	175.48	1,375.40			14,912.44
30	18,122.34	-12,857.09		1,644.18	175.48	1,375.40		-5,168.37	32,952.74
<b>TOTAL</b>	<b>401,049.04</b>	<b>16,363.57</b>	<b>351.87</b>	<b>41,168.32</b>	<b>5,459.29</b>	<b>38,606.98</b>	<b>2,021.44</b>	<b>6,816.25</b>	<b>290,261.32</b>

**CUADRO 8.2-10**  
**DETERMINACIÓN DE INDICADORES ECONÓMICOS**  
**PRECIOS MERCADO (Millones \$)**

AÑO	EFECTOS DIRECTOS		EXTERNALIDADES		FLUJO DIFERENCIA L
	INGRESOS - EGRESOS SITUACIÓN ACTUAL	INGRESOS - EGRESOS SITUACIÓN CON PROYECTO	COSTO GENERALIZADO DE VIAJES	NIVEL FREÁTICO	
0	582.88	-4,798.72			-5,381.60
1	247.39	-10,982.63			-11,230.02
2	254.10	-12,674.45			-12,928.55
3	262.37	-693.86		2.07	-954.17
4	272.20	-1,720.51		2.07	-1,990.64
5	281.51	-2,718.99		2.07	-2,998.42
6	297.33	-3,255.67		2.07	-3,550.94
7	310.62	-2,430.36		2.07	-2,738.91
8	344.29	-223.82		2.07	-566.03
9	655.44	4,697.46		2.07	4,044.08
10	657.12	7,660.95		2.07	7,005.90
11	657.12	9,832.27		2.07	9,177.22
12	657.12	11,270.06		2.07	10,615.01
13	657.12	11,680.29		2.07	11,025.24
14	657.12	11,756.62		2.07	11,101.56
15	657.12	11,726.65		2.07	11,071.60
16	657.12	11,701.96		2.07	11,046.91
17	657.12	11,725.17		2.07	11,070.12
18	657.12	11,757.24		2.07	11,102.19
19	657.12	11,794.74		2.07	11,139.68
20	657.12	11,807.10		2.07	11,152.05
21	657.12	11,807.70		2.07	11,152.65
22	657.12	11,806.79		2.07	11,151.74
23	657.12	11,519.26		2.07	10,864.21
24	657.12	11,229.42		2.07	10,574.37
25	657.12	10,936.44		2.07	10,281.39
26	657.12	10,642.60		2.07	9,987.55
27	657.12	10,398.04		2.07	9,742.99
28	657.12	10,428.99		2.07	9,773.94
29	657.12	11,792.72		2.07	11,137.67
30	657.12	29,498.54		2.07	28,843.49
				VAN	6,691.79
				TIR	11.36%

**CUADRO 8.2-11**  
**DETERMINACIÓN DE INDICADORES ECONÓMICOS**  
**PRECIOS SOCIAL (Millones \$)**

AÑO	EFECTOS DIRECTOS		EXTERNALIDADES		FLUJO DIFERENCIAL
	INGRESOS - EGRESOS SITUACIÓN ACTUAL	INGRESOS - EGRESOS SITUACIÓN CON PROYECTO	COSTO GENERALIZADO DE VIAJES	NIVEL FREÁTICO	
0	1,294.31	-3,979.66			-5,273.97
1	960.59	-10,038.03			-10,998.61
2	969.73	-11,700.67			-12,670.40
3	981.01	-54.00	-56.47	2.07	-1,089.41
4	994.42	-1,196.05	-56.47	2.07	-2,244.87
5	1,010.16	-2,302.63	-56.47	2.07	-3,367.19
6	1,028.81	-2,896.64	-56.47	2.07	-3,979.85
7	1,045.68	-1,823.95	-56.47	2.07	-2,924.03
8	1,081.28	854.85	-56.47	2.07	-280.83
9	1,392.85	6,629.65	-56.47	2.07	5,182.40
10	1,394.85	10,109.46	-56.47	2.07	8,660.21
11	1,394.85	12,629.49	-56.47	2.07	11,180.24
12	1,394.85	14,301.64	-56.47	2.07	12,852.39
13	1,394.85	14,781.58	-56.47	2.07	13,332.34
14	1,394.85	14,872.70	-56.47	2.07	13,423.45
15	1,394.85	14,839.00	-56.47	2.07	13,389.75
16	1,394.85	14,811.15	-56.47	2.07	13,361.90
17	1,394.85	14,836.06	-56.47	2.07	13,386.81
18	1,394.85	14,871.11	-56.47	2.07	13,421.86
19	1,394.85	14,914.68	-56.47	2.07	13,465.43
20	1,394.85	14,929.29	-56.47	2.07	13,480.04
21	1,394.85	14,930.08	-56.47	2.07	13,480.83
22	1,394.85	14,929.07	-56.47	2.07	13,479.82
23	1,394.85	14,604.34	-56.47	2.07	13,155.09
24	1,394.85	14,276.90	-56.47	2.07	12,827.65
25	1,394.85	13,945.96	-56.47	2.07	12,496.71
26	1,394.85	13,614.05	-56.47	2.07	12,164.80
27	1,394.85	13,336.43	-56.47	2.07	11,887.18
28	1,394.85	13,370.25	-56.47	2.07	11,921.00
29	1,394.85	14,912.44	-56.47	2.07	13,463.19
30	1,394.85	32,952.74	-56.47	2.07	31,503.49
<b>VAN</b>					<b>3,656.99</b>
<b>TIR</b>					<b>12.84%</b>

## 9. ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESULTADOS

Habiéndose determinado en el capítulo anterior los indicadores económicos resultantes para los 3 casos analizados, se presenta a continuación

una comparación de los valores obtenidos con respecto a los de las evaluaciones de los estudios originales, para verificar la consistencia de los análisis realizados en esta oportunidad e identificar las posibles causas que expliquen las discrepancias con los resultados de los estudios desarrollados en años anteriores.

### a) Proyecto Llaca-Llaca

Con respecto al embalse Llaca-Llaca, cabe mencionar que no se realizó un estudio de factibilidad para decidir su construcción, por lo que no hay datos para su comparación. Debe recalarse que el análisis efectuado en el marco del presente estudio refleja de la mejor forma posible la realidad actual del sector, lo que se logró como fruto de un exhaustivo trabajo realizado en terreno.

### b) Proyecto Pencahue

El proyecto Pencahue, que considera la construcción y operación de un sistema de canales en la comuna de Pencahue, VII Región, entrega las siguientes rentabilidades en el estudio original y en el presente trabajo.

	<u>Estudio Base</u>		<u>Estudio actual CNR</u>	
	<u>Precios de Mercado</u>	<u>Precios Sociales</u>	<u>Precios de Mercado</u>	<u>Precios Sociales</u>
VAN (millones \$)	1.030	---	8.203	9.240
TIR (%)	30,7	---	12,1	14,6

En el estudio original sólo se realizó una evaluación a precios de mercado, apreciándose que sus resultados, en cuanto a tasa interna de retorno, son muy superiores a los alcanzados en esta oportunidad. Los motivos que explicarían estas diferencias se presentan a continuación:

- Costo de las obras: en el estudio base el valor de las obras, en moneda de diciembre de 2003, es un 50% inferior al costo utilizado en el presente estudio.
- Estructura de cultivos: el estudio original consideró que un 50% de la superficie estaría destinada a praderas mixtas, a las que supuso rendimientos excesivos, con eficiencias de riego de alrededor de 50%.

- Modelo de simulación hidrológico: el estudio referencial no dispuso de esta herramienta, y los coeficientes de satisfacción de la demanda utilizados fueron prácticamente 1,0. Para este estudio se hizo uso de un modelo hidrológico simplificado para la situación con proyecto, cuyo procesamiento arroja como resultados coeficientes de satisfacción de las demandas consistentemente inferiores a los “k” empleados en el estudio base.
- En el análisis realizado en el marco de este estudio se ha efectuado una representación del área del proyecto a través de la definición de 35 predios promedio, con lo que se ha logrado una mejor aproximación a la vocación agrícola del área mediante la reasignación de cultivos de acuerdo a los estratos de tamaño de los predios.

**c) Proyecto Santa Juana**

El proyecto del embalse Santa Juana, que beneficia las comunas de Vallenar y Huasco en la III Región, entrega los siguientes resultados económicos para el proyecto base y este estudio:

	<u>Estudio Base</u>		<u>Estudio actual CNR</u>	
	<u>Precios de Mercado</u>	<u>Precios Sociales</u>	<u>Precios de Mercado</u>	<u>Precios Sociales</u>
VAN (millones \$)	-85	527	6.692	3.657
TIR (%)	9,75	11,76	11,36	12,84

De los resultados que se han obtenido para ambos estudios, se aprecia que los indicadores de rentabilidad (TIR) son bastante más cercanos que los del proyecto anterior. Sin embargo, la rentabilidad alcanzada en el presente estudio superan a la del proyecto original. Las causas que explicarían estas diferencias son las siguientes:

- Estructura de cultivos: si bien en este estudio se mantuvo los cultivos previstos en el estudio referencial, ellos se readecuaron de acuerdo a los estratos de tamaño de los 16 predios promedio que se han definido en esta oportunidad.
- Priorización de riego: el principal motivo que explica que en el presente estudio la rentabilidad supere la del estudio original, es que ahora, en el interior de cada predio promedio, se ha priorizado el uso del agua hacia los cultivos más rentables. Con esto se ha privilegiado la satisfacción de las demandas de los rubros frutícolas y viñas, la jojoba e higuera, y las chacras y hortalizas.

## 10. CONCLUSIONES DEL TRABAJO REALIZADO

Finalizado el estudio corresponde presentar las principales conclusiones que se derivan de él.

En primer término, es necesario recalcar que en la generalidad de los casos son los efectos directos de los proyectos de riego los más importantes en el resultado de su rentabilidad. Tanto los beneficios como los costos de estos proyectos son perfectamente cuantificables, recomendándose para la valorización de los beneficios el uso del método del presupuesto. Este procedimiento, a pesar de ser bastante laborioso y requerir de varios supuestos que aumentan la incertidumbre en los resultados esperados de la evaluación, permite estimar los beneficios del agua de riego que se genera con el proyecto a partir de los excedentes agrícolas producidos.

Sin embargo, ya que con el método del presupuesto sólo se establecen los efectos directos que los proyectos de riego provocan en su área de influencia, deben determinarse, por otras vías, las externalidades e impactos de tipo ambiental asociados a su materialización. Así, en este trabajo se han identificado una serie de efectos de este tipo, analizándose también su posible cuantificación.

Respecto a las externalidades analizadas, se ha logrado proponer procedimientos para valorizar el costo generalizado de viajes por la construcción o mejoramientos de caminos, los beneficios asociados al control de crecidas, cambios en el nivel freático aguas abajo del área de influencia del proyecto, y el costo de oportunidad del agua por su uso alternativo en otros sectores de la economía. La entrada en vigencia de los tratados de libre comercio reducirá cada vez mayormente las distorsiones aún presentes en la agricultura, con lo que los efectos directos secundarios serán cada vez menos relevantes no recomendándose, por tanto, distraer demasiados esfuerzos y recursos en su estimación.

En cuanto a los efectos de impacto ambiental, se ha identificado y seleccionado una serie de medidas ambientales que permiten indirectamente evaluar los efectos ambientales no considerados hasta hoy en las evaluaciones de proyectos, recomendándose la forma de estimar dichos costos y así internalizar esas externalidades ambientales en la evaluación económica.

Se recomienda utilizar la Guía Metodológica para la Evaluación de Proyectos de Riego, elaborada como parte de este trabajo, ya que en ella se entregan a modo de recomendación, los procedimientos a utilizar para cada etapa de dicho proceso.

Finalmente, cabe mencionar que las nuevas condiciones del entorno, que difieren de las existentes hasta hace poco, con la puesta en servicio de grandes obras concesionadas y la entrada en vigencia de los tratados de libre comercio, ameritan un replanteamiento del rol de los proyectos de riego, principalmente en los estratos de propietarios de predios más pequeños y de agricultura de subsistencia.