GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS

PLAN DIRECTOR PARA LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LA CUENCA DEL RÍO ACONCAGUA

RESUMEN EJECUTIVO

REALIZADO POR:

AYALA, CABRERA Y ASOCIADOS LTDA.
INGENIEROS CONSULTORES

S.I.T. Nº 73

Santiago, Septiembre del 2001

REPÚBLICA DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN

PLAN DIRECTOR PARA LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LA CUENCA DEL RÍO ACONCAGUA

RESUMEN EJECUTIVO

REALIZADO POR:

AYALA, CABRERA Y ASOCIADOS LTDA.

INGENIEROS CONSULTORES

S.I.T. Nº 73

Santiago, Septiembre de 2001

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

Ministro de Obras Públicas, Transportes y Telecomunicaciones
Ingeniero Civil Sr. Carlos Cruz L.

Director General de Aguas
Ingeniero Civil Sr. Humberto Peña T.

Jefe Departamento de Estudios y Planificación
Ingeniero Civil Sr. Carlos Salazar M.

Inspector Fiscal
Ingeniero Civil Sr. Andrés Arriagada T.

Asesora
Ingeniero Civil Sra. Damaris Orphanópoulos S.

AYALA, CABRERA Y ASOCIADOS LTDA.

Jefe de Proyecto
Ingeniero Civil Guillermo Cabrera F.

Profesionales

Ingeniero Civil Félix Pérez S. (Coordinador)
Ingeniero Civil Emilio Donoso D.
Ingeniero Civil Pablo Isensee M.
Ingeniero Agrónomo Guillermo Donoso H.
Ingeniero Comercial Jorge Ducci P.
Ingeniero Civil Marcos Bórquez V.
Ingeniero Agrónomo Patricio Murúa L.
Ingeniero Comercial Uwe Gehrels V.
Ingeniero Civil Marcelo Matthey C.
Ingeniero Agrónomo José Cancino V.
Ingeniero Agrónomo Carlos Bonilla M.
Ingeniero Civil Sergio Matus G.
Ingeniero Civil Lem Mimica V.
Ingeniero Civil Fernando Droppelmann K.
Ingeniero Civil Juan Torres C.
Ingeniero Civil M Soledad Concha M.
Ingeniero Civil Pamela Gómez L.
Abogado Tulio Triviño Q.
Sicólogo Social Germán Silva C.

ÍNDICE
PLAN DIRECTOR PARA LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LA CUENCA DEL RÍO ACONCAGUA

Pág.

1. INTRODUCCIÓN 1

2. DIAGNÓSTICO 3
2.1 CARÁCTERÍSTICAS DE LA CUENCA 3
2.1.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS 3
2.1.2 SITUACIÓN ADMINISTRATIVA Y CONDICIONES SOCIOECONÓMICAS 4
2.1.3 DISPONIBILIDAD DE RECURSOS HÍDRICOS 5
2.1.3.1 Oferta de Recursos Hídricos Superficiales 5
2.1.3.2 Potencial de Aguas Subterráneas 7
2.1.3.3 Demandas 20
2.1.3.4 Balance entre Oferta y Demanda 31

2.2 DIAGNÓSTICO DE PROBLEMAS Y CONFLICTOS 38
2.3 PROBLEMAS DE DISPONIBILIDAD DE RECURSOS HÍDRICOS 38
2.4 PROBLEMAS AMBIENTALES 42
2.4.1 AGUA 42
2.4.1.1 Descargas de Aguas Servidas 42
2.4.1.2 Contaminación por Metales, Pesticidas y Fertilizantes 42
2.4.1.3 Desechos Sólidos 42
2.4.1.4 Riesgo de Intrusión Salina Acuífero de la Desembocadura 42
2.4.2 SUELO 44
2.4.2.1 Riesgos de Inundación 44
2.4.2.2 Erosión de Suelos 45
2.4.2.3 Conflicto entre el Uso Urbano y Agrícola del Suelo 45
2.5 PROBLEMAS INSTITUCIONALES Y DE GESTIÓN 46
2.6 RESUMEN 49

3. FORMULACIÓN DEL PLAN DIRECTOR 52
3.1 DEFINICIÓN DE METAS Y OBJETIVOS PARA LA CUENCA 52
3.1.1 METAS Y OBJETIVOS DEL PLAN 52
3.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 53
3.2 IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN 54
3.2.1 PROYECTOS SELECCIONADOS PARA EL PLAN DIRECTOR 54
3.2.1.1 Proyectos con Relación a la Disponibilidad de Recursos Hídricos 55
3.2.1.2 Proyectos con Relación al Aspecto Ambiental 57

ÍNDICE (Cont.)
PLAN DIRECTOR PARA LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LA CUENCA DEL RÍO ACONCAGUA

Pág.

3.2.2 SOLUCIONES PARA LA DISPONIBILIDAD DE RECURSOS HÍDRICOS Y SU EVALUACIÓN 59
3.2.2.1 Identificación y proposición de alternativas de solución 59
3.2.2.2 Diseño de Escenarios de Desarrollo para la Evaluación 60
3.2.2.3 Evaluación Económica de Escenarios 62

3.2.3 SOLUCIONES PARA LOS PROBLEMAS AMBIENTALES 71
3.2.4 SOLUCIONES PARA LA GESTIÓN INSTITUCIONAL 74

4. PRIORIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE SOLUCIONES 76
4.1 PROYECTOS CONSIDERADOS EN EL PLAN DIRECTOR 76
4.2 PRIORIZACIÓN DE SOLUCIONES 78

5. IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DIRECTOR 84
5.1 PLAN DIRECTOR PROPUESTO 84
5.2 RECOMENDACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN 84
5.2.1 Identificación de las Unidades Ejecutoras 84
5.2.2 Forma de Participación de las Unidades Ejecutoras 89
5.3 RECOMENDACIONES PARA LA ACTUALIZACIÓN PERIÓDICA DEL PLAN DIRECTOR 89

1 INTRODUCCIÓN

La Dirección General de Aguas, a través de un contrato de estudio con la empresa consultora Ayala, Cabrera y Asociados Ltda, ha desarrollado el "Plan Director para la Gestión de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Aconcagua".

El Plan Director (PD) tiene por objetivo fundamental constituir un elemento de planificación indicativa dentro de la cuenca, que naciendo de las inquietudes y necesidades reales detectadas en ella, y enfocada hacia metas y objetivos desprendidos de esta realidad , constituya un ente de coordinación para las decisiones del sector público, como también una orientación para la acción privada.

El Plan Director persigue ordenar y sistematizar la información existente, en el ámbito de los recursos hídricos para la cuenca del Aconcagua; establecer directrices, metas y objetivos del plan; formular un plan de acciones en la cuenca (estudios, programas, proyectos y obras), que deben ser evaluadas técnica y económicamente, radicadas en la institución que corresponda, y priorizadas en un plan de acción al corto, mediano y largo plazo. Además se proponen las formas de coordinación entre instituciones públicas y/o privadas, para la concreción de dichas acciones y la implementación del plan como instrumento de apoyo.

En la elaboración del Plan Director (PD) han sido considerados los antecedentes existentes, las soluciones propuestas con anterioridad, las soluciones nuevas desarrolladas en el presente estudio y la discusión con los actores de la cuenca, a través de entrevistas, encuestas y dos talleres realizados en Quillota especialmente para recabar la opinión de los actores respecto de los problemas de la cuenca y presentar el Plan Director.

Dentro de este contexto, se ha confeccionado el presente resumen ejecutivo, el cual expone en forma sintetizada los principales aspectos tratados en el estudio del Plan Director para la Gestión de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Aconcagua.

Como objetivos concretos del estudio, en sus distintos ámbitos, se establecieron los siguientes:

a) Disponibilidad de los Recursos Hídricos.

- Contar con el diagnóstico de la disponibilidad de los recursos hídricos.
- Cuantificar y analizar la situación de la demanda agrícola en la cuenca.
- Contar con un listado de todos los problemas y dificultades relacionadas con el recurso hídrico en la cuenca.
- Contar con un listado de proposición de soluciones para los problemas diagnosticados.

b) Componentes Ambientales.

- Contar con un listado de todos los problemas y dificultades de orden ambiental relacionadas con el recurso hídrico en la cuenca.
- Contar con un listado de proposición de soluciones para los problemas diagnosticados.

c) Gestión de los Recursos Hídricos

- Identificar e interactuar con los distintos actores involucrados en la gestión del recurso hídrico en la cuenca del río Aconcagua, a través de entrevistas, encuestas y talleres de participación de la ciudadanía.
- Contar con un análisis del rol de entidades publicas con vinculación relevante en el tema hídrico y la interrelación de sus políticas.
- Analizar el mercado de los derechos de aprovechamiento en la cuenca.
- Contar con un listado de todos los problemas y dificultades relacionadas con el recurso hídrico en la cuenca, así sea en lo económico como en lo social.
- Definir directrices, metas y objetivos, para resolver los problemas y conflictos actuales o previsibles y alcanzar un desarrollo que permita satisfacer las necesidades mejorando la calidad de vida en la cuenca.
- Formular recomendaciones o directrices que orienten a usuarios y actores privados para la toma de decisiones informada en materias que involucren el recurso hídrico.
- Contar con un mecanismo de coordinación eficaz entre entidades públicas, el cual debe ser diseñado en forma práctica, y de acuerdo con la realidad propia de la cuenca dentro del marco legal vigente.
- Analizar y evaluar la factibilidad de la puesta en marcha y operación del Plan Director.
- Contar con un mecanismo de implementación del Plan Director, que permita incorporar e integrar actores públicos y privados, incluyendo su seguimiento y actualización en el tiempo.

El estudio se basó principalmente en la información existente, incluyendo un proceso de consulta e interacción con los actores identificados como relevantes. No fue propósito del estudio rehacer estudios anteriores, sino que se utilizó adecuadamente la información existente para lo cual se analizó y validó dicha información. No obstante, en el presente estudio se actualizó la información hidrológica al año 1998/99 y se efectuó un estudio hidrológico por ser de vital importancia para el diagnóstico de la disponibilidad de recursos hídricos en la cuenca, en particular para incorporar los años hidrológicamente secos ocurridos en 1996 y 1998. Además el modelo hidrológico utilizado, desarrollado por la DOH, fue modificado y mejorado para su utilización en el diagnóstico de los recursos hídricos.

2 DIAGNÓSTICO

2.1 CARACTERISTICAS DE LA CUENCA

2.1.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

La cuenca del río Aconcagua se extiende entre los 32° y 33° de latitud sur y desde los 70° 30' de longitud oeste hasta el Océano Pacífico, abarcando una superficie total de 7.575 km2, de los cuales el 44% corresponde a alta cordillera y cauces de ríos, el 42% son terrenos de aptitud forestal, el 12% son terrenos con aptitud agropecuaria, y el 2% restante (33 km2) corresponden a áreas urbanas. En el valle hay aproximadamente 80.000 ha bajo canal de las cuales pueden considerarse regadas unas 68.000 ha.

El agroclima predominante en la cuenca media y baja es el mediterráneo, presentándose en la costa y el valle un clima templado cálido con lluvias invernales y estación seca prolongada, y con alta nubosidad en la costa. En algunos sectores de esta región, en los cordones cordilleranos intermedios y de la Cordillera de la Costa, se observa un clima de estepa, con gran sequedad atmosférica. En la alta cordillera el clima es de tundra, por efecto de la altura.

En cuanto a las temperaturas, su distribución está fuertemente influenciada por el relieve y la distancia al océano. En efecto, la temperatura media anual en la costa es cercana a los 14°C, al interior de los valles es de 16°C y en la cordillera de Los Andes disminuye bastante por efecto de la altura. En la costa su oscilación anual es sólo de 5 a 6°C, mientras que en los valles interiores sobrepasa los 12°C.

Esta cuenca, según los antecedentes pluviométricos, se caracteriza por tener un máximo invernal y un período estival seco, precipitando durante el período Abril – Septiembre entre el 90 y el 95% del total anual, de aproximadamente entre 200 mm (San Felipe) y 400 mm (Los Aromos).

Es una cuenca andina con sus nacientes ubicadas en la alta cordillera, en cumbres que superan los 5.000 msnm La línea de nieves se ubica aproximadamente a los 2.000 msnm.

El relieve de la cuenca presenta tres formaciones, las planicies costera y cordillera de la Costa, el valle transversal y Cordillera de los Andes, e intrincados cordones transversales que unen los dos primeros, en donde se forman los numerosos afluentes de los cursos principales.

El río Aconcagua recibe numerosos afluentes durante todo su curso, entre los que se pueden destacar el río Putaendo por el norte, el estero Pocuro desde el sur, a la altura de San Felipe y los ríos Colorado y Blanco en la cordillera. El

valle se amplía notablemente en algunos sectores, especialmente entre San Felipe y la ciudad de Los Andes.

El río Aconcagua se encuentra actualmente dividido en 4 secciones, según se muestra en el plano de la **Figura 2.1-1**. Además, el río Putaendo se puede considerar como una sección independiente que se suma a las otras cuatro del río Aconcagua.

El río Aconcagua se forma por la confluencia de los ríos Juncal y Colorado a los 1.430 msnm, sector en que el régimen de escurrimiento es nival, presentando en sus comienzos un caudal medio anual de 30,6 m3/s, con una variación mensual de 71,6 m3/s en diciembre a 13,0 m3/s en mayo. En su desarrollo va recibiendo aportes de diversos afluentes cuyo régimen es predominante pluvial, entre los cuales los de mayor importancia son el Putaendo y el Limache, además de aportes de aguas subterráneas y de derrames de riego, llegando a su curso bajo con un caudal medio anual de 57 m3/s, el cual varía entre los valores medios mensuales de 102 m3/s en diciembre y 36 m3/s en mayo. Los diversos aportes, captaciones, derrames e infiltraciones que se presentan a lo largo del río determinan que éste se haya dividido, para los efectos de la distribución de sus aguas, en cuatro secciones, que se comportan para esos efectos como unidades independientes, característica que es propia de los ríos con fuerte pendiente.

En el valle del Aconcagua existen importantes acuíferos. Actualmente es explotado intensamente el acuífero de la 3° sección, ubicado en su tramo medio entre La Calera y Quillota aproximadamente. Por otro lado, el acuífero del tramo Los Andes a San Felipe (1° sección) es un importante elemento de regulación, presentando sus aguas una calidad adecuada para toda clase de usos.

2.1.2 SITUACIÓN ADMINISTRATIVA Y CONDICIONES SOCIO-ECONÓMICAS

La cuenca del río Aconcagua se encuentra en la V Región de Valparaíso y abarca tres de sus seis provincias. Componen la cuenca las comunas de Putaendo, Catemu, San Felipe, Santa María, Panquehue y Llay-Llay, de la provincia de San Felipe de Aconcagua; Nogales, Calera, La Cruz, Quillota, Hijuelas, Limache y Olmué, de la provincia de Quillota, y San Esteban, Rinconada, Calle Larga y Los Andes de la provincia de Los Andes. En la desembocadura del río Aconcagua al mar, su cuenca abarca una pequeña parte de las comunas de Quintero y Viña del Mar, pertenecientes a la provincia de Valparaíso. Las comunas con mayor pobreza rural son Rinconada, Hijuelas, Catemu, San Esteban, La Cruz, Nogales, Olmué y Putaendo, de las cuales las comunas de Hijuelas, San Esteban y Putaendo tienen los mayores índices de extrema pobreza, altos índices de analfabetismo, sobre el 14,5% y los más fuertes índices migratorios.

MAPA

La V Región aporta el 10,2% del PIB nacional y el 7,6% del PIB silvoagropecuario nacional. Del PIB silvoagropecuario regional el sector agrícola aporta el 74,5%, el pecuario 24,2% y el forestal el 1,3%.

2.1.3 DISPONIBILIDAD DE RECURSOS HÍDRICOS

2.1.3.1 Oferta de Recursos Hídricos Superficiales

Para evaluar la oferta se utilizaron las estadísticas de caudales medios mensuales resultantes del análisis hidrológico, tanto en las cuencas de entrada como en las cuencas laterales de los distintos sectores de riego que forman parte de las cuatro secciones legales en las que se divide el río. El seccionamiento del río Aconcagua posee la siguiente estructura:

- 1ª Sección: corresponde al tramo comprendido entre el nacimiento del río y el Puente Caminero San Felipe.
- 2ª Sección: va desde el Puente de San Felipe hasta la Puntilla de Romeral.
- 3ª Sección: cubre el tramo que va desde la Puntilla de Romeral hasta la bocatoma del canal Molino de Rautén, situada aguas arriba del Puente San Pedro del ferrocarril a Quintero.
- 4ª Sección: va desde la bocatoma del canal Molino de Rautén hasta la desembocadura al mar, e incluye la cuenca del estero Limache.

En virtud de este seccionamiento, es posible establecer cuáles son las cuencas aportantes por sección. De acuerdo a esta asignación, se obtuvieron las estadísticas de caudales medios mensuales de oferta para cada sección, sumando los aportes de cada sector, los cuales se presentan en el Cuadro 2.1.3.1-1.

Por otra parte, la cuenca del río Putaendo es tratada en forma separada a la cuenca del Aconcagua cuya oferta se presenta en el Cuadro 2.1.3.1-2. Sus derrames y eventuales excedentes son considerados como aportes de entrada a la segunda sección del río Aconcagua.

CUADRO 2.1.3.1-1
OFERTA DE AGUA POR SECCIÓN LEGAL CUENCA RÍO ACONCAGUA (m3/s)

SECCIÓN N° : 1

P. exc.	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
95%	8.972	7.511	6.438	6.502	7.200	8.531	13.062	22.517	23.834	19.369	17.547	12.470	14.727
85%	10.959	9.282	8.602	8.850	9.715	11.557	17.607	30.977	34.690	27.876	22.913	15.731	19.333
50%	15.410	13.313	14.094	14.967	16.187	18.384	29.281	53.341	65.753	51.832	36.099	23.368	30.736
20%	20.323	17.843	21.046	22.930	24.502	29.499	44.254	82.928	110.511	85.788	52.214	32.224	44.785
5%	26.468	23.598	30.858	34.455	36.395	44.043	65.639	126.382	181.400	138.705	74.266	43.791	64.147

SECCIÓN N° : 2

P. exc.	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
95%	0.790	1.083	0.882	0.858	0.815	0.762	1.118	1.552	1.043	0.830	0.772	0.774	1.151
85%	1.048	1.505	1.416	1.621	1.547	1.320	1.800	2.455	1.816	1.335	1.095	1.031	1.760
50%	1.696	2.634	3.176	3.974	3.784	3.371	4.050	5.365	4.656	3.003	1.986	1.681	3.633
20%	2.508	4.151	6.118	8.229	7.823	7.217	7.828	10.120	10.041	5.799	3.221	2.500	6.543
5%	3.642	6.408	11.440	16.485	15.649	14.922	14.676	18.548	20.867	10.867	5.109	3.651	11.471

SECCION N° : 3

P. exc.	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
95%	0.012	0.089	0.230	0.270	0.252	0.115	0.046	0.088	0.022	0.015	0.015	0.009	0.237
85%	0.034	0.224	0.504	0.640	0.628	0.308	0.132	0.190	0.056	0.035	0.029	0.020	0.450
50%	0.213	0.888	1.911	2.773	2.970	1.663	0.789	0.711	0.266	0.139	0.087	0.077	1.343
20%	0.944	2.724	5.645	9.122	10.490	6.538	3.366	2.070	0.949	0.426	0.210	0.236	3.260
5%	3.910	7.935	15.873	28.430	34.987	24.143	13.436	5.742	3.188	1.246	0.487	0.686	7.602

SECCION N° : 4

P. exc.	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
95%	0.017	0.109	0.242	0.408	0.359	0.268	0.149	0.071	0.041	0.023	0.012	0.009	0.307
85%	0.045	0.248	0.573	0.979	0.927	0.649	0.364	0.177	0.095	0.051	0.025	0.020	0.614
50%	0.242	1.013	2.487	4.354	4.662	2.967	1.664	0.843	0.402	0.194	0.090	0.080	2.007
20%	0.948	3.173	8.189	14.625	17.311	10.189	5.719	2.998	1.299	0.573	0.251	0.251	5.248
5%	3.487	9.435	25.544	46.493	60.550	33.141	18.580	10.067	3.975	1.611	0.671	0.747	13.135

CUADRO 2.1.3.1-2
OFERTA DE AGUA CUENCA RÍO PUTAENDO (m3/s)

P. exc.	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
95%	1.238	1.569	1.542	1.458	1.560	1.781	2.475	3.437	2.214	1.624	1.361	1.244	2.125
85%	1.712	2.081	2.205	2.208	2.424	2.786	3.963	5.708	4.139	2.836	2.114	1.825	3.275
50%	2.971	3.369	4.055	4.476	5.134	5.970	8.839	13.546	12.018	7.333	4.477	3.507	6.846
20%	4.650	4.983	6.550	7.945	9.445	11.085	16.953	27.323	28.558	15.855	8.233	5.959	12.457
5%	7.129	7.238	10.663	13.739	16.898	20.011	31.567	53.382	65.242	33.101	14.725	9.886	22.058

2.1.3.2 Potencial de Aguas Subterráneas

El análisis cuantitativo de las posibilidades de explotación en el área de estudio se realizó tomando como base los resultados obtenidos en la calibración y operación de los modelos hidrogeológicos desarrollados en el estudio de la DOH, "Modelo de Simulación Hidrogeológica Valle del río Aconcagua", Ingendesa-AC realizado en 1998. La operación del modelo consistió en la simulación de bombeos intensos en un período de 4 años en la 1ª y la 3ª secciones. Se analizó los efectos del bombeo en las mismas secciones, así como también en la 2ª sección y en la 4ª, a través del flujo pasante de la 3ª a la 4ª sección.

La simulación de escenarios hipotéticos abarcó un período de 13 años divididos en 52 trimestres. El período elegido corresponde a la unión de 2 períodos históricos. Uno comprendido desde el 1° de abril de 1990 al 1° de abril de 1996, y el otro desde el 1° de abril de 1968 al 1° de abril de 1975. La razón de ello es que el primero corresponde al período con datos confiables del modelo y el segundo representa una condición de sequía en que se requeriría de un fuerte apoyo del agua subterránea.

Las recargas provenientes del sistema hídrico superficial fueron estimadas a través del modelo de operación del sistema (M.O.S.) para los períodos históricos considerados. Esas recargas incluyen las percolaciones netas de riego, las pérdidas netas desde los cauces, la precipitación efectiva, etc.

Los bombeos impuestos en la simulación base corresponden a los bombeos históricos entre 1990 a 1996, para el período coincidente, y la prolongación de los bombeos de 1996 para el período comprendido entre 1968 y 1975.

Los escenarios de bombeo intensificado incluyen mayores extracciones en los trimestres octubre-diciembre y enero-marzo de los años 1968-1969, 1969-1970, 1970-1971 y 1971-1972, que corresponden a los años de alta demanda de agua subterránea por causa de la sequía.

En los párrafos siguientes se describe las condiciones impuestas en los escenarios hipotéticos de extracción y los efectos que se producirían en el sistema de acuerdo al funcionamiento de los modelos elaborados.

a) Primera Sección

En este caso se modeló una explotación intensa, discontinua y eventual desde un campo de sondajes ubicado en un gran sector emplazado a ambos costados del río Aconcagua, entre Curimón y Rinconada de Los Andes. Dicha ubicación corresponde a la mejor desde un punto de vista hidrogeológico.

Para este escenario se consideró una explotación media de aproximadamente 4.1 m^3/s, en el período comprendido entre el 01-Abr-68 y 01-Abr-72, y un máximo de alrededor de 9.8 m3/s (para el mismo período), que se supuso se registraría en los trimestres de verano (Ene-Mar).

El flujo subterráneo pasante a la segunda sección se reduce en alrededor de 1,7 m3/s (30 %, aproximadamente) en promedio para todo el período de bombeo y puntualmente en alrededor de 3,0 m3/s para el último trimestre del período de bombeo incrementado (01-Abr-68 y 01-Abr-72). Se aprecia claramente el efecto regulador del gran embalse subterráneo del valle de Los Andes.

Las recuperaciones en la 2ª sección del río Aconcagua son afectadas de forma que se reduce el flujo total de recuperaciones en alrededor de 2,0 m^3/s (20 % del total, aproximadamente) como máximo y con una reducción remanente (2.5 años de período remanente) hasta el término del período simulado de aproximadamente 0,7 m3/s (6 % del total, aproximadamente).

El impacto sobre los niveles del agua subterránea en la Angostura de San Felipe se traduce en descensos adicionales de alrededor de 9 m con respecto a los niveles que se registran en el escenario base, los que oscilan entre 609 y 619 m.s.n.m.. En la zona de aguas arriba de los campos de bombeo supuestos se registraría un descenso máximo de 11 m. En el sector mismo de los campos de sondajes, se tendrían descensos adicionales del nivel dinámico regional, medido en el centro de los campos de sondajes Norte y Sur, de entre 24 y 20 m, respectivamente. Dichos descensos son apreciables, pero podrían ser manejados con captaciones de mayor profundidad de habilitación.

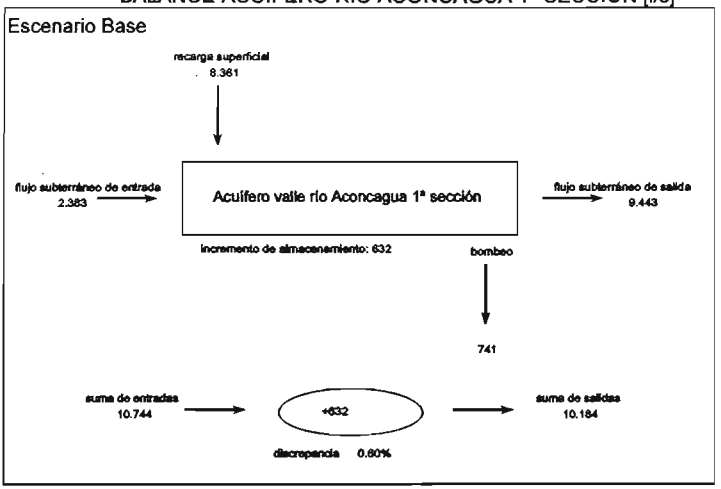
Una explotación de esta naturaleza podría ser factible de establecer, desde un punto de vista hidrogeológico, con las reservas correspondientes respecto de los eventuales usuarios de la 2ª sección que serían afectados al verse reducido el flujo del río Aconcagua en las magnitudes antes señaladas. En la Figura 2.1.3.2-1 se presenta un esquema con los balances anuales para el período 1968-1972 para el escenario base y el escenario con aumento del bombeo.

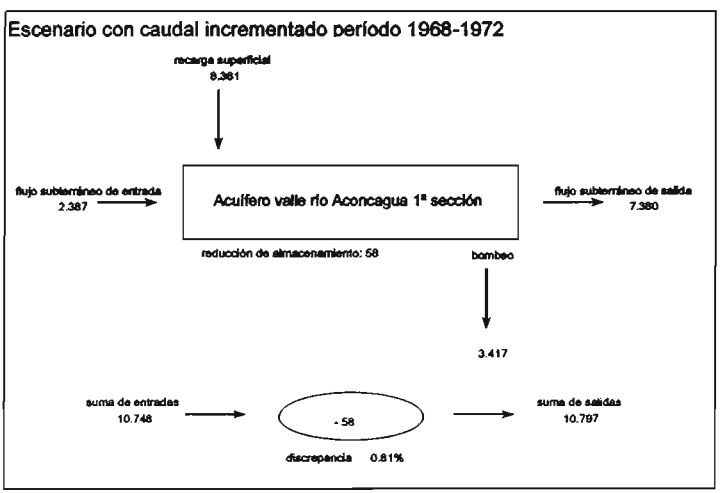
b) Acuífero Valle Putaendo

Dentro de los casos simulados con los modelos hidrogeológicos desarrollados para las Primera y Segunda Sección Legal del río Aconcagua, denominados Modelo 1 y Modelo 2, respectivamente, se consideró el caso de un campo de sondajes en el sector bajo del río Putaendo.

De manera análoga al punto anterior se definió el escenario base y el escenario de caudal incrementado.

FIGURA 2.1.3.2-1
BALANCE ACUÍFERO RÍO ACONCAGUA 1ª SECCIÓN [l/s]





Este caso fue planteado inicialmente en el "Estudio Integral de Riego de los Valles Aconcagua, Putaendo, Ligua y Petorca", CICA, Comisión Nacional de Riego, 1982. En dicho estudio, se definió un campo de sondajes en el sector entre Rinconada de Silva y Las Barrancas, compuesto por 19 sondajes de diferentes rendimientos, de acuerdo a los valores característicos de los sondajes existentes en dicha zona.

De acuerdo a los caudales unitarios definidos, la capacidad máxima de extracción de los sondajes simulados en dicho estudio es de 1,51 m^3/seg. Los casos modelados por este consultor incluyen diferentes alternativas basadas en el caso citado, para diferentes niveles de extracciones, en función de los déficit de riego o de otras condiciones, de acuerdo a lo que se señala en cada una de dichas alternativas.

Entre los casos evaluados el escenario factible considera una regla de extracción definida por un bombeo igual al bombeo máximo de cada sondaje para los meses de octubre a marzo, que corresponde a la temporada de riego.

Esos caudales equivalen a un caudal promedio anual de 0,716 m^3/seg; si se considera solamente los valores de los períodos correspondientes a la temporada de riego, el caudal medio es de 1,51 m3/seg. Como volúmenes totales de extracción, la condición simulada equivale a un bombeo anual de $22.6 \cdot 10^6$ m^3.

El flujo de salida desde el sector de Putaendo desciende en el período de bombeo del campo de sondajes, desde valores del orden de 1,5 m3/seg a valores mínimos de 0,5 m3/seg; es decir, la disminución del flujo en el sector de Putaendo alcanza valores máximos de casi 1,0 m3/seg. La disminución promedio del flujo de salida del sector de Putaendo, es de 0,77 m3/seg, que equivale a una disminución del flujo de salida anual del orden de 24 millones de metros cúbicos.

Con respecto al flujo subterráneo total de salida desde la primera sección legal del río Aconcagua hacia la segunda sección, la operación del modelo muestra que disminuye en valores máximos del orden de 1,3 m3/seg, con una curva de variación amplificada respecto del flujo del valle de Putaendo; la disminución anual del flujo subterráneo de salida, respecto del caso base para el período 1968 a 1972, es de 18.4 millones de metros cúbicos, es decir, de una magnitud similar al volumen de aguas subterráneas extraído.

En cuanto a los niveles simulados de aguas subterráneas, presentan una mayor variación, con descensos máximos de hasta 16 m, con respecto del caso base. Esa diferencia se registró en el pozo obs1, donde el nivel piezométrico oscila entre los 645 y 661 m.s.n.m., en el caso base, y entre 629 y 647 m.s.n.m., en el escenario con aumento de bombeo. Hacia aguas abajo los niveles simulados presentan descensos considerablemente menores respecto del caso base. Lo anterior se debe al efecto de amortiguación en los niveles que ejerce el sector de San Felipe sobre la zona baja del sector, reflejado en niveles de aguas subterráneas prácticamente superficiales.

Los resultados del Modelo 2 (2ª sección), por otro lado, muestran para este caso una disminución de las recuperaciones en el río Aconcagua, de 300 l/s a 700 l/s, además de una disminución de unos 30 l/s en las recuperaciones del dren Colunquén, mientras que no se obtuvieron variaciones en las recuperaciones del dren Las Vegas. En la Figura 2.1.3.2-2 se muestra el balance anual para este caso.

c) Segunda Sección

En la segunda sección no se incluyó bombeos extras y el bombeo impuesto en la primera sección provocó un descenso de 200 l/s en el caudal captado por los pozos y drenes ubicados en este sector.

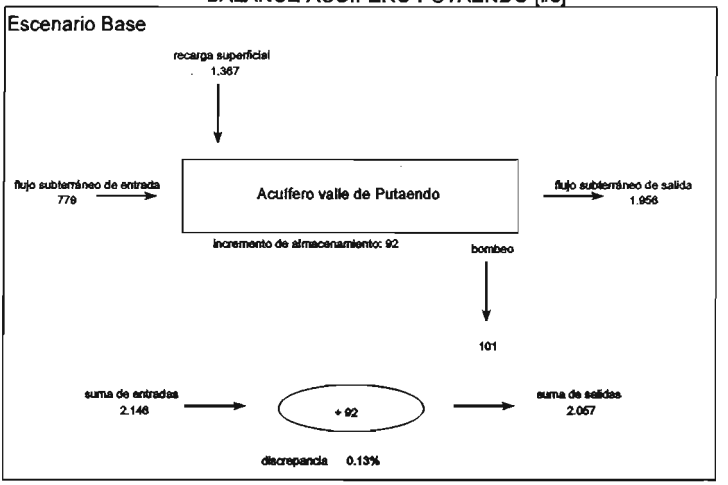
Este sector se caracteriza por el gran caudal de recuperación que aumenta el flujo superficial del río Aconcagua. Como se mencionó anteriormente, esto se debe a la disminución de la sección de flujo y a la menor permeabilidad del relleno, lo que provoca una reducción de la capacidad de conducción del medio.

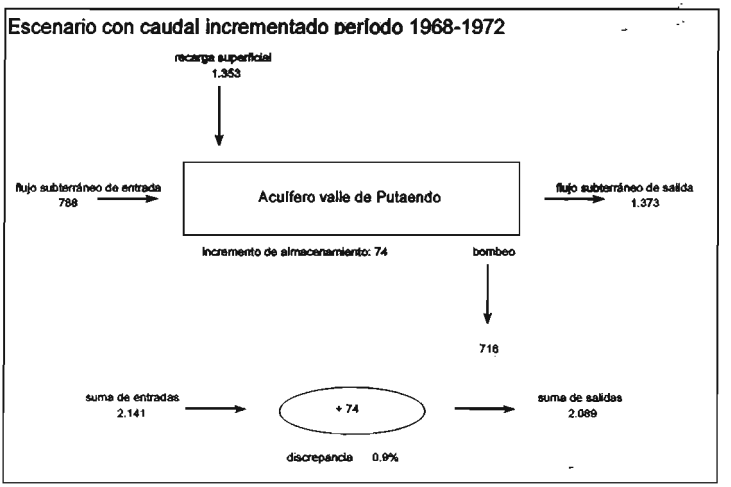
Las recuperaciones o afloramientos varían entre 10 y 14 m^3/s y ascienden a 12 m^3/s como valor promedio, según los resultados obtenidos de la operación del modelo de esta sección. Esa cantidad importante de agua indica que sería posible aumentar el bombeo en esta área de manera significativa.

Lo afirmado en el párrafo anterior está sujeto a limitantes. Por un lado, la permeabilidad del acuífero permite la extracción de un caudal reducido en cada punto y dificulta la recarga que se produce horizontalmente a través del acuífero mismo, por lo tanto, en muchos lugares donde las permeabilidades son reducidas, una explotación intensa provocaría un descenso sostenido en poco tiempo y la recuperación resultaría lenta. Por otro lado, si se incrementa la explotación en los acuíferos de esta zona, parte del flujo que actualmente aflora, dejaría de aflorar, lo que generaría una disminución en el caudal del río Aconcagua.

De acuerdo a los antecedentes analizados a la fecha y a lo expuesto en los párrafos anteriores, se puede concluir que cualquier explotación intensa de agua subterránea en este sector provocaría una disminución del caudal del río Aconcagua, cuyos derechos de explotación se encuentran comprometidos, y en ese caso debieran ser compensados.

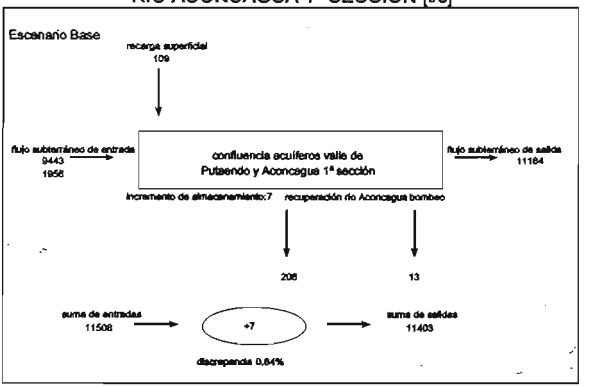
FIGURA 2.1.3.2-2
BALANCE ACUÍFERO PUTAENDO [l/s]





En la Figura 2.1.3.2-3 se incluye el balance anual para el tramo de confluencia del acuífero de Putaendo con el del valle del río Aconcagua y en la Figura 2.1.3.2-4 se muestra el balance correspondiente a la 2ª sección del río Aconcagua.

FIGURA 2.1.3.2-3
BALANCE ZONA DE CONFLUENCIA ACUÍFERO PUTAENDO CON ACUÍFERO RÍO ACONCAGUA 1ª SECCIÓN [l/s]



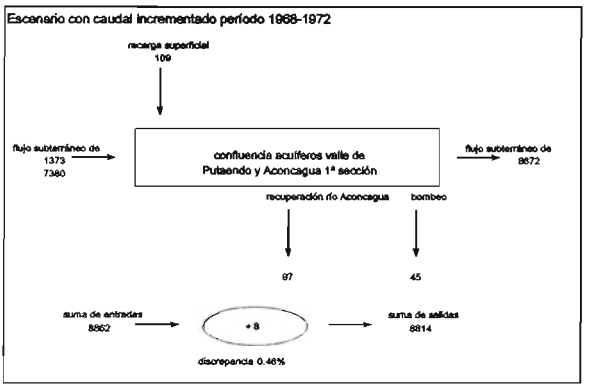
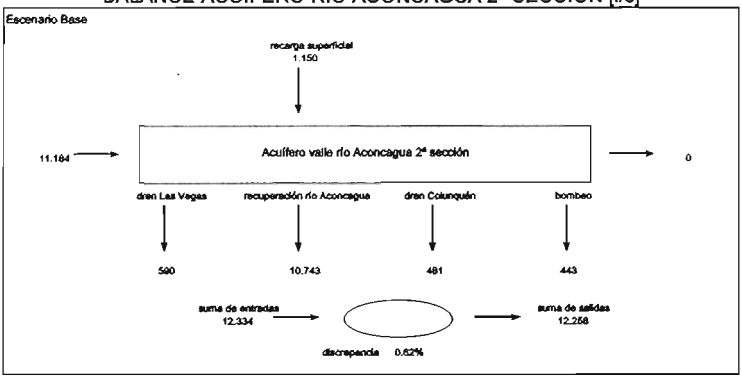
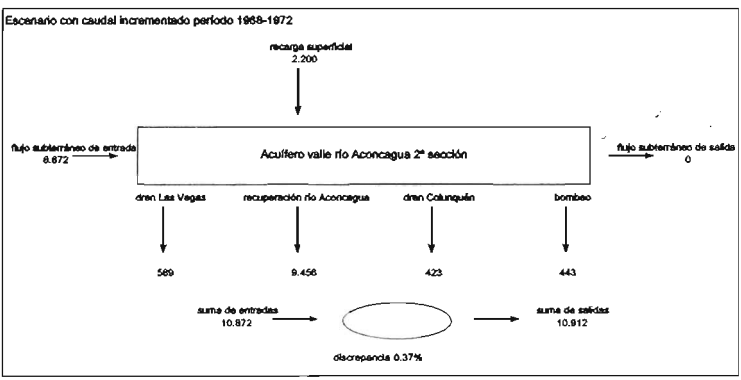


FIGURA 2.1.3.2-4
BALANCE ACUÍFERO RÍO ACONCAGUA 2ª SECCIÓN [l/s]





d) Tercera Sección

En la tercera sección se introdujo una planta de bombeo para el abastecimiento de centrales térmicas, bombeando un caudal de 567 l/s. En esta sección los niveles de agua subterránea se encuentran en equilibrio con el nivel de aguas en el río Aconcagua. Cualquier explotación permanente induciría un aporte desde el río en las zonas cercanas a éste. Para los lugares más alejados la factibilidad de explotación depende de las características elásticas puntuales del acuífero.

La operación del modelo 3 consistió en simular un caso base por un período de 13 años, cuyos bombeos corresponden a los bombeos históricos del período 1990-1996 para los primeros 6 años de simulación y para los años restantes, la prolongación de los bombeos históricos de los 2 últimos semestres del período de calibración (1996).

La operación para una situación hipotética consistió en la incorporación de 12 pozos de bombeo durante todo el período de simulación (520 l/s), ubicados en las cercanías de la confluencia del estero San Isidro con el río Aconcagua. Los pozos agregados corresponden a las fuentes de abastecimiento de agua para refrigeración de las centrales térmicas de la zona.

El efecto de la explotación se aprecia principalmente en las recuperaciones del río Aconcagua y en menor medida en el flujo pasante por el extremo de aguas abajo de la sección (Tabolango). La disminución de las recuperaciones varía entre 171 l/s y 652 l/s (45 % y 69 %, respectivamente), en cambio el flujo pasante por el extremo Oriente varía sólo entre un 5 % y un 17 %. La menor variación del flujo pasante resulta razonable ya que en esta zona el río Aconcagua atraviesa el acuífero superficial diagonalmente y produce una cierta independencia de los niveles de la zona de salida (extremo Poniente) y la zona en la que se ha supuesto la explotación. En promedio la disminución de las recuperaciones alcanza un caudal de 440 l/s, por lo tanto, cubren el 85 % de la explotación supuesta. Un 9 % proviene de almacenamiento y el 6 % restantes de otras componentes del flujo (condiciones de borde de nivel constante, flujo propio de la napa, etc).

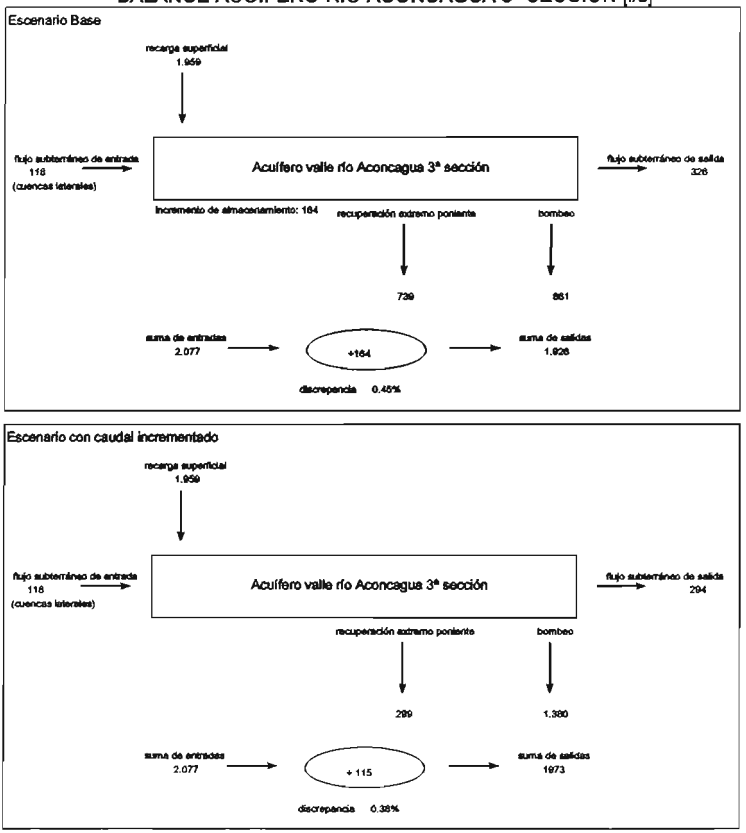
El flujo pasante por el sector El Melón resulta del orden de 90 l/s y no varía entre el escenario base y el de caudal incrementado.

En relación con las distribuciones piezométricas generadas por el modelo para cada caso; se puede decir lo siguiente: en un pozo ubicado a unos 300 m del pozo proyectado más cercano, se obtienen descensos, con respecto a los descensos registrados en el caso base, de hasta 12 m y del orden de 9 m en promedio. En el escenario base el nivel piezométrico varía entre los 75 y los 81 m.s.n.m. y en el escenario con mayor bombeo, entre 66 y 69 m.s.n.m.

Las menores diferencias se producen en un pozo ubicado a unos 8 Km aguas arriba del campo de bombeo, y resultan del orden de 2 m en promedio y 4.5 m como diferencia máxima (niveles piezométricos entre 114 y 123 m.s.n.m., en escenario base, y entre 114 y 118.5 m.s.n.m., para escenario con mayor bombeo).

Como se vio en los párrafos anteriores el bombeo proyectado tiene una influencia reducida en el flujo pasante hacia la cuarta sección (15 % de disminución del caudal pasante), por lo tanto, el efecto sobre la recarga al acuífero confinado costero de la zona de Concón es menor. En la Figura 2.1.3.2-5 se presenta el balance correspondiente a este tramo.

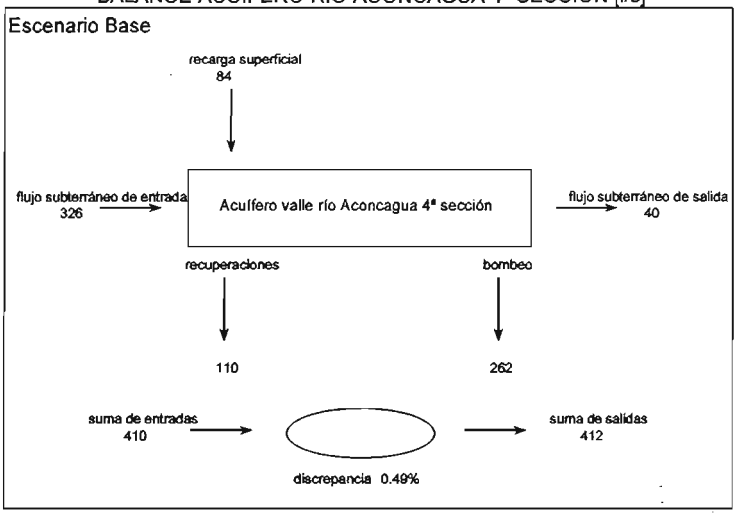
FIGURA 2.1.3.2-5
BALANCE ACUÍFERO RÍO ACONCAGUA 3ª SECCIÓN [l/s]

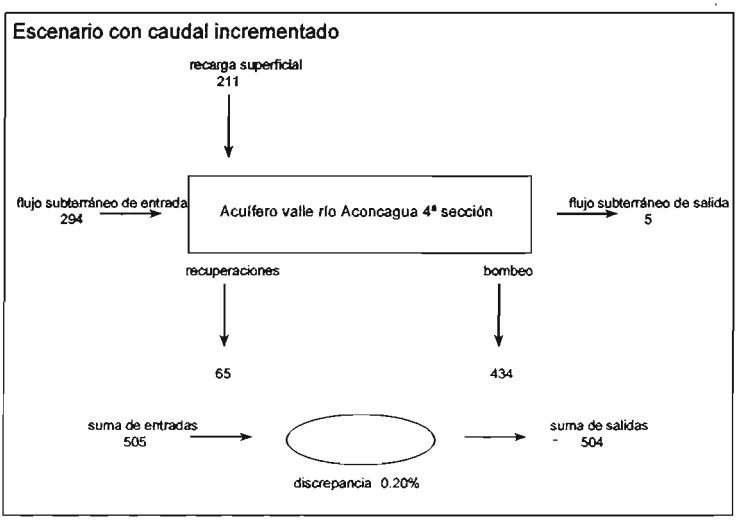


e) Cuarta Sección

En la cuarta sección se introdujo pozos a lo largo del valle permitiendo una explotación de 172 l/s. La principal limitante para la explotación de esta zona es la intrusión salina que se produce al bombear desde el acuífero confinado en las cercanías de la costa. Desde Colmo hacia aguas arriba el efecto de intrusión desaparece y la explotación del acuífero libre de este sector tiene una limitada capacidad por lo reducido de la sección de flujo y su principal recarga proviene del aporte del río. Por esas razones, el caudal permanente que potencialmente podría extraerse por sobre los caudales actuales de bombeo en esta sección, no debería exceder los 200 l/s. Cabe destacar que en este caso, la extracción se realiza desde el acuífero confinado principal existente en la zona de desembocadura. El acuífero freático superficial tiene poca capacidad de conducción y de almacenamiento por lo que el agua contenida en él proviene directamente del río. Lo anterior es importante puesto que implica que cualquier dren subsuperficial (de poca profundidad) ubicado en esta zona tendría como fuente principal de alimentación al propio río Aconcagua (por ejemplo el dren Colmo de ESVAL). En la Figura 2.1.3.2-6 se presenta el balance para este sector.

FIGURA 2.1.3.2-6
BALANCE ACUÍFERO RÍO ACONCAGUA 4ª SECCIÓN [l/s]





f) Conclusiones

A modo de síntesis y resumen de lo expuesto y de acuerdo con el estudio de Ingendesa de 1998, las posibilidades de una eventual explotación del acuífero (valores máximos en verano y su promedio anual) para suplir la oferta de aguas superficiales en períodos de sequía serían las siguientes (Cuadro 2.1.3.2-1):

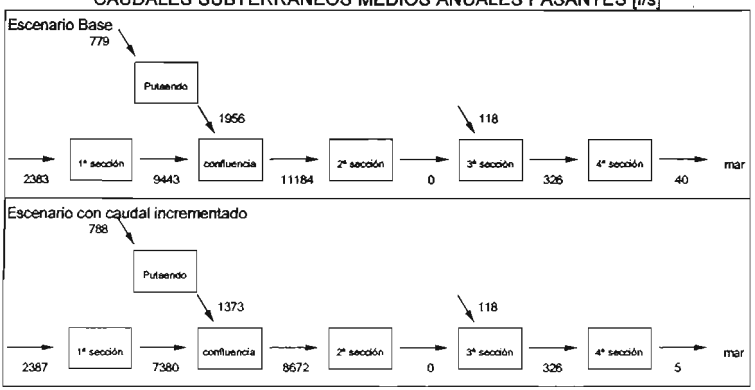
CUADRO 2.1.3.2-1
POTENCIAL DE EXPLOTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA

Ubicación de la explotación	Caudal máximo en período de riego (m3/s)	Caudal promedio Anual (m3/s)
1ª Sección Aconcagua	9.0	3.4
Valle del Putaendo	1.5	0.7
3ª Sección Aconcagua	[*]	0.5 [**]
4ª Sección Aconcagua	[*]	0.2

[*]: explotación continua [**]:usados por Centrales Termoeléctricas

Para visualizar el efecto combinado de los bombeos en los caudales subterráneos pasantes entre una sección y la siguiente, se ha incluido la Figura 2.1.3.2-7, donde se puede apreciar la disminución de los caudales pasantes entre un tramo y otro. Los resultados mostrados incluyen en cada sección los bombeos correspondientes al escenario con caudal de bombeo incrementado.

FIGURA 2.1.3.2-7
CAUDALES SUBTERRÁNEOS MEDIOS ANUALES PASANTES [l/s]



2.1.3.3 Demanda

En el presente acápite se presenta una breve reseña de los resultados de la evaluación de las demandas de recursos hídricos para los distintos sectores usuarios.

a) Sector Riego

La determinación de las demandas del sector riego se orientó a la obtención de una caracterización productiva y económica de las situaciones con y sin proyecto con la finalidad de obtener los indicadores necesarios para la evaluación económica de cada una de las alternativas de desarrollo agrícola posibles de implementar en el área de influencia del río Aconcagua.

Para estos efectos, en primera instancia se determinaron las superficies de riego para cada uno de los 12 escenarios, resultados que se presentan en el Cuadro 2.1.3.3-1.

Cuadro 2.1.3.3-1
Superficies de Riego por Escenarios de Alternativas de Proyectos

Escenario	Nombre	Zona de Influencia	Superficie Total de Riego (ha)
1	Actual		71.243,5
2	Aguas Subterráneas	Todo el valle de Aconcagua	87.631,4
3	Mejoramiento del riego	Todo el valle de Aconcagua y Putaendo	71.262,7
4	Mejoramiento de la Infraestructura	Todo el valle de Aconcagua	87.631,4
5	Embalse Chacrillas	Valle de Putaendo	73.919,0
6	Embalse Catemu	3ª y 4ª sección	93.210,6
7	Embalse Puntilla del Viento	Todo el valle de Aconcagua	109.579,3
8	Embalses Catemu y Puntilla del Viento y expansión total del área	Todo el valle de Aconcagua	118.781,9
9	Embalses Chacrillas y Catemu	3ª y 4ª Sección y valle de Putaendo	95.866,9
10	Embalses Chacrillas y Puntilla del Viento	Todo el valle de Aconcagua y Putaendo	112.235,6
11	Embalses Puntilla del Viento y Catemu	Todo el valle de Aconcagua	109.579,3
12	Embalses Puntilla del Viento, Catemu y Chacrillas	Todo el valle de Aconcagua y Putaendo	112.235,6

Luego se determinaron los usos del suelo para la situación actual, mejorada y futura, donde la situación mejorada corresponde a la incorporación al riego de superficie con frutales sobre cota de canal, en desmedro de cultivos anuales, de menor rentabilidad, cultivados bajo cota, y la situación futura corresponde a la plantación de frutales sobre la cota de canal, manteniendo la estructura de cultivo bajo cota.

Además de los antecedentes antes mencionados, para la adecuada evaluación de las demandas de agua de cada escenario, se determinó la Evapotranspiración Potencial mensual y total para las distintas zonas agroclimáticas que cubren los sectores de riego involucrados, resultados que se presentan en el Cuadro 2.1.3.3-2

Cuadro 2.1.3.3-2
Evapotranspiración Potencial

Mes	Zonas de Demanda – ETo (mm)			
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
Enero	151	175	182	190
Febrero	142	165	171	179
Marzo	119	137	143	150
Abril	87	100	103	110
Mayo	55	62	64	71
Junio	32	35	36	42
Julio	23	25	25	31
Agosto	28	32	32	37
Septiembre	51	58	59	65
Octubre	83	95	99	105
Noviembre	116	134	139	146
Diciembre	141	164	170	178
Total	1.028	1.182	1.223	1.304

Por otra parte se determinó, para la situación actual, la superficie de riego tradicional y riego tecnificado para cada una de las secciones del río Aconcagua (Cuadro 2.1.3.3-3).

Cuadro 2.1.3.3-3
Superficies con Riego Tradicional y con Riego Tecnificado

SECCIÓN	RIEGO TRADICIONAL		RIEGO TECNIFICADO		TOTAL	
	ha	%	ha	%	ha	%
SECCIÓN 1	19.024,1	84,3	3.531,2	15,7	22.555,3	100,0
SECCIÓN 2	11.522,8	79,4	2.988,0	20,6	14.510,8	100,0
SECCIÓN 3	21.066,0	76,4	6.517,1	23,6	27.583,1	100,0
SECCIÓN 4	2.801,9	99,6	10,5	0,4	2.812,4	100,0
PUTAENDO	3.707,1	98,0	74,8	2,0	3.781,9	100,0
TOTAL ÁREA	58.121,9	81,6	13.121,6	18,4	71.243,5	100,0

Para la determinación directa de la demanda de agua, se emplearon los antecedentes obtenidos en el estudio sobre superficies de riego, usos del suelo (tipos de cultivos), evapotranspiración potencial, coeficientes de cultivo y superficie de riego tecnificado.

La demanda resultante de aplicar la metodología anterior corresponde a tres casos a partir de los cuales se pueden derivar los 12 escenarios antes mencionados. Estos tres casos son los siguientes: demandas actuales

correspondientes al área de riego actual y eficiencias actuales (asimilables al escenario 1), demandas para la situación mejorada (escenario 3), que corresponden a las áreas actuales pero con eficiencias mejoradas por las obras menores de canales, tranques de noche y por la tecnificación de riego, y, demandas futuras (escenario 12), que corresponden a una área totalmente expandida en todo el valle Aconcagua y también en el Putaendo.

Los resultados de la demanda total por sector de riego y sección legal del río se presentan en los Cuadros 2.1.3.3-4 al 2.1.3.3-6 siguientes.

Cuadro 2.1.3.3-4
Demanda Actual (escenario 1)

División		Demandas	
		Medias (l/s)	
Sector de riego	Sección de río	por sector	por sección
1	1	5488	11148
2		5660	
3	Putaendo	1281	2011
4		730	
5	2	266	8114
6		1685	
7		2792	
8		953	
9		2418	
10	3	4251	8768
11		1047	
12		185	
13		1553	
14		781	
15		459	
16		492	
17	4	181	809
18		628	
19	Limache	2848	2848
20	Pucalán	1488	1488
Totales		35186	35186

Cuadro 2.1.3.3-5
Demanda Situación Mejorada (escenario 3)

División		Demandas	
		Medias (l/s)	
Sector de riego	Sección de río	por sector	por sección
1	1	5359	10798
2		5439	
3	Putaendo	1350	2119
4		769	
5	2	229	7417
6		1353	
7		2684	
8		793	
9		2358	
10	3	4158	8487
11		1014	
12		186	
13		1528	
14		732	
15		380	
16		489	
17	4	167	691
18		524	
19	Limache	2718	2718
20	Pucalán	1492	1492
Totales		33722	33722

Cuadro 2.1.3.3-6
Demanda Situación Futura (escenario 12)

División		Demandas	
		Medias (l/s)	
Sector de riego	Sección de río	por sector	por sección
1	1	5185	10699
2		5514	
3	Putaendo	1590	2481
4		891	
5	2	487	9978
6		1535	
7		4071	
8		703	
9		3182	
10	3	5441	11169
11		1556	
12		384	
13		1939	
14		985	
15		343	
16		521	
17	4	317	842
18		525	
19	Limache	4328	4328
20	Pucalán	1295	1295
Totales		40792	40792

Los antecedentes, detalles y resultados de cada uno de los aspectos expuestos se presentan en el informe final del presente estudio.

b) Sector Agua Potable

La determinación de las demandas de agua potable para la situación actual (año 1.999) y su proyección en un horizonte de 30 años (periodo 2.000-2.030) cuenta con dos componentes, la primera de ellas es la demanda de agua potable para 20 localidades que son actualmente abastecidas por ESVAL S.A., y cuyos antecedentes se obtuvieron a partir de los Planes de Desarrollo presentados por la empresa sanitaria a la Superintendencia de Servicios Sanitarios, y la segunda componente de la demanda de agua potable es la demanda asociada a 62 sistemas de agua potable rural dependientes del Ministerio de Obras Públicas y cuyos antecedentes fueron aportados por la Subgerencia de Agua Potable Rural de ESSEL S.A. (en la V Región).

Para efectos del presente estudio se ha determinado la demanda total, tanto urbana como rural para cada una de las secciones del río Aconcagua, esto es, para la situación actual y para la proyección de la demanda en un horizonte de 30 años. Los resultados obtenidos se presentan en los Cuadros 2.1.3.3-7 y 2.1.3.3-8 para la situación actual y futura respectivamente.

Cuadro 2.1.3.3-7
Demandas Actuales (año 1.999) de Agua Potable

Sección	Demanda de Agua Potable [l/s]		
	Urbana	Rural	Total
1ª Sección	561,5	10,5	572,0
2ª Sección y Putaendo	2.065,9	42,9	2.108,8
3ª Sección	383,4	32,2	415,6
4ª Sección	915,3	28,4	943,7
Totales	3.926,1	114,0	4.040,1

Cuadro 2.1.3.3-8
Proyección de las Demandas de Agua Potable (periodo 2.000-2.030)

DEMANDA FUTURA DE AGUA POTABLE URBANA							
Sección	Año						
	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
1ª Sección	571,9	619,8	670,7	721,4	780,6	858,9	951,7
2ª Sección y Putaendo	459,1	457,5	449,3	451,6	477,3	535,4	608,5
3ª Sección	1951,8	1953,7	1924,9	1955	2076,3	2328,8	2645,5
4ª Sección	974,2	1171	1437,9	1675	1775,6	2006,5	2301,4
SUBTOTAL	3957	4202	4482,8	4803	5109,8	5729,6	6507,1
DEMANDA FUTURA DE AGUA POTABLE RURAL							
Sección	Año						
	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
1ª Sección	10,6	11,2	11,9	12,6	13,2	13,6	14,1
2ª Sección y Putaendo	43,5	45,6	47,7	49,8	51,8	53,9	56,1
3ª Sección	32,5	34,2	35,8	37,3	38,8	40	41,6
4ª Sección	28,7	29,9	31,1	31,9	32,8	33,7	34,5
SUBTOTAL	115,3	120,9	126,5	131,6	136,6	141,2	146,3
TOTAL	4072,3	4322,9	4609,3	4934,6	5246,4	5870,8	6653,4

La demanda futura del sector agua potable es absorbida predominantemente por la 3ª y 4ª sección del Aconcagua con un 40% y 35% respectivamente, de la demanda total, donde el resto de la demanda se distribuye en porcentajes de 15% y 10% entre la 1ª y 2ª sección del Aconcagua respectivamente.

c) Sector Generación Eléctrica

En la cuenca del río Aconcagua existen en la actualidad 8 centrales de generación eléctrica, 4 de ellas termoeléctricas (San Isidro y Nehuenco, más dos fuera de la cuenca; Ventanas y Laguna Verde) y 4 hidroeléctricas (Aconcagua, Los Quilos, El Sauce y Juncalito). Las principales características de las centrales termoeléctricas e hidroeléctricas se presentan en los Cuadros 2.1.3.3-9 y 2.1.3.3-10 respectivamente.

CUADRO 2.1.3.3-9
CENTRALES TERMOELÉCTRICAS EN LA CUENCA DEL RÍO ACONCAGUA

Nombre	Propietario	Año Puesta Servicio	Tipo Turbina	Nº Unidades	Potencia Total (Kw)
San Isidro	San Isidro S.A.	1998	Ciclo combinado	1	370.000
Nehuenco	Colbún S.A	1998	Ciclo combinado	1	370.000
Ventanas(*)	Gener S.A.	1964-77	Vapor-carbón	2	338.000
Laguna Verde(*)	Gener S.A.	1939-49	Vapor-carbón	2	54.700

(*) fuera de la cuenca

CUADRO 2.1.3.3-10
CENTRALES HIDROELÉCTRICAS EN LA CUENCA DEL RÍO ACONCAGUA

Nombre	Propietario	Año Puesta Servicio	Tipo Central	Tipo Turbina	Nº Unidades	Gasto Central (M^3/S)	Altura De Caída (M)	Potencia Total (Kw)
Aconcagua	Aconcagua S.A.	1993-94	Pasada	Pelton	2	20,0	654,3	72.900
Los Quilos	H.G.Vieja y M. Valparaíso	1943-89	Pasada	Pelton	3	22,0	227,0	39.300
El Sauce	G.E.Sauce Los Andes	-	Pasada	-	-	20,0	12,0	1.104
Juncalito	Hidroeléctrica Aconcagua	-	Pasada	-	-	13,2	12,5	1.400

En el Cuadro 2.1.3.3-11 se resume la demanda actual de agua para generación eléctrica, donde cabe destacar que de los caudales demandados, sólo los correspondientes a las termoeléctricas pueden ser considerados como de uso consuntivo, mientras que el resto son del tipo no consuntivo. La metodología de cálculo de las demandas de generación eléctrica se puede observar en el Informe Final del presente estudio.

CUADRO 2.1.3.3-11
DEMANDA ACTUAL DE AGUA PARA GENERACIÓN ELÉCTRICA

CENTRALES HIDROELÉCTRICAS (uso no consuntivo)		
CENTRAL	CAUDAL (l/s)	SECCIÓN
Aconcagua	12.300	1ª
Los Quilos	15.900	1ª
El Sauce	20.000	1ª
Juncalito	13.200	1ª
TOTAL	61.400	
CENTRALES TERMOELÉCTRICAS (usos no consuntivos)		
CENTRAL	CAUDAL (l/s)	SECCIÓN
Nehuenco	260	3ª
San Isidro	260	3ª
Otros	20	3ª
TOTAL	540	

En el caso de la generación eléctrica, la demanda futura es totalmente incierta. La Comisión Nacional de Energía (CNE), repartición con carácter ministerial pero dependiente del Ministerio de Economía, está encargada legalmente de realizar los estudios de demandas futuras de energía eléctrica y cómo satisfacer los incrementos de esa demanda a nivel nacional, sin embargo, el horizonte de previsión de tales proyecciones es de 10 años, bastante menor que el de este estudio.

Dentro de este contexto en documentos llamados "Fijación de Precios Nudo", publicados por la CNE se presenta un programa de obras que señala la construcción de 8 nuevas centrales termoeléctricas conectadas al SIC, las que se recomienda poner en operación entre Enero de 2001 y Abril de 2008 pero cuya ubicación no se encuentra estipulada, razón por la cual no es posible considerarlas dentro de la demanda futura en el río Aconcagua.

Por lo tanto, no es posible realizar una proyección de la demanda futura de nuevas centrales de generación eléctrica en la cuenca del río Aconcagua. Sólo se puede considerar una demanda máxima de las centrales existentes, suponiendo que permanecerán en servicio durante un período significativo de tiempo. Esa demanda máxima, en función de su capacidad potencial de generación se resume en el Cuadro 2.1.3.3-12.

CUADRO 2.1.3.3-12
DEMANDA FUTURA DE AGUA PARA GENERACIÓN ELÉCTRICA (l/s)

1ª SECCIÓN	3ª SECCIÓN	TOTAL
75.200	540 (*)	75.740

(*) de uso consuntivo

Sin embargo, la empresa Guardia Vieja (Minera Valparaíso) planea la construcción, en una fecha próxima, de dos centrales hidroeléctricas en la parte alta de la 1ª Sección del río Aconcagua. La primera de ellas, denominada Guardia Vieja,

extraerá 8 m^3/s del río Juncal y 4 m^3/s del río Juncalillo. La otra central, llamada Chacabuquito, extraerá 25 m^3/s de las aguas restituidas al río Juncal por la central Los Quilos. En caso de concretarse la construcción del proyecto de embalse Puntilla del Viento, con una capacidad de 90.000.000 m^3, la empresa Guardia Vieja destinaría 4 m^3/s a esta obra, manteniendo los restantes 21 m^3/s para generación eléctrica. Estos consumos son de uso no consuntivo y su operación deberá ajustarse a los derechos ya constituidos para el sector riego sin interferir con ellos.

d) Sector Industrial

Sobre la base de las demandas de agua del sector industrial presentadas en los estudios "Estudio de Impactos de Sequías en las Cuencas de los Ríos Limarí y Aconcagua" (Universidad Católica de Chile/D.G.A, 1998) y "Análisis Actual y Futuro de los Recursos Hídricos de Chile" (D.G.A. / IPLA Ltda., 1994) se ha obtenido la demanda de agua del sector industrial, que es satisfecha con recursos del río Aconcagua para cada una de sus secciones, resultados que se presentan en el Cuadro 2.1.3.3-13. El detalle de la metodología empleada para la determinación de las demandas industriales actuales se presenta en el Informe Final del presente estudio.

CUADRO 2.1.3.3-13
DEMANDA ACTUAL DE AGUA PARA USO INDUSTRIAL (l/s)

1ª SECCIÓN	2ª SECCIÓN	3ª SECCIÓN	4ª SECCIÓN	TOTAL
154,5	12,2	426,4	220,0	813,1

Extendiendo la interpolación y extrapolación de los datos presentados en el "Análisis Actual y Futuro de los Recursos Hídricos de Chile" (D.G.A. / IPLA Ltda., 1994) para el período 2000-2030 y adoptando la misma metodología empleada para la determinación de las demandas actuales, se obtiene la demanda futura del agua para uso industrial, cuyos resultados se presentan en el Cuadro 2.1.3.3-14.

CUADRO 2.1.3.3-14
DEMANDA FUTURA DE AGUA PARA USO INDUSTRIAL (l/s)

AÑO	1ª SECCIÓN	2ª SECCIÓN	3ª Y 4ª SECCIÓN	TOTAL
2000	158,8	12,5	664,4	835,7
2005	181,1	14,3	757,6	952,9
2010	205,5	16,2	860,0	1.081,8
2015	233,5	18,4	976,8	1.228,7
2020	266,0	21,0	1.113,1	1.400,1
2025	304,4	24,0	1.273,8	1.602,3
2030	349,9	27,6	1.464,1	1.841,7

La demanda futura del sector industrial es absorbida predominantemente por la 3ª sección del Aconcagua con un 53% de la demanda total. El resto de la demanda se distribuye en porcentajes de 27%, 19% y 1% entre la 4ª, 1ª y 2ª sección del Aconcagua respectivamente.

e) Sector Minero

Sobre la base de las demandas del sector minero presentadas en el "Modelo de Simulación Hidrogeológico del Valle del Río Aconcagua" y en el "Estudio de Impactos de Sequías en las Cuencas de los Ríos Limarí y Aconcagua" (Universidad Católica de Chile/D.G.A, 1998), se obtuvo la demanda actual y futura del sector minero que es satisfecha con aguas del río Aconcagua, para cada una de sus secciones, resultados que se presentan en los Cuadros 2.1.3.3-15 y 2.1.3.3-16 para las situación actual y futura respectivamente. El detalle de la metodología empleada para la determinación de las demandas mineras actuales se presenta en el Informe Final del presente estudio.

CUADRO 2.1.3.3-15
DEMANDA ACTUAL DE AGUA PARA USO MINERO (l/s)

1ª SECCIÓN	2ª SECCIÓN	3ª SECCIÓN	4ª SECCIÓN	TOTAL
214,8	44,9	509,3	0	769,0

CUADRO 2.1.3.3-16
DEMANDA FUTURA DE AGUA PARA USO MINERO (l/s)

AÑO	1ª SECCIÓN	2ª SECCIÓN	3ª SECCIÓN	TOTAL
2000	237,3	48,4	549,5	835,2
2005	247,6	52,2	592,3	892,1
2010	257,9	56,0	635,1	949,0
2015	268,2	59,8	678,0	1.006,0
2020	278,5	63,5	720,8	1.062,8
2025	288,7	67,3	763,7	1.119,7
2030	299,0	71,1	806,5	1.176,6

La demanda futura de agua para el sector minero corresponderá predominantemente a la 3ª sección del Aconcagua con un 66%. La demanda restante corresponde un 28% a la 1ª sección y un 2% a la 2ª sección.

f) Sector Recreación, Deporte y Paisajismo

Para la determinación de las demandas de agua del sector recreación, deporte y paisajismo se identificaron aquellos complejos turísticos y recreativos que se encuentren en la cuenca del río Aconcagua, y que no son abastecidos por la red pública, tales como instalaciones termales o *campings*, centros turísticos, etc.

En el Cuadro 2.1.3.3-17 se resume la información actual, disponible en la guía turística Turistel de 1999, sobre este tipo de centros.

CUADRO 2.1.3.3-17
CENTROS RECREATIVOS EN LA CUENCA DEL RÍO ACONCAGUA

Sección	Centro Recreativo	Capacidad (personas)	Piscinas	Demanda (l/s)
1ª	Termas El Corazón	200	2	3,9
	Termas de Jahuel	150	1	2,2
	Portillo	400	-	1,9
	El Sauce	40	-	0,2
	Campo Lindo	60	-	0,3
	Guardia Vieja	60	-	0,3
2ª	Manantiales de Panquehue	304	5	8,9
3ª	Parque Nacional La Campana (Palmas de Ocoa)	64	-	0,3
4ª	Parque Nacional La Campana (Cajón Grande)	88	-	0,4
	Parque Nacional La Campana (Granizo)	92		0,4
	La Higuera de Limache	100	1	2,0
TOTAL				20,8

Para asignar una demanda de agua a cada uno de estos centros se consideró la capacidad de visitantes y, además, si las instalaciones cuentan con piscina. Se consideró una dotación de 400 l/día por visitante más 1,5 l/s por piscina, en instalaciones hoteleras, y de 200 l/día por visitante en los *campings*, durante un período de temporada alta de 4 meses al año. La demanda se expresa para la temporada alta.

De acuerdo a informaciones extraoficiales, existen varios proyectos de complejos turísticos en la cuenca del río Aconcagua, los que se encuentran en una etapa preliminar de estudio. No se cuenta con antecedentes ciertos acerca de su factibilidad y fecha de implementación.

Estos proyectos son los siguientes:

- Proyecto del Parque Ecológico y centro invernal San Francisco, ubicado en el sector alto del estero San Francisco, 1ª Sección del río.
- Proyecto de centro invernal en Campos de Ahumada Alto, 1ª Sección del río.
- Proyecto del Ministerio de Vivienda y Urbanismo de parque en la ribera del río Aconcagua, entre Los Andes y San Felipe.
- Conversión del campamento Saladillo (Codelco, División Andina) en centro turístico y museo al aire libre.

2.1.3.4 Balance entre Oferta y Demanda

Para evaluar la disponibilidad actual de aguas en la cuenca se efectuaron dos procedimientos. Uno correspondió a realizar balances entre los afluentes y demandas totales, ambas asociadas a las secciones legales o de hecho existentes en la cuenca, para diferentes probabilidades de excedencia. El procedimiento anterior corresponde a lo que se ha denominado balance simple o "manual" para distinguirlo del segundo procedimiento, que corresponde a aplicar el modelo de simulación a nivel mensual para todo el período histórico disponible (1950-1999). El modelo fue especialmente adaptado para este estudio.

Cabe destacar que los resultados de ambos métodos no son comparables entre sí, aunque sí lo son las conclusiones que se derivan de cada uno. Ello porque en el caso del balance manual se suman todas las entradas a la sección del río, considerada esa como un todo. Sobre lo anterior se comparan las demandas (al río) y se deriva una relación porcentual que da cuenta en forma aproximada del grado de satisfacción de las demandas en cada sección del río. Por el contrario, el modelo de simulación efectúa balances en cada sector de riego y para cada mes, desde 1950 a 1999. La satisfacción de la demanda de riego en este último caso se calcula mes a mes según un procedimiento estándar que se describe más adelante. En consecuencia el grado de satisfacción de la demanda para diferentes probabilidades que se obtiene del balance manual no es comparable directamente (cuantitativamente) con los porcentajes de satisfacción de la demanda de riego determinados por el modelo. Sí lo son las conclusiones que se desprenden de cada método, en cuanto a la identificación de sectores con falta de recursos hídricos, tal como se ve a continuación.

a) Balance Simple de Aguas

El balance hídrico simple para la situación actual se ha realizado a nivel de valores característicos mensuales, considerando 5 probabilidades de excedencia de la oferta hídrica (5%, 20%, 50%, 85% y 95%) y comprende las 4 secciones legales del río Aconcagua y la cuenca del río Putaendo, la que es tratada en forma independiente, pero cuyos derrames y eventuales excedentes constituyen un aporte a los recursos superficiales disponibles en la 2ª sección.

El balance hídrico de la situación actual ha requerido que se realicen balances parciales, por secciones legales, los que van generando excedentes y derrames que son utilizables hacia aguas abajo.

En el Cuadro 2.1.3.4-1 se presentan los resultados de los porcentajes de satisfacción de la demanda de riego a nivel de río, obtenidos para cada sección legal del río Aconcagua y para la cuenca del río Putaendo, correspondientes a las diferentes probabilidades de excedencia que fueron consideradas en el análisis.

Dichos coeficientes han sido calculados como el cuociente entre el caudal total utilizado en riego y la demanda de riego a nivel de río.

CUADRO 2.1.3.4-1

Porcentaje Cubierto de la Demanda de Riego a Nivel de Río (%)

Sección	1ª											
Prob. de Exced.	Mes											
(%)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
5	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	-	-	-	100.0	100.0	100.0	100.0
20	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	-	-	-	100.0	100.0	100.0	100.0
50	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	-	-	-	100.0	100.0	100.0	100.0
85	100.0	92.5	100.0	100.0	100.0	-	-	-	100.0	100.0	100.0	100.0
95	75.6	70.5	80.6	100.0	100.0	-	-	-	100.0	100.0	100.0	91.9
Sección	PUTAENDO											
Prob. de Exced.	Mes											
(%)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
5	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	-	-	-	100.0	100.0	100.0	100.0
20	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	-	-	-	100.0	100.0	100.0	100.0
50	100.0	82.3	100.0	100.0	100.0	-	-	-	100.0	100.0	100.0	100.0
85	56.3	40.3	59.9	100.0	100.0	-	-	-	100.0	100.0	100.0	73.6
95	33.5	27.0	42.3	77.8	100.0	-	-	-	100.0	100.0	77.4	40.6
Sección	2ª											
Prob. de Exced.	Mes											
(%)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
5	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	-	-	100.0	100.0	100.0	100.0
20	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	-	-	100.0	100.0	100.0	100.0
50	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	-	-	100.0	100.0	100.0	100.0
85	48.3	54.2	80.1	100.0	100.0	100.0	-	-	100.0	100.0	100.0	100.0
95	37.1	54.2	79.7	100.0	100.0	100.0	-	-	100.0	100.0	100.0	82.5
Sección	3ª											
Prob. de Exced.	Mes											
(%)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
5	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
20	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
50	76.0	11.6	41.9	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
85	2.1	2.4	4.1	93.3	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	21.6
95	2.1	2.4	4.1	56.8	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	63.5	40.0	2.5
Sección	4ª											
Prob. de Exced.	Mes											
(%)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
5	100.0	100.0	100.0	100.0	-	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
20	100.0	21.2	76.0	100.0	-	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
50	4.8	4.9	7.3	100.0	-	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
85	4.8	4.9	7.3	15.0	-	100.0	100.0	100.0	100.0	80.0	6.1	4.8
95	4.8	4.9	7.3	15.0	-	100.0	100.0	100.0	100.0	11.7	6.1	4.8

*: Probabilidad de Excedencia de la oferta hídrica.

Los resultados obtenidos del balance representan con un buen grado de aproximación lo que se observa actualmente en la cuenca y que se comenta en detalle en el punto siguiente.

Una vez evaluado el balance hídrico correspondiente a la situación actual de la cuenca y según el método manual (sin modelo de simulación), se puede concluir que en las condiciones de infraestructura de riego que se observan a la fecha, en que no se dispone de grandes obras de regulación, la situación por secciones legales, y para diferentes probabilidades de excedencia, es la siguiente:

- Las demandas actuales de agua para usos potable, energía termoeléctrica, minería e industria se satisfacen con recursos subterráneos que captan en todas las secciones del río Aconcagua, e incluso la disponibilidad de los acuíferos y la infraestructura de captaciones existentes permite disponer de aguas subterráneas como recurso complementario a las aguas superficiales para satisfacer las demandas de riego. En las condiciones actuales, la magnitud de dichos recursos complementarios varía de una sección a otra, siendo los más importantes los correspondientes a la 3ª sección.

El análisis global de los resultados del balance de aguas superficiales para la situación actual, permite concluir lo siguiente:

- En la 1ª sección, los recursos disponibles permiten satisfacer en un 100% las demandas de riego, para los años de probabilidad de excedencia 5%, 20% y 50%. Incluso para años más secos, 85% y 95%, los valores mínimos de satisfacción de la demanda muestran que en la práctica no hay déficit hídrico en la 1° sección.

- En la cuenca del río Putaendo, los recursos disponibles permiten satisfacer en un 100% las demandas de riego, sólo para los años de probabilidad de excedencia 5%, y 20%. Para el caso de 50% de probabilidad de excedencia se genera un déficit en el mes de febrero, lo que se traduce en que la satisfacción de la demanda de riego sólo alcance al 82,3%, mientras que para años más secos, 85% y 95% de probabilidad de excedencia, se producen déficit en los períodos diciembre-marzo y noviembre-abril, respectivamente, es decir, en gran parte de la temporada de riego. Los valores mínimos de satisfacción de la demanda para cada período señalado son de 40,3% y 27,0%.

- En la 2ª sección, aun cuando los recursos superficiales disponibles son mayores debido a la existencia de zonas de afloramientos, estos recursos permiten satisfacer en un 100% las demandas de riego, sólo para los años de probabilidad de excedencia 5%, 20% y 50%. Para años más secos, 85% y 95% de probabilidad de excedencia, se producen déficit en los períodos enero-marzo y diciembre-marzo, respectivamente. Los valores mínimos de

satisfacción de la demanda para cada periodo señalado son de 48,3% y 37,1%.

- En la 3ª sección, los recursos disponibles permiten satisfacer en un 100% las demandas de riego, sólo para años de probabilidad de excedencia 5% y 20%. Para años de 50% de probabilidad de excedencia, se producen déficit en el período enero-marzo y el valor mínimo de porcentaje de satisfacción de la demanda alcanza a 11,6%. Para años más secos, 85% y 95%, se producen déficit en el período diciembre-abril y octubre-abril, respectivamente, lo que se traduce en satisfacciones parciales de la demanda, cuyos valores mínimos son de 2,1%, en ambos casos.

- En la 4ª sección, los recursos disponibles permiten satisfacer en un 100% las demandas de riego, sólo el año de probabilidad de excedencia 5%. Para los años de 20% y 50% de probabilidad de excedencia, se producen déficit en el período febrero-marzo y enero-marzo, respectivamente, a raíz de lo cual el valor mínimo del porcentaje de satisfacción de la demanda en cada caso llega sólo a 21,2% y 4,8%. Para años más secos, 85% y 95%, se producen déficit, en ambos casos en el período octubre-abril. El valor mínimo de satisfacción de la demanda alcanza a 4,8%, en ambos casos.

b) Balance con Modelo de Simulación

A continuación se presentan los resultados del análisis, mediante el modelo MOS, de la situación actual del valle Aconcagua.

El análisis se efectúa para lo que se ha denominado Situación Actual (que se detalla en el punto 7.3.1.1 del Informe Final), que considera las áreas y eficiencias de riego actuales, al año 2000, y sin nuevas obras de regulación.

La información hidrológica está actualizada al año 1998 - 99. Para los caudales de bombeo total desde los acuíferos y los empleados en los sectores de riego en los años 1996, 1997 y 1998 se usaron los valores del año 1995.

La distribución del caudal disponible en los nodos del sistema, se realizó considerando los derechos de aprovechamiento de aguas permanentes y eventuales existentes en el valle y las demandas de cada uno de los sectores.

Los antecedentes sobre los derechos de aprovechamiento de las aguas superficiales se obtuvieron del informe sobre el modelo de simulación hidrogeológico de Ingendesa - AC Ingenieros elaborado para la ex Dirección de Riego en 1997.

El modelo MOS se modificó agregando la opción de distribuir los caudales afluentes a los nodos del sistema de acuerdo con los derechos de aguas en la forma en que ellos pudieron representarse.

Para determinar las demandas de cada sector, se preparó los archivos correspondientes de datos relacionados con las superficies cultivadas, las necesidades netas y eficiencias de aplicación del agua de riego ponderadas a nivel de sector.

Las necesidades netas ponderadas son las que se obtienen a partir de las áreas asignadas a los diferentes cultivos y sus necesidades evapotranspirativas. El volumen total de necesidad evapotranspirativa dividido por el área total de los cultivos es la necesidad neta ponderada del sector.

La eficiencia de aplicación ponderada a nivel de sector se determina como el cuociente entre la necesidad neta y la necesidad bruta o bien como el cuociente entre el volumen total de necesidad neta y el volumen total de necesidad bruta.

La necesidad bruta de un cultivo es su necesidad neta dividida por su eficiencia de aplicación promedio ponderada, pues dentro de un sector un mismo cultivo se riega por diferentes métodos, así, en el caso de las viñas, por ejemplo, un 70 % del área total se riega por surco con una eficiencia de 45 %, y el 30 % del área restante se riega por goteo, con una eficiencia de 90 %, resultando así una eficiencia promedio ponderada de 52.9 %.

Los datos de superficies de los cultivos, evapotranspiración potencial y coeficientes de cultivo se tomaron del capítulo sobre las demandas de agua en el sector riego, los que a su vez provienen del estudio DOH "Modelo de simulación hidrogeológico del valle del Río Aconcagua", realizado por Ingendesa – AC, excepto en el valle del río Putaendo para el cual los datos son los del estudio de CNR. Para simplificar, la lluvia efectiva se trató en forma independiente del cultivo empleando los datos del estudio "Embalse de Regulación para el Río Aconcagua" de EDIC para DOH, tomada de Informe Final del Estudio de Factibilidad. Aspectos Agroeconómicos. Julio 1999. Capítulo 4.7, Cuadro 4.7– 9.

Las eficiencias de los métodos de aplicación del agua de riego así como también su distribución porcentual para un mismo cultivo se obtuvieron del referido estudio de EDIC para DOH, el que a su vez utilizó la información proporcionada por el Censo Agropecuario de 1996/97, que dada su cobertura se considera altamente confiable.

En el Cuadro 2.1.3.4-2 se presentan los valores de las superficies cultivadas por sector consideradas para el escenario actual.

CUADRO 2.1.3.4-2
SUPERFICIES CULTIVADAS POR SECTOR [HA]

Sección	Sector	Situación Actual
I	S01	11431,3
I	S02	11124
Putaendo	S03	1292,2
Putaendo	S04	2489,7
II	S05	492,1
II	S06	2810,2
II	S07	4742,4
II	S08	1572,9
II	S09	4893,2
III	S10	(+) 9107,3
III	S11	2423,2
III	S12	445,6
III	S13	4849
III	S14	1361,3
III	S15	1071,9
III	S16	1698,1
IV	S17	369,1
IV	S18	793,2
Limache	S19	(+) 6257,6
Pucalán	S20	(+) 2019,2
	Suma	**71243,5**

(+) no incluye áreas de barbechos ni indirectamente productivas

La seguridad de riego se determina como el cuociente entre los años sin falla y el total de años simulados. Un año es fallado si el déficit es mayor o igual a un 15% en un mes cualquiera, o bien, si en dos meses seguidos los déficit son inferiores a un 15 %, pero, mayores que 10 %. Las fallas se contabilizan desde octubre hasta marzo.

En el Cuadro 2.1.3.4-3 se presentan los resultados de las seguridades de riego obtenidas en cada escenario analizado.

Cabe recordar que el modelo MOS representa en forma global, a través de los denominados sectores de riego, las áreas que se riegan, de manera que los resultados de seguridades de riego que se obtienen son de carácter global para un sector y no pueden aplicarse a la realidad de un canal particular perteneciente a ese mismo sector, lo cual exigiría un análisis más fino.

CUADRO 2.1.3.4-3
SEGURIDADES DE RIEGO PARA SITUACIÓN ACTUAL

Sección	Sector	Fallas	Seg(%)
I	S01	3	93,9
I	S02	4	91,8
Putaendo	S03	17	65,3
Putaendo	S04	12	75,5
II	S05	2	95,9
II	S06	6	87,8
II	S07	7	85,7
II	S08	1	98,0
II	S09	4	91,8
III	S10	20	59,2
III	S11	7	85,7
III	S12	12	75,5
III	S13	7	85,7
III	S14	20	59,2
III	S15	2	95,9
III	S16	18	63,3
IV	S17	6	87,8
IV	S18	20	59,2
Limache	S19	23	53,1
Pucalán	S20	14	71,4

Para la situación del año 2000, se observa que el sector S19 del valle de Limache es el más deficitario con una seguridad de riego igual a 53,1%. Otros sectores afectados corresponden a los del valle del río Putaendo y a los sectores de la tercera sección, en especial los sectores S10 y S14, también el sector S18 de la cuarta sección, presenta bajas seguridades similares a las del valle de Limache.

La primera y segunda sección aparecen regadas con buena seguridad siendo los sectores S06 y S07 los que presentan una seguridad ligeramente inferior al resto, pero sobre 85%. Por otro lado, el sector S08 es el que presenta una mayor seguridad entre los veinte sectores considerados, de 98%.

En conclusión, los sectores deficitarios con respecto al riego son el valle del Putaendo así como las secciones 3ª y 4º del Aconcagua las cuales presentan valores de satisfacción de la demanda promedio, inferiores al 85%.

Los resultados obtenidos con el modelo, en cuanto a las secciones deficitarias en recurso hídrico para riego, son consistentes con los obtenidos según el balance manual, es decir existiría déficit de agua en Putaendo, la 3ª sección y la 4ª sección.

2.2 DIAGNÓSTICO DE PROBLEMAS Y CONFLICTOS

De acuerdo con el diagnóstico efectuado sobre la base de los estudios consultados y los realizados en el presente trabajo, de entrevistas con los principales actores involucrados, de encuestas a los usuarios y del trabajo consensuado realizado en el taller seminario, se han identificado una serie de problemas, conflictos o carencias de la cuenca del río Aconcagua y sus afluentes.

En general, el potencial existente en la cuenca del estudio no ha sido desarrollado plenamente, debido a múltiples carencias, contraposición de intereses, problemas y conflictos, los cuales son la razón de ser del presente estudio que, como se ha dicho anteriormente, pretende elaborar un plan indicativo que sirva de marco de referencia para los futuros proyectos de desarrollo de la región basados en el mejor aprovechamiento del recurso hídrico, los que tendrán como objetivo ir solucionando los problemas detectados en este trabajo.

A partir del diagnóstico, los problemas pueden ser clasificados en las siguientes tres áreas temáticas:

- Problemas de disponibilidad de recursos hídricos en la cuenca.
- Problemas ambientales relacionados con el agua y/o el suelo.
- Problemas asociados a aspectos institucionales y de gestión.

2.3 PROBLEMAS DE DISPONIBILIDAD DE RECURSOS HÍDRICOS

Los problemas de disponibilidad de aguas que a continuación se presentan, tienen su sustento en la aplicación del modelo de simulación (MOS) desarrollado y actualizado especialmente para este estudio, en las entrevistas, encuestas y taller seminario. Si bien sólo la primera fuente representa una argumentación técnica objetiva y verificable, la idea es mencionar todas las razones esgrimidas sobre el tema en cuestión.

Cabe mencionar que los problemas de falta de recursos hídricos no se presentan en toda la cuenca, ni para todos los usos. El déficit de agua se registra fundamentalmente para el riego de las secciones 3° y 4° y Putaendo.

A partir de la utilización del modelo de simulación, que integra las componentes superficial y subterránea de la zona de estudio, se consideró la disponibilidad de aguas en la condición actual y se evaluó la seguridad de riego en cada sector de riego de la cuenca. En el Cuadro 2.1.3.4-3 se mostró los resultados de la disponibilidad de aguas a nivel de cada sector de cada sección legal del valle del río Aconcagua, obtenidos según lo señalado en el punto anterior.

Los resultados muestran que en la 1ª sección no hay déficit hídrico. Para la 2ª sección las seguridades están entre 85 y 98%. El valle del Putaendo presenta seguridades bajas de entre 65 y 76 %. En la 3ª sección también hay déficit, con seguridades bajas entre 59 y 75 %. Por último, en la 4ª sección, se satisfacen los requerimientos de riego con una seguridad que oscila entre un 53 y un 88%.

Claramente se aprecia, que las secciones con mayor déficit hídrico son la 3ª sección, el valle de Putaendo, Limache y la 4ª sección. Lo anterior estaría asociado principalmente a una falta de regulación.

El problema de la escasez del recurso está directamente relacionado, y de hecho se refleja, en el grado de tecnificación. Así, se encuentra que en la 1° sección sólo el 10 % de la superficie tiene riego tecnificado, en la 3ª sección, el 60 % de la superficie tiene riego tecnificado. En el total de la cuenca, un promedio de un 30 % de la superficie de riego está tecnificada.

Se aprecia también la necesidad de efectuar unificación de bocatomas a lo largo del río Aconcagua, dado el exceso de canales paralelos y falta de obras de captación de carácter definitivo, así como también de obras de distribución modernas y en buen estado. Existe una baja eficiencia en el funcionamiento de los canales de riego, debido a la mala mantención de ellos y a su excesiva longitud, en algunos casos.

En la cuenca del río Putaendo, existe gran escasez del recurso en los meses de verano, debido a las características hidrológicas de la cuenca, cuyos respaldos de nieve y deshielo son insuficientes para cubrir las necesidades. En este caso tampoco existe suficiente infraestructura de riego y, aún más, los derivados de los principales canales de riego presentan serios problemas de pérdidas por filtraciones. Por otro lado, no ha sido reconocida la importancia y oportunidad de utilizar el acuífero local, que está subexplotado. Así, este valle presenta grandes limitaciones en su desarrollo agrícola, lo que se traduce en una situación de pobreza importante.

La cuenca del estero Limache presenta recursos propios escasos y debe ser abastecida a través del trasvase de agua desde la 3ª sección del río Aconcagua, (canales Waddington y Ovalle). Los principales problemas del área están en zonas sobre la cota de estos canales, pues dependen sólo de las aguas generadas en la propia subcuenca. En general, esta situación provoca la subutilización de suelos potencialmente atractivos para las labores agrícolas.

En la 3ª sección se concentra aproximadamente el 65% de la producción hortícola de la V región y el 80% de la producción de flores. El análisis de balances entre la disponibilidad de aguas y las demandas por ella, arroja déficit, lo que tiende a agravarse en forma significativa en períodos de sequía. Considerando además la falta de infraestructura de riego existente en la zona, tales como embalses

de regulación nocturna, se plantea una situación de vulnerabilidad en cultivos de alto valor económico, situación que provoca enorme preocupación entre los distintos agentes involucrados.

Si bien en la 4ª sección las demandas para riego no son importantes, en ella se tiene otro aspecto que se refiere a la disponibilidad de aguas (tanto superficiales como subterráneas) para satisfacer la demanda creciente de agua potable. ESVAL planea satisfacer gran parte de su demanda con aguas provenientes de la cuarta sección, cuya capacidad es limitada. De acuerdo con los cálculos de la demanda del sector sanitario y de las disponibilidades y capacidades de explotación de agua superficial y subterránea en la 4ª sección, se tendría un déficit creciente a futuro a medida que aumentan los requerimientos de la población. El acuífero superficial sería aprovechado, según lo tienen contemplados los planes de desarrollo de ESVAL (sobre todo en sector de puente Colmo). Dicho acuífero somero es alimentado directamente por el río Aconcagua y su respaldo hídrico está condicionado por dicho río. Cambios futuros en la disponibilidad de aguas superficiales en la 4ª sección, incidirían directamente sobre el rendimiento de las captaciones subsuperficiales existentes. Los aspectos mencionados están incluidos en el modelo de simulación, el que fue aplicado para determinar la disponibilidad de aguas en la condición actual a fin de caracterizarla cuantitativamente.

Un problema de otra naturaleza, lo constituye la necesidad de embalses para la generación hidroeléctrica de la zona, manifestado por Hidroeléctrica Guardia Vieja.

En relación con el sector riego, de las encuestas realizadas a 712 agricultores distribuidos a lo largo de todo el valle, se infiere que la mayoría destina sus aguas al riego (94%). A nivel de toda la cuenca, el 62% de los agricultores encuestados declara que tiene derechos suficientes, mientras que un 35% declara lo contrario. En la 1ª sección un 67 % declara tener derechos suficientes, en la 2ª sección un 87%, en la 3ª un 62 %, mientras que en el Putaendo sólo un 25%. Entre las razones que existirían para no obtener nuevos derechos, un 69 % menciona que sería por falta de disponibilidad de agua (a nivel de toda la cuenca). La misma razón anterior es mencionada por un 73% en la 1ª sección, por un 100% en la 2ª sección, por un 61 % en la 3ª sección y por un 80% en el Putaendo.

También resulta interesante mencionar que, un 73% contesta que tiene o ha tenido conflictos con el uso del agua en los últimos años. De ellos, un 42 % aduce causas naturales en general, un 15 % aduce mala distribución del agua, un 13% menciona los robos de agua y no respeto de los turnos y un 10% aduce razones de mala infraestructura de riego. Entre las principales soluciones que proponen los encuestados destacan: embalses, mejoras en la infraestructura o innovación tecnológica y mejor administración y fiscalización. El desglose de las respuestas más frecuentes a la consulta anterior, y a lo largo de las diferentes secciones del valle del río Aconcagua y Putaendo, se muestra en el Cuadro 2.3-1.

CUADRO 2.3-1
SOLUCIONES PARA ESCASEZ DE RECURSOS HÍDRICOS SEGÚN USUARIOS(*)

PREGUNTA: Soluciones para la escasez de recursos hídricos.	1ª SECCIÓN %	2ª SECCIÓN %	3ª SECCIÓN %	PUTAENDO %
Obras de acumulación	39	15	27	44
Mejora de la infraestructura e innovación	29	32	31	21
Mejor administración y/o fiscalización	8	20	11	11

Fuente: Encuesta a cerca de 700 agricultores del valle realizada entre enero y marzo de 2000.
(*): la 4ª sección no se encuestó a ningún agricultor.

Casi todas las apreciaciones anteriores sobre la falta de agua en la cuenca fueron mencionadas en el seminario desarrollado en Quillota con los principales actores de la cuenca. No hubo consenso en cuanto a la supuesta disponibilidad de aguas para la primera sección, donde algunos participantes insistían en que también habría déficit en esta sección, sin presentar cifras o estudios objetivos al respecto.

En síntesis, del estudio efectuado, en particular a partir de la estimación de la disponibilidad actual de aguas con el modelo de simulación; de las conclusiones consensuadas en el seminario, y del diagnóstico actual de la infraestructura de riego, pueden extraerse las siguientes conclusiones:

- Falta de embalses de regulación en la cuenca (principalmente para el sector medio de la cuenca: Putaendo y 3ª sección)
- Deficiencias en la infraestructura de riego (unificación de bocatomas, mejoramiento de canales, embalses de regulación nocturna).
- Optimizar la interacción riego-hidroelectricidad.
- Potenciar el uso de los acuíferos.

2.4 PROBLEMAS AMBIENTALES

Dentro de este tema se detectaron una serie de problemas que afectan directa e indirectamente el medio natural relacionado con el agua y el suelo.

2.4.1 AGUA

2.4.1.1 Descargas de Aguas Servidas

Las aguas del río Aconcagua presentan serios problemas de contaminación bacteriológica (fecal) debido a la descarga de aguas servidas sin tratamiento fundamentalmente desde los principales centros urbanos existentes en la cuenca: Los Andes, San Felipe, Calle Larga, Curimón, El Almendral, Quillota, La Cruz, La Calera, Artificio, Hijuelas, San Pedro, Nogales, Limache, Putaendo, Catemu.

Entre las zonas más afectadas se encuentran los tramos de Los Andes a San Felipe y La Calera a Quillota. El problema se agrava en situaciones de sequía al no existir caudal suficiente para la dilución de esos contaminantes.

2.4.1.2 Contaminación por Metales, Pesticidas y Fertilizantes

Si bien en el taller seminario se mencionó la existencia de este tipo de contaminación, los estudios realizados a nivel de toda la cuenca y que fueron analizados en el diagnóstico no muestran tal problema en forma patente.

2.4.1.3 Desechos Sólidos

En las entrevistas sostenidas durante la etapa de diagnóstico, apareció en forma recurrente, como uno de los problemas de los cauces naturales y artificiales de la cuenca, el depósito en ellos de grandes cantidades de desechos sólidos (basuras), los cuales contaminan los cauces, obstruyen algunas obras de arte tales como sifones y alcantarillas, y constituyen un elemento que atenta contra la belleza paisajística. Sin embargo, se considera que este problema no corresponde abordar en el presente plan director de recursos hídricos, por cuanto se enmarca dentro de las funciones y responsabilidades de los gobiernos regionales y municipalidades.

2.4.1.4 Riesgo de Intrusión Salina Acuífero de la Desembocadura

En la desembocadura del río Aconcagua existiría un riesgo latente de contaminación por intrusión salina desde el mar, atribuible en parte a la explotación de agua subterránea para satisfacer las demandas de agua potable y las necesidades industriales. Muestreos de esta agua indicarían la existencia de este

fenómeno hasta unos 2000 metros aguas arriba de la desembocadura. Esto ha producido un deterioro del recurso hídrico y limitaciones para seguir explotando el acuífero confinado próximo a la desembocadura.

Para el sector de la desembocadura del río Aconcagua, comprendido entre el puente ferroviario sobre dicho río por el Este y su desembocadura al océano por el Oeste, se ha desarrollado recientemente un modelo de simulación hidrogeológico que permite evaluar distintas situaciones relacionadas con las magnitudes de explotación actual y futura del sistema acuífero y su impacto en la calidad del agua. El modelo hidrogeológico permitió determinar la respuesta del sistema ante diversos estímulos. Es así, que dicho modelo fue operado por un período de 50 años, y sometido a diferentes escenarios hipotéticos de explotación[1].

De las conclusiones obtenidas de dicho estudio se pueden establecer los siguientes resultados y recomendaciones:

En la zona estudiada se presentan tres sectores estratigráficamente bien definidos. Un estrato superficial acuífero ligado al flujo del río Aconcagua, presentando condiciones de napa libre. Bajo este acuífero se ubica una capa de arcilla que confina estratos más permeables. El acuífero superficial está conectado directamente con el mar, en cambio el acuífero confinado presentaría una conexión no completamente conocida.

Históricamente, las concentraciones de cloruro han variado entre los 100 mg/l y 700 mg/l en el sector de la desembocadura del río, zona donde se ha efectuado la explotación más intensa del acuífero confinado. Mediciones realizadas a través de muestreos indicaron concentraciones, para el año 1996-97, del orden de 300 mg/l en la napa confinada y de unos 30 mg/l en el río y en el acuífero superficial.

La principal recarga hídrica local de los acuíferos proviene del río Aconcagua, y para el período de calibración del modelo (1967-1996) el caudal medio de río a napa resultó de unos 115 l/s.

Operando el modelo con caudales de extracción elevados en el sector de la desembocadura donde se localizan las captaciones de RPC (entre 200 y 220 l/s), las concentraciones de cloruros alcanzaron valores máximos de 1200 mg/l, lo que provocaría deterioros en la calidad físico-química del agua extraída que podrían mantenerse o aumentar en el tiempo.

Para el sector de Colmo no existiría riesgo de intrusión salina, siendo la limitante para la explotación de dicho sector la capacidad hidráulica del acuífero.

De acuerdo con lo anterior se recomendó que la DGA mantenga un estricto control de la calidad del agua extraída de los pozos del sector de RPC (a

[1] Estudio y Modelo de Simulación Hidrogeológico Zona de Desembocadura del Rio Aconcagua, DGA 1997.

unos 1500 m del mar). Mientras tanto, no se debieran constituir nuevos derechos en dicho sector y estudiar la posibilidad de declarar zona de prohibición para nuevas explotaciones, basada en el riesgo de deterioro de la calidad del agua del acuífero.

2.4.2 SUELO

2.4.2.1 Riesgos de Inundación

a) Extracción de áridos

El río Aconcagua y sus afluentes representan hoy una de las principales fuentes de abastecimiento de áridos para la construcción en la V Región del país. Los áridos son explotados desde el lecho de este río en tramos que abarcan desde su paso por la comuna de los Andes, en el sector precordillerano, hasta la desembocadura en el mar. El auge experimentado durante los últimos años por la actividad inmobiliaria así como el desarrollo de importantes proyectos viales en la V Región, han generado un creciente aumento en la demanda de áridos, la cual ha derivado a su vez en un aumento de la superficie explotada y en los volúmenes de material extraídos desde el lecho. Sin embargo, ni los mecanismos de control ni los de fiscalización se han desarrollado a la par con dicho auge de la extracción de áridos. En la actualidad, cada proyecto de extracción de áridos se analiza técnicamente con la finalidad de no alterar el comportamiento hidráulico y mecánico fluvial local de cada tramo explotado, pero no hay una visión integrada al respecto del problema.

La Dirección de Vialidad, en conocimiento de esta carencia, elaboró recientemente un Plan Maestro para la Extracción de Áridos, para contar con una visión amplia e integral del efecto de dichas extracciones (Estudio Integral y Digitalización del Río Aconcagua, AC Ing. Consultores para la Dirección de Vialidad V Región, julio de 2000).

El ordenamiento propuesto permite establecer los elementos de juicio apropiados para ponerlos a disposición de las autoridades competentes al momento de tomar decisiones respecto de las actuales y futuras faenas de extracción de áridos.

El plan desarrollado contempla la elaboración de una base de datos (apoyada con un SIG) que considera información sobre cada tramo específico del cauce con datos de volúmenes de renovación de áridos, lo cual permite establecer la tasa anual máxima de explotación recomendable. Se establecen además un conjunto de criterios y recomendaciones respecto del mecanismo para otorgar futuras concesiones y de los procedimientos que se deben establecer para mantener actualizada la base de datos. También se proponen mecanismos para la fiscalización de las faenas.

b) Delimitación del cauce

Además del tema de defensas fluviales, las que fueron realizadas de acuerdo con las recomendaciones emanadas del estudio BID-Cuencas y de la ejecución de un Plan Maestro para la extracción de áridos pronto a ponerse en práctica por parte de la actual DOF de la Dirección de Vialidad, se recomienda la realización de un estudio para la delimitación del cauce con el objetivo de evitar eventuales problemas con poblaciones ribereñas y de terrenos agrícolas que se emplacen en sectores que potencialmente podrían ser amagados por el río. Con el estudio se podría efectuar un mejor ordenamiento territorial en torno al cauce. Para ello se plantea la ejecución de un estudio que permita definir las áreas amagadas para diferentes condiciones hidrológicas e hidráulicas.

2.4.2.2 Erosión de Suelos

El uso del suelo en su máxima capacidad ha llevado en muchos casos a una explotación excesiva de éste, lo que unido a condiciones climáticas con características semiáridas, clima templado cálido con lluvias invernales y estación seca prolongada, y la existencia de numerosos incendios forestales en verano, ha generado áreas de deforestación y empobrecimiento del suelo a un nivel difícil de revertir. Para las comunas de Limache y Quillota ésta alcanza a unas 17.000 há., en tanto que para el resto de la cuenca se tienen alrededor de 80.000 há en esa condición. Para estos sectores es necesario, en una primera instancia, plantear políticas tendientes a la protección, para facilitar la reforestación y/o regeneración de la vegetación natural, lo que además permite disminuir problemas erosivos.

A la excesiva y severa erosión de los suelos, se suma la falta notoria de forestación de especies nativas y vegetación en general que ayude a la conservación de los suelos, aguas y condiciones de vida del sector.

Otro punto importante es el relacionado con el riesgo de incendio, ya que existe la posibilidad latente de incendios forestales que causen serios impactos negativos en el sector, especialmente en los sectores poblados. Los incendios forestales que ocurren en la cuenca del río Aconcagua tienen un comprobado origen en actividades humanas, no existiendo condiciones ambientales para su origen natural, por lo que es de gran importancia iniciar una campaña educativa al respecto.

2.4.2.3 Conflicto entre el Uso Urbano y Agrícola del Suelo

Según lo manifestado por algunos entrevistados, se presentan conflictos en el uso del suelo entre los sectores urbanos y agrícolas. Por una parte el desarrollo urbano de la cuenca ha impuesto la necesidad de nuevos terrenos a urbanizar; por otro lado el auge de las explotaciones frutícolas, producto de la

conjunción de condiciones favorables para su realización, excelente calidad de suelos y clima favorable, ha llevado a una situación en que el recurso está aprovechado al máximo de su capacidad y cualquier posible incremento de uno u otro, debe estar basado en la búsqueda de mayor eficiencia en su uso.

Los organismos responsables de este tema (MINVU y Municipalidades principalmente) han tomado conciencia de esta situación y muestra de ello es que se están desarrollando nuevos planes reguladores para la zona alta (provincias de San Felipe, Los Andes y diez comunas que integran el ámbito territorial del plan) y baja del Aconcagua, cuyo objetivo precisamente ha sido la búsqueda de un ordenamiento territorial que contribuya al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes involucrados, a través de una adecuada provisión de infraestructura y suelos para actividades productivas, equipamientos y vivienda, entre otros. Se considera pertinente que sea el contexto de los planes reguladores y no el del plan director de recursos hídricos el ámbito adecuado para abordar dichos problemas.

2.5 PROBLEMAS INSTITUCIONALES Y DE GESTIÓN

Al respecto, se detectó una serie de conflictos y carencias que se refieren tanto al accionar del sector institucional estatal como a los usuarios del agua del sector privado, así como a la relación entre éstos. Dichos problemas, que fueron derivados principalmente de las entrevistas y taller seminario de consenso, se describen a continuación:

a) Falta de coordinación entre algunos servicios públicos y entre éstos y el sector privado. Si hubiera que definir en qué se traduce esta falta de coordinación, se podría señalar que, aparentemente, algunos servicios están integrados al Gobierno Regional, y otros, mantienen su dependencia casi exclusiva del nivel central. En la actualidad se percibe una duplicación de acciones entre organismos del sector público, al mantener en ejecución estudios que se superponen entre sí, y desde los cuales podrían resultar conclusiones diferentes (por ejemplo Proyecto Aconcagua de la DOH y Plan Director de la DGA). En consecuencia es necesario mejorar la coordinación de las políticas sectoriales de las entidades públicas.

b) Desconfianza de parte de los actores, especialmente del sector privado hacia todo tipo de estudios, proyectos e iniciativas que provengan del nivel central, sin haber contado con la participación activa de los actores locales. Actualmente se percibe un conflicto entre los agricultores organizados y el sector público, lo que se traduce en que los primeros se mantienen al margen de los estudios y proyectos que actualmente desarrolla e impulsa el sector público. Existe la percepción por parte de los agricultores de que el MOP ha mantenido en los últimos años y hasta el presente una postura a "espaldas" de ellos.

c) Falta de una visión integral de la cuenca. El elemento central más destacado que subyace a la presencia continua y exacerbada de problemas de todo tipo

en la cuenca del Aconcagua es la falta real de una dirección de objetivos para la cuenca o visión integral de ésta, lo que quedó claramente demostrado en el taller seminario de consenso realizado en Quillota. En lo fundamental no hay ente alguno encargado de velar integralmente por estas materias, estando las responsabilidades pertinentes distribuidas en una gran cantidad de actores públicos, con objetivos estrictamente sectoriales o parciales, dejando de lado la visión conjunta de los problemas de la cuenca. Una evidencia de esta carencia, y la necesidad de resolverla, se expresa en la experiencia de creación, funcionamiento, y posterior desaparición de la Comisión Aconcagua, la que funcionó entre 1993 y 1997, habiéndose concebido precisamente para la orientación del manejo integral y multisectorial de los recursos hídricos. Al desaparecer esta comisión ad-hoc desaparece una instancia que podría haber liderado un proceso de mejoras bajo una visión integrada.

d) Respecto de las razones por las cuales habría terminado dicha comisión cabe mencionar lo siguiente: surgieron problemas al interior de la propia comisión a raíz de la apreciación que la comisión tuvo sobre la aceptabilidad técnica de algunos estudios contratados, falta de adecuada socialización dentro de la comisión respecto de la formulación de los términos de referencia de otro de los estudios contratados (por la DOH), etc. Todo ello tendió a quebrar internamente a la comisión, lo que culminó con la drástica negativa de los regantes de la 1° y 2° sección del río Aconcagua a trasvasar aguas a los ríos Ligua y Petorca, pues se consideraba que no existían recursos suficientes ni siquiera para satisfacer las demandas propias. Al respecto se mantiene hasta hoy una fuerte polémica, considerando que primero se debe mejorar las actuales demandas y también apoyar la expansión del área agrícola en el valle del Aconcagua.

e) Las instituciones disponen de facultades que no utilizan. Relacionado con el punto anterior, y tal vez como una consecuencia de él, está el hecho que diversas instituciones tienen en el papel roles y funciones que cumplir y que en el hecho no lo hacen en forma plena. Se pueden enumerar varios casos:

- La DGA tiene como una función importante "planificar el desarrollo del recurso en las fuentes naturales con el fin de formular recomendaciones para su aprovechamiento". La iniciativa de formular este Plan Director constituye otro importante paso en el sentido de consolidar, dentro de la DGA, esta función, la cual comenzó con el programa BID-Cuencas.
- La actual Dirección de Obras Hidráulicas tiene como función el estudio y desarrollo de proyectos de obras de riego, sin embargo, a la fecha no se cuenta con un plan real de obras que solucionen los conocidos déficit en las secciones bajas de la cuenca. Si bien hay numerosos estudios a niveles de perfiles, prefactibilidades o incluso factibilidad, esta entidad no ha podido materializar consensualmente un programa de inversiones que den una solución concreta a esta necesidad.
- Los altos niveles de contaminación orgánica del río, como consecuencia de los vertidos de aguas servidas, no han sido revertidos ni cuando el Estado era

directamente administrador del servicio (a través del SENDOS), ni cuando era propietario (a través de ESVAL S.A.), aún considerando que desde 1989 existe un ente fiscalizador (la Superintendencia de Servicios Sanitarios) la cual tiene como función explícita asegurar que los vertidos de las empresas sanitarias cumplan con las normas pertinentes. La continua postergación de la obligación de construir las obras de tratamiento necesarias ha hecho que simplemente este problema aún no se haya resuelto al momento presente. Sin embargo, cabe mencionar que actualmente existe un plan de desarrollo aprobado por la SISS para el establecimiento de plantas de tratamiento de las principales ciudades de la cuenca con un plazo definido para su ejecución.

En términos de explicar las razones aparentes por las cuales no se aplican las facultades existentes pueden anotarse las siguientes:

- Las instituciones tienen múltiples funciones, y en muchos casos la resolución de los problemas específicos que afectan una cuenca como el Aconcagua, no tiene prioridad dentro de la institución. No se asignan por ello suficientes recursos materiales y humanos comprometidos con su solución.
- Existiendo significativas restricciones presupuestarias en el accionar del sector público, es también necesario considerar que los problemas que se presentan en el Aconcagua, no son los más prioritarios en su género dentro del país, por lo cual su solución ha sido continuamente postergada.
- Hay conflicto de objetivos dentro y entre las instituciones, cuya resolución involucra normalmente consideraciones no técnicas que inciden negativamente en la resolución de los problemas de recursos hídricos.
- Numerosas instituciones participantes son débiles y no cuentan con los recursos presupuestarios, de personal, equipamiento, etc. que les permita atender apropiadamente todas las funciones bajo su responsabilidad.

En síntesis, los problemas de gestión pueden sintetizarse en lo siguiente:

- Falta de coordinación entre entidades públicas.
- Falta de comunicación entre actores públicos y privados.
- Debilidades en instituciones públicas y organizaciones de usuarios.

2.6 RESUMEN

En los Cuadros 2.6-1 a 2.6-3, que se presentan a continuación, se entrega una síntesis de los problemas y/o conflictos detectados. En dichos cuadros se ha mantenido la división temática establecida para el tipo de problema (disponibilidad, ambiental y gestión).

CUADRO 2.6-1
SÍNTESIS DE PROBLEMAS SOBRE DISPONIBILIDAD DE RECURSOS HÍDRICOS

PROBLEMA O CONFLICTO	AMBITO	CAUSA PRINCIPAL
FALTA DE RECURSOS HIDRICOS EN CANTIDAD Y OPORTUNIDAD ACORDES CON LA DEMANDA	Cuenca Completa	Irregular distribución de los recursos: - Alta variabilidad interanual de caudales - Alta variabilidad estacional de caudales - Desigual distribución de caudales superficiales y acuíferos en relación con las necesidades por sección de la cuenca. Deficiencia de la infraestructura de riego - Falta de obras de captación definitivas. - Exceso de bocatomas y caudales paralelos Ineficiencia en el uso del agua, en conducción y distribución.
	1ª SECCION	El problema NO es el déficit del recurso, si no que la inadecuada distribución de él. Falta gestión, falta explotar el alto potencial de desarrollo de aguas subterráneas.
	2ª SECCION	El problema NO es el déficit del recurso hídrico. A pesar de ello, se puede mejorar la eficiencia de su uso, y se puede aprovechar mejor el potencial de aguas subterráneas.
	PUTAENDO	En esta sección hay problemas de déficit hídrico que requieren aprovechar mejor el potencial de aguas subterráneas, efectuar una adecuada gestión superficial-subterránea del recurso, y aumentar la eficiencia de uso. También podría, después de lo anterior, evaluarse una obra de regulación.
	3ª SECCION	En esta sección sí hay problemas de déficit hídrico dada la demanda. Se requiere: una obra de regulación, o aprovechar mejor el potencial de aguas subterráneas, aumentar la regulación nocturna, mejorar la eficiencia de riego, unificar bocatomas.
	4º SECCION	En esta sección hay potenciales problemas de déficit hídrico, pues el aumento de uso para agua potable e industrial favorece la salinización del acuífero.

CUADRO 2.6-2
SÍNTESIS DE PROBLEMAS RELATIVOS A ASPECTOS AMBIENTALES

PROBLEMA O CONFLICTO	AMBITO DE INFLUENCIA	CAUSA PRINCIPAL
CONTAMINACIÓN POR AGUAS SERVIDAS		DESCARGAS DE AGUAS SERVIDAS DE
	TRAMO LOS ANDES SAN FELIPE	LOS ANDES
		CALLE LARGA
		CURIMON
		EL ALMENDRAL
		RINCONADA
		SAN FELIPE
		SAN ESTEBAN
	TRAMO HIJUELAS-LA CALERA	LA CALERA
		ARTIFICIO
		HIJUELAS
	TRAMO LA CRUZ-QUILLOTA	LA CRUZ
		QUILLOTA
	ESTERO SAN FRANCISCO	SANTA MARÍA
	RIO PUTAENDO	PUTAENDO
	ESTERO EL LITRE	NOGALES
	ESTERO CATEMU	CATEMU
	ESTERO LOS LOROS	LLAY LLAY
	ESTERO LIMACHE	LIMACHE
	ESTERO SAN PEDRO	SAN PEDRO
INUNDACIONES Y CONFLICTOS EN LAS RIBERAS DEL RÍO	A LO LARGO DE TODO EL RÍO	MAL MANEJO DEL CAUCE, TALES COMO:
		EXTRACCION DESCONTROLADA DE ARIDOS
		FALTA DELIMITACIÓN DE RIBERAS
		EROSION DE RIBERAS
EROSIÓN DE SUELOS EN TERRENOS DEL VALLE Y LADERAS DE CERROS	A LO LARGO DE TODO EL RÍO	FALTA DE ADECUADO MANEJO FORESTAL
		FALTA MEJORAR MANEJO DEL FUEGO
RIESGO DE INTRUSIÓN SALINA ACUÍFERO COSTERO	ACUÍFERO CONFINADO DE LA DESEMBOCADURA	BOMBEO DESDE CAPTACIONES DEL SECTOR
CONTAMINACIÓN POTENCIAL POR FAENAS MINERAS	PARTE DE LA CUENCA	RESIDUOS INDUSTRIALES Y TRANQUES DE RELAVES

CUADRO 2.6-3
SÍNTESIS DE PROBLEMAS O CONFLICTOS EN LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

PROBLEMA O CONFLICTO	AMBITO DE INFLUENCIA	CAUSA PRINCIPAL
FALTA UNA VISION DE CUENCA	CUENCA COMPLETA	FALTA DE UNA ENTIDAD QUE DEFINA PERMANENTEMENTE LOS OBJETIVOS ESPECIFICOS PARA LA CUENCA
FALTA DE COORDINACION DENTRO DEL AMBITO PUBLICO	CUENCA COMPLETA	FALTA DE UNA ENTIDAD QUE COORDINE A LAS INSTITUCIONES DEL SECTOR PUBLICO
FALTA DE COORDINACIÓN ENTRE SECTOR PUBLICO Y PRIVADO	CUENCA COMPLETA	FALTA DE UNA ENTIDAD QUE COORDINE A AMBOS SECTORES
FALTA DE DIFUSION DE INFORMACION A LOS USUARIOS DE LA CUENCA	CUENCA COMPLETA	FALTA DE DIFUSION SOBRE INFORMACIÓN TECNICA DE LA CUENCA
RED DE MONITOREO	CUENCA COMPLETA	FALTA COMPLETAR RED DE INFORMACIÓN
SISTEMA DE ALERTA DE CRECIDAS	SECTORES AMAGADOS EN TORNO DE CIUDADES PRINCIPALES (LOS ANDES, SAN FELIPE, QUILLOTA, ETC)	FALTA PONER EN OPERACIÓN RED DE ALERTAS DE CRECIDAS

3 FORMULACION DEL PLAN DIRECTOR

3.1 DEFINICIÓN DE METAS Y OBJETIVOS PARA LA CUENCA

3.1.1 METAS Y OBJETIVOS DEL PLAN

A partir de la visión estratégica regional y del diagnóstico realizado, se ha detectado una serie de problemas, conflictos o carencias relativas a los recursos hídricos que deben ser abordadas por el Plan Director. Cabe destacar que, de acuerdo con las aportaciones consensuadas de la mayoría de los actores relevantes que participaron en el taller-seminario, se estableció que el principal problema es la falta de una visión de cuenca, lo que tiene incidencia directa en los principales problemas detectados, tales como: inadecuado aprovechamiento de los recursos hídricos y crecientes problemas ambientales relacionados con él.

Sobre la base de estos problemas, el objetivo principal del Plan Director es formular un conjunto de acciones, recomendaciones, estudios y proyectos que permitan resolver los principales problemas y conflictos identificados en el diagnóstico.

Los recursos hídricos, como parte del ciclo hidrológico, tienen un comportamiento complejo, con abundantes interacciones espaciales y temporales a nivel de la cuenca y con los otros elementos del medio ambiente. La intervención del hombre para su aprovechamiento lleva consigo contradicciones, falencias y conflictos que producen un uso no óptimo de los recursos hídricos y medio ambiente relacionado. La política de aguas, reconociendo esta complejidad y especificidad de los procesos hidrológicos, establece que las proposiciones deben estar sólidamente basadas en el conocimiento técnico de los mismos.

Dentro del contexto de la Política Nacional de Aguas (PNA), el Plan Director para la gestión integrada de los recursos hídricos tiene como objetivo delinear una acción coordinada entre:

a) el sector público, en su calidad de entidad normativa y fiscalizadora;
b) el sector público, como promotor e inversionista del desarrollo sectorial;
c) el sector privado, a través de las señales que se le entregan en relación al uso del recurso hídrico en áreas críticas o respecto de la conveniencia del desarrollo de iniciativas multipropósito.

En tal sentido, el Plan Director se define como un instrumento de planificación indicativa que contribuye a orientar y coordinar las decisiones públicas y privadas con el fin último de maximizar la función económica, ambiental y social del agua.

Por su parte, el Plan Director debiera desarrollarse a la luz de los siguientes lineamientos y directrices generales:

- El Plan Director se deberá enmarcar dentro de las políticas, específicas para la gestión de los recursos hídricos, que establezca el Ministerio de Obras Públicas. Lo anterior debiera alcanzar a todas las direcciones que de él dependen. Aún más, los cambios o modificaciones que eventualmente sea necesario efectuar al plan, también estarán condicionados por lo que el ministerio establezca en su momento.
- El agua está definida legalmente como un Bien Nacional de Uso Público, considerando que resulta esencial para la vida de los habitantes, para el desarrollo económico – social de la Nación y para el medio ambiente. Como tal, corresponde al Estado asumir una tutela especial sobre las mismas, a través de las normas reguladoras que garanticen que el aprovechamiento de este recurso se efectúe en beneficio del desarrollo nacional y de la sociedad en su conjunto.
- El aprovechamiento del recurso debe realizarse de forma sustentable y asegurando la protección del medio ambiente asociado.
- El agua es un bien económico y, como tal, el sistema jurídico y económico que regula su uso debe propender a que sea utilizado eficientemente por los particulares y la sociedad. De acuerdo con lo anterior, son aplicables a los recursos hídricos los principios de la economía de mercado, con las adaptaciones y correcciones que exigen las particularidades de los procesos hidrológicos.
- Asimismo, la actuación del Estado en esta materia debe estar regida por el principio de subsidiariedad, debiendo dar apoyo a los sectores más débiles de la sociedad en la satisfacción de sus necesidades básicas.
- La política de aguas debe propender a la participación de los usuarios, de las organizaciones sociales y del ciudadano común en la gestión del recurso hídrico, reflejando de ese modo el carácter de bien social, económico, ambiental y cultural de los recursos hídricos; y contribuyendo con ello al proceso de profundización democrática en la sociedad.
- Apoyar la Estrategia Regional sobre el desarrollo del recurso hídrico del río Aconcagua, proponiendo las acciones a seguir para su cumplimiento.

3.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

El Plan Director del río Aconcagua pretende contribuir a solucionar los problemas diagnosticados para la cuenca, y para ello se debe disponer de un plan de acción que aborde los puntos desarrollados. Entre los objetivos específicos del Plan Director se encuentran:

- Propiciar la creación de una comisión u organismo destinado a generar una visión de cuenca, de carácter amplio (participación mixta), participativo y autónomo, capaz de implementar y continuar el PD. Dicho organismo debiera propender a coordinar la acción del sector público, entre el nivel central y el regional, así como mejorar la coordinación intersectorial de éste. También se considera necesario mejorar la comunicación y coordinación entre el sector

público (sectorial y regional) y los usuarios de la cuenca. También es fundamental que mantenga al día información técnica sobre los estudios que se han desarrollado en la cuenca y dónde consultarlos.

- Mejorar la disponibilidad de agua para el sector agropecuario de la cuenca considerando a su vez asegurar el suministro de agua para la población que es y será servida a lo largo del río Aconcagua, principalmente desde la zona baja de la cuenca. Además se debe considerar el satisfacer las otras demandas, provenientes de los sectores industrial, minero e hidroeléctrico dentro de la cuenca. Mejorar el mercado del agua.
- Apoyar los planes de ESVAL para el saneamiento de las aguas del río actualmente afectadas por las descargas de aguas servidas. Además, establecer y mejorar la vigilancia de la calidad del agua del río para sus diferentes usos.
- Propiciar un manejo sustentable e integrado del río que considere aspectos ambientales, tales como: modificación del lecho, fijación de deslindes, protección de riberas, control de la erosión y deforestación, calidad de los suelos con aptitud agrícola, redes de monitoreo, alerta de crecidas, educación, etc.

Finalmente, cabe recalcar que las soluciones que se plantean para lograr los objetivos antes mencionados, se circunscriben dentro del marco legal y administrativo vigente. Es decir, no se proponen nuevos cuerpos legales ni modificaciones legales a las normativas existentes.

3.2 IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

3.2.1 PROYECTOS SELECCIONADOS PARA EL PLAN DIRECTOR

De acuerdo a los antecedentes expuestos se tiene una serie de problemas, conflictos o carencias de la cuenca del río Aconcagua y sus afluentes, los cuales han sido subdivididos en problemas de disponibilidad de recursos hídricos, problemas ambientales y problemas institucionales y de gestión.

En el ámbito de disponibilidad de recursos hídricos y ambientales, existen una serie de proyectos ya desarrollados que plantean soluciones concretas a los problemas detectados. Los antecedentes sobre los mismos se han recopilado y se presentan en forma de fichas técnicas en el Anexo 7-1 del Informe principal.

Los proyectos existentes recopilados se han agrupado de acuerdo a las siguientes temáticas:

Recursos Hídricos

- Proyectos considerados para mejorar la situación de riego
- Proyectos considerados para la regulación

Aspectos Ambientales

- Proyectos considerados para el manejo forestal y de suelo
- Proyectos de plantas de tratamiento
- Proyectos considerados para el sistema de alerta de crecidas
- Proyectos considerados para defensas fluviales
- Proyectos considerados para la red de monitoreo de recursos hídricos

Aspectos Institucionales

- No hay Proyectos existentes

3.2.1.1 Proyectos Relacionados con la Disponibilidad de Recursos Hídricos

Entre los problemas detectados se tiene la necesidad de aumentar la disponibilidad de recursos hídricos, principalmente en la tercera sección del Aconcagua y en el río Putaendo, lo cual es abordado por proyectos de obras de regulación.

Además se postula la conveniencia de incrementar la explotación sustentable de las aguas subterráneas, lo que lleva consigo una renovación e implementación de la gran mayoría de los pozos existentes (especialmente en la 3ª sección del valle).

Por otra parte, se establecieron las deficiencias en la infraestructura para riego señalándose la necesidad de la unificación de bocatomas, mejoramiento de canales existentes y embalses de regulación nocturna, situación que sería resuelta en alguna medida por los proyectos considerados dentro de la situación de riego mejorada.

Una síntesis de los proyectos relativos a la disponibilidad de los recursos hídricos se presenta en el Cuadro 3.2.1-1

CUADRO 3.2.1-1
PROYECTOS RELATIVOS A LA DISPONIBILIDAD DE RECURSOS HÍDRICOS

Temática	Proyecto	Descripción
Situación de Riego Mejorada	Mejoramiento Canal El Melón	Ubicado en la tercera sección del Aconcagua contempla mejoras a los canales El Melón, El Carretón y El Cobre y a los embalses El Melón y Collahue.
	Mejoramiento Canal Waddington	Ubicado en la tercera sección del Aconcagua, contempla obras de mejoramiento en la capacidad de conducción y seguridad estructural
	Mejoramiento Canales Ovalle, Pocochay y Calle Larga	Ubicado en la tercera sección del Aconcagua contempla aumentar la capacidad de conducción de estos canales
	Mejoramiento Canal Catemu	Ubicado en la segunda sección del Aconcagua, contempla el mejoramiento de los canales y disminución de los riesgos de avalanchas e inundaciones
	Unificación de Bocatomas Primera Sección del Río Aconcagua	Contempla la construcción de dos bocatomas para abastecer los canales ubicados en la primera sección del Aconcagua
	Construcción Tranques de Acumulación Nocturna	Dotar a las cuencas del río Aconcagua y Putaendo de tranques de regulación nocturna, para eliminar el riego nocturno que resulta de muy baja eficiencia y provoca derrames.
	Desarrollo del Agua Subterránea	Incremento de la explotación sustentable de aguas subterráneas, por medio de la renovación e incorporación de pozos de bombeo.
	Mejoras en las Técnicas de Aplicación de Riego	Se pretende aumentar las eficiencias de riego a nivel de potrero incorporando una mayor tecnología a los métodos de riego mayoritarios en la zona, como lo es el surco, el tendido y eventualmente el método de tazas.
Grandes Obras de Regulación	Embalse de Regulación Chacrilla para el Río Putaendo	Ubicado en el río Putaendo, con una capacidad útil de acumulación de 27 Hm^3, permitiría regar una superficie de total de 7.089 Há, con una seguridad de riego del 85%.
	Embalse de Regulación Catemu para el Río Aconcagua	Ubicado en la tercera sección del Aconcagua, con volumen de almacenamiento de 250 Hm^3 y una capacidad de entrega de 30 m^3/s, permitirá una seguridad de las áreas de riego del 85% como mínimo.
	Embalse Puntilla del Viento para el Río Aconcagua	Permitiría aumentar la seguridad de riego de la superficie actualmente regable además de incorporar nuevas superficies de riego en la primera sección y en parte de la segunda del Aconcagua. Se considera una capacidad de almacenamiento de 100 Mm^3.

3.2.1.2 Proyectos Relacionados con el Aspecto Ambiental

Dentro de los problemas ambientales detectados se encuentran las descargas de aguas residuales desde los principales centros urbanos, lo cual sería abordado por los proyectos de plantas de tratamiento que implementará la empresa ESVAL S.A.

Existen además una serie de problemas ambientales que se refieren a la degradación de los suelos, donde en lineamientos generales se señala la existencia de áreas de deforestación y empobrecimiento del suelo, falta de forestación de especies nativas y vegetación en general y peligro latente de incendios forestales. Estas problemáticas serían abordadas por los proyectos incorporados dentro de la temática manejo forestal y de suelo. Otro aspecto ambiental que afecta al suelo lo constituyen las inundaciones de poblaciones y terrenos agrícolas, lo cual es abordado por las temáticas de proyectos de sistemas de alerta de crecidas y defensas fluviales.

Existen además proyectos que se refieren al mejoramiento de la red de monitoreo de recursos hídricos, los cuales, si bien no abordan una problemática en particular, constituyen una herramienta importante para el diseño de obras y el control de recursos hídricos tanto superficiales como subterráneos. Una síntesis de los proyectos relativos a los aspectos ambientales se presenta en el Cuadro 3.2.1-2.

CUADRO 3.2.1-2
PROYECTOS RELATIVOS A ASPECTOS AMBIENTALES

Temática	Proyecto	Descripción
Plantas de Tratamiento	Plantas de Tratamiento de Aguas Sistema Los Andes, San Felipe, Calle Larga, Rinconada, Curimón y El Almendral	Tratamiento conjunto mediante Zanjas de Oxidación, ubicado en San Felipe
	Plantas de Tratamiento de Aguas Sistema La Calera – Hijuelas – Artificio	Tratamiento conjunto mediante Zanjas de Oxidación más cloración final, ubicado en La Calera
	Plantas de Tratamiento de la Localidad de Nogales	Mejoramiento de las lagunas de estabilización existentes, incorporando además cloración y tratamiento de lodos por compostación.
	Plantas de Tratamiento de Aguas Localidad de Catemu	Ampliación de la planta de tratamiento existente, transformándola a lagunas facultativas en serie.
	Plantas de Tratamiento de Aguas Sistema Quillota - La Cruz	Tratamiento conjunto mediante Zanjas de Oxidación más cloración final, ubicado en Quillota
	Plantas de Tratamiento de Aguas Localidad de San Pedro	Lagunas anaeróbicas seguidas de lagunas facultativas.
	Plantas de Tratamiento de Aguas Localidad de Putaendo	Ampliación de la planta de tratamiento existente, transformándola a lagunas facultativas en serie.
	Plantas de Tratamiento de Aguas Localidad de Limache	Zanjas de Oxidación con cloración final, evacuando su efluente al estero Limache.
Control de Extracción de Áridos	Plan Maestro Extracción de Áridos	Determinación de las tasas sustentables de extracción de áridos en el largo plazo para el cauce del río Aconcagua
Delimitación del Cauce	Estudio de Delimitación del Cauce	Realización de estudio tendiente a lograr el conocimiento necesario del problema para ser abordado adecuadamente
Manejo Forestal y de Suelos	Recuperación de Áreas Degradadas	Investigación que permitiría recuperar suelos degradados en la comuna de Olmué
	Forestación de Riberas	Abarca el sector Puente Lo Venecia – Puente el Boco y el sector San Felipe – Los Andes
	Programa de Extensión Conservacionista	Crearía Comités Conservacionistas y establecería una estructura institucional provincial
	Campaña de Prevención de Incendios Forestales	Orientado a la disminución de la ocurrencia de incendios forestales
	Sistema de Control y Coordinación Frente a la Ocurrencia de Incendios Forestales	Aumentaría las brigadas y torres de observación, e incorporaría una central móvil de coordinación y un sistema de cargulo de aviones cisterna.
Sistemas de Alerta de Crecidas	Proyecto de Diseño del Sistema de Alerta de Crecidas en la Cuenca del Río Aconcagua y Marga - Marga	Permitiría predecir las crecidas del río Aconcagua con una antelación de 4 horas en San Felipe y 12 horas en La Calera - Quillota
Defensas Fluviales	Encauzamiento y Defensas Fluviales Río Aconcagua, Sector Colmo - Manzanar	Protegería de erosiones la vía férrea Con-Cón – Ventanas en el sector Colmo – Manzanar
	Encauzamiento y Peraltamiento Ribera Izquierda Río Aconcagua, Sector Lo Venecia - San Pedro	Protegería de inundaciones y erosiones las zonas agrícolas ubicadas en la ribera izquierda entre el puente ferroviario Lo Venecia y el puente Boco
	Revestimiento con Enrocado y Espigones Río Aconcagua, Ribera Izquierda, Sector Panquehue - San Roque	Solucionaría las inundaciones y erosiones de sectores ribereños entre Panquehue y San Roque, mediante peraltamiento y revestimiento de ribera en L = 700 m y construcción de 8 espigones
	Encauzamiento y Peraltamiento de Riberas Río Aconcagua, Sector Tres Esquinas - San Rafael	Protegería contra inundaciones las viviendas rurales, terrenos agrícolas y la ruta CH-60 ubicadas en ambas riberas del río Aconcagua
	Revestimiento de Riberas con Enrocado Ríos Aconcagua y Juncal, Sector El Sauce - Puente Ojos de Agua, Camino Internacional CH-60	Plantea la protección de riberas del cauce y terraplén del camino internacional CH-60 mediante revestimiento con enrocado de diversos sectores, en una longitud total aproximada de 7.000 m.
	Encauzamiento y Peraltamiento de Riberas Río Putaendo, Sector Desembocadura a Localidad de Putaendo	Protegeer contra inundaciones sectores agrícolas y viviendas rurales ribereños en el sector San Felipe a Putaendo, en una longitud de 12 km.
	Encauzamiento Estero El Melón, Sector Desembocadura - KM –15	Propone el encauzamiento del estero en una longitud de 6 km, para evitar las inundaciones de sectores ribereños de Nogales y El Melón.
Red de Monitoreo de Recursos Hídricos	Mejoramiento Redes de Monitoreo	Propone completar la red existente a base de la instalación de nuevas estaciones de monitoreo y mejorar los sistemas de medición empleados.
	Proposición de una Red de Monitoreo de Calidad de Aguas para la Cuenca del Río Aconcagua	Modernizaría la red de monitoreo de aguas superficiales y extendería la red de monitoreo de aguas subterráneas

3.2.2 SOLUCIONES PARA LA DISPONIBILIDAD DE RECURSOS HÍDRICOS Y SU EVALUACIÓN

3.2.2.1 Identificación y Proposición de Alternativas de Solución.

Cabe destacar que las alternativas de solución que a continuación se enuncian fueron establecidas considerando la opinión de los actores, las inquietudes planteadas en el taller seminario participativo, los antecedentes técnicos considerados en el presente estudio, y en definitiva, una discusión critica en el MOP, con profesionales de la Dirección General de Aguas y Dirección de Obras Hidráulicas.

a) Para resolver la irregularidad en el abastecimiento anual, estacional y espacial de los recursos hídricos, en relación a las demandas respectivas, se analizó la construcción de embalses de regulación en la cuenca. Las obras que se han identificado como más factibles son las siguientes: el embalse Puntilla del Viento a la salida del río Aconcagua al valle, en el comienzo de la Primera Sección; el embalse Catemu para atender las demandas de parte de la Segunda Sección y de la Tercera y Cuarta Sección; y el embalse Chacrillas, para servir al valle de Putaendo. Las capacidades de estas obras son determinadas con el modelo de simulación de modo de satisfacer las demandas en cada sector del valle. Como una acción previa o complementaria a lo anterior se debe considerar el desarrollo de las aguas subterráneas por medio de un incremento de la explotación sustentable en el valle.

b) Para corregir las deficiencias en la infraestructura de riego se consulta, como soluciones posibles, la unificación de las bocatomas de la Primera Sección y la construcción de los tramos de canales de enlace respectivos; la construcción de obras de captación definitivas en algunos canales de la Tercera Sección, tales como el Waddington, Ovalle, Calle Larga y Pocochay; el mejoramiento de los canales nombrados, y de otros, como el canal Catemu y el canal Melón y el mejoramiento general de las obras de distribución en la cuenca como también las reparaciones puntuales de aquellos canales que sufren pérdidas significativas por mal estado de sus obras de arte o de tramos de alta permeabilidad.

c) Con el objeto de mejorar la eficiencia del uso del agua para riego se plantea la incorporación de una mayor tecnificación en los métodos de riego, la construcción de embalses de regulación nocturna y el fortalecimiento de las organizaciones de usuarios. También colaborarán en este objetivo los mejoramientos en la conducción y en la distribución señalados en el acápite anterior.

El detalle de las soluciones anteriores puede consultarse en el Anexo 7-1, del Informe principal, donde se entregan fichas técnicas para cada uno de los proyectos por separado, que incluyen una descripción de los mismos, sus beneficios y costos.

3.2.2.2 Diseño de Escenarios de Desarrollo para la Evaluación

Sin perjuicio de lo anterior, para el planteamiento del plan director que se formula es necesario definir conjuntos de soluciones para dar cuenta adecuadamente de la natural interrelación existente entre ellas.

Con el fin de evaluar técnicamente y económicamente las soluciones, se han agrupado estableciendo una serie de escenarios de desarrollo de los recursos hídricos. Estos escenarios se describen a continuación.

Escenario 1: **Situación Actual**. Considera las áreas y eficiencias de riego actuales del valle, sin nuevas obras de regulación. La superficie de riego es aproximadamente **71.244 ha.**, con una eficiencia promedio de 49%. Corresponde a la situación actual del valle, en la que predominan los frutales y vides con 28.881,2 ha (40,5% del total), seguido por las hortalizas con 17.836,2 ha (25,0%).

Escenario 2: **Agua Subterráneas**. Es la alternativa en que se desarrolla el riego con aguas subterráneas del valle poniendo en operación los cerca de 290 pozos con derechos al día, considera el mejoramiento del riego en las secciones 3ª y 4ª del Aconcagua más Putaendo, y el riego de situación con proyecto en las secciones 1ª y 2ª. La superficie de riego se eleva a **87.631 ha**, de las que 46.409,6 ha corresponden a frutales y viñas (53% del total) y 17.249,9 ha son de hortalizas (19,7%).

Escenario 3: **Mejoramiento del Riego. (Escenario Base)**. Considera la construcción de tranques de noche y tecnificación de riego en todo el valle. La superficie cultivada asciende a **71.262 ha**, con 31.937,7 ha de frutales y viñas (44,8%) y 16.501 ha de hortalizas (23,2%).

Escenario 4: **Mejoramiento de la infraestructura**. Este escenario considera, además de las acciones efectuadas en el escenario anterior, el mejoramiento de la infraestructura de riego existente en el valle. Entre éstos debe indicarse la unificación de bocatomas de la 1ª sección y los mejoramientos de los canales Catemu, El Melón, Waddington y Ovalle, Pocochay y Calle Larga. La estructura de cultivos de este escenario es igual al del N° 2 y la superficie cultivada es de **87.631 ha**.

Escenario 5: **Embalse Chacrillas (volumen útil de 27 Mm^3)**. Además de las obras de escenario base, contempla la construcción del embalse Chacrillas, con lo que el valle de Putaendo expande su superficie regada y pasa a una situación agrícola desarrollada (con proyecto). La superficie cultivada asciende a **73.918 ha**, en la que prevalecen los frutales y vides con 34.559,9 ha (46,8%) y las hortalizas con 17.059,1 ha (23,1%).

Escenario 6: **Embalse Catemu (250 Mm^3)**. Considera la construcción del embalse Catemu, el mejoramiento de los canales El Melón, Waddington y Ovalle, Pocochay y Calle Larga, más las acciones del escenario base. La zona baja del valle expande su superficie productiva y pasa a ser de situación agrícola desarrollada. La superficie cultivada se eleva a **93.211 ha**, con 52.746,8 ha de frutales y vides (56,6%) y 17.086,6 ha de hortalizas (18,3%).

Escenario 7: **Embalse Puntilla del Viento (100 Mm^3).** Contempla la construcción del embalse Puntilla del Viento, la unificación de bocatomas de la 1ª sección, el mejoramiento de canales El Melón, Waddington y Ovalle, Pocochay y Calle Larga, más las acciones del escenario base. Las zonas altas y baja del valle incrementan su superficie productiva y alcanzan una situación agrícola desarrollada. La superficie cultivada crece a **109.579 ha**, con 67.218,7 ha de frutales y vides (61,3%) y 17.835,5 ha de hortalizas (16,3%).

Escenario 8: **Embalse Catemu y Puntilla del Viento y expansión total del área**. Considera una expansión mayor del área de riego, construyéndose los embalses Puntilla del Viento (100 Mm^3) y Catemu (250 Mm^3), además de todos los mejoramientos de la infraestructura de riego existente. Solo el valle de Putaendo no tiene una situación agrícola desarrollada. La superficie cultivada crece a **118.782 ha**, donde predominan frutales y viñas con 76.421,3 ha (64,3%) y las hortalizas con 17.835,5 ha (15,0%).

Escenario 9: **Embalse Chacrillas y Catemu**. Construcción de los embalses Chacrillas (27 Mm^3) y Catemu (250 Mm^3), el mejoramiento de canales El Melón, Waddington y Ovalle, Pocochay y Calle Larga, más las acciones del escenario N° 3. La zona baja del valle y Putaendo incrementan su superficie productiva y alcanzan el desarrollo agropecuario. La superficie productiva es de **95.887 ha**, con 55.369,0 ha de frutales y viñas (57,8%) y 17.644,7 ha de hortalizas (18,4%).

Escenario 10: **Embalse Chacrillas y Puntilla del Viento**. Contempla la construcción de los embalses Chacrillas (27 Mm^3) y Puntilla del Viento (100 Mm^3), el mejoramiento de toda la infraestructura de riego existente y las acciones del escenario base. En este caso, las zonas baja y alta del Aconcagua, más el valle de Putaendo incrementan su superficie productiva y pasan al desarrollo agropecuario. La superficie cultivada es de **112.236 ha**, con 69.840,9 ha de frutales y vides (62,2%) y 18.393,6 ha de hortalizas (16,4%).

Escenario 11: **Embalse Puntilla del Viento y Catemu**. Construcción de Puntilla del Viento (100 Mm^3) y Catemu (250 Mm^3), el mejoramiento de toda la infraestructura de riego existente y las acciones del escenario base,

con lo cual todo el valle del Aconcagua incrementa su superficie productiva y llega al desarrollo agropecuario. La superficie cultivada asciende a **109.579 ha**, con 67.218,7 ha de frutales y vides (61,3%) y 17.835,5 ha de hortalizas (16,3%).

Escenario 12: **Embalse Puntilla del Viento (100 Mm^3), Catemu (250 Mm^3) y Chacrillas (27 Mm^3)**. Considera la construcción de los 3 embalses propuestos, el mejoramiento de toda la infraestructura de riego existente y las acciones del escenario base. Tanto el valle de Aconcagua como de Putaendo incrementan su superficie productiva y alcanzan el desarrollo agropecuario. La superficie cultivada se eleva a **112.236 ha**, con 69.840,9 ha de frutales y viñas (62,2%) y 18.393,6 ha de hortalizas (16,4%).

Los resultados de la evaluación de los escenarios se presentan en el capítulo siguiente.

3.2.2.3 Evaluación Económica de Escenarios

A continuación se presenta una síntesis de la evaluación económica de los 12 escenarios ya descritos. La evaluación económica se realiza determinando los indicadores económicos 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, tanto a precios de mercado como a precios sociales.

El nivel de precios considerado es el vigente a Junio de 2000, mientras que las tasas de descuento utilizadas corresponden a 10% y 12% para los análisis privados y sociales respectivamente.

La evaluación económica de un proyecto se realiza para establecer la conveniencia de materializarlo respecto de la situación actualmente presente en la zona del estudio. En este caso particular, se plantea una situación base que consiste en un mejoramiento de la situación actual mediante acciones no estructurales o con desembolsos económicos poco significativos (Escenario Base N°3). Es decir, los diferentes escenarios de desarrollo que se plantearon son comparados con respecto a esa situación base, determinándose la rentabilidad económica asociada a cada uno de ellos.

Para la caracterización agrícola del valle, en términos productivos y económicos, se utilizó la estructura de cultivos planteada para el valle por la Dirección de Obras Hidráulicas del MOP. De esa fuente también se utilizan las fichas productivas y económicas de cada cultivo, las que fueron revisadas detalladamente en el marco del presente estudio.

Por otra parte, mediante la utilización del modelo de simulación hidrológica (MOS), para cada escenario se efectuó un análisis de la seguridad de riego para cada escenario. El coeficiente de satisfacción de la demanda utilizado en la determinación de los márgenes netos efectivos de cada cultivo, correspondió al valor promedio de la serie para los meses de Diciembre, Enero y Febrero, que son aquellos que tienen una mayor demanda del recurso hídrico.

El resultado económico esperado según lo anterior corresponde al del año meta, que es el año en que ya se ha estabilizado la superficie en sus características de desarrollo (mejoramiento de situación actual o situaciones con proyecto), es decir, ya se han incorporado todos los nuevos suelos y cultivos previstos, y las acciones de tecnificación del riego ya han dado sus frutos. Se ha supuesto que el año meta se alcanza en un período de 10 años desde que comienza el funcionamiento con la nueva situación.

Por otra parte, para cada escenario se establecieron los egresos correspondientes, que incluyen, según el caso, las inversiones en embalse y sus obras anexas, unificación de bocatomas de la 1ª sección, tecnificación del riego, asistencia técnica, mejoramientos de canales, construcción de tranques de noche, etc.

Para cada escenario, deduciendo del beneficio neto de la actividad agrícola del total del área, todos los egresos de inversión y operación indicados anteriormente, se obtuvo el flujo de ingresos de cada escenario, a precios de mercado y precios sociales.

Finalmente, restando el flujo de ingresos y egresos del escenario base (el Nº 3) a los flujos de ingresos y egresos de los restantes escenarios (Nº 2 y 4 al 12), se obtienen los flujos diferenciales para cada caso, con los que se determinan directamente los indicadores económicos VAN y TIR.

Ingresos Económicos por Escenario:

Para estimar el valor esperado de los beneficios agropecuarios (ya que ellos dependen de la aleatoriedad de la hidrología), debe determinarse el margen neto en función del coeficiente de satisfacción de la demanda de los cultivos presentes en la estructura de cultivos prevista para cada escenario.

El rendimiento máximo unitario de cada cultivo se obtiene directamente de la información contenida en los estándares de cada uno de ellos, considerándose a su vez la proporción definida de niveles tecnológicos (alto y medio) que cada cultivo tiene en las 4 secciones del río Aconcagua y en el valle de Putaendo.

La estructura de los cultivos para cada escenario según los sectores de riego se presenta en el Anexo 7-2A del informe principal.

Para la determinación del rendimiento o margen neto efectivo por cultivo, se han utilizado los resultados del modelo de simulación hidrológica, con los cuales fueron determinados los coeficientes de satisfacción de la demanda, obtenidos para cada año y mes de la serie hidrológica en cada sector por escenario.

La estructura de los cultivos para cada escenario según los sectores de riego se presenta en el Anexo 7-2A del Informe Principal. Los coeficientes de satisfacción de la demanda utilizados para el cálculo del margen neto efectivo, son los promedios de los meses de Diciembre, Enero y Febrero considerando los 49 años de la serie hidrológica.

El margen unitario neto efectivo de cada cultivo por sector de riego se presenta, para cada escenario, a precios de mercado y precios sociales, en el Anexo 7-2B del Informe Principal.

Para determinar el margen neto efectivo total por sector en cada escenario, se amplificaron los valores del margen unitario por la estructura de cultivos planteada para cada escenario. Los resultados alcanzados, a precios de mercado y sociales, se indican en el Anexo 7-2C del Informe Principal.

En resumen, a continuación se presenta el margen neto efectivo de cada escenario, cuando ya se ha alcanzado su año meta:

Cuadro 3.2.2.3-1

Escenario Nº	Precios de Mercado (en millones de pesos)	Precios Sociales (en millones de pesos)
1	74.982	84.908
2	119.844	134.457
3	93.929	104.938
4	117.052	131.613
5	98.542	110.085
6	150.848	163.816
7	146.814	162.921
8	182.438	200.660
9	155.100	168.534
10	154.607	171.266
11	175.158	191.640
12	179.071	196.099

El enlace entre la situación actual y los escenarios mejorados y luego, entre estas alternativas mejoradas y los escenarios desarrollados con obras de regulación, se realiza mediante una curva logística, para lo cual se han considerado los siguientes factores para los años de transición:

Cuadro 3.2.2.3-2

Año	Factor con Respecto a la Meta
1	0,022
2	0,068
3	0,150
4	0,304
5	0,551
6	0,757
7	0,895
8	0,968
9	0,997
10	1,0

Considerando los factores ya indicados, se determina el margen neto agropecuario en los años de transición para cada escenario. Para los años siguientes a la meta, se ha supuesto que los beneficios agropecuarios permanecen constantes.

Egresos Económicos por Escenario:

Para la determinación de los egresos, se consideró las inversiones asociadas con las alternativas planteadas en los distintos escenarios, las cuales corresponden a: Mejoramiento de la Infraestructura de riego existente, Tranques de regulación nocturna, Pozos para riego, Embalses, Tecnificación del riego, Asistencia Técnica.

a) Mejoramiento de la infraestructura de riego existente

Las obras a mejorar son las siguientes, con sus respectivos costos en millones de pesos:

Cuadro 3.2.2.3-3

Tipo Obra	Inversiones (millones de $)	
	Precios de Mercado	Precios Sociales
Unificación bocatomas 1ª Sección	1.709,52	1.650,88
Canal Catemu	1.386,00	1.275,12
Canal Waddington	161,65	148,72
Canal El Melón	2.360,23	2.130,90
Canales Ovalle, Pocochay y Calle Larga	176,85	162,70
Total	5.794,25	5.368,32

Se ha supuesto que estas obras se construyen en el primer año del período de evaluación, y que ellas tienen una vida útil de 30 años, por lo que al final del horizonte de análisis debe incluirse el valor residual.

El costo de operación y mantención de esta infraestructura se ha estimado en un valor anual equivalente a un 2% de la inversión.

a) Tranques de regulación nocturna

Para el mejoramiento básico del área del estudio (escenario N° 3) se ha considerado la construcción de tranques de noche en las diferentes secciones del valle del Aconcagua y en el valle de Putaendo. El total de embalses previsto alcanza a cerca de 200 embalses, los que totalizan cerca de 480.000 m3 de volumen de muro. En la estimación del costo de estas obras se consideró un valor unitario de 5.500$/m³ muro, con lo que la inversión alcanza a 2.652,21 millones de pesos a precios de mercado. Para estimar la inversión a precios sociales se ha considerado el factor 0.92, con lo que el costo asciende a 2.440,03 millones de pesos.

Los tranques de noche se construirían en el primer año del período de evaluación, por lo que al considerarse una vida útil de 30 años, debe incluirse su valor residual en el último año. El costo anual de operación y mantención de estas obras se ha estimado en un 2% de la inversión, lo que representa 53,04 millones de pesos a precios de mercado y 48,80 millones de pesos a precios sociales.

c) Pozos para riego

En el escenario N° 2 se plantea el desarrollo de las aguas subterráneas en todo el área del estudio, para lo cual en las fichas técnicas se definen los siguientes supuestos para efectos de la presente evaluación:

Cuadro 3.2.2.3-4

Sección	Alturas Elevación(1)	N° Pozos(3)	Q medio por Pozo(2)
	(m)		(m³/s)
1ª	60	34	0,057
Putaendo	90	6	0,042
2ª	36	36	0,052
3ª	40	144	0,026
4ª	30	19	0,048
Limache	40	51	0,017
	Total	290	

Notas:
(1) Alturas de elevación considerando a partir del promedio de niveles de los pozos de la sección.
(2) Caudales medios por pozo según el sector a partir del catastro de pozos del estudio DOH-INGENDESA 1998.
(3) Número hipotético de pozos que resulta de dividir el caudal real de explotación (informado por la DGA) por el caudal medio señalado en (2)

Para estimar la inversión en estas obras se supuso que los pozos ya están construidos, faltando sólo su habilitación. Teniendo en cuenta las

características de cada sección, el valor unitario de las bombas se ha estimado en 5,20 Millones de $ en la 1ª sección y Putaendo; 2,50 Millones de $ en la 2ª, 3ª y 4ª sección del Aconcagua y 1,70 Millones de $ en Limache.

Considerando lo anterior, la inversión en el equipamiento de pozos alcanza a 787,0 millones de pesos. Se ha supuesto que las bombas tienen una vida útil de 15 años, por lo que debe contemplarse su correspondiente reposición durante el horizonte de 30 años de la evaluación.

Con respecto al costo de operación del bombeo, se ha supuesto un funcionamiento de 24 horas diarias durante 6 meses, lo que junto al número de pozos, alturas de elevación, caudales y precios de energía y potencia (17,917 $/kwh y 6.000 $/kw mes respectivamente), permiten estimar su valor. El costo anual del bombeo alcanza a 926,92 millones de pesos, desde el año 2 en adelante.

Se ha considerado que los costos de inversión y operación antes determinados son los mismos para precios de mercado y precios sociales.

d) Embalses

Las características completas de los embalses Chacrillas, Puntilla del Viento y Catemu se presentan en sus respectivas fichas técnicas en el informe principal. El embalse Chacrillas se considera de 27 Mm3, Puntilla del Viento de 100 Mm3 y Catemu de 230 Mm3.

El costo de los embalses, en pesos de Junio de 2000, se ha estimado en lo siguiente:

Cuadro 3.2.2.3-5

	Precios de Mercado (en millones de $)	Precios Sociales (en millones de $)
Embalse Chacrillas	13.530	11.370
Embalse Catemu	73.240	69.139
Embalse Puntilla del Viento	53.140	48.896

Se ha supuesto que los embalses se construyen en 3 años, con un calendario de inversiones que considera desembolsos de un 30% en el primer año, un 40% en el segundo y un 30% en el tercer año. La vida útil de estas obras alcanza a 50 años, por lo que en el año 30 de la evaluación se ha incluido el correspondiente valor residual.

El costo de operación y mantención de los embalses se ha estimado como un 0,1% de la inversión.

e) Tecnificación de riego

Para la determinación del costo de inversión y operación del riego tecnificado, que considera riego por aspersión y riego por goteo, se han establecido anualidades que financieramente son equivalentes al calendario de desembolsos.

Las anualidades unitarias determinadas son las siguientes:

Cuadro 3.2.2.3-6

	Precios de Mercado	Precios Sociales
	($/ha)	($/ha)
Situación actual	385.501	381.672
Situación mejorada	461.156	473.575
Situación futura	430.537	434.508

Para establecer el costo del riego tecnificado se ha considerado que en situación actual hay 20.304,8 ha en esta condición, las que en el futuro continuarán con la misma técnica de riego. En el caso de las situaciones mejorada y futura, se ha supuesto que todas las nuevas superficies plantadas sobre cota serán regadas con riego tecnificado. En el caso específico del escenario Nº 2 se ha considerado que la totalidad de frutales, alfalfa e invernaderos se riegan con esta tecnología.

Considerando el supuesto anterior, las superficies con riego tecnificado son las siguientes:

Cuadro 3.2.2.3-7

	1ª y 2ª Sección	Putaendo	3ª y 4ª Sección
	(ha)	(ha)	(ha)
Situación actual	11.993,2	102,1	8.209,5
Situación mejorada	13.908,1	102,1	9.349,8
Situación futura	27.225,0	2.724,3	29.312,9

El costo anual por riego tecnificado se obtiene del producto entre el costo unitario del riego y la superficie antes señalada. Sin embargo, debe considerarse que el valor estimado corresponde al del año meta, por lo que el costo durante los años de transición se ha establecido utilizando una curva logística.

f) Asistencia técnica

Para la asistencia técnica prevista para los agricultores del área del estudio se ha estimado un costo unitario de 515 $/ha durante los 10 años en que se

alcanza el año meta de cada escenario, debiendo adicionarse en el primer año de cada caso, un valor de 160 $/ha por el establecimiento de la infraestructura necesaria para realizar las acciones propias de la asistencia técnica (implementación de oficina, compra de vehículos, etc.). El costo de asistencia técnica es el mismo a precios de mercado que precios sociales.

Flujos de Ingresos y Egresos:

Con los antecedentes anteriores se ha establecido el flujo de ingresos y egresos de cada escenario, tanto a precios de mercado como a precios sociales. En el Anexo 7-2D del informe principal se presenta en detalle el flujo de ingresos y egresos para cada uno de los escenarios, en precios de mercado y sociales. Los resultados finales obtenidos en dichos cuadros se entregan a continuación:

Cuadro 3.2.2.3-8

	Precios de Mercado ($/ha)	Precios Sociales ($/ha)
Escenario 1	633.063,47	621.520,93
Escenario 2	806.586,58	776.054,21
Escenario 3	727.395,31	700.397,52
Escenario 4	818.017,47	786.862,74
Escenario 5	732.295,32	705.180,78
Escenario 6	874.233,32	808.590,36
Escenario 7	837.651,97	854.442,32
Escenario 8	921.111,60	793.025,06
Escenario 9	876.782,65	811.452,01
Escenario 10	856.071,43	808.250,95
Escenario 11	905.681,60	
Escenario 12	906.672,27	839.260,94

Determinación de los Indicadores Económicos

Una vez obtenido el flujo de ingresos y egresos de cada escenario, se procedió a establecer el flujo diferencial de cada uno de ellos con respecto al escenario base (N° 3), con el fin de medir la rentabilidad de todas las alternativas analizadas.

Para determinar los indicadores económicos VAN y TIR se realizó la diferencia entre los flujos de ingresos y egresos de la situación base, y los flujos de ingresos y egresos de cada uno de los escenarios. Los resultados obtenidos fueron:

Cuadro 3.2.2.3-9

	Precios de Mercado	Precios Sociales
Escenario Nº 4		
. VAN (millones de pesos)	90.622,17	86.465,22
. TIR (%)	57,43	65,32
Escenario Nº 5		
. VAN (millones de pesos)	4.900,01	4.783,26
. TIR (%)	13,16	15,95
Escenario Nº 6		
. VAN (millones de pesos)	146.838,01	108.192,83
. TIR (%)	21,55	22,65
Escenario Nº 7		
. VAN (millones de pesos)	110.256,66	92.627,53
. TIR (%)	20,64	22,93
Escenario Nº 8		
. VAN (millones de pesos)	193.716,29	154.044,80
. TIR (%)	19,41	21,19
Escenario Nº 9		
. VAN (millones de pesos)	149.387,34	111.054,49
. TIR (%)	20,43	21,76
Escenario Nº 10		
. VAN (millones de pesos)	128.676,12	107.853,42
. TIR (%)	20,41	22,79
Escenario Nº 11		
. VAN (millones de pesos)	178.286,29	208.621,83
. TIR (%)	18,83	20,39%
Escenario Nº 12		
. VAN (millones de pesos)	179.276,97	138.863,41
. TIR (%)	18,25	19,93

El caso del escenario 2, no considera la construcción de tranques nocturnos y la tecnificación del riego consideradas en el escenario base, sino que sólo un desarrollo parcial del agua subterránea. Los indicadores económicos se determinaron considerando la diferencia entre los flujos de ingresos y egresos de la situación actual y los flujos de ingresos y egresos del escenario 2. Los resultados obtenidos en esta caso fueron:

Cuadro 3.2.2.3-10

	Precios de Mercado	Precios Sociales
Escenario Nº 2		
. VAN (millones de pesos)	173.523,1	154.533,28
. TIR (%)	156,38	169,08

De los resultados obtenidos se desprende que todos los escenarios planteados tienen rentabilidad superior a los valores comúnmente aceptables, ya que en el caso social ellos superan el 12%, que era el valor mínimo definido por MIDEPLAN hasta el año 2000 (10% en la actualidad), y también presentan indicadores mayores a la rentabilidad del 10%, que es el límite generalmente aceptado para las evaluaciones de mercado.

Sin embargo, cabe desatacar dos escenarios en cuanto a los indicadores económicos que entregan: los escenarios 2 (aguas subterráneas) y 4 (mejoramientos y tranques menores).

Los indicadores del escenario N°4 (mejoramientos y tranques menores) resultan interesantes especialmente la TIR. Los beneficios agropecuarios con las acciones de mejoramiento tienen una alta rentabilidad marginal, sin tener que incurrirse en grandes costos.

Notables son los valores de VAN y TIR del escenario N°2. Ellos se explicarían porque no se requiere inversión para la construcción de pozos, que ya están construidos.

Respecto del escenario N°2, es necesario tener en cuenta que no se internalizaron los costos de transferencia del recurso hídrico. Por otro lado, al tener otro escenario de referencia, los resultados no son totalmente comparables a los de los demás casos.

3.2.3 SOLUCIONES PARA LOS PROBLEMAS AMBIENTALES

El principal problema que debe ser resuelto se refiere al saneamiento de las aguas del río, actualmente afectadas por las descargas de aguas servidas. Además se debe mejorar la vigilancia de la calidad del agua del río para sus diferentes usos. También se trata de propiciar un manejo integrado del cauce que considere aspectos relativos a la modificación del lecho (extracción de áridos), fijación de deslindes y protección de riberas. Por último, fomentar un mejor manejo forestal y del suelo para evitar la erosión y degradación del terreno de la cuenca.

Dentro de las soluciones estructurales establecidas en el plan de Desarrollo aprobado de ESVAL S.A., ya está considerada la construcción paulatina de obras para el tratamiento de aguas servidas en las ciudades de Los Andes, San Felipe, La Calera, Quillota y Limache, y en el resto de las localidades afectadas.

Cabe mencionar que Llay-Llay y Santa María cuentan actualmente con plantas de tratamiento en funciones. Este plan está siendo realizado por ESVAL S.A., empresa privada y de acuerdo a sus propias fuentes de financiamiento.

En el capítulo de la evaluación de soluciones del Informe principal se entregan detalles de las plantas de tratamiento que será necesario construir, en qué consiste la solución y su inversión asociada, para solucionar completamente el problema detectado hoy como prioritario en un plazo de no más de 20 años. Cabe destacar que en un plazo de no más de 5 años gran parte de las obras estarán ejecutadas. Las plantas, en su primera etapa, fueron o serán puestas en servicio en los siguientes años:

PLANTAS	AÑO
Los Andes, San Felipe, Calle Larga, Curimón, El Almendral	2003
La Calera, Artificio, Hijuelas	2003
Nogales	2001-2
Catemu	2006
Quillota, La Cruz	2004
San Pedro	2004
Putaendo	2001-2
Limache	2001-2

Por otra parte, dentro de los problemas ambientales señalados, se encuentra la inundación y erosión de terrenos aledaños al Río Aconcagua y sus afluentes producto de crecidas, con lo que se planteó la necesidad de obras de delimitación de cauce que den solución a lo anterior. En este sentido, ya se han materializado las defensas fluviales de algunas zonas recomendadas en el estudio BID cuencas, sin embargo se plantea la construcción de defensas fluviales de otras 7 zonas definidas en dicho estudio, las cuales abarcarían los sectores de Colmo – Manzanar, Lo Venecia – San Pedro, Panquehue – San Roque, Tres Esquinas – San Rafael, El Sauce – Puente Ojos de Agua, Localidad de Putaendo y Norte de Nogales. Dentro de la evaluación de soluciones se presenta información referida a estos proyectos, entregando indicadores como beneficios en términos de las zonas, caminos y viviendas inundados y/o erosionados según sea el caso y costos de inversión, además se definen los plazos recomendados para la ejecución de las obras.

Dentro de las soluciones no estructurales que se proponen se encuentran las siguientes:

- Establecimiento de un plan de manejo global para la explotación de áridos en la cuenca, el cual debe tender a proteger y conservar el cauce. Este plan también ya está considerado por la Dirección de Vialidad a través del estudio Plan Maestro de Extracción de Áridos elaborado recientemente para la Dirección de Vialidad de la V Región.
- Planteamiento de un estudio para la delimitación y protección de riberas con el objetivo de evitar los desbordes del río en crecidas y la inundación de poblaciones y de terrenos agrícolas. El estudio deberá abordar entre otros

aspectos la definición de áreas amagadas para diferentes condiciones hidrológicas e hidráulicas. Se proponen términos de referencia elaborados especialmente para dicho estudio.

- Establecimiento de planes de manejo forestal y del suelo.
- Desarrollo de un sistema de alerta de crecidas para las localidades de San Felipe, La Calera y Quillota propuesto en el estudio BID cuencas.
- Mejoramiento del sistema de monitoreo de recursos hídricos, a través de la materialización del proyecto planteado en el estudio BID cuencas, el cual contempla el mejoramiento de las redes de monitoreo de parámetros fluviométricos, hidrometeorológicos, calidad de aguas química y biológica, sedimentos y aguas subterráneas. Además se propone la materialización de la propuesta de la DGA que entrega los lineamientos generales para la modernización de la red de monitoreo de calidad de aguas.

Un resumen de los costos totales para las soluciones a los temas ambientales y sus respectivos cronogramas de inversión se muestran en el capítulo 5 del informe.

3.2.4 SOLUCIONES PARA LA GESTION INSTITUCIONAL

El diagnóstico de la situación institucional, en cuanto a la gestión de los recursos hídricos del río Aconcagua, ha permitido visualizar la amplitud y variedad de este tipo de problemas, según se están presentando actualmente en la cuenca y que en buena medida han impedido avanzar en utilizar el potencial de desarrollo del recurso.

Un aspecto central de dicho diagnóstico ha sido el señalar que la dispersión de facultades, atribuciones y recursos, así como la relativa debilidad de numerosas entidades del Estado, representa una falencia fundamental del proceso de toma de decisiones. También la excesiva centralización en las decisiones conspira en contra de atender apropiadamente la opinión de los entes locales en ellas. Asimismo, el accionar tradicionalmente "cerrado" de estas entidades ante los actores privados ha conducido a un clima inapropiado de conflicto que dificulta el estudio y resolución adecuada de los problemas de la cuenca.

Cabe destacar, en primer lugar, que el objetivo del Plan Director es contar, en un determinado plazo, con mejoramientos sustantivos en la toma de decisiones sobre acciones en la cuenca, interrelacionando debidamente los actores del sector público entre sí, tanto nacionales como regionales, e incorporando oportunamente a los actores privados. Los lineamientos que se indican deben entenderse como de carácter esencialmente indicativos, y su adaptación debe ser flexible ante cambios en el entorno y actitudes de los actores principales. De esta manera, las prioridades y la identificación de actores principales, así como sus posibles roles se visualizan a partir de la coyuntura institucional actual.

Lo primero es la creación en el corto plazo de una entidad sólo de Coordinación Interinstitucional que incorpore los actores del sector público y permita esencialmente gestionar este Plan Director (Comité Técnico Asesor). Luego se podrían incorporar actores del sector privado.

Esta estrategia se fundamenta en varias consideraciones. La primera, y más fundamental, es que se aprecia que, a pesar del alto interés y demanda de las entidades locales y actores privados por acceder de manera significativa a las decisiones más relevantes de la cuenca, es necesario generar frente al sector privado una imagen coherente del sector público, que hasta el momento no existe.

Por otro lado, la Dirección General de Aguas ha señalado explícitamente que es de su interés promover en este Plan Director sólo las acciones que permitan mejorar la gestión del recurso con la institucionalidad actual. Es claro, que desde el punto de vista de estas entidades, la posibilidad de transferir facultades hacia una nueva entidad no sería conveniente ni oportuna, por el momento, por el largo proceso de reformas legales que ello involucra.

Es imprescindible visualizar la necesidad de una transición institucional fundamental, en la cual se incorporen conceptos modernos de gestión con amplia participación y representatividad de entidades locales, tanto públicos como privados. La comisión propuesta es un primer paso en esa dirección.

Se estima que tal transición debe ser cuidadosamente estudiada, consensuada e implementada de manera de mitigar los posibles perjuicios y conflictos que pudieran surgir, considerando especialmente las notables debilidades actuales de las entidades locales y el nivel de conflicto que ya existe con los principales actores privados, los regantes. Es por ello, que se propone como estrategia un avance por etapas hacia una nueva institucionalidad.

Un segundo aspecto central que se ha considerado para recomendar esta estrategia es que, por la naturaleza de la organización que se persigue, esto es, "participativa, integral, de composición mixta (público-privado) en su desarrollo final, autónoma y que debe aprovechar o llenar vacíos legales" su desarrollo debe ser necesariamente materia de negociación entre todas las partes, en un ambiente neutro, con amplia información y adecuado balance de poder. No es posible diseñar e implementar una nueva institucionalidad de esta naturaleza sin la participación activa de los principales actores. De hecho, sería contraproducente y arriesgado proponer, desde ya, una forma específica de organización, con facultades, atribuciones y recursos. La metodología que se propone seguir en el Plan es la de generar los espacios donde se pueda conducir esta discusión, y que por lo tanto sean los mismos actores quienes en definitiva decidan cómo organizarse.

Esta propuesta estratégica será cuestionada por las entidades locales y privadas, por cuanto no aporta en el corto plazo una resolución de los problemas institucionales centrales (se crearía "otra Comisión Aconcagua, con las mismas falencias"). A su vez, para los entes centrales se puede percibir un riesgo de eventual pérdida de atribuciones. El superar estos conflictos constituye un objetivo central del proceso propuesto.

4 PRIORIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE SOLUCIONES

4.1 PROYECTOS CONSIDERADOS EN EL PLAN DIRECTOR

La presente formulación del Plan Director del Aconcagua considera tres tipos de soluciones para la cuenca, cuyos objetivos se relacionan con el mejoramiento, en general, de la gestión institucional, dar un mejor uso a los recursos hídricos y, proteger los recursos naturales.

Estos proyectos se clasifican de acuerdo a su materialización, en estructurales y no estructurales.

En el Cuadro 4.1-1 se presenta en detalle cada una de las obras consideradas en el PD.

Los proyectos de mejoramiento de canales, unificación de bocatomas y construcción de tranques de acumulación nocturna representan un grupo de proyectos que se ejecutan en forma conjunta con el fin de alcanzar los objetivos propuestos para la situación mejorada.

La lógica integradora del grupo de proyectos se basa en que las actividades propuestas permiten consolidar económicamente las alternativas productivas agrícolas, mediante la disminución de las pérdidas hídricas por conducción en los canales, la unificación de bocatomas, el aumento de la seguridad de riego a través de la regulación hídrica con tranques de acumulación nocturna y luego en el aumento de la eficiencia en las técnicas de riego. Adicionalmente, y en forma paralela, se considera el desarrollo sustentable del agua subterránea.

La ejecución conjunta de los proyectos incluidos en este grupo permite abordar eficazmente el problema del déficit hídrico y de inseguridad de riego de una forma integral.

Además, se propone aumentar el porcentaje de satisfacción de la demanda de agua en el sector agrícola al mejorar la eficiencia del uso del recurso y aumentar la seguridad de riego y la disponibilidad de agua, fundamentalmente a través de la construcción de embalses de regulación interanual.

A través de los proyectos de protección de recursos naturales se busca sanear las aguas del río Aconcagua, disminuir la pérdida del suelo a través de procesos erosivos, proteger la vegetación para disminuir los procesos erosivos por falta de cobertura vegetal y reducir los incendios forestales. Así también, se considera realizar una serie de proyectos de defensas fluviales destinados a que las áreas productivas sean protegidas de inundaciones. En último término, se propone una red de monitoreo de diversos parámetros de los recursos hídricos de la cuenca, ya sea superficiales como subterráneos, para un mejor aprovechamiento de ellos.

CUADRO 4.1-1
PROYECTOS CONSIDERADOS PARA EL PLAN DIRECTOR

CÓDIGO	TIPO DE PROYECTO	PROYECTOS ESPECÍFICOS	CARÁCTER
	Mejoramiento General de la Gestión		
G-1	Gestión Institucional	Comité Técnico Asesor (CTA)	NO ESTRUCTURAL
G-2	Gestión Institucional	Foro de Interés Comunitario	NO ESTRUCTURAL
	Mejoramiento en el Uso del Recurso Hídrico		
RH-1	Mejora en el Sistema de Canales	Canal El Melón	ESTRUCTURAL
RH-2	Mejora en el Sistema de Canales	Canal Waddington	ESTRUCTURAL
RH-3	Mejora en el Sistema de Canales	Canales Ovalle, Pocochay y Calle Larga	ESTRUCTURAL
RH-4	Mejora en el Sistema de Canales	Canal Catemu	ESTRUCTURAL
RH-5	Unificación de Bocatomas	Unificación de Bocatomas 1ª Sección	ESTRUCTURAL
RH-6	Construcción Tranques de Acumulación Nocturna	Tranques de Noche a lo Largo de la Cuenca	ESTRUCTURAL
RH-7	Desarrollo del Agua Subterránea	Pozos para Riego	ESTRUCTURAL
RH-8	Mejoras en las Técnicas de Aplicación de Riego	Tecnificación del Riego en la Cuenca	ESTRUCTURAL
RH-9	Grandes Embalses de Regulación	Embalse Chacrillas	ESTRUCTURAL
RH-10	Grandes Embalses de Regulación	Embalse Catemu	ESTRUCTURAL
RH-11	Grandes Embalses de Regulación	Embalse Puntilla del Viento	ESTRUCTURAL
	Protección de los Recursos Naturales		
PT-1	Planta de Tratamiento de Aguas Servidas	Sistema Los Andes, San Felipe, Calle Larga, Rinconada, Curimón y El Almendral	ESTRUCTURAL
PT-2	Planta de Tratamiento de Aguas Servidas	Sistema La Calera, Hijuelas, Artificio	ESTRUCTURAL
PT-3	Planta de Tratamiento de Aguas Servidas	Sistema Nogales	ESTRUCTURAL
PT-4	Planta de Tratamiento de Aguas Servidas	Sistema Catemu	ESTRUCTURAL
PT-5	Planta de Tratamiento de Aguas Servidas	Sistema Quillota- La Cruz	ESTRUCTURAL
PT-6	Planta de Tratamiento de Aguas Servidas	Sistema San Pedro	ESTRUCTURAL
PT-7	Planta de Tratamiento de Aguas Servidas	Sistema Putaendo	ESTRUCTURAL
PT-8	Planta de Tratamiento de Aguas Servidas	Sistema Limache	ESTRUCTURAL
PM-1	Plan Maestro	Plan Maestro de Extracción de Áridos	NO ESTRUCTURAL
E-1	Estudio	Estudio de Delimitación del Cauce	NO ESTRUCTURAL
S-1	Recuperación de Áreas Degradadas	Recuperación de Áreas Degradadas	ESTRUCTURAL
S-2	Forestación de Riberas	Forestación de Riberas	ESTRUCTURAL
S-3	Extensión Conservacionista	Extensión Conservacionista	NO ESTRUCTURAL
F-1	Campaña de Prevención de Incendios Forestales	Campaña Prevención de Incendios Forestales	NO ESTRUCTURAL
F-2	Sistema de Control y Coordinación de Incendios Forestales	Sistema de Control y Coordinación frente a la Ocurrencia de Incendios Forestales	ESTRUCTURAL
AC-1	Sistema de Alerta de Crecidas en la Cuenca	Cuenca del Río Aconcagua y Marga-Marga	ESTRUCTURAL
DF-1	Encauzamiento y Defensas Fluviales	Sector Colmo-Manzanar	ESTRUCTURAL
DF-2	Encauzamiento y Peraltamiento Ribera Izquierda	Sector Lo Venecia-San Pedro	ESTRUCTURAL
DF-3	Revestimiento con Enrocado y Espigones	Sector Panquehue-San Roque	ESTRUCTURAL
DF-4	Encauzamiento y Peraltamiento de Riberas	Sector Tres Esquinas-San Rafael	ESTRUCTURAL
DF-5	Revestimiento de Riberas con Enrocado	Sector El Sauce-Puente Ojos de Agua	ESTRUCTURAL
DF-6	Encauzamiento y Peraltamiento Río Putaendo	Desembocadura a Localidad de Putaendo	
DF-7	Encauzamiento Estero El Melón	Desembocadura-Km 15	ESTRUCTURAL
RM-1	Mejoramiento Redes de Monitoreo del Recurso	Control de Diversos Parámetros en la Cuenca	ESTRUCTURAL
RM-2	Mejoramiento Redes de Monitoreo de Calidad	Monitoreo de la Calidad del Agua en la Cuenca	ESTRUCTURAL

4.2 PRIORIZACIÓN DE SOLUCIONES

Los criterios de priorización para los efectos de la implementación del Plan Director de la cuenca del río Aconcagua toman en consideración los siguientes elementos: la necesidad de solucionar problemas que aparezcan como urgentes, proyectos que resulten convenientes por su evaluación económica y secuencia de proyectos claramente determinada desde el comienzo.

En este contexto surge la necesidad de efectuar acciones inmediatas, dentro de las cuales la primera de ellas tiene que ver con la creación del Comité Técnico Asesor. Este comité, además de encargarse de coordinar a las instituciones relacionadas con el recurso hídrico, preocupándose especialmente que se genere coherencia de objetivos y se evite la duplicidad de labores, deberá ser la entidad que asegure la implementación propuesta del Plan Director, manteniendo, de paso, informada a la comunidad a través de foros de interés comunitario.

Por otra parte, en el mismo marco de las acciones inmediatas, surgen varios de los proyectos relacionados con el mejoramiento en el uso del recurso hídrico, debido a la urgencia por aprovechar al máximo una infraestructura existente mejorada, previo al desarrollo de los proyectos de embalses de regulación. Estos últimos están concebidos para aumentar la seguridad de riego de las áreas actualmente regadas y de las áreas definidas como de expansión.

Entre los proyectos prioritarios de corto plazo, los mejoramientos de sistemas de canales y el aumento de la regulación nocturna debieran completarse en los primeros años, del mismo modo que los proyectos de unificación de bocatomas en el valle debieran hacerlo a continuación, no más allá del fin del cuarto año, puesto que la alta rentabilidad de ellos frente a inversiones relativamente moderadas, se ve reflejada en resultados económicos interesantes, según se desprende de las evaluaciones económicas realizadas.

Los proyectos de tecnificación del riego están asociados a la construcción de cada una de las obras de regulación, es decir se materializan en el mediano plazo.

Respecto al desarrollo del agua subterránea, éste debiera concretarse antes de ejecutarse las obras de embalse, puesto que constituye una alternativa de alta rentabilidad y que requiere de inversiones menores, tal como se demostró al analizar el escenario 2.

También dentro de las acciones de corto plazo, en el ámbito de la Protección de los Recursos Naturales se considera que dentro de los primeros dos a tres años de la implementación del Plan Director, deberá ponerse en marcha el Plan Maestro de Extracción de Áridos y concluir el Estudio de Delimitación de los Cauces de la cuenca del río Aconcagua. Con ello se estará en condiciones de aplicar las acciones que correspondan, y desarrollar los proyectos que resulten factibles, para

asegurar la debida protección en el entorno de los ríos, sobre todo en los casos en que resulten anegados amplios sectores agrícolas.

Respecto al mejoramiento en el uso del recurso hídrico, entre el año 5 y el año 10 debiera verse concretada la construcción del embalse Chacrillas que, además de solucionar un problema específico de alta repercusión social como es el de la agricultura de riego en la cuenca del río Putaendo, está bastante avanzado en sus etapas de diseño, lo que señala la existencia de una voluntad clara de las autoridades para su materialización.

En un contexto similar, por la necesidad imperiosa de solucionar los serios problemas de abastecimiento de agua para riego en la tercera y cuarta sección legal de la cuenca del Aconcagua, se contempla como alternativa en el mediano plazo la construcción del embalse Catemu, cuya puesta en operación producirá un impacto notable, tanto en lo social como en lo netamente económico, en la agricultura del valle.

La construcción del embalse Vizcachas, responsabilidad de Hidroeléctrica Guardia Vieja, tiene como objetivo devolver al río Aconcagua su régimen normal, alterado por la generación hidroeléctrica de las centrales Guardia Vieja y Piuquenito. Se infiere que este proyecto se materializaría a mediano plazo, dado que ya existe en funcionamiento un embalse de regulación, denominado Primera Quebrada, que realiza, en parte, estas funciones.

Por otro lado, en el campo de la Protección de los Recursos Naturales, debieran aparecer en el período de mediano plazo, parte importante de las soluciones estructurales como son la recuperación de áreas degradadas, la forestación de riberas de cauces, y la implementación definitiva de los sistemas de control adecuados frente a la ocurrencia de incendios forestales, junto con los mecanismos de coordinación para una mejor gestión con ocasión de estos eventos.

Paralelamente, tendrán que implementarse las acciones no estructurales relacionadas con lo anterior como son las permanentes campañas de prevención de incendios forestales, mejoradas respecto de las actuales, y las campañas de extensión conservacionista que aseguren que la comunidad adquiera la conciencia necesaria para la protección de estos recursos naturales.

En esta área también se hace necesario implementar un sistema de alerta de crecidas en toda la cuenca del río Aconcagua, que permita su predicción con cierta antelación, de modo de poder tomar las medidas necesarias para minimizar los efectos de las inundaciones. Con este mismo objetivo, se propone construir defensas fluviales en los sectores que se requieran, para evitar inundaciones de poblaciones, de terrenos cultivables, caminos, etc.

La protección del recurso hídrico en la cuenca por medio del control de sus parámetros físicos y químicos, y la posibilidad de alertar ante períodos críticos de contaminación, también se cuenta entre los proyectos a desarrollar a mediano plazo.

Finalmente, dentro de las medidas o acciones de largo plazo, a ser implementadas a partir del año 2010, se tiene la alternativa del embalse Puntilla del Viento que reforzará considerablemente el riego de la primera y segunda sección legal del Aconcagua e indirectamente en el resto del valle, permitiendo una expansión de las áreas actualmente regadas a sectores en su mayoría sobre cota de canal y, por lo tanto, con riegos de alta eficiencia, tal cual ha sido concebido el proyecto. La razón de incluirlo dentro de las acciones a largo plazo es por sus mayores costos, además de que sus impactos productivo y económico, aunque no despreciables, son bastante menores con respecto, por ejemplo, a los del embalse Catemu.

El saneamiento de aguas servidas de las ciudades que actualmente vierten sus aguas a los ríos de la cuenca del Aconcagua ha sido definido en el marco del Plan de Desarrollo de ESVAL, aprobado por la Superintendencia de Servicios Sanitarios. De acuerdo a ese Plan, que obligadamente deberá implementarse según su cronograma, se contempla el mejoramiento de redes de alcantarillado de aguas servidas y la construcción de plantas de tratamiento para esas aguas previo a su vertido en los cauces.

Específicamente, al año 2005, se debiera haber completado casi totalmente el saneamiento de Los Andes, San Felipe, Nogales, Catemu y Limache con mejoramientos hasta el 2016; también se habrá completado la primera etapa de las obras de tratamiento de La Calera-Hijuelas-Artificio, Quillota-La Cruz, Putaendo, El Almendral y San Pedro, dejando la segunda etapa para antes del 2010; quedando finalmente la totalidad de las obras de saneamiento de Curimón, Calle Larga y Rinconada para ser iniciadas a partir del 2005. En lo formal se ha clasificado la construcción y mejoramiento de las plantas de tratamiento como proyectos de mediano y largo plazo a pesar que se desarrollan desde el principio, debido a que el objetivo es tenerlas todas implementadas para el final de los tres períodos.

Plan de Acción de Corto Plazo (2 años)

Según lo expuesto, las acciones a considerar dentro del Plan Director, en el corto plazo, se ha confeccionado el Cuadro 4.2-1 que se presenta a continuación.

CUADRO 4.2-1
PROYECTOS CONSIDERADOS PARA EL PLAN DIRECTOR A CORTO PLAZO

CÓDIGO	TIPO DE PROYECTO	PROYECTOS ESPECÍFICOS	CARÁCTER
	Mejoramiento General de la Gestión		
G-1	Gestión Institucional	Comité Técnico Asesor (CTA)	NO ESTRUCTURAL
G-2	Gestión Institucional	Foro de Interés Comunitario	NO ESTRUCTURAL
	Mejoramiento en el Uso del Recurso Hídrico		
RH-1	Mejora en el Sistema de Canales	Canal El Melón	ESTRUCTURAL
RH-2	Mejora en el Sistema de Canales	Canal Waddington	ESTRUCTURAL
RH-3	Mejora en el Sistema de Canales	Canales Ovalle, Pocochay y Calle Larga	ESTRUCTURAL
RH-4	Mejora en el Sistema de Canales	Canal Catemu	ESTRUCTURAL
RH-5	Unificación de Bocatomas	Unificación de Bocatomas 1ª Sección	ESTRUCTURAL
RH-6	Construcción Tranques de Acumulación Nocturna	Tranques de Noche a lo Largo de la Cuenca	ESTRUCTURAL
RH-7	Desarrollo del agua subterránea	Pozos para riego	ESTRUCTURAL
	Protección de los Recursos Naturales		
PM-1	Plan Maestro	Plan Maestro de Extracción de Áridos	NO ESTRUCTURAL
E-1	Estudio	Estudio de Delimitación del Cauce	NO ESTRUCTURAL
DF-2	Encauzamiento y Peraltamiento Ribera Izquierda	Sector Lo Venecia-San Pedro	ESTRUCTURAL
DF-3	Revestimiento con Enrocado y Espigones	Sector Panquehue-San Roque	ESTRUCTURAL
DF-4	Encauzamiento y Peraltamiento de Riberas	Sector Tres Esquinas-San Rafael	ESTRUCTURAL
DF-6	Encauzamiento y Peraltamiento Río Putaendo	Desembocadura a Localidad de Putaendo	ESTRUCTURAL
DF-7	Encauzamiento Estero El Melón	Desembocadura-Km 15	ESTRUCTURAL
Varios	Plantas de Tratamiento 1° etapa	Los Andes, San Felipe, Calera, Catemu, San Pedro, Putaendo, Limache	ESTRUCTURAL

Cabe destacar que la primera acción a realizar corresponde a la creación del organismo de coordinación para la gestión propuesto (Comité Técnico), el que será el encargado de aplicar, actualizar y gerenciar el Plan Director.

El plan maestro para la extracción de áridos también puede desde ya ser aplicado. Se recomienda también efectuar el estudio de delimitación del cauce.

En cuanto a las plantas de tratamiento, que incluyan una fuerte inversión, estas deberán estar operativas en su primera etapa, para el 2005.

Plan de Acción de Mediano Plazo (10 años)

En esta categoría se enmarcan la mayoría de los proyectos de desarrollo del recurso hídrico y de protección y recuperación ambiental. El mejoramiento de la infraestructura de riego y el embalse Chacrillas se consideran en este período. También es posible incluir al embalse Catemu hacia el final del período considerado.

Las acciones a considerar dentro del plan en el mediano plazo se presentan en el Cuadro 4.2-2.

CUADRO 4.2-2
PROYECTOS CONSIDERADOS PARA EL PLAN DIRECTOR A MEDIANO PLAZO

CÓDIGO	TIPO DE PROYECTO	PROYECTOS ESPECÍFICOS	CARÁCTER
	MEJORAMIENTO EN EL USO DEL RECURSO HÍDRICO		
RH-8	Mejoras en las Técnicas de Aplicación de Riego	Tecnificación del Riego en la Cuenca	ESTRUCTURAL
RH-9	Grandes Embalses de Regulación	Embalse Chacrillas	ESTRUCTURAL
RH-10	Grandes Embalses de Regulación	Embalse Catemu	ESTRUCTURAL
	PROTECCIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES		
S-1	Recuperación de Áreas Degradadas	Recuperación de Áreas Degradadas	ESTRUCTURAL
S-2	Forestación de Riberas	Forestación de Riberas	ESTRUCTURAL
S-3	Extensión Conservacionista	Extensión Conservacionista	NO ESTRUCTURAL
F-1	Campaña de Prevención de Incendios Forestales	Campaña Prevención de Incendios Forestales	NO ESTRUCTURAL
F-2	Sistema de Control y Coordinación de Incendios Forestales	Sistema de Control y Coordinación frente a la Ocurrencia de Incendios Forestales	ESTRUCTURAL
AC-1	Sistema de Alerta de Crecidas en la Cuenca	Cuenca del Río Aconcagua y Marga-Marga	ESTRUCTURAL
DF-1	Encauzamiento y Defensas Fluviales	Sector Colmo-Manzanar	ESTRUCTURAL
DF-5	Revestimiento de Riberas con Enrocado	Sector El Sauce-Puente Ojos de Agua	ESTRUCTURAL
RM-1	Mejoramiento Redes de Monitoreo del Recurso	Control de Diversos Párametros en la Cuenca	ESTRUCTURAL
RM-2	Mejoramiento Redes de Monitoreo de Calidad	Monitoreo de la Calidad del Agua en la Cuenca	ESTRUCTURAL
Varios	Plantas de Tratamiento (continuación)	Los Andes, San Felipe, Calera, Catemu, San Pedro, Putaendo, Limache	ESTRUCTURAL

Plan de Acción de Largo Plazo (20 años)

Las acciones a considerar dentro del plan en el largo plazo se presentan en el Cuadro 4.2-3.

CUADRO 4.2-3
PROYECTOS CONSIDERADOS PARA EL PLAN DIRECTOR A LARGO PLAZO

CÓDIGO	TIPO DE PROYECTO	PROYECTOS ESPECÍFICOS	CARÁCTER
	MEJORAMIENTO EN EL USO DEL RECURSO HÍDRICO		
RH-11	Grandes Embalses de Regulación	Embalse Puntilla del Viento	ESTRUCTURAL
	PROTECCIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES		
PT-1	Planta de Tratamiento de Aguas Servidas	Sistema Los Andes, San Felipe, Calle Larga, Rinconada, Curimón y El Almendral	ESTRUCTURAL
PT-2	Planta de Tratamiento de Aguas Servidas	Sistema La Calera, Hijuelas, Artificio	ESTRUCTURAL
PT-3	Planta de Tratamiento de Aguas Servidas	Sistema Nogales	ESTRUCTURAL
PT-4	Planta de Tratamiento de Aguas Servidas	Sistema Catemu	ESTRUCTURAL
PT-5	Planta de Tratamiento de Aguas Servidas	Sistema Quillota- La Cruz	ESTRUCTURAL
PT-6	Planta de Tratamiento de Aguas Servidas	Sistema San Pedro	ESTRUCTURAL
PT-7	Planta de Tratamiento de Aguas Servidas	Sistema Putaendo	ESTRUCTURAL
PT-8	Planta de Tratamiento de Aguas Servidas	Sistema Limache	ESTRUCTURAL

El saneamiento completo del río, en su última etapa está planificado para ser alcanzado al cabo de 20 años, sin perjuicio de que algunas soluciones se hayan implementado antes. Se ha incluido la creación de una corporación administradora de la cuenca en el largo plazo, porque si bien, hoy en día no están dadas las condiciones para tal acción, no puede ser descartada su realización en el largo plazo.

Se ha considerado recomendable la ejecución del embalse de cabecera Puntilla del Viento en un horizonte de largo plazo, según vayan evolucionando las demandas agrícolas en el valle.

Las unidades responsables de la ejecución de cada proyecto se entregan en el Cuadro 5.2-1.

5. IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DIRECTOR

A continuación se entregan las recomendaciones para la implementación del Plan Director de forma tal que éste se constituya en una herramienta de gestión efectiva.

Cabe mencionar que las presentes recomendaciones tienen sólo el carácter de indicativas puesto que cada institución o responsable involucrado tiene su propia facultad para definir el flujo de inversiones de acuerdo con los presupuestos anuales de que dispongan. Además, el plan debiera ser validado y consensuado por todos los actores, en su debido momento, ya que como primera medida, debiera ser abordado por la comisión o comité encargado de gestionar el Plan Director.

5.1 PLAN DIRECTOR PROPUESTO

En el Cuadro 5.1-1 se entrega un plan de inversiones tentativo propuesto para las obras consideradas en el Plan Director de la cuenca. Se señala el proyecto específico considerado y la oportunidad recomendada para su inversión. La programación de los flujos de inversión se realizó inicialmente considerando al año 2001 como el inicio, sin embargo, para no restarle generalidad a dicho cronograma se consideran años consecutivos desde el año 1 al 20. Debe consignarse que empresas particulares como ESVAL e Hidroeléctrica Guardia Vieja están comprometidas a cumplir con las obras y fechas ya propuestas por ellas.

5.2 RECOMENDACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN

A continuación se entregan proposiciones para la implementación del Plan Director que se refieren a la identificación de las instituciones o unidades ejecutoras de cada proyecto, a su forma de participación y las recomendaciones para la revisión y actualización periódica del Plan Director.

5.2.1 IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDADES EJECUTORAS

La identificación de las unidades ejecutoras de los proyectos se ha realizado considerando tanto las características de cada proyecto como las funciones y atribuciones de cada una de ellas. Entre las unidades ejecutoras se han incluido a las instituciones públicas y privadas, cuando corresponda. El detalle de dicha identificación se entrega en el Cuadro 5.2-1.

CUADRO 5.1-1[2]

PLAN DE INVERSIONES TENTATIVO PROPUESTO PARA LAS OBRAS DEL PLAN DIRECTOR (Millones de Pesos)

Programa		Años																				Total
		Corto Plazo		Mediano Plazo								Largo Plazo										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Mejoramiento General de la Gestión:																						
G-1	Comité Técnico Asesor	---	---																			
G-2	Foro de Interés Comunitario	---	---																			
Mejoramiento en el Uso del Recurso Hídrico																						
RH-1	Canal El Melón	1,180	1,180																			2,360
RH-2	Canal Waddington	162																				162
RH-3	Canales Ovalle, Pocochay y Calle Larga	133	44																			177
RH-4	Canal Catemu	1,386																				1,386
RH-5	Unificación de Bocatomas 1ª Sección			684	1,026																	1,710
RH-6	Tranques de noche en toda la cuenca	884	884	884																		2,652
RH-7	Desarrollo del agua subterránea		787															787				1,574
RH-8	Tecnificación del riego en la cuenca		3,306			38,851							21,973									64,130
RH-9	Embalse Chacrillas					4,059	5,412	4,059														13,530
RH-10	Embalse Catemu								21,972	29,296	21,972											73,240
RH-11	Embalse Puntilla del Viento											15,942	21,256	15,942								53,140
Protección de los Recursos Naturales																						
PT-1	Planta de tratamiento de aguas servidas sistema Los Andes, San Felipe, Calle Larga, Rinconada, Curimón y El Almendral.	3,142	3,142	3,221		1,752																11,258
PT-2	Planta de tratamiento de aguas servidas sistema La Calera, Hijuelas y Artificio.	339	1,664	1,664				363														4,030
PT-3	Planta de tratamiento de aguas servidas sistema Nogales			49							38				22						27	135
PT-4	Planta de tratamiento de aguas servidas sistema Catemu	94	94				57					15						17				278
PT-5	Planta de tratamiento de aguas servidas sistema Quillota		257	1,739	1,739		84				447	59						69				4,395
PT-6	Planta de tratamiento de aguas servidas sistema San Pedro		33	222	178						22	22						10		10		496
PT-7	Planta de tratamiento de aguas servidas sistema Putaendo	46	46				45	27					15	16								196
PT-8	Planta de tratamiento de aguas servidas sistema Limache	1,020	1,020						76					31		25			37			2,209
PM-1	Plan maestro de extracción de áridos		---																			
E-1	Estudio de delimitación del cauce		60																			60

[2] Este cuadro de inversiones es tentativo y está sujeto a las decisiones que tomen, a su debido tiempo, las instituciones correspondientes.

CUADRO 5.1-1[2]
PLAN DE INVERSIONES TENTATIVO PROPUESTO PARA LAS OBRAS DEL PLAN DIRECTOR (Millones de Pesos)

Programa		Años																				Total
		Corto Plazo		Mediano Plazo								Largo Plazo										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
S-1	Recuperación de areas degradadas			27	8	8	8	8														58
S-2	Forestación de riberas			32	32	32																96
S-3	Extensión Conservacionista			237	162	162	162	162														884
F-1	Campaña de prevención de incendios forestales			460	165	165																789
F-2	Sistema de control y coordinación frente a la ocurrencia de incendios forestales			1,304	201	209	201	201	201	201	201	201	201	201	201	201	201	201	201	201	201	4,721
AC-1	Sistema de Alerta de Crecidas en la Cuenca					50																50
DF-1	Encauzamiento y Defensas Fluviales, Manzanar			152																		152
DF-2	Encauzamiento y Peraltamiento Ribera Izquierda, San Pedro	251																				251
DF-3	Revestimiento con Enrocado y Espigones, San Roque		229																			229
DF-5	Revestimiento de Riberas con Enrocado, San Rafael		151																			151
DF-4	Encauzamiento y Peraltamiento de Riberas, El Sauce					1,097	1,097	1,097														3,291
DF-6	Encauzamiento y Peraltamiento Río Putaendo		172																			172
DF-7	Encauzamiento Estero El Melón	86																				86
RM-1	Mejoramiento Redes de Monitoreo del Recurso				270																	270
RM-2	Mejoramiento Redes de Monitoreo de Calidad																					
	Total	8,724	13,069	10,674	3,779	46,384	7,065	5,916	22,249	29,556	22,820	16,239	43,445	16,190	222	226	297	988	247	227	201	248,317

CUADRO 5.2-1
UNIDADES EJECUTORAS DEL PLAN DIRECTOR

CÓD.	TIPO DE PROYECTO	PROYECTOS ESPECÍFICOS	CARÁCTER	UNIDAD EJECUTORA
	Mejoramiento General de la Gestión			
G-1	Gestión Institucional	Comité Técnico Asesor (CTA)	NO ESTRUCTURAL	DGA-GORE, lidera la creaión del Comité Técnico, luego éste pasaria a depender de la Intendencia Regional
G-2		Foro de Interés Comunitario	NO ESTRUCTURAL	El Comité Técnico Asesor
	Mejoramiento en el uso del Recurso Hídrico			
RH-1	Mejora en el Sistema de Canales	Canal El Melón	ESTRUCTURAL	DOH , proyecto y construcción. USUARIOS la operación
RH-2		Canal Waddington	ESTRUCTURAL	DOH , proyecto y construcción. USUARIOS la operación
RH-3		Canales Ovalle, Pocochay y Calle Larga	ESTRUCTURAL	DOH , proyecto y construcción. USUARIOS la operación
RH-4		Canal Catemu	ESTRUCTURAL	DOH , proyecto y construcción. USUARIOS la operación
RH-5	Unificación de Bocatomas	Unificación de Bocatomas 1ª sección	ESTRUCTURAL	DOH , proyecto y construcción. USUARIOS la operación
RH-6	Construcción de tranques de noche	Tranques de noche en la cuenca	ESTRUCTURAL	USUARIOS, con el apoyo del CTA y CNR (Ley de Fomento)
RH-7	Desarrollo del agua subterránea	Pozos para riego	ESTRUCTURAL	USUARIOS, con el apoyo del CTA y CNR (Ley de Fomento)
RH-8	Mejoras en las técnicas de aplicación del riego	Tecnificación del riego en la Cuenca	ESTRUCTURAL	USUARIOS, con el apoyo del CTA y CNR (Ley de Fomento)
RH-9	Grandes Embalses de Regulación	Embalse Chacrillas	ESTRUCTURAL	DOH, USUARIOS y Comité Técnico
RH-10		Embalse Catemu	ESTRUCTURAL	DOH, USUARIOS y Comité Técnico
RH-11		Embalse Puntilla del Viento	ESTRUCTURAL	DOH, USUARIOS y Comité Técnico
	Protección de los Recursos Naturales			
PT-1	Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas	Sistema Los Andes, San Felipe, Calle Larga, Rinconada, Curimón y El Almendral	ESTRUCTURAL	ESVAL, con la supervisión de la SISS
PT-2		Sistema La Calera, Hijuelas y Artificio	ESTRUCTURAL	ESVAL, con la supervisión de la SISS
PT-3		Sistema Nogales	ESTRUCTURAL	ESVAL, con la supervisión de la SISS
PT-4		Sistema Catemu	ESTRUCTURAL	ESVAL, con la supervisión de la SISS

CÓD.	TIPO DE PROYECTO	PROYECTOS ESPECÍFICOS	CARÁCTER	UNIDAD EJECUTORA
PT-5		Sistema Quillota La Cruz	ESTRUCTURAL	ESVAL, con la supervisión de la SISS
PT-6		Sistema San Pedro	ESTRUCTURAL	ESVAL, con la supervisión de la SISS
PT-7		Sistema Putaendo	ESTRUCTURAL	ESVAL, con la supervisión de la SISS
PT-8		Sistema Limache	ESTRUCTURAL	ESVAL, con la supervisión de la SISS
PM-1	Plan Maestro	Plan Maestro de Extracción de Áridos	NO ESTRUCTURAL	Dirección de Vialidad y Municipalidades
E-1	Estudio	Estudio de Delimitación del Cauce	NO ESTRUCTURAL	DOH - DGA
S-1	Recuperación de áreas degradadas	Recuperación de áreas degradadas	ESTRUCTURAL	CONAF-SAG
S-2	Forestación de riberas	Forestación de riberas	ESTRUCTURAL	CONAF
S-3	Extensión Conservacionista	Extensión Conservacionista	NO ESTRUCTURAL	CONAF-DGA
F-1	Campaña de prevención de incendios forestales	Campaña de prevención de incendios forestales	NO ESTRUCTURAL	CONAF
F-2	Sistema de control y coordinación de incendios forestales	Sistema de control y coordinación frente a la ocurrencia de incendios forestales	ESTRUCTURAL	CONAF
AC-1	Sistema de Alerta de Crecidas en la Cuenca	Río Aconcagua y Marga-Marga	ESTRUCTURAL	MOP
DF-1	Encauzamiento y Defensas Fluviales	Sector Colmo-Manzanar	ESTRUCTURAL	Empresa de Ferrocarriles del Estado
DF-2	Encauzamiento y Peraltamiento Ribera Izquierda	Sector Lo Venecia-San Pedro	ESTRUCTURAL	Departamento de Obras Fluviales
DF-3	Revestimiento con Enrocado y Espigones	Sector Panquehue-San Roque	ESTRUCTURAL	Departamento de Obras Fluviales
DF-4	Encauzamiento y Peraltamiento de Riberas	Sector Tres Esquinas-San Rafael	ESTRUCTURAL	Departamento de Obras Fluviales
DF-5	Revestimiento de Riberas con Enrocado	Sector El Sauce-Puente Ojos de Agua	ESTRUCTURAL	Departamento de Obras Fluviales
DF-6	Encauzamiento y Peraltamiento Río Putaendo	Desembocadura	ESTRUCTURAL	Departamento de Obras Fluviales
DF-7	Encauzamiento Estero El Melón	Desembocadura-Km 15	ESTRUCTURAL	Departamento de Obras Fluviales
RM-1	Mejoramiento Redes de Monitoreo	Control en la Cuenca	ESTRUCTURAL	DGA
RM-2	Mejoramiento Redes de Monitoreo de Calidad	Monitoreo de la Calidad del Agua en la Cuenca	ESTRUCTURAL	DGA

5.2.2 FORMA DE PARTICIPACIÓN DE LAS UNIDADES EJECUTORAS

Para la implementación del Plan Director se han identificado cinco actividades principales que comprenden las acciones necesarias para llevar a cabo el plan. Las actividades son las siguientes: gestión de financiamiento, gestión para su estudio y supervisión, gestión para la ejecución, gestión para la operación y labores de soporte técnico. En el Cuadro 5.2-2 se presenta la forma de participación de cada una de las unidades ejecutoras.

5.3 RECOMENDACIONES PARA LA ACTUALIZACIÓN PERIÓDICA DEL PLAN DIRECTOR.

Este proceso de actualización deberá ser llevado a cabo por el Comité Técnico propuesto para administrar el Plan Director.

La actualización del plan se inicia con la revisión de las actividades programadas y la actualización del diagnóstico de la cuenca. Para ello deberán incluirse las acciones ejecutadas, los nuevos estudios que se vayan realizando, así como también los antecedentes relativos a nuevos proyectos en sus fase de diseño o en ejecución.

Utilizando los antecedentes consignados y analizados en el presente informe, y complementados con los nuevos antecedentes, se actualiza el diagnóstico de la cuenca. Ello permitiría eventualmente redefinir algunos problemas y conflictos que deban ser resueltos dentro del nuevo Plan Director.

El modelo de simulación, mejorado para este estudio, será una herramienta de gran utilidad para la actualización del diagnóstico. Ello estará sujeto a que la base de datos de entrada del modelo se mantenga adecuadamente actualizada durante la aplicación del Plan Director.

Seguidamente se debe efectuar el análisis de las alternativas de solución para los problemas y conflictos detectados. Para ello, se deberá recurrir a la cartera de proyectos evaluados en el presente estudio y señalados en forma de fichas de proyecto, la que podría ser complementada con aquellas nuevas iniciativas que pudieran haber surgido hasta el momento de la actualización del Plan Director. El análisis deberá incluir una evaluación técnico-económica, incluyendo aspectos legales y ambientales.

La definición de los escenarios para la evaluación de las alternativas de solución deberá ser objeto de un análisis específico. La definición de los escenarios debe reflejar la situación existente en la cuenca al momento de realizar la actualización del Plan, así como los desarrollos futuros que puedan ser previsibles.

CUADRO 5.2-2
FORMA DE PARTICIPACIÓN DE LAS UNIDADES EJECUTORAS

	TIPO DE PROYECTO	PROYECTOS ESPECÍFICOS	U. EJECUTORA	RESPONSABILIDAD				
				1	2	3	4	5
	Mejoramiento General de la Gestión							
G-1	Gestión Institucional	Comité Técnico Asesor (CTA)	DGA	X				X
G-2			CTA		X		X	X
			INTENDENCIA	X		X	X	
	Mejoramiento en el uso del Recurso Hídrico							
RH-1	Mejora en el Sistema de Canales	Canal El Melón	DOH	X	X	X		X
RH-2		Canal Waddington	USUARIOS	X			X	
RH-3		Canales Ovalle, Pocochay y Calle Larga	CTA					X
RH-4		Canal Catemu						
RH-5	Unificación de Bocatomas	Unificación de Bocatomas 1ª sección	DOH	X	X	X		X
			USUARIOS	X			X	
RH-6	Construcción de tranques de acumulación nocturnos	Tranques de noche a lo largo de la cuenca	USUARIOS	X		X	X	
RH-7	Desarrollo del agua subterránea	Pozos para riego	CTA					X
RH-8	Mejoras en las técnicas de aplicación del riego	Tecnificación del riego en la Cuenca						
RH-9	Grandes Embalses de Regulación	Embalse Chacrillas	DOH	X	X	X		X
RH-10		Embalse Catemu	DGA					X
RH-11		Embalse Puntilla del Viento	USUARIOS	X			X	
	Protección de los Recursos Naturales							
PT-1	Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas	Sistema Los Andes, San Felipe, Calle Larga, Rinconada, Curimón y El Almendral	ESVAL	X	X	X	X	X
PT-2		Sistema La Calera, Hijuelas y Artificio	SISS					X
PT-3		Sistema Nogales						
PT-4		Sistema Catemu						
PT-5		Sistema Quillota La Cruz						
PT-6		Sistema San Pedro						
PT-7		Sistema Putaendo						
PT-8		Sistema Limache						
PM-1	Plan Maestro	Plan Maestro de Extracción de Aridos	Dirección de Vialidad	X	X	X	X	X
			Municipalidades				X	
E-1	Estudio	Estudio de Delimitación del Cauce	DOH	X	X			X
S-1	Recuperación de áreas degradadas	Recuperación de áreas degradadas	CONAF	X	X		X	
S-2	Forestación de riberas	Forestación de riberas	SAG	X	X		X	
S-3	Extensión Conservacionista	Extensión Conservacionista						
F-1	Campaña de prevención de incendios forestales	Campaña de prevención de incendios forestales	CONAF	X	X		X	X
F-2	Cortafuegos y reducción de combustibles	Cortafuegos y reducción de combustibles en áreas periféricas a sectores urbanos						
AC-1	Sistema de Alerta de Crecidas en la Cuenca	Cuenca del Río Aconcagua y Marga-Marga	MOP	X	X	X	X	X
DF-1	Encauzamiento y Defensas Fluviales	Sector Colmo-Manzanar	FF.CC del Estado	X	X	X	X	X
DF-2	Encauzamiento y Peraltamiento Ribera Izquierda	Sector Lo Venecia-San Pedro	Depto. de Obras Fluviales	X	X	X	X	X
DF-3	Revestimiento con Enrocado y Espigones	Sector Panquehue-San Roque						
DF-4	Encauzamiento y Peraltamiento de Riberas	Sector Tres Esquinas-San Rafael						
DF-5	Revestimiento de Riberas con Enrocado	Sector El Sauce-Puente Ojos de Agua						
DF-6	Encauzamiento y Peraltamiento Río Putaendo	Desembocadura a Localidad de Putaendo						
DF-7	Encauzamiento Estero El Melón	Desembocadura-Km 15						
RM-1	Mejoramiento Redes de Monitoreo del Recurso	Control de Diversos Parámetros en la Cuenca	DGA	X	X	X	X	X
RM-2	Mejoramiento Redes de Monitoreo de Calidad	Monitoreo de la Calidad del Agua en la Cuenca						

Nota: La responsabilidades son la siguientes:

1 Financiamiento
2 Realización de Estudio
3 Ejecución del proyecto
4 Operación
5 Soporte Técnico

Luego de definir los escenarios, se procedería a evaluar económicamente las alternativas de solución que no presentan restricciones legales o ambientales que dificulten su ejecución. Los proyectos que presenten mayor rentabilidad o que sean indicados como de interés por parte de unos o varios actores de la cuenca (materia que deberá ser considerada por el Comité Técnico Asesor junto con la DGA) serán los que se incluirán en el nuevo Plan Director.

La actualización se recomienda que se ejecute cada 5 años, una vez que entre en funcionamiento el Comité Técnico Asesor y que haya sido puesto en práctica el Plan Director. Este lapso permitiría plantear el nuevo Plan cuando ya se hayan ejecutado los proyectos de corto plazo (como ser las plantas de tratamiento de aguas servidas, central hidroeléctrica Chacabuquito, etc.), y se pueda conocer los logros alcanzados.