

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO**

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería en Construcción

**Recopilación y Análisis de Estudios y Proyectos Realizados  
de la Cuenca del Río Aconcagua**

Tesis Para Optar al Título de Ingeniero Constructor

Por:

Cristian Arauna Padilla - Francisco Miranda Riffart

Profesor Guía: Manuel Cerda Gaete

**Marzo, 2000**

**LAUS DEO.**

En estas líneas quisiera hacer un reconocimiento y agradecer a todas aquellas personas que participaron activa y fervientemente en la formación de nuestras vidas, que tuvieron la paciencia, la comprensión, que depositaron su confianza y caminaron juntos a nosotros estos años, e hicieron posible con su aporte la realización de nuestros sueños, me refiero a nuestros Profesores y Amigos, pero de forma muy especial a nuestros Padres y Seres Queridos.

**MUCHAS GRACIAS.**

*Cristian Arauna, Francisco Miranda.*

**RESUMEN.**

El territorio de una cuenca facilita la relación de sus habitantes independientemente de la existencia de otros límites político – administrativos, debido a la dependencia común a un sistema

hídrico compartido, a la existencia de un cierto tipo de recursos naturales, clima e infraestructura, y porque a menudo deben enfrentar problemas similares. Esta situación es muy nítida en aquellas cuencas habitadas, ello por la existencia, además, de obras y trabajos hidráulicos que benefician al conjunto de sus habitantes, creándoles una interdependencia y una realidad común.

Son múltiples las acciones que el hombre puede realizar en una cuenca. Las más relevantes son las productivas; las hidráulicas, o de ingeniería con fines de aprovechamiento de los recursos y de protección contra eventos naturales; las acciones sociales y culturales, que determinan la relación entre el hombre y su entorno; y las de manejo y protección del medio ambiente. Motivo que nos ha inspirado a realizar el presente trabajo, que tiene como finalidad la recopilación, clasificación y análisis de estudios y proyectos que se hayan realizado en la cuenca del río Aconcagua, para establecer si existe la necesidad de complementación o realización de nuevos estudios dentro del valle y lograr una base documentada, clasificada y ordenada de información sobre la cuenca que permita alimentar nuevos proyectos para sustentar el desarrollo integral de la misma.

El trabajo se inicia con la búsqueda y recopilación de los estudios y proyectos correspondientes a la cuenca, alcanzando un total de 71 estudios, los cuales se encuentran ordenados y clasificados en un índice para que el lector pueda disponer de una información rápida y eficaz sobre el contenido de cada uno de ellos.

La clasificación de los documentos se realiza de acuerdo a: el tipo de documento, año de realización, tópicos tratados y el área geográfica de cobertura. Esta información se contrasta y confronta, lo que permite visualizar detalladamente la situación actual en cada sector de la cuenca, identificando las falencias y similitudes de estudios desarrollados en ellas.

Después de haber confrontado y analizado la información de los estudios, se concluye entre otras cosas, que la cuenca del valle del río Aconcagua es un área cuya principal actividad económica es la agricultura, motivo por el cual se han desarrollado en las últimas décadas un gran número de estudios relacionados al manejo del recurso hídrico, que es escaso en esta zona.

Las soluciones planteadas por los distintos estudios y en diferentes periodos para el valle, siguen concluyendo que la mejor alternativa de solución es la construcción de grandes obras de regulación, como por ejemplo Puntilla del Viento y embalse Catemu. Los organismos encargados de administrar y regular el recurso hídrico y las obras de infraestructura relacionadas a éste, muchas veces se ven afectados por la situación política vigente, lo que impide el desarrollo óptimo y sostenido de la cuenca.

## INTRODUCCIÓN.

Los sistemas hidrográficos de Chile, en general, nacen en la alta Cordillera de los Andes y se desarrollan en dirección este - oeste por valles transversales hasta desembocar en el Océano Pacífico.

La gran mayoría de las cuencas se desarrollan íntegramente dentro del territorio nacional, constituyendo unidades independientes, con escasas relaciones de interferencia, aún con las cuencas vecinas, de las cuales en la mayoría de los casos, las separan cordones cordilleranos de importancia.

Cada una de estas cuencas representan físicamente una fuente natural de captación y concentración de agua superficial y constituyen unidades naturales para el ordenamiento territorial de las actividades de desarrollo económico y poblacional.

Numerosos problemas que afectan el desarrollo sustentable del país y la calidad de vida de la población, se presentan con fuerte interdependencia dentro del universo de la cuenca, estos se refieren en especial a la pérdida de la cubierta vegetal, erosión de los suelos, disminución de la productividad de los terrenos, crecidas catastróficas que producen inundaciones en áreas urbanas y rurales que afectan la infraestructura de servicios del país, todos los cuales afectan además seriamente la calidad de vida de la población y el desarrollo económico.

Además el agotamiento de los recursos hídricos, tanto por sobreexplotación como por degradación de la calidad de las aguas, la creciente vulnerabilidad ante eventos hidrológicos extremos como sequías o inundaciones y los conflictos que se producen entre los diversos sectores económicos por la competencia en el aprovechamiento de los recursos hídricos y de suelo, son todos problemas que deben ser resueltos dentro del manejo racional de los recursos naturales de cada cuenca.

La cuenca del río Aconcagua, es una de las más importantes del país debido principalmente a que bajo su influencia, se encuentran numerosos centros poblados en los que se desarrollan actividades industriales, mineras y agropecuarias entre otras, que inciden de manera importante en la población y a su vez en el sector productivo nacional.

El cauce principal lo constituye el río Aconcagua, cuyas áreas de influencia en su mayor parte tienen un uso agrícola.

A lo largo de la historia, se han realizado un sin número estudios, catastros, pronósticos y diagnósticos de la cuenca del río Aconcagua, de ellos un gran porcentaje corresponden a estudios que tratan temas específicos de un determinado sector con el objeto, de dar a conocer la necesidad y problemática de él, entregando además, la información necesaria para la toma de decisiones. El porcentaje restante se ha encargado de estudiar en forma global la problemática existente de la cuenca.

Por lo cual el tema que se plantea tiene como objeto constituir una base de datos de uso fundamental para formular en un futuro cercano la realización de un megaproyecto de desarrollo integral de la cuenca del río Aconcagua, dado que no existe un documento en el cual se pueda encontrar en forma ordenada y clasificada la información relacionada con estos estudios, para así facilitar la elaboración de proyectos que tiendan a la solución y mejoramiento de la accesibilidad, la productividad, el regadío, usos de suelos, derechos de agua, el control de desechos sólidos y líquidos, y el manejo y valoración ambiental como conjunto integrado de proyectos.

Para alcanzar este objetivo se ha trabajado durante un año en la búsqueda, recopilación y selección de estudios, informes, diagnósticos, pronósticos y documentación relacionada con la cuenca del río Aconcagua, logrando reunir un número de setenta y cinco estudios.

Conjuntamente a lo anterior se coordinaron durante este periodo, una serie de reuniones con las diferentes Municipalidades vinculadas directamente con la cuenca y los correspondientes departamentos gubernamentales involucrados en el tema, tales como: biblioteca central de CORFO Santiago, dirección de aguas del MOP Quinta Región ubicada en Quillota y la intendencia regional de Valparaíso en sus departamentos de obras fluviales, extracción de áridos y biblioteca.

El material recopilado durante este periodo se ha clasificado y ordenado formando una base de datos de fácil acceso, lo que ha permitido realizar un análisis de los sectores más representativos dentro de la cuenca y con ello formarnos una visión generalizada de la problemática real de la cuenca del río Aconcagua.

El presente trabajo se encuentra dividido en cuatro capítulos, siendo el primero de ellos la Situación actual de la cuenca, donde se desarrollan temas generales relacionados a éstas y temas específicos como la descripción física, política y administrativa, además de la problemática actual de la cuenca en estudio.

En el segundo capítulo denominado Clasificación de estudios y proyectos realizados de la cuenca del río Aconcagua, se encuentra todo el material recopilado y seleccionado, el cual se ha

ordenado permitiendo la obtención de la información básica acerca de la ubicación y contenido de éstos, logrando un fácil acceso a ellos. La clasificación de los documentos recopilados se realiza de acuerdo a: el tipo de documento, año de realización de estos, tópicos tratados en cada uno de ellos y el área de cobertura geográfica que abarcan.

Una vez finalizado el segundo capítulo, con las respectivas tablas de clasificación, se procede con la interpretación y análisis de ellas, lo cual se realiza en el tercer capítulo denominado Análisis general comparativo de estudios y proyectos realizados de la cuenca del río Aconcagua, en el cual se contrasta y confronta la información obtenida, lo que permite visualizar detalladamente la situación actual en cada sector de la cuenca, identificando las falencias y similitudes de estudios desarrollados en ellas.

La información obtenida en este capítulo, es de gran utilidad para alcanzar los objetivos propuestos en esta tesis y da paso a un último capítulo en donde se desarrollan las conclusiones.

Por último hacemos la invitación a todos los organismos pertinentes a involucrarse fuerte y directamente en la toma de decisiones para dar un gran paso en el camino de la cooperación y en la búsqueda de soluciones integrales y definitivas a los diversos problemas planteados en este trabajo para hacer de esta cuenca del río Aconcagua un verdadero centro de producción y desarrollo económico sustentable en el tiempo.

# 1. SITUACIÓN ACTUAL DE LA CUENCA.

## 1.1 ANTECEDENTES GENERALES.

### 1.1.1. Definición de cuenca hidrográfica.

Es una unidad territorial formada por un río, sus afluentes y un área colectora de aguas. En la cuenca están contenidos los recursos naturales básicos para las distintas actividades de la población, tales como agua, suelo, vegetación y fauna. Todos dichos elementos se interrelacionan interactuando con el aprovechamiento, desarrollo productivo e instalación de la población.

Las características físicas de una cuenca (tamaño, forma, relieve) y los recursos vivos que contiene, son únicos, así como también los tipos de uso que presentan. No existen dos cuencas iguales.

Dos son los componentes principales que determinan el funcionamiento de una cuenca intervenida, es decir, con la presencia e instalación de la población.

- Elementos geográficos naturales o físicos: agua, suelo, vegetación, clima, etc.
- Elementos de la población.

Socioeconómicos (infraestructura, tecnología, niveles de calidad de vida). y  
 Jurídico institucionales (normas para el uso de los recursos naturales, leyes, políticas de desarrollo, tenencia de la tierra e instituciones involucradas).

### 1.1.2. Interrelaciones de la población y su espacio geográfico en una cuenca.

Las relaciones entre los factores del medio ambiente, o el espacio geográfico constituido por el clima, suelo, vegetación y fauna, son básicas para determinar las posibilidades de desarrollo que posee un espacio o un territorio frente a las necesidades de la población.

Un predio agrícola conforma una parte o un segmento de una cuenca hidrográfica, por lo cual el agricultor podría tener dos efectos.

- Ser afectado por cambios originados en los sectores altos de la cuenca. Es el caso de aquellos ubicados en los márgenes de los ríos y en los valles, que reciben los desbordamientos de cauce y

la sedimentación proveniente de las áreas mas altas, conteniendo preferentemente residuos de la actividad minera.

- Afectar a la población que vive aguas abajo. Es lo que ocurre con los predios ubicados en laderas y pendientes, que al ser deforestadas originan procesos erosivos y de obstrucción del río en la parte más baja.

La propiedad o dominio de un recurso natural (bosque, suelo, minerales, agua), permite obtener aprovechamientos individuales que son legítimos siempre que se tenga en cuenta su uso adecuado para no provocar efectos negativos en el bien común del grupo social.

### **1.1.3. Principales alteraciones provocadas por el hombre.**

- Erosión y pérdida del suelo.
- Desertificación.
- Contaminación.
- Pérdida de la fertilidad y capacidad agropecuaria de los suelos.
- Cambio de la microflora y fauna en los suelos y agua.
- Cambio en el nivel freático.
- Reducción de la capacidad de regulación natural y almacenamiento de agua.
- Alteración del régimen hidrológico: agudización de sequía e inundación.

El origen de estas alteraciones, comúnmente está en las acciones realizadas por el hombre.

- Actividades turísticas que alteran el sistema natural flora, fauna y agua.
- Contaminación bacteriológica y vertimiento de desechos urbanos.
- Vertidos de desechos industriales y mineros.
- Extracción de áridos como materiales de construcción.
- Expansión urbana e industrial sobre suelos agrícolas.

- Obras viales, construcción de embalses, torres de electrificación, oleoductos, gasoductos y otros.
- Mal uso de cultivos anuales: araduras y rastreaje en el sentido de la pendiente, falta de la rotación y desdiversificación de los cultivos, cultivos extemporáneos, falta de canales de drenaje, uso de suelos ganaderos o forestales para cultivos intensivos.
- Mal manejo de bosques: plantaciones sin nivelación de suelos, explotación sin plan de manejo, tala rasa en laderas con fuerte pendiente.
- Mal usos del riego y drenaje: mal trazado de canales, mala aplicación del riego en topografía accidentada, tecnología desacertada para el tipo de cultivo.
- Quema inprocedente de residuos agrícolas.
- Aplicación de pesticidas inadecuados o en dosis excesivas.
- Mal uso de praderas: sobretalaje, sobrepastoreo, cultivos anuales del suelo ganadero.

#### **1.1.4. Interrelaciones ecológicas presentes en una cuenca.**

En la definición de una cuenca geográfica, el agua es el elemento que determina la existencia y características de los demás componentes. Es un agente generador del relieve, y el agua determina tanto el ambiente de un lugar como las relaciones de evolución y adaptación del suelo, la vegetación, la fauna, y como consecuencia la potencialidad agropecuaria y forestal presentes en el sistema.

El proceso evolutivo de los recursos naturales y de adaptación de las especies (característicos de una cuenca), se traduce en un estado de equilibrio natural en el que se establecen las relaciones de dependencia. Esta interdependencia es más evidente en el sistema agua – suelo - vegetación.

En el caso de la cubierta vegetal, esta ofrece dos funciones importantes con relación a los componentes suelo – agua.

- Protección del suelo ante el impacto y escurrimiento erosivo de las aguas.
- Incremento en la capacidad de infiltración, retención y almacenamiento del agua en el suelo.

El efecto de la lluvia en el suelo descubierto de vegetación, origina especialmente dos acciones.

- Impacto de la lluvia con remoción de las partículas del suelo.
- Escorrentía o transporte y sedimentación de las partículas.

El tipo de suelo y la cantidad de agua existentes en una cuenca influyen en el tipo y la cantidad de vegetación que puede crecer en ella.

## **1.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA CUENCA DEL RÍO ACONCAGUA.**

### **1.2.1 Localización geográfica y su clima.**

El área de estudio se ubica en Chile Continental, en el extremo sur del Continente Americano. Su límite Norte está constituido por la divisoria de aguas entre la hoya del río Petorca y la del río Choapa y estero Guaquén; su límite Sur es la divisoria de aguas entre la hoya del río Aconcagua y la del río Maipo y estero Marga - Marga; se extiende por la vertiente poniente de la cordillera de Los Andes, desde sus altas cumbres hasta el océano Pacífico, con altitudes sobre los 5000 m.s.n.m. en la cordillera, 650-700 m.s.n.m. en la zona intermedia (San Felipe – Los Andes), hasta el nivel del mar en la desembocadura (Concón).

Geográficamente se sitúa aproximadamente en el paralelo 32° 02' y 33° 11' de Latitud Sur y entre los meridianos 69°59' y 71°33' de Longitud Oeste.

En la cuenca se distinguen 3 unidades de relieve.

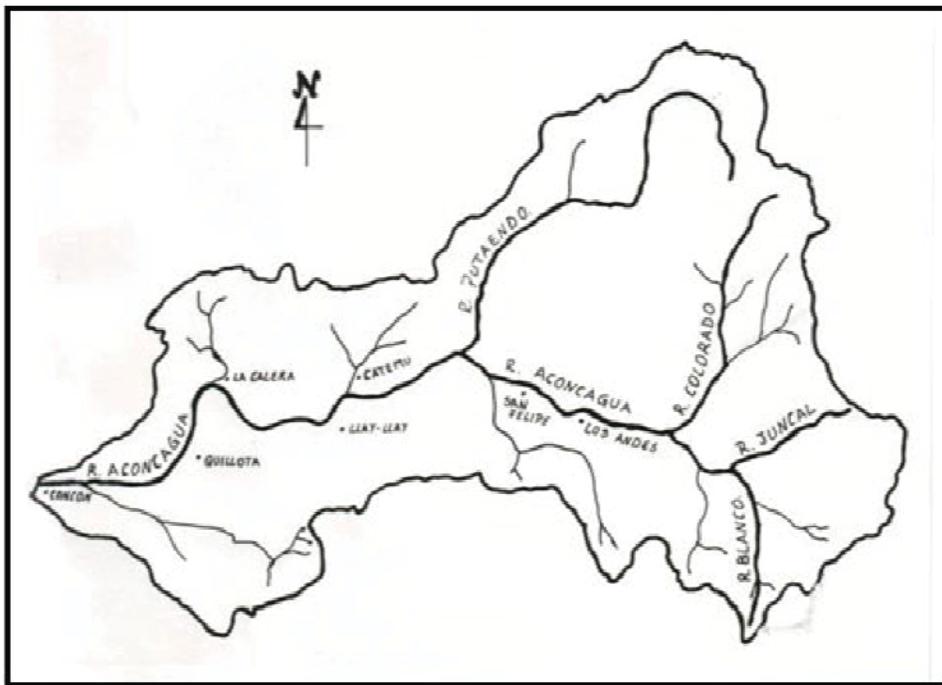
- Planicies costeras y cordillera de la costa.
- Cordones intermedios y valle transversal.
- Cordillera de los Andes.

La superficie total de la cuenca es de 7.575 km<sup>2</sup>, de los cuales el 44% corresponde a la alta cordillera y a cauces de ríos; 42% a terrenos con aptitud forestal; 12% a terrenos con aptitud agropecuaria, y el 2% restante, 151 km<sup>2</sup> a áreas urbanas (Fuente: MIDEPLAN – BID., 1998), la Figura 1.1. muestra la ubicación del área de estudio.

En el valle existen 80.000 ha. canalizadas, de las cuales pueden considerarse regadas unas 68.000 ha.

El clima predominante en la cuenca media y baja es el mediterráneo, pero en la cuenca como un todo se presentan diversos climas. En la costa y el valle, el clima es templado cálido, con lluvias invernales y estación seca prolongada, con alta nubosidad en la costa. En algunos sectores de los cordones cordilleranos intermedios y de la cordillera de la costa, el clima es de estepa, con una gran sequedad atmosférica. En la alta cordillera, en cambio, predomina el clima de tundra por efectos de altura. En cuanto a las precipitaciones en el valle, aproximadamente el 84% de las mismas se producen entre Mayo y Agosto.

Fig.1.1. Cuenca río Aconcagua y estero Marga – Marga, V Región. Fuente. MIDEPLAN – BID., 1998.



### 1.2.2. Antecedentes geológicos.

Según el Estudio a Nivel de Diagnostico del Proyecto Aconcagua, realizado por EDIC ingenieros limitada; el Ciclo Andino, que abarca desde el Jurásico al Terciario, es el responsable de las actuales características que presenta la zona del Aconcagua.

En este período se produjo la formación de grandes rocas volcánicas con intercalaciones de rocas sedimentarias.

En el área oriental se desarrollan cuencas periandinas con depósitos continentales y en el área central se produce el desarrollo de cordones volcánicos que se extienden hacia el occidente.

El primero de estos cordones es el de Abanicos; en el Paleoceno se desarrolla el arco volcánico de Farellones; y después de la fase incaica se generan los actuales cordones montañosos orientales.

Le sucede a éste un periodo en que se originan grandes planicies por efecto de la erosión, cuya manifestación actual son extensiones de la cordillera de la Costa.

Luego viene una etapa en que la tectónica produce fallamientos de dirección principal Norte – Sur y ambas cordilleras tienen un ascenso relativo sobre el Valle Central.

Posteriormente se suceden cuatro períodos glaciares e interglaciares, en que en los primeros se produjo el arrastre de morrenas y en los segundos el avance del mar con la consiguiente formación de terrazas marinas.

- **Antecedentes de geología de subsuperficie.** De acuerdo al estudio mencionado en el acápite 1.2.2.; en el relleno de la cuenca del río Aconcagua, se pueden distinguir cuatro tipos de estratos diferentes los cuales se han denominado con las letras A, B, C y D. los estratos más abundantes son los del tipo B y D, en tanto A y C sólo aparecen localmente entre las localidades de San Felipe y Los Andes.

Los depósitos que constituyen la unidad A, se despliegan por el sector Sur del Valle del Aconcagua entre las localidades de Los Andes y Curimón, sin alcanzar la ribera Sur – Poniente del río, puesto que se encuentran con los estratos de la unidad B. Los depósitos de esta unidad se hallan conformados por arenas y gravas, con una matriz compuesta de arcilla y fracciones de ripio y bolones, los que se han constituido bajo la acción del Estero Pocuro y efectos de borde del Río Aconcagua.

La unidad B, que se extiende por todo el Valle desde Los Andes hasta Concón, está constituida por sedimentos de granulometría gruesa a media, del rango ripios gravosos, cuya matriz suele ser arenosa y contaminada con finos hacia los flancos del valle. Probablemente se ha originado por el acarreo fluvial, formando conos de deyección en los principales ríos y esteros de la cuenca, proceso que sin duda continua hasta hoy en día.

Los sedimentos que constituyen la unidad C, se despliegan por el sector Norte del Valle del Aconcagua entre las localidades de Los Andes y Curimón, sin alcanzar la ribera Nor – Poniente del río, puesto que se encuentran con los estratos de la unidad B. Estos sedimentos, son de una granulometría muy heterogénea, se encuentran conformados por gravas y arenas gruesas, medias y finas, ripios, bolones y bloques aislados, con una matriz arcillosa – limosa. Estos sedimentos tienen como origen las corrientes de barro, esencialmente gravitacionales.

La unidad D, que se extiende desde Los Andes hasta Tabolango, corresponde a un conjunto de sedimentos cuya granulometría es fina del tipo arenas finas, con una matriz abundante en arcillas. Estos depósitos han resultado del arrastre y depositación durante diversos procesos glaciares. Esta unidad subyace a la unidad B en todo el valle hasta Mauco. Aguas debajo de esta localidad y hasta la desembocadura del río, se reconocen sedimentos de granulometría gruesa del rango gravas – arenosas, con fracciones de ripio y bolones subordinados que constituyen la continuación de la unidad B.

Bajo este relleno aparecen otros dos estratos cuyas características son las siguientes: el primero es un conglomerado arcillosos de origen marino, el segundo es un estrato de granulometría heterogénea en donde coexisten ripios, bolones y arcillas.

### **1.2.3. División con fines de análisis y planificación.**

De acuerdo a la sectorización legal existente en el valle del río Aconcagua, consistente en cuatro secciones independientes desde el punto de vista de derechos de extracciones para riego, agregando además, por su importancia, tres valles de cursos afluentes.

- **Primera sección del río Aconcagua.** Corresponde al tramo comprendido entre el nacimiento del río y el puente caminero de San Felipe (Km.100).
- **Segunda sección del río Aconcagua.** Se extiende entre el puente caminero de San Felipe (Km.100) y la Puntilla de Romeral (Km.68).
- **Tercera sección del río Aconcagua.** Corresponde al tramo comprendido entre la Puntilla del Romeral (Km.68) y la bocatoma del canal Molino Rautén, situada agua arriba de puente de San Pedro del ferrocarril a Quintero (Km.23,4).
- **Cuarta sección del río Aconcagua.** Se extiende desde bocatoma del canal Molino Rautén (Km.23,4) hasta la desembocadura del río en el mar (Km.0,0).
- **Valle del Río Blanco.** Afluente del Aconcagua en la zona cordillerana. Es importante por la extracción de agua para la minería que realiza Minera Andina.
- **Valle del Río Putaendo.** Es afluente de la segunda sección del río Aconcagua, inmediatamente aguas abajo de San Felipe, y se forma de la confluencia de los ríos Rocín e Hidalgo, ambos de origen cordillerano. El valle de Putaendo presenta un desarrollo agrícola importante.

- **Valle del Estero Limache.** Es afluente de la cuarta sección del río Aconcagua y posee la obra de regulación más importante de la cuenca, el embalse Aromos. Sus recursos son destinados eventualmente al abastecimiento de agua potable de Valparaíso y Viña del Mar.

#### **1.2.4 Antecedentes políticos y administrativos.**

Chile está dividido en trece Regiones Administrativas, cada una de las cuales se subdivide en Provincias, cuyo destino productivo característico y predominante es diferenciado y contienen un núcleo de atracción urbano (ciudad) a la que confluye el sistema vial de la unidad geográfica y éstas a su vez se dividen en Comunas, las cuales son unidades geográficas menores y poseen el rol de nexo regional provincial y local.

El área en estudio se encuentra totalmente inmersa dentro de la V Región, abarcando las comunas de los Andes, San Felipe, Putaendo, Llayllay, Catemu, Romeral, La Calera, Quillota, Limache y Concón, entre otras.

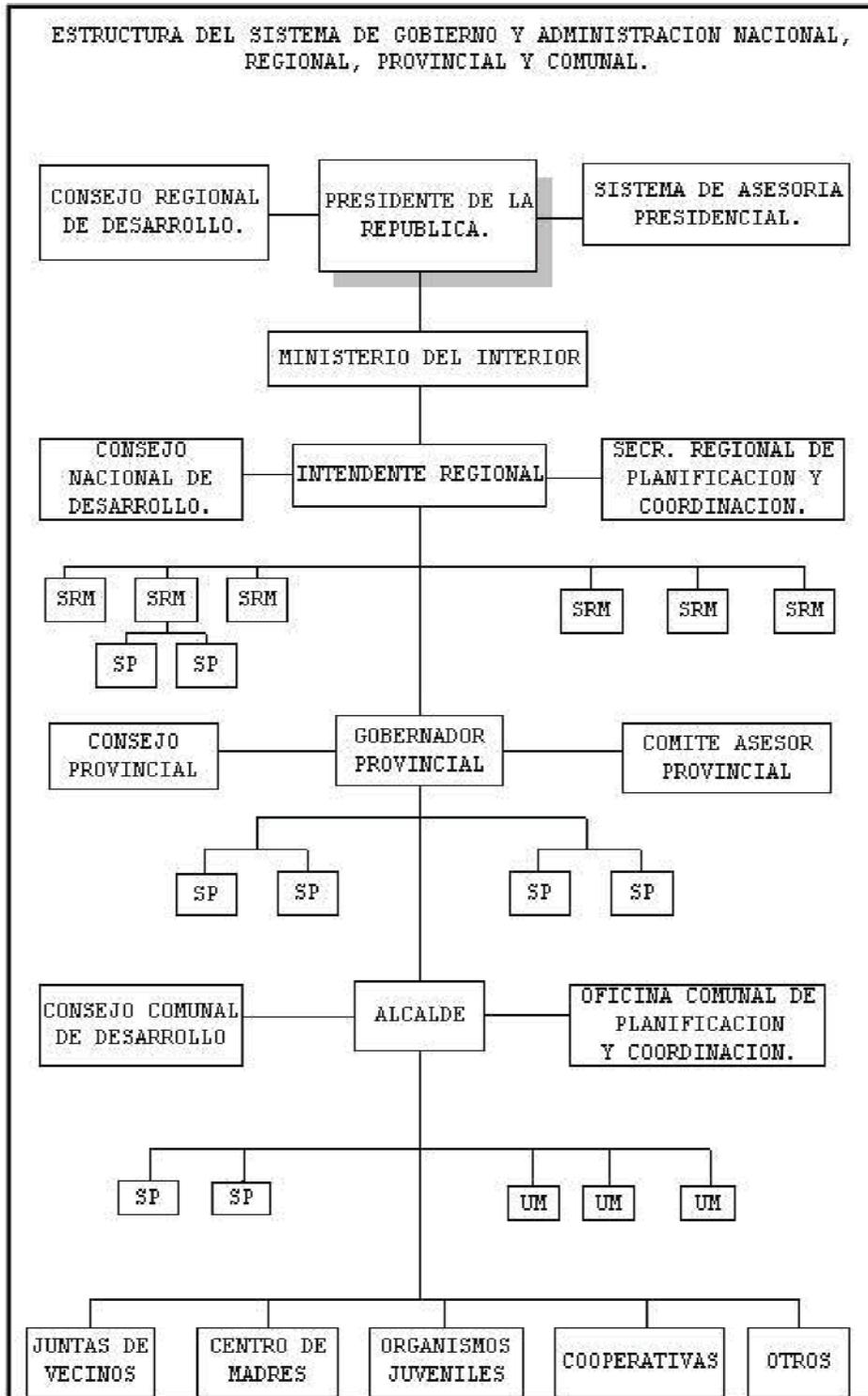
La Ley N°19.175, Orgánica Constitucional sobre Gobierno y Administración Regional establece como misión del Gobierno Regional, la administración superior de la región que tendrá por objeto su desarrollo social, cultural y económico. Para ello, el Gobierno Regional deberá observar como principios básicos el desarrollo armónico y equitativo de su territorio; la equidad, eficiencia y eficacia en la organización y utilización de recursos públicos; la preservación y mejoramiento del medio ambiente, y la efectiva participación de la comunidad regional.

El gobierno regional, que depende del Ministerio del Interior, lo ejerce el Intendente Regional asesorado por un Consejo Regional de desarrollo y por una Secretaria Regional de Planificación y Coordinación. Los Gobernadores Provinciales, representan a la autoridad regional en las provincias de la región, asistido por un comité técnico asesor provincial y por un consejo comunal de desarrollo y una secretaría comunal de Planificación. En la Comuna descansa la base del sistema, y en ella tiene lugar la participación organizada de la comunidad. Los Ministerios dentro del sistema, actúan descentralizadamente, siendo representados en la Región por las Secretarías Regionales Ministeriales, de las que dependen los servicios públicos que maneja cada Ministerio (la figura 1.2. muestra la Estructura del Sistema de Gobierno y Administración Nacional, Regional y Comunal).

### 1.2.5. Características demográficas.

De acuerdo al censo del año 1992, en el área de estudio viven del orden de 550.000

Fig.1.2. Estructura del sistema y administración de Gobierno. Fuente. SERPLAC, 1994.



personas, lo que representa el 40% de la población de la V Región. Aproximadamente el 84% de esta población (460.000 personas) habita en el valle del río Aconcagua y sus afluentes, un 5% lo hace en el valle del río Petorca, otro 5% se dispone en el valle del río La Ligua y el 6% restante corresponde la población ubicada en la costa. El 77% de la población se define como urbana y el 23% como rural. En la Provincia de Petorca, que cubre los valles de La Ligua y Petorca, el porcentaje de población urbana baja a 62%.

### **1.2.6. Características socio - económicas.**

La Quinta Región presenta un nivel de desarrollo muy superior al promedio nacional, ella participa en un 10,2% en el producto interno bruto (PIB) nacional y el 7,6% del PIB nacional silvoagropecuario y cuenta con el 10,4% de la población nacional. Del PIB silvoagropecuario regional, el sector agrícola aporta el 74,5%, el pecuario el 24,2% y el forestal el 1,3%.

El nivel de educación de la población de la región es superior al medio nacional. El grado de analfabetismo llega a un 2,9% de la población mayor de 65 años, la población de la región entre los 15 y 24 años presenta un nivel de analfabetismo de solo el 1,2%.

A la igual que en el resto del país, la región presenta casos de pobreza rural en el orden del 16% de la población total y extrema pobreza en el orden del 12%. En todo caso, estos indicadores son similares al promedio nacional.

Se considera en extrema pobreza o indigencia, la persona que habita en un hogar que no tiene ingreso per cápita para la compra de 1 canasta básica de alimentos (mensual).

Se considera pobreza a las personas que no tienen ingresos para adquirir 2 canastas básicas en la zonas urbanas y 1,75 canastas básicas en las zonas rurales.

Las Comunas de mayor pobreza rural son: Rinconada, Hijuelas, Catemu, San Esteban, La Cruz, Nogales, Olmué y Putaendo; de las cuales las comunas de Hijuelas (12%), Catemu (10,9%) y Olmué (10,2%), presentan los mayores índices de extrema pobreza, altos índices de analfabetismo, sobre el 14,5%, y los más fuerte índices de migración. Adicionalmente, también las comunas de Olmué (43,5%), Hijuelas (39,3%), Catemu (38,1%), Quilpué (36,5%) y La Cruz (35,4%) son las que muestran mayores índices de pobreza, rural y urbana. Datos extraídos de MIDEPLAN. Departamento de Planificación y Estudios Sociales, Encuesta Casen 1994. y datos definitivos Censo 1992.

### **1.2.7. Servicios e infraestructura.**

La Quinta Región dispone de una adecuada y completa red de caminos, vía ferroviarias e instalaciones portuarias.

La red vial en el área del proyecto es completa y permite el acceso todo el año a prácticamente la totalidad de los predios agrícolas, áreas mineras, áreas industriales y localidades poblacionales existentes en la zona. Además en ella se dispone el camino internacional de mayor tránsito, que une al país con la República Argentina. Todos los valles en su parte agrícola, están recorridos por caminos que en gran medida son pavimentados, además hay varios caminos que unen valles vecinos. Dentro de la red de caminos principales propiamente tal, se debe mencionar que en un futuro inmediato se desarrollará la alternativa vial de acceso a las ciudades de la Quinta Región, principalmente Viña del Mar y Valparaíso, que se extenderá entre el camino Longitudinal Norte frente a Tiltil y Viña del Mar, utilizando para ello en forma parcial caminos actualmente en servicio, que se desarrollan por el valle del Estero Limache. En resumen puede señalarse que la red vial del área del proyecto es completa y en ningún caso un factor que limite el desarrollo de la región.

En referencia a la red ferroviaria, esta cubre prácticamente todo el valle del Aconcagua, la zona de Catapilco y las zonas costeras del sur y del norte del área.

Una parte importante de las vías de trocha ancha están electrificadas, excepto el ramal a Ventanas. El ramal de trocha angosta carece de esta ventaja eléctrica, salvo el ferrocarril transandino. En las vías no electrificadas el servicio se realiza con locomotoras diesel.

La longitud total de vías en servicio alcanza a 350 kilómetros, distribuidas en cuatro líneas que son las del ferrocarril Santiago - Valparaíso, que corresponde a uno de trocha ancha que está electrificada, su trazado se ubica junto a la carretera Panamericana llegando de esta forma a La Calera, una vez en el Valle del Aconcagua alcanzando la localidad de San Pedro, punto en el cual continúa a Limache, Villa Alemana y Valparaíso. El estado actual de este ramal es satisfactorio. El tramo Santiago – Limache, se utiliza para transportar cargas esporádicas y variadas moviéndose del orden de 60.000 toneladas mes; En el tramo Limache – Valparaíso, existe además del movimiento de carga, un intenso movimiento de pasajeros, además en este tramo se han realizado recientemente trabajos de mejoramiento referente a la estabilidad y calidad del trazado como de los rieles para un proyecto futuro a cargo de la empresa concesionaria del tramo Merval.

De la localidad de Llayllay, sale el ramal correspondiente al ferrocarril transandino y que en la actualidad alcanza sólo hasta río Blanco y Saladillo. Este ferrocarril, que presenta sus vías en

estado aceptable es de trocha ancha hasta Los Andes y angosta para arriba. Por este ramal se mueve sólo carga; en el tramo Los Andes - Saladillo se transporta sólo concentrado de cobre a razón de 10.000 toneladas mes, en el tramo Llayllay - Los Andes se agregan otras cargas menores.

En Calera, parte la red ferroviaria al norte, la que es de trocha angosta, que se encuentra en buen estado. Por este ramal se transportan cargas esporádicas y diversas.

Del ferrocarril a Valparaíso, a la altura de San Pedro, sale un ramal de trocha ancha, sin electrificar, que se encuentra en buen estado, con riel soldado y que baja por el valle del Aconcagua hasta la costa y luego sigue cerca de ésta hacia el Norte, llegando al puerto de Ventana, después de pasar por Ritoque. En la actualidad por este ramal, se mueve sólo carga compuesta principalmente de concentrado de cobre, cobre blister y carboncillo; en total el movimiento de carga mensual alcanza a una cifra del orden de 30.000 toneladas mes, de las cuales 10.000 corresponden al concentrado de cobre.

El ramal Norte, que sale de La Calera, pertenece a la empresa estatal FEPASA, mientras que el resto de la red, es de propiedad de la empresa Ferrocarriles del Sur con tramos concesionados.

Todas estas vías se encuentran actualmente subocupadas a pesar de estar en un estado aceptable, en todas ellas se mueve un tonelaje al mes que no sobrepasa las 100.000 Ton.

La infraestructura hidráulica de uso hidroeléctrico está en buen estado de operación y de seguridad, y tampoco se presentan limitaciones para el uso eficiente del recurso hídrico. Esta infraestructura hidráulica no interfiere con las demandas de agua para otros usos. No obstante, esporádicamente se suelen producir efectos de golpe de agua, en relación con la generación para máximo consumo, que provocan problemas en las captaciones y canales de riego más cercano.

Con respecto a la energía eléctrica propiamente tal, el área del valle del Aconcagua, se sitúa en la denominada Tercera Zona eléctrica del país, que se extiende entre Pichidangui y Parral, la que forma parte del Sistema Interconectado Central del país, por lo que el valle del río Aconcagua se alimenta de energía eléctrica a través de centrales generadoras y líneas de transmisión que forman parte de dicho sistema.

También hay en el área algunas centrales generadoras de energía eléctrica, parte de las cuales (las mayores) están conectadas también al Sistema Interconectado Central.

Las centrales generadoras de energía eléctrica de servicio público que existen en el área de estudio son seis.

- **Ventanas.** Que pertenece a Chilgener, se sitúa en la localidad del mismo nombre. Es una central termoeléctrica a vapor – carbón de 338.000 Kw. de potencia.
- **Sauce.** Que pertenece a G.E. Sauce Los Andes, está ubicado próxima a los Andes. Es una central hidroeléctrica de 1.104 Kw. de potencia.
- **Río Blanco.** Que pertenece a Codelco – Chile, se sitúa en Saladillo (Río Blanco). Es una central termoeléctrica que cuenta con una unidad Diesel de 1.500 Kw. de potencia.
- **Concón.** Que pertenece a ENAP, se sitúa en la refinería de la ENAP en Concón. Es una central a vapor – petróleo de 9.700 Kw. de potencia.
- **Los Quilos.** Que pertenece a la Hidroeléctrica Guardia Vieja (Minera Valparaíso), se sitúa en el valle del Aconcagua a unos 19 Km. aguas arriba de Los Andes. Es una central hidroeléctrica de 40.000 Kw. de potencia.
- **Aconcagua.** Que pertenece a la Hidroeléctrica Aconcagua (Minera Valparaíso), se sitúa en el valle del Aconcagua a unos 30 Km. aguas arriba de Los Andes. Corresponde a una central hidroeléctrica de 45.000 Kw. de potencia (Unidad Blanco).

Las centrales mayores (Ventanas, Los Quilos y Aconcagua) están conectadas al Sistema Interconectado Central.

En el valle en estudio se desarrollan diversas líneas de transmisión que unen las centrales generadoras existentes con el resto del Sistema Interconectado Central que cruza toda la zona.

Las principales líneas de transmisión son seis.

- **Cerro Navia – San Pedro.** Es una línea de 110 Kv. y 81 Km. de longitud que une la subestación Cerro Navia con la subestación San Pedro.
- **Cerro Navia – San Isidro – Los Vilos.** Es una línea de 220 kv. que corresponde a la primera parte del Sistema de líneas de 220 Kw. del sistema norte.
- **San Isidro – Quínquino – Los Vilos.** Es una línea de 110 Kv. que corresponde a la primera parte de una línea de distribución que llega hasta Pan de Azúcar (La Serena).
- **San Pedro – Ventanas.** Que corresponde a una línea de 110 Kv. que une la subestación San Pedro con Ventana.

- **Aconcagua – Los Quilos – Esperanza.** Que une las centrales Aconcagua y Los Quilos con la subestación Esperanza mediante una línea de 110 Kv., subestación que se ubica en la zona de Las Vegas, donde se conecta con la línea Cerro Navia – San Pedro.

- **Quínquimo – Cabildo.** Es una línea de 110 Kv. que une las localidades de Quínquimo con Cabildo y entra por el valle de la Ligua.

A estas líneas se agregan algunas líneas adicionales de 66 Kv. y otras de distribución.

También existen 8 subestaciones primarias (repartidas por el valle del Aconcagua y los valles aledaños) y una principal (San Isidro) que constituye un nudo del Sistema Interconectado Central.

En referencia al sector industrial no se detecta un estado de infraestructura hidráulica que signifique una limitación a su desarrollo, o un mal uso del recurso hídrico. Sólo se puede plantear una deficiencia en el tratamiento de los Riles respectivos.

Con respecto al abastecimiento de agua potable de la Quinta Región, este está a cargo de la Empresa de Obras Sanitarias de Valparaíso, ESVAL, y comprende tanto las localidades localizadas dentro de la cuenca como de las ciudades externas a ella: Viña del Mar, Valparaíso, Quilpue y Villa Alemana, entre otras.

En general, el abastecimiento de las zonas urbanas del interior de la cuenca se realiza mediante la captación de aguas subterráneas, y sólo en algunos casos, como en la ciudad de Los Andes, este se realiza mediante la captación de aguas superficiales. El abastecimiento de agua potable a las ciudades costeras, desde Concón al sur, se efectúa con recursos propios de la cuenca, y se materializa mediante el embalse Aromos, ubicado en la cuenca del estero Limache; la captación de Las Vegas, con un dren en el sector homónimo al inicio de la tercera Sección, y con captaciones subterráneas y superficiales en el sector de Concón, en la cuarta Sección del río.

Las obras de captación y tratamiento y las aducciones, tienen capacidades suficientes y están en buen estado. Por requerimientos legales, ESVAL dispone de un Plan de Desarrollo, que permite asegurar el abastecimiento adecuado del servicio de agua potable, así como su mantención y mejoramiento a través de un programa de inversiones.

Las redes de distribución de las localidades de la cuenca abarcan unos 102 Km. Aproximadamente y presentan pérdidas totales que fluctúan entre un 35% y un 55%. Las redes de distribución del conjunto de ciudades externas a la cuenca y que conforman el Gran Valparaíso, cubren unos 1679 Km., con pérdidas que varían entre 28% Quilpué hasta 42% Viña del Mar.

El embalse Aromos fue diseñado para una capacidad de 60 millones de m<sup>3</sup>, pero en la actualidad sólo cuenta con 35 millones de m<sup>3</sup> de capacidad, por no haberse instalado las compuertas de operación y otras obras complementarias.

### **1.2.8. Contaminación industrial.**

Finalmente debe señalarse que en el área hay dos focos importantes de contaminación industrial, que influyen significativamente en el entorno agrícola. Uno de ellos el Complejo Industrial Ventanas, donde las fuentes contaminantes son la Fundición Ventanas de Enami y la Central Termoeléctrica Ventanas de Chilgener, que afectan al secano costero de la zona de Puchuncaví. La contaminación ha eliminado prácticamente la crianza de ovinos y bovinos y ha creado problemas serios en todo lo que se refiere a plantaciones y cultivos.

El otro centro de contaminación lo generaba la Fundición Chagres, ubicada en la localidad del mismo nombre, próximo a los poblados de Catemu y Llayllay.

El problema de la Fundición Chagres, habría quedado resuelto en el año 1994 con los trabajos de reconversión que se hicieron en esta industria, tendientes a reducir o eliminar su efecto contaminante. No sucede lo mismo con el Complejo Industrial Ventanas que tiene un plazo para solucionar el problema que expira el año 2.001.

Finalmente debe señalarse que en ambas zonas hay una red de control en contaminación, compuesta de 5 estaciones en Ventanas y 4 en Chagres. En estas estaciones se controlan con equipos muy avanzados el anhídrido sulfuroso y el material particulado, que son los elementos de mayor contaminación que botan por sus chimeneas.

### **1.2.9. Principales recursos hídricos.**

Los principales recursos superficiales se encuentran en los ríos Aconcagua a la salida de la cordillera y Putaendo. Dichos ríos presentan un régimen nivo - pluvial, en el que predominan los volúmenes escurridos durante el deshielo.

Una breve descripción de la hidrografía involucrada en esta tesis puede resumirse en los términos que siguen:

- **Río Aconcagua.** Este río nace en el campo de nieves eternas de Los Leones, localizado en el sector limítrofe de Los Andes. El nombre de río Aconcagua rige después de la junta de los ríos

Juncal y Blanco. Más abajo de esta confluencia y aún en el sector andino, recibe el aporte del río Colorado por el lado Norte. Ya fuera del sector andino recibe, también por el lado Norte, uno de sus principales afluentes, el río Putaendo, junto con el estero Quilpué. En el mismo sector y por el lado Sur recibe al estero Pocuro. A partir de este punto, el río escurre en dirección Oeste, trayecto en el que recibe aportes menores proveniente de varios esteros, como son Lo Campo, Catemu, Los Loros, Romeral entre los más importantes. Finalmente, en la parte baja recibe al estero Limache, para desembocar en el mar junto al balneario de Concón.

- **Río Putaendo.** Este río nace de la confluencia de los ríos Rocín e Hidalgo, en el sector cordillerano, presentando por ello un régimen nivo - pluvial. En el sector de Resguardo Los Patos recibe el estero Chalaco que escurre en dirección Norte - Sur. A partir de este punto, el río se orienta algo hacia el Sur para desembocar en el Aconcagua aguas abajo de la ciudad de San Felipe. Este último tramo se caracteriza por ser altamente permeable, siendo una zona de recarga del acuífero.

Con respecto a los recursos hídricos subterráneos considera los acuíferos existentes en el valle del río Aconcagua y tributarios.

En el valle del río Aconcagua y sus afluentes, existen cinco embalses subterráneos que aunque conectados geológicamente e hidráulicamente entre ellos, pueden y deben en cierto modo ser tratados en forma independiente por diferentes razones. La primera y la más importante es que cada uno de ellos tiene características hidrogeológicas claramente definidas. En segundo lugar corresponden a situaciones hidrogeológicas diferentes y finalmente porque coinciden con las divisiones en secciones del río para la distribución del agua superficial.

Los embalses subterráneos identificados en el valle del río Aconcagua son cinco.

- Acuífero aluvial del río Aconcagua entre Los Andes y San Felipe (ubicado en la 1ª Sección).
- Relleno aluvial del río Putaendo (afluente del Aconcagua al final de la 1ª Sección).
- Relleno aluvial del río Aconcagua entre San Felipe y Romeral incluyendo acuífero del sector de Llayllay y parte del estero Catemu (ubicado en la 2ª Sección).
- Acuífero aluvial del río Aconcagua entre Romeral y Puente Colmo (ubicado en 3ª Sección).
- Acuífero del aluvial del río Aconcagua entre Puente Colmo y Desembocadura (ubicado en 4ª Sección).

- **Disponibilidad y demanda de los principales recursos hídricos.** A continuación se expone el cuadro (Tab. 1.1.) que muestra la disponibilidad de recursos hídricos superficiales en las distintas secciones del río Aconcagua. Estos se expresan en régimen natural, sobre la base de los antecedentes registrados en diversas estaciones fluviométricas.

Tab.1.1. Disponibilidades de recursos hídricos superficiales ( $m^3/s$ ) régimen natural.

Sector	Año Hidrológico Tipo.			
	50%	50%	85%	85%
	Caudal medio anual	Caudal medio mes mínimo	Caudal medio anual	Caudal medio mes mínimo
Río Blanco	9,53	3,05	6,74	2,15
1ª Sección	30,64	12,99	19,76	8,94
2ª Sección	33,60	14,53	20,51	4,46
3ª Sección	55,70	35,04	36,87	24,10
4ª Sección	57,12	35,46	37,26	24,22
Río Putaendo	6,98	3,18	3,51	2,06
Estero Limache	1,41	0,22	0,39	0,06

**Fuente.** Estudio de Factibilidad. Programa de Manejo de Cuencas Hidrográficas. Cuenca río Aconcagua y estero Marga - Marga. Ministerios de Agricultura y Obras Públicas, y Programa de Preinversión MIDEPLAN-BID. Diciembre de 1995.

La demanda de agua industrial de área externa a la cuenca es abastecida conjuntamente con la demanda de agua potable, y se estima que alcanza aproximadamente a un 10% de la misma. La demanda de agua industrial en el área de la cuenca está constituida mayoritariamente por la refinería de petróleo ENAP – CONCON, que cuenta con un sistema propio de abastecimiento. Otras industrias de la cuenca obtienen generalmente su abastecimiento de agua desde captaciones locales propias, ya sean superficiales o subterráneas.

Los recursos de agua utilizados en sector minero son de cierta importancia. Las demandas más importantes se concentran en la subcuenca del río Blanco, con Codelco Andina; segunda Sección del río por la fundición de Chagres; y en la comuna de Quintero, donde se ubica la planta de Ventanas de la ENAMI.

El más importante de estos centros de demanda, es el sistema Codelco Andina, empresa que tiene en estudio planes de expansión que significarían demandas adicionales de agua en la primera Sección del río. No obstante, no existen en este momento, ni se prevén a futuro, limitaciones de infraestructura hidráulica al respecto.

A continuación se presentan los cuadros que muestran la demanda anual y futura de recursos hídricos para usos agrícola, industrial y minero en las distintas secciones del río Aconcagua.

Tab.1.2. Demandas anuales consuntivas actuales ( $m^3/s$ ).

Sector	Agrícola	Agua Potable		Industrial	Mineras	Total
		Superficial	Subterránea			
1ª Sección	11,55	0,24	0,16	0,33	0,42	12,70
2ª Sección	7,21	1,51	0,95	0,03	0,02	9,72
3ª Sección	9,77	----	0,34	0,37	0,13	10,60
4ª Sección	0,30	0,34	----	1,00	----	1,64
Río Putaendo	3,42	----	0,02	----	0,01	3,45
Estero Limache	0,20	----	0,11	----	----	0,31
Río Blanco	----	----	----	----	0,42	0,42

**Fuente.** Estudio de Factibilidad. Programa de Manejo de Cuencas Hidrográficas. Cuenca río Aconcagua y estero Marga - Marga. Ministerios de Agricultura y Obras Públicas, y Programa de Preinversión MIDEPLAN-BID. Diciembre de 1995.

Fig.1.3. Demandas anuales consuntivas futuras ( $m^3/s$ ).

Sector	Agrícola	Agua Potable		Industrial	Mineras	Total
		Superficial	Subterránea			
1ª Sección	12,02	0,46	0,37	0,50	0,42	13,77
2ª Sección	7,80	4,50	0,95	0,04	0,02	10,40
3ª Sección	9,34	----	0,75	1,05	0,13	11,27
4ª Sección	0,39	2,74	----	1,05	----	4,18
Río Putaendo	3,21	----	0,05	----	0,01	3,27
Estero Limache	0,25	----	0,18	----	----	0,44
Río Blanco	----	----	----	----	0,42	0,42

**Fuente.** Estudio de Factibilidad. Programa de Manejo de Cuencas Hidrográficas. Cuenca río Aconcagua y estero Marga - Marga. Ministerios de Agricultura y Obras Públicas, y Programa de Preinversión MIDEPLAN-BID. Diciembre de 1995.

Sobre la base de las disponibilidades hídricas en los diferentes sectores de la cuenca, y las demandas actuales y futuras, se establecieron balances mensuales para años tipo, con diferentes probabilidades de excedencia. Esto es, años hidrológicos tipo 20%, 50% y 85% de probabilidad

de excedencia de su respectivo caudal medio anual. A la luz de los resultados obtenidos en dichos balances se concluye que hay dos situaciones.

- En la situación actual, sólo se producen déficit en años tipo 85% y meses secos, en la tercera Sección, cuarta Sección y río Putaendo.
- En la situación futura, los déficit ocurren sólo en los mismos sectores en que se producen actualmente y también sólo a partir de los años tipo 85%, pero significativamente más altos.

## **1.3 NORMATIVA VIGENTE SOBRE EL RECURSO HÍDRICO.**

### **1.3.1. Normativas nacionales.**

Sobre la calidad de aguas en función de los usos a que se destinan.

Sobre el vertimiento de aguas residuales a cuerpos de masas de aguas superficiales.

El marco jurídico nacional cuenta con un sinnúmero de disposiciones o reglamentos de relevancia ambiental. En este sentido, la Carta Fundamental de la República, la Constitución Política de 1980, otorga el "derecho de toda persona a vivir en un ambiente libre de contaminación" y la imposición al Estado del deber de velar por la preservación de la naturaleza.

Dentro de este contexto jurídico, el Estado, a través de sus atribuciones y deberes ha implementado una normativa referida a la contaminación de aguas. Dicha normativa puede ser distribuida en cuatro grupos.

- Normas de calidad del agua de acuerdo al uso a que se destina.
- Prohibición de vertimiento de aguas contaminadas.
- Normas prohibitivas de usos del agua contaminada para ciertas actividades.
- Normas técnicas relativas a descargas de RIL.

En relación con estas agrupaciones legales, a continuación se hace mención de las principales normas y sus aspectos de interés.

- **Normas de Calidad del Agua de acuerdo al Uso a que se destina.**

- Código de aguas de 1981. Dirección General de Aguas.

Asigna derechos de aprovechamiento de las aguas entre diversos usuarios.

Se refiere a la variable calidad para usos no consuntivos del agua.

- NCh. 1.333. Of. 78. Requisitos de calidad de agua para diferentes usos.

La Norma Chilena Oficial NCh. 1333, establece los requisitos de calidad según los usos a que se destina las aguas.

Estética.

Recreación.

+ Con contacto directo.

+ Sin contacto directo.

Vida acuática.

En cuanto al agua para bebida de animales, se remite a la Norma Nch. 409, pero facultando a la autoridad competente para determinar casos especiales.

En forma global, los objetivos de esta Norma son tres.

Fijar un criterio de calidad de agua de acuerdo a requerimientos científicos referidos a aspectos físicos, químicos y bacteriológicos.

Los criterios señalados tienen la finalidad de Proteger y preservar la calidad de las aguas que se destinen a usos específicos y de la degradación producida por la contaminación con residuos de cualquier tipo u origen.

Verter los residuos contaminantes a masas o cursos de agua, debiendo ajustarse a los requerimientos de calidad especificados para cada uso, teniendo en cuenta la capacidad de autopurificación y dilución del cuerpo receptor.

- Nch. 409/1 Of. 84. Agua potable Parte 1.

Establece requisitos físico - químicos, radiactivos y bacteriológicos que debe cumplir el agua potable.

La norma se aplica al agua potable proveniente de cualquier sistema de abastecimiento.

- Nch. 410. Of. 64. Agua para fines industriales.

Establece la contaminación como "la presencia de sustancias inorgánicas y orgánicas como ácidos, álcalis, fenoles, etc. que pueden dañar la vida, sea por acción directa o por el consumo de oxígeno que necesita".

La norma no establece estándares de calidad de agua, sino sólo definiciones aplicables en la expresión de los resultados de los ensayos de aguas y en los informes correspondientes.

- Nch. 777.OF71. Agua potable. Fuentes de abastecimiento y obras de captación. Terminología, Clasificación y Requisitos generales.

Establece terminología y clasificación para las fuentes de abastecimiento de agua según su origen y tipo de obra.

Establece requisitos generales para las aguas de fuentes de abastecimiento.

**- Normas de prohibición de vertimiento de aguas contaminadas.**

- Ley 3.133 de 1916. Ley de neutralización de los residuos provenientes de establecimientos industriales.

Prohíbe verter fluentes líquidos que afecten la bebida o riego sin previa neutralización o depuración.

Establece multas y sanciones como paralización de faenas.

- Decreto N°351 de 1992. Reglamento para neutralización y/o depuración de los residuos líquidos provenientes de establecimientos industriales que trata la Ley 3.133. MOP. SISS.

Establece que los establecimientos que evacuen RIL con características que obligan a un proceso ulterior de neutralización y/o depuración deberán dar estricto cumplimiento a las disposiciones de la Ley 3.133.

Ordena los establecimientos por CIU: Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas.

- DL N°3.557 de 1980. Ley de Protección agrícola (SAG).

Prohíbe que las empresas vacíen sus productos y residuos en aguas cuando dañen la salud, la condición agrícola de los suelos o la vida vegetal o animal.

Faculta al Presidente de la República a la paralización total o parcial de actividades.

- DFL N°725 de 1967. Código sanitario. Servicios de Salud.

Prohíbe la descarga de aguas servidas en cualquier masa o fuente de agua potable, de riego o de balneario.

Autoriza suspensiones inmediatas en caso de contravención.

- DL N°2.222 de 1978. DIRECTEMAR.

Prohíbe arrojar cualquier materia nociva o peligrosa que ocasione daños a las aguas de jurisdicción nacional y en puertos, ríos y lagos.

- **Normas prohibitivas de usos del agua contaminada para ciertas actividades.**

- a) Art. 75 del Código sanitario y Resolución 350 de 1983.

Evitar el riego con aguas servidas. Se prohíbe el uso de aguas contaminadas para el riego de cultivos vegetales y frutas que se consumen sin cocer y crecen a ras de tierra, tales como lechugas.

- **Normas técnicas relativas a descargas de RIL.** En términos de vertimiento de aguas residuales a cuerpos de masas de aguas superficiales, la Norma Técnica Relativa a Descargas de Residuos Industriales Líquidos emanada de la Superintendencia de Servicios Sanitarios y el ORD. N° 12.600 de la DIRECTEMAR en que se Regula las Emisiones de Residuos Líquidos a los Cuerpos de Agua de Jurisdicción de la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante, se constituyen al momento en las únicas Normas del país que cuantifican los límites máximos permisibles de los diversos parámetros contaminantes para poder evacuar aguas residuales a sistemas de recolección de aguas servidas y cursos o masas de aguas superficiales y subterráneas.

- Norma Técnica SISS relativa a descargas de RIL a sistemas de recolección de aguas servidas.

Protege y preserva los sistemas de recolección y tratamiento de aguas servidas de efectos adversos tales como: daños a la red de alcantarillado por corrosión, incrustación, embancamiento u obturación, formación de olores ofensivos, Interferencia con tratamientos biológicos de aguas servidas, etc.

- Norma Técnica SISS relativa a descargas de RIL directamente a cursos o masas de aguas superficiales y subterráneas.

Proteger y preservar los recursos hídricos de la República de Chile.

- Ordinario N°12.600. DIRECTEMAR. Regula las descargas de residuos líquidos a los cuerpos de agua de jurisdicción de la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante.

Prevenir, reducir y controlar la contaminación de los cuerpos de agua bajo jurisdicción de la DIRECTEMAR.

Proteger y preservar la calidad ambiental de los cuerpos de agua incluyendo mares, ríos y lagos, sus ecosistemas y recursos naturales.

Establecer los límites o rangos máximos de emisión que deben cumplir todas las personas jurídicas y naturales, cuyas actividades involucren emisiones o descargas de residuos líquidos a los cuerpos de agua. No se aplica a los vertidos a sistemas de recolección de aguas servidas.

### **1.3.2. Acuerdos y tratados internacionales referidos a contaminación marítima.**

- Calidad de aguas en función de los usos a que se destinan.
- Vertimiento de aguas residuales a cuerpos de masas de aguas superficiales.

Dentro de la legislación referida a contaminación marítima, Chile ha suscrito varios convenios internacionales.

- D.S N°474 12/08/77. Convenio Internacional para prevenir la contaminación de las aguas del mar por hidrocarburos de 1954, con sus enmiendas de 1962 y 1969 y un anexo sobre "Libro de Hidrocarburos".
- D.S N°475 12/08/77. Promulga el Convenio Internacional sobre responsabilidad civil por daños causados por la contaminación del agua del mar por hidrocarburos, con su anexo del año 1969.
- D.S N°476 12/08/77. Promulga Convenio sobre prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias, con sus anexos I, II y III, del año 1972.
- D.S N°777 1978. Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas y sus anexos.
- D.S N°490 11/07/79. Aprueba las enmiendas de la convención relativa a la organización consultiva marítima intergubernamental.

- D.S N°24 07/01/83. Promulga las enmiendas al párrafo 5 del Anexo I y agrega párrafo final al Anexo II del Convenio sobre prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias.
- D.S N°295 07/04/86. Promulga protocolo para la protección del pacífico sudeste contra la contaminación proveniente de fuentes terrestres y sus anexos.
- D.S N°296 07/04/86. Promulga convenio para la protección del medio ambiente y la zona costera del pacífico sudeste.
- D.S N°425 27/05/86. Promulga el acuerdo sobre la cooperación regional para el combate contra la contaminación del pacífico sudeste por hidrocarburos y otras sustancias nocivas en casos de emergencias.
- D.S N°656 12/08/86. Promulga protocolo complementario del acuerdo sobre la cooperación regional para el combate contra la contaminación del pacífico sudeste por hidrocarburos y otras sustancias nocivas.
- D.S N°447 11/04/91. Aprueba acuerdo marco entre el gobierno de la República de Chile y la Comunidad Económica Europea referido a medio ambiente y protección para combatir la contaminación hídrica.

## **1.4. PROBLEMÁTICA ACTUAL DE LA CUENCA.**

### **1.4.1 Manejo forestal y de suelos.**

La vegetación de la cuenca del río Aconcagua se caracteriza por presentar una marcada alteración en la estructura, composición y estado de conservación de sus especies nativas. Las condiciones de fragilidad natural de algunos ambientes y las situaciones de fuerte presión antrópica por obtener diferentes recursos, entre los cuales se encuentra la minería, la habilitación de terrenos para cultivos agrícolas y frutales, el pastoreo excesivo, la obtención de leña y carbón, y la expansión urbana, han generado áreas de deforestación y empobrecimiento del suelo a un nivel que hace difícil revertir el problema.

Para determinar las áreas críticas, se distinguen tres zonas según las características de suelos, clima, y naturaleza del problema.

- **Zona costera.** La zona crítica de mayor interés corresponde a áreas de erosión y deforestación muy difundida (mayor al 50% del área) con necesidad y potencial para forestación extensa. Se

localiza en las comunas de Limache y Quillota. La extracción de material leñoso, pastoreo y las excesivas pendientes son las causales de la deforestación y la erosión que presenta.

Otra área que posee una erosión y deforestación parcial; con necesidad y potencial para forestación también parcial, abarca parte de las comunas de Viña del Mar, Villa Alemana, Quilpué y Limache. Por las condiciones de humedad prevalecientes, la vegetación que corresponde a un bosque esclerófilo costero se encuentre en general menos deteriorada, a excepción de aquellos sectores más aledaños a los centros poblados. Entre las causas de la deforestación se destacan, en primer lugar, los incendios forestales, a continuación la creciente demanda del área urbana por combustibles en forma de leña y carbón, las necesidades dendroenergéticas del sector rural, y finalmente, el sobre pastoreo y algunos cultivos de secano.

Una tercera área crítica presenta una erosión y deforestación parcial (menos del 30% de la misma), con necesidades de protección para facilitar la regeneración de la vegetación natural. Corresponde a una zona de bosque esclerófilo más seco y en los cuales los programas de forestación se ven entorpecidos por aspectos de clima. Abarca las comunas de La Calera, La Cruz, Hijuelas y Nogales.

- **Zona central.** En esta zona el problema de mayor interés es la erosión y deforestación extensa (mayor del 50% del área), con necesidades de protección para facilitar la regeneración de la vegetación natural. Abarca parte de las comuna de Putaendo, Llayllay, Catemu, San Felipe y Rinconada bordeando las zonas de cultivos de riego y las áreas deforestadas destinadas actualmente a plantaciones frutales. Es el caso de las microcuencas tributarias del río Aconcagua con sus esteros Las Chilcas, Catemu, Pocuro y las áreas circundantes al río Putaendo y cuesta La Mostaza. La erosión extrema abarca a más del 50% del área.

- **Zona andina.** El área presenta erosión y deforestación parcial (menor al 30%), con necesidad de protección para facilitar la regeneración de la vegetación natural. Abarca parte de las comunas de Putaendo, Santa María, San Esteban, Calle Larga y Los Andes. En esta zona las veranadas cumplen un rol muy importante en la alimentación del ganado en la época de trashumancia intermedia. En esta área existe deforestación parcial y erosión en menos del 30% del área.

- **Uso actual de los suelos.** Se distinguen a lo menos cuatro tipos de usos.

**Agropecuario intensivo.** Con una elevada tasa de ocupación de los factores productivos. Se caracteriza por emplear especies exigentes en calidad de suelos, agua y nutrientes, teniendo la producción un carácter permanente y sobre superficies reducidas. Este tipo de cultivos posee una alta productividad por unidad de superficie.

**Ganadero extensivo.** Se desarrolla en amplias superficies con una productividad baja por unidad de terreno.

**Forestal intensivo.** La tierra se emplea para generar productos de carácter forestal utilizando factores productivos en tasas más bien bajas. Emplea especies forestales de alto rendimiento volumétrico la producción se realiza en áreas más bien reducidas.

**Forestal extensivo.** Utiliza especies rústicas de bajo incremento volumétrico anual. La producción se realiza en grandes extensiones debido a que la cubierta vegetal se recupera en tasas muy bajas. Posee baja productividad y baja utilización de factores productivos.

### 1.4.2 Sector agrícola.

Las actividades productivas relevantes son la silvo - agropecuaria, en especial la producción frutícola en donde el clima pasa a ser el factor más importante, al menos en el caso de producciones de especies subtropicales y de primores.

En general, la agricultura de la Quinta Región es importante en producción de frutales, hortalizas y flores, y en bastante menor medida en cultivos anuales y ganadería. En términos de superficie, la región concentra aproximadamente un 20% de las plantaciones frutales del país. En término de especies, sus plantaciones de vid de mesa representan un 30% de la superficie nacional y las plantaciones de paltos un 52% del total. Es asimismo la región más importante en la producción de otras especies subtropicales como chirimoyos y lúcumos (53% y 71% respectivamente).

En lo que se refiere a la producción de hortalizas y flores la región concentra cerca de un 20% de la superficie nacional, porcentaje que alcanza a un 70% al considerar sólo la producción de flores.

En términos productivos y tecnológicos, la agricultura regional se caracteriza por un nivel tecnológico medio alto en los cultivos frutícolas y hortícolas y niveles medios para cultivos anuales. El sector de huertos frutícolas es altamente especializado con rendimientos medios altos y uso de tecnología moderna. La casi totalidad de las nuevas plantaciones están incorporando el riego tecnificado que permite un mejor manejo del agua y de la nutrición de la planta. En materia de producción hortícola hay un fuerte énfasis en la producción bajo plástico (tomates y flores) y en el uso de niveles altos de insumos tecnológicos en la producción al aire libre.

Sin embargo aun existen sectores en donde la agricultura sufre de deficiencias tecnológicas y falta de especialización por parte de los parceleros , lo que conlleva a un mal uso en la desdiversificación de los cultivos, cultivos inadecuados, usos de suelos ganaderos o forestales para cultivos intensivos, mal uso de praderas, sobrepastoreo y sobretalaje, inadecuados sistemas

de riego, mal trazados de zarcos y canales, inadecuada aplicación de pesticidas o error en las dosis aplicadas, quema incontrolada de residuos agrícolas, entre otras, lo que se traduce en un rompimiento del equilibrio ecológico de los hidrosistemas o cuencas.

### **1.4.3 Sector industrial y minero.**

En términos generales, la preservación y protección del medio ambiente han pasado a ser una variable importante en la actualidad de las prioridades de la política gubernamental, llevando a establecer las legislaciones y normativas que permitan el cumplimiento de dicho objetivo.

El fuerte crecimiento industrial y minero que ha experimentado Chile desde fines de la década del 80 y las proyecciones de desarrollo económico previstos para el futuro a través de la potencial participación en diversos mercados internacionales, hacen prever que el sector industrial y minero vaya en incremento en el transcurso del tiempo.

Es fácil comprender que tal crecimiento económico implica crecimiento del proceso productivo industrial, acompañado del consecuente incremento en la generación de residuos líquidos, tan diversos como son los tipos de actividades económicas desarrolladas.

Específicamente, el potencial y eminente deterioro de las aguas del Río Aconcagua denotaría un importante daño al principal uso de este cuerpo receptor, como es el agua para el riego hortofrutícola, e igualmente a los otros usos como fuente de agua potable, actividades recreacionales, acuícolas, mineras e industriales.

Sin embargo las industrias y mineras no generan contaminación desde el punto de vista del uso de las aguas, pero sí desde el punto de vista de calidad del ambiente del río.

### **1.4.4 Disponibilidad del recurso hídrico.**

El sostenido y creciente desarrollo económico del país en el última década ha traído, al igual que ha sucedido en los países industrializados, algunos efectos colaterales indeseados. Entre los mas importantes se encuentran aquellos relacionados con el deterioro del medio ambiente y con la disminución de la cantidad y calidad de los recursos naturales disponibles, situaciones ambas que se contraponen con la mantención y aumento de este mismo crecimiento.

Por esta razón la competencia por los recursos naturales entre las distintas actividades económicas, sociales y recreativas es cada vez mayor. Todo ello en un contexto de valoración y

conciencia creciente respecto del agotamiento de los recursos y de la importancia del respeto y preservación del medio ambiente.

En el caso de los recursos hídricos compiten sobre todo las demandas hidroeléctricas de riego, el uso doméstico y los requerimientos agrícolas. Esta situación tiende a agudizarse si se considera que de acuerdo a las proyecciones más recientes, la demanda de electricidad promedio se incrementará a una tasa del 8,5% para el período 1997–2005. Por otro lado de acuerdo a especialistas en el tema, las predicciones de demanda para el sector indican que los consumos residencial, minero e industrial se duplicarán en los próximos 25 años.

En relación con el regadío propiamente tal, cuenta con una red extensísima y desordenada de canales, pero que está en funcionamiento y que sin ser eficiente, en la práctica ha operado. Se estima que esta red de canales de distribución es suficiente para satisfacer el riego de las superficies actuales y futuras, con modificaciones menores en algunos sectores que requieren de nuevas obras, dado que en esas zonas no existe una infraestructura de riego propiamente tal.

Se debe considerar que actualmente los recursos superficiales, los que no están regulados, están prácticamente agotados y sólo satisfacen parcialmente las demandas de agua para el riego actual. Además debe tenerse presente que ninguno de los ríos posee obras de regulación o almacenamiento de aguas que eviten pérdidas del recurso hídrico en el mar durante los meses que no se requiere riego o cuando este excede el consumo normal (época de deshielos), como tampoco existe una explotación masiva de embalses subterráneos mayores que están presentes en el área de estudio, como se describe en el acápite 1.2.9.

#### **1.4.5. Administración del recurso hídrico.**

El río Aconcagua está legalmente dividido en cuatro secciones, que operan independientes desde el punto de vista de la distribución de los recursos hídricos en la cuenca. Es decir, funcionan como ríos separados, pudiéndose agotar las aguas en cualquier sección; esta situación data de dictámenes judiciales de 1878 y 1916. Adicionalmente en 1993, se constituyó la Junta de Vigilancia del río Putaendo.

En general, las aguas superficiales de la cuenca han sido legalmente asignadas, ya sea por constitución de dominio insertos o por inscripciones colectivas al momento de constituir las Juntas de Vigilancia o las Comunidades de Agua.

En la cuenca existe un gran número de pozos de explotación de aguas subterráneas (más de 500), y con tendencia a seguir creciendo dado el desarrollo hortofrutícola del valle. La mayoría de estos

pozos tienen derechos debidamente inscritos, pero la naturaleza de propiedad unipersonal de los mismos, hace que no estén regularizados todos ellos, y que no existan organizaciones de usuarios que puedan impedir o limitar a futuro sobreexplotaciones o conflictos entre usuarios.

Al nivel de organización de usuarios, sólo se encuentran organizadas legalmente las Juntas de Vigilancia de la tercera Sección del río Aconcagua y del río Putaendo. Además, existen diversas Asociaciones de Canalistas y 75 Comunidades de Agua, cuya administración se efectúa de acuerdo a la información contenida en los Catastros de Usuarios de la Dirección General de Aguas. Las Juntas de Vigilancia de la primera y tercera Sección tienen una gran tradición histórica de operación, y están entre las mejores organizadas del país.

No obstante, las Juntas de Vigilancia, y especialmente las Asociaciones de Canalistas y las Comunidades de Aguas, no disponen de un plantel técnico adecuado permanente, que permita prever los problemas y anticipar soluciones. Además, no disponen siempre de los recursos suficientes para efectuar mejoramientos y mantenciones adecuadas de la infraestructura hidráulica, ni tampoco para proceder a una inspección permanente de las obras de captación.

En los últimos años, el aumento de las demandas de agua en el sector agrícola (por nuevas superficies, y distintos tipos de tenencia de la tierra y uso del suelo), y sobre todo para agua potable, ha producido serias alteraciones en las condiciones iniciales bajo las cuales se organizó la administración del recurso hídrico en la cuenca. Todo ello ha traído como consecuencia que en períodos de relativa sequía algunos sectores sufran una aguda escasez de agua, teniendo el Estado que aplicar sus facultades especiales, que para estos efectos le permite el Código de Aguas (Art. 314). Los problemas principales ocurren en las subcuencas de Putaendo, Catemu, Pelumpén y en la tercera Sección del río Aconcagua.

Los aprovechamientos del agua subterránea no han producido hasta ahora interferencias con la administración de los recursos hídricos superficiales, con la excepción del caso del dren Las Vegas en períodos críticos de escasez.

Por otra parte, es un hecho que hoy con la infraestructura de riego que se dispone, los ríos Aconcagua y Putaendo como también los de la Ligua y Petorca, se encuentran con sus derechos de aprovechamiento de agua declarados agotados desde hace más de un siglo, con excepción de la primera sección del río Aconcagua, la que en la práctica se encuentra también agotada, por lo que sólo es posible la obtención de derechos eventuales no consuntivos, o derechos sobre aguas subterráneas.

### 1.4.6. Aspectos ambientales.

En general, todos los cursos de agua de la Quinta Región sufren severos problemas de deterioro, ya que, desde que estos entran en contacto con la actividad humana, reciben descargas industriales, agrícolas o turísticas. En el cuadro siguiente se presenta una síntesis de los mismos.

Tab.1.4. Problemas ambientales de la cuenca del río Aconcagua.

Problema	Causa	Localización
Pérdida del recurso forestal	Introducción de plagas vía camino internacional	Cuenca Aconcagua
Erosión hídrica y eólica; degradación físico - Química y biológica del suelo	Sobreexplotación de la vegetación; arrastre Hídrico; incendios forestales	Cuenca Aconcagua
Reducción de poblaciones de especies de mamíferos	Caza; animales domésticos	Cuenca Aconcagua
Destrucción del ecosistema	Actividades mineras; extracción de leña; introducción de ganado	Parque Nacional La Campana
Inundaciones en zonas urbanas	Urbanizaciones establecidas dentro del cauce de inundación	San Felipe, La Calera, Quillota y desembocadura del río Aconcagua
Pérdida del recurso suelo	Extracción de áridos	Río Aconcagua Km. 3 a 57; 7.5 a 8; 13 a 14; 74.5 a 75; 100; 154.5 a 155. Estero Limache Km. 0 a 27.
Limitado desarrollo del valle	Problemas de drenaje agrícola	2ª Sección del río Aconcagua, entre San Felipe y Llayllay
Limitado desarrollo del valle	Déficit de agua para riego, problemas de drenaje agrícola	3ª y 4ª Sección del río Aconcagua
Contaminación físico - química de los cursos de agua	Descargas de planta minera de Codelco - Chile, división Andina (173.5 lts.) a través de aguas sobrantes de los tranques de relave	Río Blanco
Contaminación biológica de las aguas	Descargas de alcantarillado de Los Andes (56 l/s) sin tratamiento	Río Aconcagua
Contaminación biológica de las napas subterráneas y recurso suelo	Descargas de aguas industriales de matadero municipal San Esteban (0.05 l/s)	Napa subterránea
Contaminación biológica de las napas subterráneas y recurso suelo	Infiltración de aguas industriales de la fabrica de cecinas Omeñaca e Hijos (0.15 l/s)	Napa subterránea
Contaminación biológica de las aguas	Descargas del matadero de Rinconada (0.41 l/s)	Estero Pocuro
Contaminación biológica de las aguas	Descargas de aguas servidas de la localidad de Putaendo (10 l/s), sin tratamiento	Río Putaendo

Contaminación físico - química de las aguas	Descargas de excedentes de aguas de la minera Bellavista (120 ton/día)	Río Putaendo
Contaminación biológica de las napas subterráneas y del recurso suelo	Infiltración de las aguas industriales del matadero municipal de Putaendo (0.40 l/s)	Napa subterránea
Contaminación biológica de las aguas	Descargas de alcantarillado de Catemu (5.2 l/s), previo tratamiento en laguna de estabilización	Estero Catemu
Contaminación físico - química de las aguas	Descargas de riles de la planta minera de la Cia. Minera Catemu Ltda. (700 ton/día)	Estero Catemu
Contaminación biológica del recurso suelo	Descargas de aguas industriales del matadero municipal de Catemu (0.17 l/s)	Pozos absorbentes
Contaminación física de las aguas	Calentamiento de las aguas por la fundición Chagres	Aguas abajo del estero de Catemu
Contaminación biológica de las aguas	Descargas de alcantarillado de Llayllay (25 l/s), previo tratamiento en laguna de estabilización	Estero de Los Loros
Contaminación físico - química de las aguas	Descargas de la conservera El Vergel (6.1 l/s)	Canal Purutún
Contaminación biológica de las aguas	Descargas de alcantarillado de Hijuelas (6.4 l/s), sin tratamiento	Entre la descarga del estero Los Loros y el río Aconcagua
Contaminación biológica de las aguas	Descargas de alcantarillado de Nogales (7.9 l/s), previo tratamiento en laguna de estabilización	Estero El Litre
Contaminación físico - química de las aguas	Descargas de riles de las plantas mineras de Veta de Agua (200 ton/día)	Estero El Cobre
Contaminación físico - química de las aguas	Descargas de riles de las plantas mineras de El Cobre (1200 ton/día)	Estero El Cobre
Contaminación biológica de las aguas	Descargas de alcantarillado de Quillota (74 l/s)	Ciudad de La Calera y desembocadura
Contaminación biológica de las aguas	Descargas de alcantarillado de La Cruz (9.5 l/s)	Ciudad de La Calera y desembocadura
Contaminación biológica de las aguas	Descargas de alcantarillado de La Calera (50 l/s), sin tratamiento	Ciudad de La Calera y desembocadura
Contaminación biológica de las aguas	Descargas de alcantarillado de Artificio (11 l/s)	Ciudad de La Calera y desembocadura
Contaminación biológica de las aguas	Descargas de alcantarillado de Concón (32 l/s), sin tratamiento	Ciudad de La Calera y desembocadura
Contaminación biológica de las aguas	Descargas de alcantarillado de San Pedro (4 l/s), sin tratamiento	Estero San Pedro
Contaminación biológica de las aguas	Descargas de alcantarillado de Limache (36 l/s), sin tratamiento	Estero Limache

Contaminación físico - química de las aguas	Descargas de riles de la Sociedad Industrial La Calera (10 l/s)	Ciudad de La Calera y desembocadura
Contaminación físico - química de las aguas	Descargas de riles de la empresa Algas Marinas S.A. (19 l/s)	Ciudad de La Calera y desembocadura
Contaminación físico - química de las aguas	Descargas de riles de Malteria Aconcagua (20 l/s)	Estero de El Litre
Contaminación físico - química de las aguas	Descargas de riles de Conservera Centauro (17 l/s)	Canal Candelaria
Contaminación físico - química de las aguas	Descargas de riles de Industria Confitera Merello S.A. (0.02 l/s)	Canal Pangal
Contaminación físico - química de las aguas	Descargas de riles de la Embotelladora CCU (22 l/s)	Estero Limache
Contaminación biológica de las aguas	Descargas de aguas servidas de San Felipe (51 l/s), sin tratamiento	Río Aconcagua
Contaminación físico - química de las aguas	Arrastre de sales y agroquímicos por área de riego del valle de Aconcagua (780 ha)	Río Aconcagua
Contaminación físico - química de las aguas	Descargas de riles de las plantas mineras de Textil Aconcagua Ltda.	Canal Calle Larga
Dstrucción de la fauna	Incendios forestales	Toda la cuenca
Disminución de la vegetación nativa	Por uso como combustible	Toda la cuenca
Disminución de la vegetación nativa	Introducción de especies exóticas	Zona costera de la cuenca
Incremento de los procesos erosivos	Mal uso del suelo en actividades ganaderas y forestales	Toda la cuenca
Degradación del suelo	Incendios forestales	Áreas periféricas a las ciudades
Pérdida de la productividad del suelo	Extracción de la capa vegetal	Toda la cuenca

**Fuente.** Estudio de Factibilidad. Programa de Manejo de Cuencas Hidrográficas. Cuenca río Aconcagua y estero Marga - Marga. Ministerios de Agricultura y Obras Públicas, y Programa de Preinversión MIDEPLAN-BID. Diciembre de 1995.

## 2. CLASIFICACIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS REALIZADOS DE LA CUENCA DEL RÍO ACONCAGUA.

### 2.1. RECOPIACIÓN Y ORDENAMIENTO DE ESTUDIOS Y PROYECTOS.

En el presente capítulo se presentará la recopilación, selección y clasificación de los distintos estudios y proyectos realizados de la cuenca del Aconcagua.

La descripción de los estudios recopilados se realizará indicando en primer lugar el título, autor, año, además de los objetivos y conclusiones del documento seleccionado si éste las posee. Esta información se ingresará sin alteración ni interpretación alguna por parte de los tesisistas.

Conjuntamente, a cada documento analizado se le asignará un código de reconocimiento, el cual será utilizado posteriormente para referirse a él en el marco de una nueva y distinta clasificación.

Los estudios recopilados se clasificarán en cuatro grupos o aspectos.

- Área de cobertura.
- Tópicos tratados.
- Tipo de documento (anteproyecto, proyecto, diagnóstico, informes de contingencia y estudios técnicos y económicos, etc.).
- Década (año de realización del documento).

#### 2.1.1. Estudios recopilados.

- Título. Estudio de impacto ambiental de las descargas de aguas servidas industriales, residenciales y otras en la cuenca del río Aconcagua, Chile.

Autor. Comisión Nacional del Medio Ambiente, (CONAMA).

Año. Febrero, 1996.

Código. E#1.

Página N°. 42.

- Título. Análisis redes vigilancia calidad aguas terrestres estadística hidroquímica nacional. Etapa I. Quinta región.

Autor. Ayala, Cabrera y Asociados Ltda. (DGA).

Año. Mayo, 1994.

Código. E#2.

Página N°. 43.

- Título. Antecedentes Hidrométricos, hoy de los ríos Aconcagua, Maipo, Rapel, Mataquito, Maule, Itata, Bio - Bio, Imperial y Toltén.

Autor. Instituto de Investigación de Recursos Naturales – Corporación de Fomento de la Producción, (IREN-CORFO).

Año. 1967.

Código. E#3.

Página N°. 44.

- Título. Plan desarrollo del Aconcagua.

Autor. Intendencia quinta región, Universidad Técnica Federico Santa María, (IREN-CORFO).

Año. Mayo, 1976.

Código. E#4.

Página N°. 45.

- Título. Proyecto utilización de suelos marginales del valle del Aconcagua.

Autor. IREN-CORFO; para la secretaria de planificación y coordinación SERPLAC quinta región.

Año. Julio, 1979.

Código. E#5.

Página N°. 47.

- Título. Descripciones de suelos, estudio agrológico de los valles Aconcagua, Putaendo, Ligua y Petorca.

Autor. Instituto Nacional de Investigación de Recursos Naturales, (CIREN).

Año. Mayo, 1985.

Código. E#6.

Página N°. 48.

- Título. Mejoramiento de riego para el valle de Putaendo.

Autor. ODEPLAN.

Año. Junio, 1987.

Código. E#7.

Página N°. 48.

- Título. Anteproyecto embalse resguardo Los Patos y canal Los Angeles.

Autor. Marcelo Amar Ahues; para el Departamento de Recursos Hidráulicos, (CORFO).

Año. Diciembre, 1973.

Código. E#8.

Página N°. 50.

- Título. Estudio integral de riego de los valles Aconcagua, Putaendo, Ligua y Petorca.

Autor. CICA, Binnie y Partners, hunting technical services Ltda; para la Comisión Nacional de Riego CNR.

Año. Marzo, 1979 – 1982.

Código. E#9.

Página N°. 51.

- Título. Caracterización climatológica cuenca del río Aconcagua.

Autor. Fernando Rodríguez Roa. Ingeniero Civil, (CORFO).

Año. Junio, 1971.

Código. E#10.

Página N°. 53.

- Título. Usos de técnicas isotópicas en el estudio hidrológico del valle Aconcagua.

Autor. Fernando Alamos Cerda, Fernando Rodríguez Roa y Osamu Susuki S. Ingenieros Civiles, Departamento Recursos Hidráulicos, (CORFO).

Año. Septiembre, 1973.

Código. E#11.

Página N°. 54.

- Título. Análisis de alternativas de uso óptimo de los recursos agua y tierra en el valle del río Aconcagua - Chile.

Autor. CEPLA, DEA, IREN.

Año. Mayo, 1976.

Código. E#12.

Página N°. 57.

- Título. Estimación tasas de riego en valle del río Aconcagua (Proyecto mejoramiento de riego Puntilla del Viento).

Autor. Sergio Alcayaga C., Manuel Narbona G., Patricio Carmona B., Sady Guzmán B. Ingenieros Agrónomos, (CORFO).

Año. 1971.

Código. E#13.

Página N°. 62.

- Título. Influencia del embalse Puntilla del Viento en los recursos de agua de la hoya intermedia del río Aconcagua.

Autor. Fernando Rodríguez Roa. Ingeniero Civil, (CORFO).

Año. Abril, 1972.

Código. E#14.

Página N°. 63.

- Título. Estudio a nivel de diagnóstico del proyecto Aconcagua V Región.

Autor. EDIC, Ingenieros Limitada.

Año. Noviembre, 1995.

Código. E#15.

Página N°. 68.

- Título. Cuencas hidrográficas en Chile, diagnósticos y proyectos.

Autor. Ministerio de Planificación y Coordinación, (MIDEPLAN).

Año. 1998.

Código. E#16.

Página N°. 70.

- Título. Divisiones hidrográficas, catastro de pozos al 31 de Julio de 1970.

Autor. Departamento de Recursos Hidráulicos, (CORFO).

Año. 1970.

Código. E#17.

Página N°. 72.

- Título. Mapa generalizado de suelos y descripciones detalladas de series, tipos y fases en el valle del río Aconcagua.

Autor. Sergio Alcayaga C., Manuel Narbona G., Jorge Astudillo B. y Oscar Walter J. Ingenieros Agrónomos, (CORFO).

Año. 1966.

Código. E#18.

Página N°. 73.

- Título. Cuenca del Aconcagua, agua subterránea catastro de pozos al 31 de Diciembre de 1968.

Autor. Sección aguas subterráneas, Departamento de Recursos Hidráulicos (CORFO) y Sección aguas subterráneas, Instituto de Investigaciones Geológicas (I.G.G.).

Año. 1969.

Código. E#19.

Página N°. 73.

- Título. Producción específica de las cuencas hidrográficas de Chile.

Autor. Sergio Hadad Heresi. Ingeniero Civil, (CORFO).

Año. 1973.

Código. E#20.

Página N°. 73.

- Título. Estudio del comportamiento mecánico fluvial del río Aconcagua en el sector Santa Rosa de Colmo. Informe preliminar.

Autor. REG. (Ricardo Edwards G. Ingenieros Ltda.), (MOP).

Año. Junio, 1995.

Código. E#21.

Página N°. 74.

- Título. Proyecto refuerzos de emergencia pozos Santa Rosa de Colmo ENAMI – VENTANAS.

Autor. REG.(Ricardo Edwards G. Ingenieros Ltda.),(ENAMI).

Año. Julio, 1995.

Código. E#22.

Página N°. 75.

- Título. Recuperación del lecho del río Aconcagua en Santa Rosa de Colmo. Informe técnico.

Autor. Ministerio de Obras Publicas, dirección general de obras publicas, dirección de vialidad, subdirección de obras, departamento de obras fluviales.

Año. Mayo, 1998.

Código. E#23.

Página N°. 77.

- Título. GASVALPO proyecto red de distribución de gas natural. Antecedentes técnicos cruce del río Aconcagua sector puente Colmo para permiso de la DGA.

Autor. Geotécnica Consultores S.A.,(DGA).

Año. 1997.

Código. E#24.

Página N°. 78.

- Título. Estudio de factibilidad programa de manejo de cuencas hidrográficas”.

Autor. DHV Consultants BV the netherlands, en asociación con Instituto Forestal filial CORFO, ICSA ingenieros consultores y BF ingenieros civiles.

Año. Diciembre, 1995.

Código. E#25.

Página N°. 79.

- Título. Estudio de riego, quebrada de Herrera (Putando).

Autor. E. Riveros Ingeniero Agrónomo del Departamento de Extensión Agrícola del Ministerio de Agricultura.

Año. 1959.

Código. E#26.

Página N°. 80.

- Título. Estudio preliminar, río Aconcagua”.

Autor. P. Kleiman, J. Torres, (CORFO).

Año. Septiembre, 1960.

Código. E#27.

Página N°. 81.

- Título. Estudio de factibilidad tranque Las Peñas”.

Autor. C. Kammel, para la Dirección de Riego.

Año. 1962.

Código. E#28.

Página N°. 82.

- Título. Informe sobre disponibilidad de agua, hoya Aconcagua, proyecto aerofotogramétrico, OEA – Chile”.

Autor. OEA – Chile.

Año. 1963.

Código. E#29.

Página N°. 83.

- Título. Informe sobre medidas de recuperación Río Aconcagua durante sequía.

Autor. CORFO.

Año. Noviembre, 1964.

Código. E#30.

Página N°. 84.

- Titulo. Informe sobre la sequía en la hoya del río Aconcagua.

Autor. G. Numhauser, O. Jorquera, (CORFO).

Año. 1964.

Código. E#31.

Página N°. 84.

- Titulo. Catastro de sondajes del valle del Aconcagua.

Autor. CORFO. Departamento de Recursos Hídricos.

Año. 1973.

Código. E#32.

Página N°. 85.

- Titulo. Informe sobre la factibilidad del proyecto de regadío del Aconcagua.

Autor. Rendel, Palmer y Tritton, Ingenieros Consultores, Westminster, London, para la Dirección de Riego.

Año. Enero, 1967.

Código. E#33.

Página N°. 86.

- Titulo. Informe Ossa.

Autor. Ingeniero M. Ossa.

Año. 1929.

Código. E#34.

Página N°. 90.

- Titulo. Informe trimestral de autocontrol, explotación de aridos río Aconcagua sector La Victoria Limache.

Autor. Tirso López, ingeniero Civil CH Mención Hidráulica, Constructora Fe Grande S.A.,(MOP).

Año. Octubre, 1998.

Código. E#35.

Página N°. 91.

- Título. Estudio preliminar de extracción mecanizada de áridos río Aconcagua, sector El Sauce, provincia de los Andes.

Autor. Constructora Besalco y Fe Grande S.A.,(MOP).

Año. Agosto, 1997.

Código. E#36.

Página N°. 92.

- Título. Informe trimestral de autocontrol, explotación de áridos río Aconcagua sector Tabolango”.

Autor. Pablo Saalfeld V. Ingeniero Civil U.C.,(MOP).

Año. Abril, 1996.

Código. E#37.

Página N°. 94.

- Título. Informe trimestral de autocontrol, extracción de áridos - río Aconcagua, sector ex - cooperativa La Victoria comuna de Limache, V región.

Autor. PREMIX Ltda.,(MOP).

Año. Diciembre, 1997.

Código. E#38.

Página N°. 94.

- Título. Informe trimestral, extracción de áridos, período Octubre – Diciembre 1997.

Autor. Empresa Sociedad Pétreos S.A.,(MOP).

Año. Diciembre, 1997.

Código. E#39.

Página N°. 95.

- Título. Informe trimestral de autocontrol, explotación de áridos - río Aconcagua.

Autor. Aridos Pantanal S.A.,(MOP).

Año. Septiembre, 1997.

Código. E#40.

Página N°. 95.

- Título. Informe trimestral de autocontrol, explotación de áridos, río Aconcagua - sector aguas abajo Tabolango.

Autor. Mauricio Middleton B.,(MOP).

Año. Octubre, 1997.

Código. E#41.

Página N°. 96.

- Título. Informe técnico de autocontrol trimestral, extracción de áridos, estero Lliulliu.

Autor. COMASCA S.A.,(MOP).

Año. Diciembre, 1997.

Código. E#42.

Página N°. 96.

- Título. Informe trimestral de autocontrol, extracción de áridos - río Aconcagua, sector ex – cooperativa La Victoria, comuna de Limache V región.

Autor. PREMIX Ltda.,(MOP).

Año. Marzo, 1998.

Código. E#43.

Página N°. 96.

- Título. Informe trimestral extracción de áridos, período Julio – Septiembre 1998.

Autor. Empresa Sociedad Pétreos S.A.,(MOP).

Año. Septiembre, 1998.

Código. E#44.

Página N°. 97.

- Título. Informe trimestral de autocontrol, explotación de áridos, río Aconcagua - sector Tabolango.

Autor. CONOVIA S.A.,(MOP).

Año. Julio, 1998.

Código. E#45.

Página N°. 97.

- Título. Informe técnico de autocontrol trimestral, extracción de áridos, estero Lliulliu.

Autor. COMASCA S.A.,(MOP).

Año. Septiembre, 1998.

Código. E#46.

Página N°. 98.

- Título. Estudio de la contaminación del río Aconcagua.

Autor. Enrique Vallegos Salas (Químico U.C.). CORFO Departamento de Recursos Hidráulicos.

Año. Agosto, 1971.

Código. E#47.

Página N°. 98.

- Título. Proyecto extracción de áridos, estero Pocuro sector aguas arriba puente San Vicente, provincia de Los Andes.

Autor. Constructora Besalco y Fe Grande S.A.,(MOP).

Año. Mayo, 1999.

Código. E#48.

Página N°. 101.

- Título. Defensas estero Pocuro entre 3.200m aguas arriba y 1.400m. aguas abajo del cruce camino Santiago Los Andes en V región, en propiedades del señor Carolus Brow Barroilhet.

Autor. Solano Vega y Asociados. Ingenieros Consultores. ,(MOP).

Año. Diciembre, 1987.

Código. E#49.

Página N°. 103.

- Título. Recuperación del río Aconcagua y esteros afluentes y pérdidas en canal.

Autor. Pablo Kleiman, (DR – MOP).

Año. Febrero, 1970.

Código. E#50.

Página N°. 104.

- Título. Estudio del mejoramiento de la red fluviométrica de la cuenca del río Aconcagua.

Autor. Departamento de Hidrología (DGA).

Año. Junio, 1977.

Código. E#51.

Página N°. 104.

- Título. Análisis crítico de la red fluviométrica nacional.

Autor. Departamento de Hidrología (DGA).

Año. Octubre, 1983.

Código. E#52.

Página N°. 105.

- Título. “Estudio de síntesis de catastros de usuarios de agua e infraestructuras de aprovechamiento”.

Autor. Ricardo Edwards G. Ingenieros, (DGA).

Año. Octubre, 1991.

Código. E#53.

Página N°. 106.

- Título. Estudio de eficiencia de riego en primera y segunda sección río Aconcagua.

Autor. Arturo Herrera de la Barra, (DGA).

Año. Junio, 1981.

Código. E#54.

Página N°. 107.

- Título. Informe de intervención río Aconcagua II y III sección.

Autor. César Videla Díaz, (DGA).

Año. Mayo, 1996.

Código. E#55.

Página N°. 107.

- Título. Confección del Rol de usuarios de la cuarta sección del río Aconcagua.

Autor. Nelson González G. Ingenieros Consultores, (DGA).

Año. Marzo, 1982.

Código. E#56.

Página N°. 107.

- Titulo. Catastro general de usuarios de aguas de la primera sección del río Aconcagua.

Autor. Departamento de Estudios, (DGA).

Año. 1993.

Código. E#57.

Página N°. 107.

- Titulo. Catastro general de usuarios de aguas de la segunda sección del río Aconcagua y canal El Melón.

Autor. Departamento de Estudios, (DGA).

Año. Noviembre, 1989.

Código. E#58.

Página N°. 108.

- Titulo. Catastro general de usuarios de aguas de la tercera sección del río Aconcagua.

Autor. Departamento de Estudios, (DGA).

Año. Febrero, 1993.

Código. E#59.

Página N°. 108.

- Titulo. Antecedentes sobre la intervención del río Aconcagua Quillota – V región.

Autor. Dirección General de Aguas, (DGA).

Año. 1997.

Código. E#60.

Página N°. 108.

- Titulo. Análisis crítico de la red de medición de niveles de agua subterránea, V región.

Autor. Alamos y Peralta. Ingenieros Consultores Limitada, (DGA).

Año. 1993.

Código. E#61.

Página N°. 108.

- Título. Desarrollo de cuentas ambientales para el recurso agua en Chile.

Autor. CONAMA.

Año. Diciembre, 1998.

Código. E#62.

Página N°. 109.

- Título. Proyecto de ingeniería embalse Piuquenito.

Autor. Ricardo Edwards G. Ingenieros Consultores, (DGA).

Año. Marzo, 1995.

Código. E#63.

Página N°. 109.

- Título. Estimación del impacto económico asociado a sequías hidrológicas.

Autor. Bonifacio Fernández L, (DGA).°

Año. Mayo, 1999.

Código. E#64.

Página N°. 110.

- Título. Estudio de la sedimentación embalse Puntilla del Viento.

Autor. Andrés Benítez Girón. Consultor, (DGA).

Año. Octubre, 1997.

Código. E#65.

Página N°. 111.

- Título. Detección de elementos tóxicos en aguas continentales.

Autor. Departamento de Estudios y Planificación, (DGA).

Año. Junio, 1994.

Código. E#66.

Página N°. 111.

- Título. Estudio sobre las captaciones de Las Vegas y Ocoa.

Autor. Oficina Proyecto “Río de la Unidad”, (OPRU).

Año. Julio, 1972.

Código. E#67.

Página N°. 112.

- Título. Pronóstico de disponibilidad de agua, temporada 1977 - 1978.

Autor. Departamento de Hidrología, (DGA).

Año. Septiembre, 1977.

Código. E#68.

Página N°. 113.

- Título. Pronóstico de disponibilidad de agua, temporada 1986 - 1987.

Autor. Departamento de Hidrología, (DGA).

Año. Septiembre, 1986.

Código. E#69.

Página N°. 113.

- Título. Pronóstico de disponibilidad de agua, temporada 1998 - 1999.

Autor. Departamento de Hidrología, (DGA).

Año. Septiembre, 1998.

Código. E#70.

Página N°. 114.

- Título. Pronóstico de disponibilidad de agua, temporada 1999 - 2000.

Autor. Departamento de Hidrología, (DGA).

Año. Septiembre, 1999.

Código. E#71.

Página N°. 114.

### **2.1.2. Descripción de los estudios recopilados.**

E1) Título. Estudio de impacto ambiental de las descargas de aguas servidas industriales, residenciales y otras en la cuenca del río Aconcagua, Chile.

Autor. Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA).

Año. Febrero, 1996.

Objetivos. El estudio tiene por objetivo general evaluar el impacto generado por las descargas de aguas residuales en la cuenca del río Aconcagua, racionalizando y actualizando la información existente.

En cuanto a los objetivos específicos, y en consecuencia con los términos de referencia, pueden sistematizarse del siguiente modo.

- Realizar un análisis que sistematice la actual caracterización y cuantificación de las descargas de aguas Residuales al Río Aconcagua.
- Generar un diagnóstico actualizado global del estado de contaminación del río Aconcagua en los tramos relacionados con mayor concentración urbana, vale decir, Los Andes - San Felipe - La Calera - Quillota y Limache, sobre la base de los estudios disponibles, complementados con la consecuente obtención de la información adicional donde sea necesario.
- Diagnosticar el impacto ambiental derivado de la actual contaminación de las aguas del río Aconcagua, lo que deberá estimarse sobre la base de una proyección a corto y mediano plazo de

los impactos sobre el sistema productivo, calidad de vida de la población y el medio ambiente asociado a la cuenca del río Aconcagua.

- Identificar y definir el nivel y grado de mejorías ambientales implícitas en los proyectos regionales actualmente propuestos para el tratamiento de las aguas servidas domésticas.
- Identificar las alternativas complementarias en términos de normativa y sistemas de tratamiento para Residuos Industriales Líquidos (RIL), para a partir de ello, generar un Programa Integral de acción para el mejoramiento de las aguas del río Aconcagua.

Conclusiones. Desde el punto de vista específico del río Aconcagua, las campañas intensivas de caracterización del presente estudio, así como la aplicación del modelo de simulación de calidad de aguas, permiten concluir que el parámetro crítico lo constituye el bacteriológico, originado fundamentalmente por la evacuación de aguas servidas domésticas (de cargo mayoritariamente de la Empresa de Servicios Sanitarios, ESVAL), toda vez que las descargas directas de RIL no aportan contaminantes en términos de este parámetro.

Desde ese punto de vista, la calidad exigida a las aguas del río para diferentes usos estipulada por la normativa pertinente, se efectuará controlando directamente la emisión de las descargas aportantes.

Con relación a los demás parámetros, y de acuerdo a lo mostrado anteriormente, los aportes contaminantes de los RIL que evacuan directamente al río deberán ser controlados sistemáticamente, de manera de evitar que excedan lo estipulado por la normativa de la SISS.

E2) Título. Análisis redes vigilancia calidad aguas terrestres estadística hidroquímica nacional. Etapa I. Quinta región.

Autor. Ayala, Cabrera y Asociados Ltda., (DGA).

Año. Mayo, 1994.

Objetivos. Debido a que la red de calidad de aguas que actualmente opera la Dirección General de Aguas está orientada a proveer información de carácter general, es que no permite la completa detección y vigilancia de problemas de contaminación existentes. Por lo anterior, se hace necesario disponer de información más elaborada en base a los antecedentes reunidos por las estaciones de muestreo de la red.

Para lograr el objetivo general antes indicado, se llevó acabo este estudio cuyos objetivos específicos son los siguientes.

- Ejecutar el ordenamiento y procesamiento de toda la información de calidad de aguas, disponibles en el Banco Nacional de Aguas y en el laboratorio ambiental de la DGA, desde 1980 a 1994.

- Representar gráficamente la estadística hidroquímica nacional, con el objeto de apreciar en forma rápida y clara las características físico - químicas de las aguas superficiales.

Conclusiones. La caracterización de las aguas de esta región, se presenta separada para las cuencas más importantes y ríos que la forman.

- Ríos Petorca y La Ligua presentan una condición casi idéntica en términos de la calidad de sus aguas. Se caracterizan en toda su extensión por bajos niveles de salinidad, con predominancia de los bicarbonatos por sobre los cloruros, baja conductividad eléctrica y bajos niveles de elementos metálicos. Dentro de éstos últimos, el más abundante en términos relativos es el boro, aunque se encuentra por debajo de los límites recomendados para el uso del agua en riego.

- Río Aconcagua presenta en su parte superior calidades de distinta naturaleza. El río Blanco se caracteriza por un alto contenido metálico, principalmente cobre, producto de la intensa actividad cuprífera que se desarrolla en su cuenca, mientras el río Juncal presenta una buena calidad, tanto en términos de su contenido salino como metálico. La calidad del río Colorado es similar a la del río Juncal, incluso con un menor contenido de sulfatos. La mayoría de los aportes que recibe el río Aconcagua a lo largo de su recorrido, incluidos el río Putaendo y los esteros Quilpué, Pocuro, Catemu, El Litre y Limache, son de buena calidad físico – química, produciendo una dilución creciente de los contaminantes que recibe el río Aconcagua en su parte superior. A la altura de San Felipe el río ya presenta, en promedio, valores de cobre inferiores a los especificados como máximos admisibles por la norma de riego, condición que mejora aun más hacia aguas abajo. A lo largo de todo el río se observan bajos niveles conductividad, una condición más bien alcalina y predominio de los bicarbonatos por sobre los cloruros.

E3) Título. Antecedentes hidrométricos, hoya de los ríos Aconcagua, Maipo, Rapel, Mataquito, Maule, Itata, Bio-Bio, Imperial y Toltén.

Autor. Instituto de Investigación de Recursos Naturales – Corporación de Fomento de la Producción (IREN - CORFO).

Año. 1967.

Objetivos. Este informe tiene por objeto presentar un resumen y análisis de los datos obtenidos de diferentes oficinas, ya sea del Estado o particulares que indiquen, a la medida de las limitaciones

de la información básica, la cantidad de agua para riego de que se dispone en las diferentes hoyas de los ríos y se den a conocer en una forma adecuada para que puedan ser utilizadas por la oficina Impuestos Internos en el programa de retasación de la propiedad agrícola.

Conclusiones. No debe considerarse un estudio hidrológico como tal, aunque la mayor parte de la información que contiene puede usarse en el futuro en estudios más completos sobre esta materia.

Debe hacerse presente que la información utilizada no ha sido obtenida o verificada mediante trabajos de terreno y por tanto no se garantiza la precisión de las estadísticas empleadas las cuales se aceptaron previa revisión de su forma de elaboración. Se han rechazado las muy antigua, de corta duración o lecturas individuales anormales.

E4) Título. Plan desarrollo del Aconcagua.

Autor. Intendencia Quinta Región, Universidad Técnica Federico Santa María, IREN - CORFO.

Año. Mayo, 1976.

Objetivos. Formular un plan integral que permita el uso racional y eficiente de los recursos naturales disponibles en la cuenca y áreas de influencia para lograr un desarrollo armónico y acelerado de la región.

Los objetivos específicos del proyecto fueron los siguientes.

- Efectuar un diagnostico actualizado de los recursos naturales disponibles en la cuenca del Aconcagua y áreas de influencia.
- Determinar una herramienta de manejo técnico de los recursos hídricos que considere los usos comprometidos dentro del área de la cuenca.
- Formular alternativas de uso del recurso hídrico.
- Definir una herramienta de decisión basada en las políticas nacionales.
- Formular el plan de desarrollo integral de la cuenca con evaluación de los proyectos más importantes.

Debido a razones de tipo presupuestario no se alcanzaron los objetivos cuarto y quinto dado el altísimo costo que significaba implementar la herramienta de decisión de la cual se hizo una evaluación.

Los primeros tres objetivos fueron plenamente alcanzados.

Conclusiones. Las conclusiones de este estudio se desglosan de la siguiente manera:

- Recurso Suelo. El análisis del recurso suelo se centró en dos aspectos que fueron considerados los más relevantes.

a) Comparación entre el uso actual y el uso potencial.

b) Determinación de las constantes hídricas del suelo.

Este análisis ha permitido establecer que existe un sub aprovechamiento del recurso suelo, por cuanto las excepcionales condiciones agroclimáticas del valle del Aconcagua permiten incrementar significativamente la superficie plantada con frutales. La tendencia detectada a través de los distintos censos y otro tipo de información, demuestran a su vez que es clara la tendencia a mejorar la utilización del recurso suelo; tendencia que se ha acelerado significativamente en los últimos años.

Pero la utilización del recurso en cultivos de más alta rentabilidad destinadas a la exportación, presenta algunos problemas que deben ser subsanados sobre la base de una aplicación intensiva de tecnología por cuanto un porcentaje significativo de los suelos registra restricciones que impiden su pleno uso. Entre estas limitaciones destaca por su importancia, la existencia de superficies freáticas muy próximas a la superficie que restringe el crecimiento de frutales; otro antecedente de importancia y que debe merecer significativa preocupación, es que la plantación de frutales requiere de una dotación oportuna de una adecuada infraestructura que si bien puede diferirse, la experiencia del valle indica que de no concebirse junto con las plantaciones, lo más probable es que se produzcan serios desequilibrios inconvenientes desde todo punto de vista.

- Recurso Agua. Si bien es un hecho de que este recurso es restrictivo en casi todo el valle con grados variables de intensidad según los sectores, no existe clara conciencia de la poca tecnología utilizada en su aprovechamiento.

Cualquier obra de regadío de carácter estructural que se conciba, dado su alto costo, requiere necesariamente de que se dote al valle de una tecnología de riego que permita su aprovechamiento en términos adecuados, dado a la alta incidencia que tienen las mejores tecnologías en los beneficios de tales obras.

Es desde todo punto de vista necesario adecuar la infraestructura de riego del valle, de tal forma de levantar el nivel de restricción que actualmente (1976) presenta no solo por defecto sino que también por exceso en sectores de superficies freáticas muy altas.

Acciones en este sentido no solo pueden contribuir a aumentar los ingresos generados por el valle, sino que además disminuirían el riesgo de las inversiones, normalmente altos.

Se estima que la distancia existente, entre el actual nivel tecnológico utilizado en el aprovechamiento del recurso agua y un nivel aceptable es considerablemente elevado.

- Recurso Minero. Pese a que la explotación de este recurso dice cierta relación con los niveles de precios internacionales, los niveles de producción se han mantenido en el último tiempo.

Se requiere de mejoras tecnológicas y de un mejor conocimiento del recurso para lograr reducir los costos de producción y hacer rentable su explotación.

Los efectos negativos sobre el sistema portuario y vial, podrían disminuirse haciendo un mejor uso de las instalaciones; no se auguran crecimientos importantes en el corto plazo.

El aprovechamiento de los recursos naturales de la cuenca del Aconcagua, requiere de la consideración de otras variables que no dicen relación directa con los recursos mismos. Hay otros aspectos tales como las políticas institucionales, sociales, etc. que dan al análisis un carácter mucho más general y sobre cuya base podrá inferirse un incremento en su explotación.

E5) Título. Proyecto utilización de suelos marginales del valle del Aconcagua.

Autor. IREN - CORFO; para la Secretaria de Planificación y Coordinación SERPLAC Quinta Región.

Año. Julio, 1979.

Objetivos. Determinar la factibilidad técnica económica del aprovechamiento de suelos marginales del valle del Aconcagua, utilizando técnicas modernas de riego, con evaluación de proyectos específicos.

La evaluación se puede realizar a través de las empresas privadas, como también puede ser social a través del Gobierno Regional por intermedio de la destinación de fondos de FNDR o recursos que competan al Estado en la habilitación de estos suelos.

El criterio que se adoptó para realizar la evaluación definido por SERPLAC en común acuerdo con IREN - CORFO es el siguiente.

- Determinación de las zonas agroclimáticas, a través del Ministerio de Agricultura, SERPLAC quinta región y IREN - CORFO.

- Uso actual y los niveles de productividad de cada zona agroclimática.

- Volumen de producción esperado, según cada tipo de cultivo en cada zona agroclimática.
- Disponibilidad, demanda y restricciones del recurso agua, según antecedentes IREN y Ministerio de Obras Publicas.
- Tenencia de tierras e identificación de los productores, antecedentes base de datos IREN.

Selección técnica de los sistemas de riego por cada unidad agroclimática, según cultivo y condiciones topográficas en cada zona agroclimática.

- Información de mercado; información de precios que existen en el valle según antecedentes que dispone IREN.
- Recopilación de información de terreno.
- Evaluación económica a nivel social o privado, según beneficio neto actualizado y la tasa interna de retorno.

E6) Título. Descripciones de suelos, estudio agrológico de los valles Aconcagua, Putaendo, Ligua y Petorca.

Autor. Instituto Nacional de Investigación de Recursos Naturales, CIREN.

Año. Mayo, 1985.

Objetivos. En el país existe un caudal interesante de antecedentes que por razones diversas, no llega al público usuario en forma fluida, alcanzando en algunos casos hasta la obsolencia sin rendir los frutos esperados. En este contexto, a través del CIREN se ha iniciado un proceso de recuperación y generación de información sobre recursos naturales, una de cuyas fases se refiere a los trabajos agrológicos, los cuales son complementados, actualizados o simplemente generados cuando no existen o no responden a las necesidades reales del desarrollo nacional.

La presente publicación pretende llenar ese vacío de antecedentes de suelos en provecho de los usuarios, tales como organismos profesionales, inversionistas y público en general, tanto de los sectores públicos como privados, especialmente del área agropecuaria del país.

La información actualizada de esta publicación corresponde a la adecuación de trabajos originales realizados por la Comisión Nacional de Riego en 1979.

El estudio original fue complementado y revisado por IREN en oficina y terreno, durante 1982 - 1983 y finalmente vaciado a ortofotos escala 1:20.000, aunque manteniéndose el nivel de detalle original.

La información se complementa con la publicación “Materiales y Símbolos, Estudio Agrológico de los valles de Aconcagua, Putaendo, Ligua y Petorca” V región disponible en CIREN.

E7) Título. Mejoramiento de riego para el valle de Putaendo.

Autor. ODEPLAN.

Año. Junio, 1987.

Objetivos. Los países en desarrollo como el nuestro, se encuentran empeñados en una búsqueda incesante tendiente a lograr el progreso económico y social de su población y para ello deben utilizar las mejores alternativas del uso de recursos limitados.

El proceso de mejoramiento del riego en el valle de Putaendo, en el cual son protagonistas los agricultores de este sector, tiende a optimizar el aprovechamiento de los recursos disponibles, los que en la actualidad se utilizan deficientemente.

Conclusiones. Como resultado de la revisión de los antecedentes y de la evaluación realizada, se puede concluir.

- Que en el caso de materializarse el proyecto se beneficiarían aproximadamente una superficie de 560 hectáreas de uso agrícola, preferentemente con aptitud frutal.
- De mantenerse la situación actual de los suelos exportables debería orientarse la incorporación de esa superficie antes mencionada a rubros del tipo: uva de mesa (variedades nuevas adecuadas al sector), kiwi (subsando tecnológicamente algunas limitantes) y quizás pensar en diversificar con feijoa – pistachos y otros, previo estudios de mercado.
- El clima y los suelos permiten el crecimiento de una amplia gama de cultivos.
- El factor clave de la producción agrícola del área es el suministro de agua para regadío.
- La casi totalidad de los suelos actualmente bajo cota de canal es utilizables agrícolamente.
- El área del proyecto y en especial el valle del río Aconcagua, cuentan con una adecuada infraestructura general para la base de un desarrollo creciente.
- Necesariamente debe continuarse con los programas de transferencia tecnológica llevados a cabo en el área, por una institución del Ministerio de Agricultura. Orientando gran parte de sus esfuerzos a mejorar la capacidad empresarial de los agricultores.

Como limitante para el desarrollo del área podemos mencionar.

### 1. Limitantes tecnológicas.

Baja capacidad empresarial, en general de los agricultores del valle.

Problemas de inadecuada comercialización de los productos obtenidos.

Pérdidas del agua de regadío, ineficiencia en el uso de estos, sobre todo a nivel de predios.

### 2. Limitantes físicas.

Seguridad y disponibilidad de agua de riego.

E8) Titulo. Anteproyecto embalse resguardo Los Patos y Canal Los Angeles.

Autor. Marcelo Amar Ahues; para el Departamento de Recursos Hidráulicos CORFO.

Año. Diciembre, 1973.

Objetivos. El anteproyecto del embalse resguardo Los Patos, que estaría ubicado en la cabecera del río Putaendo, con el objeto de regular los recursos de éste; y los sobrantes conducirlos por un canal hacia el valle de Ligua el cual también se estudió su respectivo anteproyecto. Finalmente se efectuó el análisis de los beneficios que ellos representan.

Conclusiones. Como resultado de la revisión de los antecedentes y de la evaluación realizada, se puede concluir.

- La actividad fundamental en la zona de estudio es la agricultura, sus demandas de agua ascienden al 95% del total.
- Hidrológicamente el embalse es posible de construir ya que cuenta con los recursos hídricos suficientes.
- La crece es el deshielo y se produce entre los meses de Noviembre y Diciembre, justamente ante de los meses de mayor consumo. Para un periodo de retorno de 1:1000 años ésta es de 430 m<sup>3</sup>/seg.
- El embalse tendrá un volumen de 48 millones de M<sup>3</sup>, entregará como máximo en Putaendo 7,6m<sup>3</sup>/seg. y al valle de la Ligua 3,4 m<sup>3</sup>/seg.
- Con seguridad 855, en un año se riegan en la actualidad en el valle de Putaendo 3000 Has. y en el valle de la Ligua 3524,5 Has. Con el proyecto se regarán con la misma seguridad 6000 Has. en Putaendo y 7735 Has. en la Ligua, o sea habría un mejoramiento efectivo de 7210,5 Has.

- El costo de las obras matrices asciende a la suma de E°3.213.917.600 (escudos) Agosto 1973.
- El beneficio neto actualizado es de 2.646 millones de escudos, para una tasa de actualización de 10% y una vida útil de 50 años.
- La tasa interna de retorno es de 16,55 %.
- El proyecto tiene una importancia bastante grande desde el punto de vista social – económico para la zona, ya que habría una disminución de la cesantía, crecimiento del sector agro – industrial, aumento de los ingresos de los agricultores (asentados y particulares), evitaría migraciones a los grandes centros urbanos, situación que en estos valles tiene características alarmantes, en resumen traería un desarrollo a la zona, además habría un mejoramiento en la balanza de los pagos del sector agropecuario.
- Este proyecto queda enmarcado en un esquema nacional de llevar recursos de agua hacia las cuencas del norte.
- Se recomienda que en la parte baja del valle de Putaendo se rieguen alrededor de 1000 Has. con aguas subterráneas.

E9) Titulo. Estudio integral de riego de los valles Aconcagua, Putaendo, Ligua y Petorca.

Autor. CICA, Binnie y Partners, hunting technical services Ltda; para la Comisión Nacional de Riego CNR.

Año. Marzo, 1979 – 1982.

Objetivos. Se refiere a formular a nivel de diagnóstico un Programa de Desarrollo Integral de los recursos naturales disponibles en las cuencas de los ríos Aconcagua, Putaendo, Ligua y Petorca, como también en el sector costero que se desarrolla entre el estero Huaquén y Concón, para la toma de decisiones sobre el desarrollo futuro del área sometida a estudio. Algunos de los objetivos planteados por este estudio se presentan a continuación.

- Recopilar y ordenar la información existente sobre la ganadería en el área de estudio.
- Ofrecer un panorama de los cultivos anuales en el área de proyecto.
- Agrupar información existente de cada cuenca, zonas de planificación y comunas
- Señalar algunos problemas que constituyen una limitante para este rubro en su desarrollo futuro para sentar las bases de su análisis posterior.

- Proporcionar información elaborada por los consultores que permita dimensionar los recursos disponibles de suelo, clima, riego y su utilización.
- Caracterizar la situación actual de los rubros agropecuarios importantes en la zona, indicando niveles de producción, uso de insumos, tecnología y estratificación predial.
- Efectuar un diagnóstico preliminar de los rubros agrícolas estudiados desde un punto de vista técnico y objetivo.
- Características químicas del agua superficial del valle y otras partes a las variaciones tanto estacionales como a lo largo del tiempo de dichas características químicas.
- Determinación de los focos de contaminación, analizando la influencia que tienen sobre la calidad de las aguas.
- Clasificación según los diversos usos a los cuales se destina el recurso agua.

Interrelacionar la información de la calidad química de las aguas superficiales con la hidrología de la zona y las aguas subterráneas.

- Descripción química de las aguas en los diversos sectores y el análisis geoquímica, con el propósito de estudiar los agentes que intervienen en dicha composición química y sus variaciones.
- Lograr una caracterización geoquímica de las aguas subterráneas de los valles en estudio y clasificar sus posibles usos.
- Determinar ciertos mecanismos de recarga de los acuíferos, en sectores donde la calidad y densidad de datos lo permitan.
- Determinar las características de la demanda actual y futura de agua de industrias, de actividades mineras y urbanas.
- Características demográficas y distribución espacial de la población.
- Características sociales y económicas de la población.
- Comportamiento migratorio de la población.
- Presentar, de acuerdo con los términos de referencia, una visión amplia de las características económicas de la Quinta región. Este aspecto, además de su obvia utilidad, ha permitido a los

consultores ampliar sus conocimientos del área del proyecto y analizar los principales estudios y publicaciones existentes sobre la V región.

- Identificar el desarrollo relativo internacional e interzonal. Este aspecto resulta de particular interés en la etapa de políticas de desarrollo, pues permite al organismo encargado de estos determinar prioridades en base a índices socioeconómicos y necesidades de infraestructura (cuellos de botella).

- Proveer a las autoridades nacionales, regionales y a los encargados de estudios sectoriales, de una visión preliminar de las Interrelaciones entre las divisiones de la economía regional, de forma que los futuros estudios sectoriales consideren las implicancias macroeconómicas del desarrollo del sector en cuestión.

- Discutir sobre la base de las tendencias históricas y de la coyuntura actual, cual será la dirección y el probable ritmo de crecimiento de la economía regional. La proyección del sector agropecuario de la V región resulta de particular importancia pues será comparada, durante la etapa final del estudio (segundo semestre 1979), con el desarrollo esperado del sector al implementar los proyectos específicos que se propongan.

E10) Título. Caracterización climatológica cuenca del río Aconcagua.

Autor. Fernando Rodríguez Roa. Ingeniero Civil, (CORFO).

Año. Junio, 1971.

Objetivos. El presente estudio tiene como objeto dar una caracterización climatológica preliminar de la cuenca del río Aconcagua. Para tal efecto se recopilaron y ordenaron todos los antecedentes existentes en los distintos organismos que controlan estadísticas climatológicas.

Se elaboraron diagramas de barras para las distintas variables a fin de indicar gráficamente la duración de sus períodos de observación y las interrupciones que han sufrido a lo largo del tiempo. Se determinaron, además, los parámetros estadísticos primarios en cada una de las estaciones para las variables en ellas controladas.

Se presenta un somero análisis de las variaciones que han experimentado las estadísticas climatológicas con el tiempo. Se recurrió al método de los promedios anuales móviles, a fin de disminuir fenómenos de origen aleatorio que afectan en mayor grado a valores registrados en períodos cortos de tiempo.

En lo referente a lluvias se trabajó principalmente en el estudio de su comportamiento con la altitud en la parte media - alta y alta del valle. No se consideró ampliación y corrección de estadísticas pluviométricas como tampoco el trazado de isoyetas, debido a que estos temas ya fueron tratados en estudios anteriores.

El análisis del perfil pluviométrico se hizo para la zona andina, precisamente porque uno de los mayores vacíos que presenta el trazado de isoyetas es en ese sector, debido a la falta de estadística.

Conclusiones. La cuenca del río Aconcagua tiene clima mediterráneo, con inviernos lluviosos y veranos secos. Por situarse en el límite Norte de esta división climatológica del país, presenta también características de clima semi - desértico, siendo factor determinante los desplazamientos del Anticiclón del Pacífico y del frente polar en dirección Norte - Sur.

Por su latitud, le corresponde estar frente a la zona de altas presiones subtropicales ubicada en el Océano Pacífico, lo que da origen a vientos del W, N-W y S-W. Hay otros vientos diferentes a éstos en cuanto a su origen, que se forman por las diferencias térmicas entre mar - tierra y valle - montaña.

Sus precipitaciones son de carácter ciclónico y también orográfico. La influencia del relieve se manifiesta claramente en la parte alta del valle, al observar como aumentan las lluvias considerablemente a medida que se avanza hacia la Cordillera de los Andes.

Un resumen de los valores medios registrados para las distintas variables meteorológicas se presenta en el Capítulo III.

Se establecen 2 perfiles climatológicos, uno que relaciona la humedad relativa versus la longitud, de expresión lineal, y el otro de precipitación - altitud, de forma exponencial. Ambos son de gran utilidad, no sólo porque significan un mejor conocimiento de la zona, sino porque pueden permitir una ampliación de la información para estudios que así lo requieran. Con el objeto de verificar la bondad del perfil pluviométrico en la parte cordillerana, se estima de suma importancia reinstalar la estación pluviométrica de Juncal.

La carencia de estaciones con períodos de registros largos y comunes dificulta el análisis correlativo de la fluctuación de los distintos factores climatológicos.

Las temperaturas en Los Andes, muestran una tendencia a aumentar en los últimos períodos, lo que coincide con una disminución de la humedad relativa.

Por otra parte, la baja paulatina que se manifiesta en las precipitaciones de San Felipe (E.A.P.), está corroborando las conclusiones obtenidas en la memoria “Variación de algunos factores meteorológicos en Chile a través del tiempo”, del Sr. Harry King (1971), según la cual estaríamos en un período de clara disminución de las lluvias en la zona que va desde Copiapó a Valdivia, siendo este fenómeno más pronunciado en el Norte y Centro del país.

Las estadísticas climatológicas de Los Andes y Quillota, que son las únicas relativamente más completas, fueron suspendidas en 1951, lo cual dejó sin observaciones la zona en un período de tanta importancia como es la última sequía.

Se estima de fundamental interés para complementar el conocimiento de las características meteorológicas de la cuenca, completar el instrumental climatológico en las siguientes estaciones: Portillo, Resguardo Los Patos, Llayllay, Lliulliu, Río Blanco, Los Andes y Quillota.

E11) Título. Usos de técnicas isotópicas en el estudio hidrológico del valle Aconcagua.

Autor. Fernando Alamos Cerda, Fernando Rodríguez Roa y Osamu Susuki S. Ingenieros Civiles, Departamento Recursos Hidráulicos, CORFO.

Año. Septiembre, 1973.

Objetivos. Se hace una descripción breve de la hidrología del valle del Aconcagua, Chile, en forma independiente para cada una de sus 4 secciones en que está legalmente dividido, con el objeto de familiarizar al lector de las interrelaciones entre aguas superficiales y subterráneas; también se da una breve visión de los principales consumos del agua.

Entre los principales objetivos de la investigación, pueden citarse.

- Medición de caudales turbulentos;
- Medición de caudales máximos o peaks, provocados por los deshielos;
- Determinación del origen de la recarga para los diferentes acuíferos existentes en el valle.
- Determinar dirección y velocidad del escurrimiento subterráneo.
- Formar personal familiarizado con el uso de radioisótopos en hidrología.

Para la medición de caudales, se utilizó el Método de Cuentas totales, desarrollado por HULL, usándose un escalímetro y una sonda gamma BSC.

Para detectar la dirección y velocidad del escurrimiento subterráneo se utilizó el método de dilución puntual, usando como trazador radioactivo Rosa de Bengala marcado con  $I^{131}$  frente a zonas acuíferas de buena permeabilidad.

Para el origen de la recarga se obtuvieron muestras por bombeo de pozos profundos, las que debidamente envasadas se analizaron en laboratorios de la A.I.E.A. en Viena.

La medición de aforos turbulentos mediante el uso de radioisótopos resulta exitosa y semejante a las efectuadas por métodos tradicionales cuando se pudieron hacer ambas en forma comparativa. En cuanto a aforos de caudales extremos no se obtuvo éxito debido al gran arrastre de sólidos debido al deshielo y velocidad del agua, los que dañaron la sonda, debiendo haberse utilizado un estanque de paso, alimentado por motobomba. Se aforaron caudales entre 0,31 y 50,20 m<sup>3</sup>/seg.

En cuanto al origen de recarga de los diversos acuíferos existentes, se descubrió que el acuífero de la zona de Rinconada de Los Andes tiene su recarga en aguas provenientes del Estero Pocuro y no del río Aconcagua como el resto de la primera Sección del Valle. En el resto del valle, la información obtenida concuerda con la obtenida por métodos tradicionales.

Respecto a mediciones para detectar el sentido del escurrimiento, éstas concuerdan con las obtenidas mediante curvas equipotenciales del nivel estático del acuífero, salvo la del pozo Romeral que vino a evidenciar el cono de influencia de la galería de captación subterránea de Las Vegas.

Para lograr una mayor agilidad en la obtención de resultados, debería contarse en Chile con un laboratorio adecuado a los requerimientos.

Mediante este contrato puede contarse hoy en día en Chile con 3 profesionales especializados en esta nueva tecnología y con los equipos de terreno necesarios para efectuar las mediciones.

#### Conclusiones.

- El aforo mediante técnica radioisotópicas puede alcanzar gran precisión, para lo cual es requisito disponer en forma adicional en terreno, de un equipo motobomba y un estanque de paso.
- Se estima adecuada una concentración de 1 mCi de  $I^{131}$  por cada m<sup>3</sup>/seg. aforado. Evidentemente este valor dependerá directamente del grado de sensibilidad de la sonda.
- El aforo con isótopos resulta oneroso, por lo cual su uso deber ser restringido a aquellos casos en que el aforo con molinete resulta impreciso, como podría ser en caudales turbulentos y secciones en mal estado.

- Se recomienda afinar mediante este método las partes altas, (creces), de las curvas de descarga que las secciones hidrométricas más importantes del país así lo justifiquen.
- Del análisis de contenido de  $O^{18}$  y D se puede suponer que el agua subterránea del sector de Rinconada de Los Andes recibe aguas desde el estero Pocuro y éste sería su fuente principal de recarga.
- El resto de la primera sección muestra un agua subterránea cuya procedencia es sin duda el río Aconcagua.
- Se recomienda efectuar análisis de contenido de tritio en 2 ó 4 puntos de la primera sección con el objeto de clarificar más la procedencia de la recarga. Se podrá especificar si la recarga se produce por riego o desde el lecho del río durante las creces preponderantemente.
- Se recomienda efectuar análisis de contenido de deuterio en unos 15 sondajes a lo largo del valle, con el objeto de obtener una información más exacta sobre origen del agua y la importancia de la recarga por riego en el valle.
- La tercera sección legal muestra una clara conexión río - acuífero, manifestado por la semejanza en el contenido isotópico del agua subterránea con el agua del río.
- El acuífero confinado de Concón tiene recarga reciente y el contenido de tritio de las muestras señalan que la hipótesis de recarga desde la zona de Angostura de Mauco es factible.
- Las 9 experiencias efectuadas de direcciones de escurrimiento, determinadas con trazadores radioactivos ( $I^{131}$ ), son consecuentes con las obtenidas por métodos convencionales.
- La utilización del método de dilución puntual para determinar la velocidad del escurrimiento subterráneo requiere de la construcción y habilitación de sondajes especiales, lo cual requiere una alta inversión que podría carecer de justificación, debido al grado de precisión de los resultados.
- La aplicación de las técnicas isotópicas es de gran utilidad, sin embargo su aplicación estará sujeta a la información que sean capaces de entregar los métodos convencionales.
- Para lograr una mayor agilidad en la obtención de resultados debería contarse en Chile con un laboratorio adecuado a los requerimientos.
- Mediante las experiencias realizadas en base a este contrato, se puede contar hoy día en Chile con 3 profesionales especializados en esta nueva tecnología y con los equipos de terreno necesarios para efectuar las mediciones.

- Se desea en especial agradecer el interesante aporte técnico y financiero de la Organización Internacional de Energía Atómica, factor esencial que permitió la realización del presente trabajo.

E12) Título. Análisis de alternativas de uso óptimo de los recursos agua y tierra en el valle del río Aconcagua - Chile.

Autor. CEPLA, DEA, IREN.

Año. Mayo, 1976.

Objetivos. Chile se caracteriza por obtener gran parte de su bienestar de la explotación de sus recursos naturales renovables y no renovables, especialmente del cobre y la agricultura. En estos sectores están cifradas gran parte de las expectativas de desarrollo económico del país.

La presión que ejerce el crecimiento de la población mundial sobre la producción de alimentos, involucra una imperiosa necesidad de tender a una óptima utilización de los recursos involucrados en el proceso productivo agrícola. En el caso de Chile esto implica desarrollar una explotación integrada y óptima de los recursos agua y tierra fundamentalmente en el Valle Central del país. Este Valle incluye siete cuencas de los siguientes ríos: Aconcagua, Maipo, Rapel, Mataquito, Maule, Itata y Bio - Bio que aquí se denomina el "Sistema Central de Cuencas". Este Sistema es el principal de Chile por cuanto cubre el 40% de los terrenos agrícolas cultivables y el 85% del área de riego del país.

Conceptualmente sería ideal plantear un análisis del Sistema Central como un todo, con los apropiados niveles de desagregación, según el objetivo del análisis: de planificación o de operación. Ello posibilitaría evaluar los proyectos de mayor envergadura de aprovechamiento de los recursos hidráulicos del Valle Central en un marco consistente e ir tendiendo a una ejecución de éstos en el tiempo que fuese lógica, evitando con ello las tradicionales incongruencias en estas materias en el país.

No obstante la crítica esbozada, el objetivo general de este trabajo es más limitado. Pretende, aislando uno de los Sub - Sistemas del Sistema Central de Cuencas: el del Valle del Río Aconcagua, lograr un análisis de alternativas consistentes de uso integrado y óptimo de los recursos agua y tierra disponibles en la cuenca.

La larga lista bibliográfica presentada en este trabajo contiene los trabajos disponibles estimados más relevantes realizados a la fecha sobre el Valle del Río Aconcagua. De ello se desprende que la preocupación por los problemas de uso de los recursos agua y tierra no es nueva y que este trabajo representa sólo una adición a la larga lista ya existente. No obstante lo anterior se puede

afirmar que a la fecha no existe ningún estudio integrado, en lo temático y en lo metodológico. Este pretende ser uno.

Los estudios realizados en su gran mayoría son estrictamente técnicos abordando principalmente diferentes aspectos hidrológicos y agrarios propios de la zona: cada uno de ellos por cierto relevantes. Existen algunas evaluaciones de obras de infraestructura propuestas para la cuenca, por ejemplo el embalse Puntilla del Viento, pero todas ellas han sido realizadas bajo supuestos y juego de parámetros únicos rigidizando extremadamente la validez de dichas evaluaciones.

Conclusiones. En Chile la discusión relacionada con la prioridad de proyectos de regadío se ha centrado desde hace tiempo en torno a dos tesis: el desarrollo de obras mayores de regadío versus la utilización más eficiente del recurso agua a nivel de predios agrícolas. El caso del Valle del Río Aconcagua es un buen ejemplo de esta situación presentándose en él elementos de ambas tesis.

- El recurso hidráulico se manifiesta restrictivo a nivel de toda la cuenca; el uso agrícola del agua entra en competencia con el uso urbano – industrial. La restricción se manifiesta con mayor intensidad al operar el Sistema bajo condiciones actualmente prevalecientes de eficiencia en el uso agrícola del agua y al no contar éste con regulación alguna del cauce principal.

- Los valores de los productos marginales de este recurso, valorados en distintos puntos del Sistema, disminuyen a medida que: aumenta la disponibilidad del agua, se regula el cauce natural y aumenta la eficiencia de riego, especialmente en la época de máximo riego.

- La incorporación al Sistema del embalse Puntilla del Viento levanta significativamente la restricción del recurso hidráulico, no obstante los beneficios derivados de la sola inclusión de la obra propuesta no alcanzan a pagar el costo de ella.

- La regulación de los recursos hidráulicos del Valle por medio del proyecto Puntilla del Viento, en su concepción más amplia incluyendo el traspaso de aguas hacia el proyecto de riego Los Angeles, es rentable sólo si se logra la incorporación de tierras por sobre las localizadas en la cuenca del río Aconcagua propiamente tal como son las tierras de Chacabuco - Polpaico y Mauco y se logra además un aumento significativo en la eficiencia de riego actual.

- El efecto de mejorar la tecnología de riego resulta ser el parámetro más importante en términos de su impacto económico en el Valle. Un mejoramiento de ésta posibilitaría un aumento de productividad que permitiría el pago de los costos tanto de la mejor tecnología como del proyecto de regulación propuesto.

- El uso óptimo de los recursos hidráulicos del Valle requiere que éstos sean manejados en forma integrada. Sólo un manejo integrado permitiría reasignar recursos hídricos de la zona alta del Valle, en la cual se usan éstos a tasas muy elevadas, hacia las zonas bajas del Valle en las cuales el recurso suele escasear.

La operación de la cuenca como un sistema integrado permitiría controlar en cierta medida el sistema natural enviando el agua por el cauce natural del Río Aconcagua a las zonas agrícolas de interés en el período que el recurso fuese requerido, evitando con ello en parte importante la infiltración del agua usada en exceso, en el riego de área de San Felipe - Los Andes, el acuífero ubicado en su subsuelo. Este manejo parcial de los fenómenos naturales de infiltraciones y recuperaciones de aguas es importante por cuanto estos fenómenos condicionan en forma significativa la agricultura del valle.

Todo lo anterior aplica tanto para la situación con como para aquella sin el proyecto de regulación Puntilla del Viento, siendo el manejo integrado más eficiente en el caso con regulación.

- El uso óptimo de la tierra requiere que la zona alta del Valle intensifique su especialización en frutales y rotaciones de cultivos industriales y la zona baja los haga en cultivo de hortalizas.

- Transferir agua del Sistema Aconcagua al Norte, a las cuencas de los ríos Ligua y Petorca, no implicaría pérdidas para el Sistema sólo si se lograra un aumento significativo en la eficiencia imperante en el uso del agua. De materializarse esta transferencia bajo las condiciones imperantes de eficiencia dicho traspaso implicaría una pérdida para el Valle del río Aconcagua.

Basado en las conclusiones enunciadas y en la información adicional acumulada del análisis del Sistema se puede entregar las siguientes tres categorías de recomendaciones.

- Institucionales. Para tender a una óptima asignación de los recursos hidráulicos a nivel del Sistema del Valle del Aconcagua sería de interés estudiar la factibilidad de crear una entidad, por ejemplo una asociación o un Comisión de Manejo de las Aguas del Valle del Aconcagua que contará con las atribuciones legales para encauzar la tarea. Esta entidad, eminentemente regional y de usuarios, tanto agrícolas como otros, sería la encargada de: (a) regular período a período las distribuciones mayores del recurso hidráulico con una visión integral del Sistema, (b) plantear, (desarrollar) y operar aquellos proyectos hidráulicos que afecten al Sistema como un todo y (c) ser el vínculo institucional con los organismos pertinentes, a nivel nacional, cuando las externalidades que genere y el desarrollo de los proyectos así lo requiera.

Como complemento a dicha iniciativa se requeriría otorgar flexibilidad a las actuales organizaciones de usuarios del agua de riego, asociaciones de canalistas, etc., a fin de permitir transacciones oportunas del recurso entre ellos; utilizando por ejemplo un sistema de tarifas que debiera tender con el tiempo al cobro por volúmenes de agua. El fin perseguido debiera ser lograr una eficiente asignación del recurso hidráulico a nivel de los predios ubicados en cada Macro zona de Riego.

Estas proposiciones implican estudiar la implementación de cambios de fondo en la actual legislación chilena de aguas, en especial el Código de Aguas, dirigidos a lograr una mayor descentralización de responsabilidades en el manejo del recurso agua hacia las regiones y los usuarios, abandonando en parte importante su actual concepción centralista e idear e implementar a nivel del Valle normas que permitan el desarrollo de una institucionalidad diferente a la actualmente existente en materia del manejo del recurso agua.

- Tecnología de Riego. Mejorar la tecnología de riego a nivel predial aparece como una actividad altamente rentable a nivel del Valle. Ello implicaría la conveniencia de implementar programas de asistencia en técnicas mejoradas de regadío a nivel de la unidad productora las que debieran estar destinadas a provocar un cambio tecnológico en los procesos de producción agrícola.

Este mejoramiento en la tecnología de riego implica realizar inversiones en el predio como son nivelaciones de terrenos, tranques de regulación nocturna, unificación de canales, entre otras. Para ello sería conveniente por ejemplo, estudiar la factibilidad de abrir líneas de crédito dirigidas con este propósito específico.

- Obras Mayores de Regadío. La construcción del embalse Puntilla del Viento debiera ser postergada hasta aquel momento en que se logre la implementación de una institucionalidad que asegure un manejo eficiente a nivel del Valle del recurso hidráulico y se hubiera logrado mejorar o bien desencadenar un proceso de mejora en el uso del agua a nivel predial.

Resumiendo, las áreas prioritarias a desarrollar tendrían la siguiente secuencia de acuerdo al incremento de beneficios que cada una de ellas produce a nivel de todo el Valle.

Institucionalidad → Tecnología de Riego → Obras Mayores de Regadío.

El caso del Valle del río Aconcagua se presta para implementar estas recomendaciones en la secuencia propuesta por cuanto cuenta con unas estructuras de riego y agrícola relativamente desarrolladas en relación al resto del país, permitiendo ello suponer un desarrollo continuado de las tres categorías de recomendaciones presentadas en este trabajo.

De cumplirse ese supuesto el Valle del río Aconcagua podría transformarse en una experiencia piloto en el país a ser imitada por otras cuencas más complejas, por ejemplo la del río Maipo.

Finalmente, en cuanto a las futuras investigaciones relacionadas con el Sistema del Valle del río Aconcagua se podrían destacar las siguientes que convendría emprender.

- Estudio del balance hidrológico a nivel de Macro zonas de Riego del Valle enfatizando el proceso de recarga y recuperaciones de los acuíferos subterráneos.
- Estudio de las funciones de producción de cultivos y frutales al agua aplicada empleando distintas tecnologías de riego.
- Estudio de la calidad de las aguas del río, su capacidad de recuperación frente a contaminaciones urbanas, industriales y agrícolas sin y con posibles tratamientos. Al igual considerando posibles poluciones minerales.
- Estudio de la eficiencia de los sistemas de distribución imperantes para las aguas de regadío a nivel de los usuarios y evaluación de los costos de las nuevas estructuras que permitan realizar un reparto tarifado por volúmenes.
- Estudio de proyectos menores de regadío que tiendan a un aumento en el uso eficiente del agua de riego. Destacan entre estos proyectos los tranques nocturnos, la unificación de bocatomas de canales, la unificación de canales, el revestimiento de canales y el drenaje de ciertas áreas agrícolas del Valle.
- Estudio de las modificaciones institucionales que posibilitan la mejora en el manejo del agua a nivel de las zonas y macro zonas agrícolas.
- Reestudio del dimensionamiento del tamaño y operación del embalse propuesto en Puntilla del Viento a la luz del posible trasvase de aguas hacia el Norte y de la operación conjunta con la presa propuesta en Los Angeles, Sistema de los ríos Ligua y Petorca.
- Deducción sistemática de funciones de costos de las obras propuestas a desarrollar y de beneficios agrícolas posibles de obtener bajo distintos supuestos especialmente de tecnología de riego.

E13) Titulo. Estimación tasas de riego en valle del río Aconcagua (Proyecto mejoramiento de riego Puntilla del Viento).

Autor. Sergio Alcayaga C., Manuel Narbona G., Patricio Carmona B., Sady Guzmán B. Ingenieros Agrónomos,(CORFO).

Año. 1971.

Resumen. En la estimación de las tasas de riego para los suelos del valle del río Aconcagua y la regularización de sus aguas mediante el embalse de la Puntilla del Viento, se utilizó como información básica de suelos, el estudio realizado en escala: 1:100.000 en 1965, por la Sección Estudios de Suelos y Aguas de la Corporación de Fomento de la Producción. Durante 1971, se efectuó una revisión completa de la clasificación de capacidad de uso de los suelos y aptitud de los mismos para riego y drenaje y se distribuyeron las diferentes unidades cartográficas de dicho estudio, en grupos de manejo de acuerdo a las posibilidades de utilización de los suelos.

Las unidades de manejo relacionan los suelos de acuerdo a las clases y subclases de capacidad de uso y también se ha considerado las clases de drenaje y la aptitud de riego de los suelos, especial énfasis se ha puesto en estas agrupaciones en la aptitud de los suelos para frutales. No existe información suficiente como para establecer los grupos de manejo de acuerdo a las unidades de capacidad de uso.

El presente estudio cubre una superficie de 76.120 hectáreas de suelos aptos para riego, de ellos, 26.295 has. corresponden a la primera sección de riego, 21.379 hectáreas a la segunda sección, 23.400 hectáreas a la tercera sección y 5.046 hectáreas a la cuarta sección de riego del río.

Las unidades cartográficas del estudio de suelos fueron distribuidas en 15 grupos de manejo.

La siguiente es la caracterización general para los grupos de manejo.

Grupo a de manejo. Comprende suelos aptos para cultivos sin prácticas especiales de conservación. En general reúne a suelos profundos, arcillosos, de buen drenaje, fertilidad moderada a alta, alta capacidad de retención de agua aprovechable, sin limitaciones de arraigamiento. Suelos aptos para todo cultivo y con una excelente aptitud para frutales.

Capacidad de uso = I

Clase de drenaje = 5

Clase de riego = 1

Aptitud frutal = A

Grupo b de manejo. Comprende suelos para cultivos con prácticas simples de conservación. En general reúne suelos moderadamente profundo a profundos, arcillosos de buen drenaje, fertilidad moderada a alta, alta capacidad de retención de agua y sin limitaciones de arraigamiento. Son suelos que ocurren en pendientes dominantes de 1 a 3% y cuyo principal problema puede ser la susceptibilidad a la erosión. Son suelos aptos para todo cultivo y con una buena aptitud para frutales.

Capacidad de uso = II e

Clase de drenaje = 5 (menos de 10% de 4)

Clase de riego = 2

Aptitud frutal = B

E14) Título. Influencia del embalse Puntilla del Viento en los recursos de agua de la hoya intermedia del río Aconcagua.

Autor. Fernando Rodríguez Roa. Ingeniero Civil, (CORFO).

Año. Abril, 1972.

Objetivos. Los estudios hasta ahora realizados indican que las recuperaciones en el río se producen fundamentalmente entre San Felipe y Romeral. En este mismo sector se registran recuperaciones de importancia en los esteros Lo Campo, Catemu y Las Vegas.

Estas recuperaciones provienen del retorno de riego y de la infiltración de lluvias en el sector, del aporte subterráneo del valle Putaendo y en gran parte del drenaje natural del acuífero de la Primera Sección, cuya recarga deriva básicamente de la alta tasa de riego empleada en el área.

El actual Proyecto del Embalse Puntilla del Viento contempla una importante disminución de los recursos destinados al regadío de la Primera Sección.

Se ha considerado una tasa de 16.200 m<sup>3</sup>/há/año en circunstancias que el valor promedio, calculado en base a aforos aislados de canales en bocatoma, sería del orden de 22.500 m<sup>3</sup>/há/año, de acuerdo al informe preliminar del Aconcagua de los Ingenieros P. Kleiman y J. Torres.

Uno de los objetivos más importantes del presente informe es dilucidar hasta qué punto la disminución de la tasa de riego en la primera Sección, no significaría desaprovechar las condiciones naturales de regulación actualmente existentes a través del embalse de agua subterránea en ese sector, el que como se ha visto, produce entregas en la segunda Sección con una regulación multianual y por tanto con las consiguientes ventajas, en períodos de sequía prolongados.

Se estudia también la infiltración de agua adicional producida por el Canal Putaendo que al mejorar el regadío del Valle Putaendo incrementaría su aporte subterráneo al Aconcagua.

Finalmente se hace un análisis general de las características y origen de los recursos de la hoya intermedia con el propósito de estudiar la influencia global del proyecto contemplado por la Dirección de Riego en la magnitud de dichos recursos.

Conclusiones. Las estadísticas fluviométricas de Aconcagua en Chacabuquito, Putaendo en Resguardo Los Patos y Aconcagua en San Felipe, presentan los siguientes gastos medios anuales.

Tab. 2.1. Estadísticas fluviométricas.

Probabilidad año (%)	Chacabuquito (m <sup>3</sup> /s)	Los Patos (m <sup>3</sup> /s)	San Felipe (m <sup>3</sup> /s)
50	29.0	7.8	14.0
80	23.0	5.2	8.6
90	18.0	3.8	4.0

- La recarga del acuífero de la 1.a Sección deriva básicamente del regadío del área. La infiltración media anual es de 13.6 m<sup>3</sup>/s en las condiciones actuales.

- La tasa de riego en el año 50% en esa Sección es de 23.000 m<sup>3</sup>/Há/año, que corresponde a una eficiencia de regadío del 35%.

- La infiltración media en el valle Putaendo es del orden de un 70% del caudal ingresado en Los Patos. Proviene fundamentalmente del riego y alcanza en el año 50% a 5.5 m<sup>3</sup>/s. Se recomienda controlar en forma periódica el río Putaendo en su desembocadura en los períodos que presenta caudal, con objeto de precisar dicho porcentaje de infiltración.

- De acuerdo a los resultados obtenidos en las corridas de aforo realizadas, se producirían pérdidas de conducción importantes en el lecho del río en el sector comprendido entre Los Patos y Mal Paso. Entre Mal Paso y la desembocadura del río Putaendo al Aconcagua, éstas carecen de significación.

- Los recursos de la hoya intermedia se originan principalmente en la zona que se extiende entre San Felipe y Romeral (2.a Sección).

- Las ganancias de agua registradas en los esteros Lo Campo, Catemu y Las Vegas son del mismo orden de magnitud que las medidas en el lecho del río, incluso en períodos de extrema sequía son superiores.

- Estas recuperaciones son motivadas fundamentalmente por el drenaje natural del embalse subterráneo de la 1.a Sección, por el aporte subterráneo del Valle Putaendo al Aconcagua y por el retorno de riego del sector.

- Las recuperaciones de la zona comprendida entre Romeral y Calera son muy inferiores a las del sector anterior e iguales a un 15% del aporte total del curso medio del valle Aconcagua en el año 50%. Se derivan del retorno de riego del área principalmente.

- El valor medio de las recuperaciones totales alcanzan a  $30 \text{ m}^3/\text{s}$ ., de los cuales  $19 \text{ m}^3/\text{s}$  corresponden a recursos del río entre San Felipe y Calera , y  $11 \text{ m}^3/\text{s}$ , a recursos de los esteros ubicados en la zona. Este aporte, en su conjunto, originado por el re - uso y doble re - uso del agua, representa el 80% de los ingresos cordilleranos a la cuenca.

- Producto de la sequía de los años hidrológicos 1967 (95%) y 1968 (98%), el valor medio de las recuperaciones totales medidas en los años 1968 y 1969 es de  $17 \text{ m}^3/\text{s}$ .

- El valor mínimo registrado en el río es de  $6.1 \text{ m}^3/\text{s}$  en Noviembre de 1969.

- El valor mínimo registrado en los esteros es de  $7.8 \text{ m}^3/\text{s}$  en Octubre de 1969.

Las recuperaciones de los tributarios ubicados entre San Felipe y Calera son constituidas en parte considerable por el retorno de riego del sector.

- El valor máximo o período de peak según las estadísticas disponibles, corresponde al año 1954, durante el cual el conjunto de las recuperaciones ascendió a un monto del orden de  $48 \text{ m}^3/\text{s}$ .

- La inercia del sistema hidrogeológico que retarda la respuesta de la condición emergente del acuífero de la 2.a Sección en relación al agua infiltrada en el Valle Putaendo y en la 1.a Sección, oscila entre uno y dos años sin tomar en cuenta factores residuales de períodos anteriores que no

tienen mayor incidencia. La influencia del año hidrológico inmediatamente anterior es en todo caso factor preponderante, principalmente en períodos de extrema sequía o períodos de peak.

- La tasa media de riego en la 2.a Sección es de 19.000 m<sup>3</sup>/Há/año.
- El proyecto el embalse Puntilla el Viento contempla disminuir las tasas de riego actuales de la 1.a y 2.a Sección a 16.200 m<sup>3</sup>/Há/año.
- Las modificaciones que experimenta el régimen de infiltraciones de la 1.a Sección con embalse, para distintas probabilidades, se indican en la tabla adjunta.

Tab. 2.2. Infiltración 1.a Sección (m<sup>3</sup>/s).

Probabilidad (%)	Situación Actual	Con embalse	Déficit	% c/rel. Infil. actual
50	13.6	9.6	4.0	29.4
80	11.0	9.0	2.0	18.2

- La disminución de la tasa de regadío de la 2.a Sección ocasiona un merma en el retorno del riego de la zona de 1.6 m<sup>3</sup>/s en el año medio.
- En el valle Putaendo la infiltración media anual adicional a que daría origen el proyecto canal del mismo nombre es de 1.4 m<sup>3</sup>/s en años normales y seco – normales.
- Por razones hidrológicas no se ve mayormente atractiva la construcción del canal Putaendo. Se recomienda realizar un estudio de factibilidad técnica y económica del regadío del sector bajo en el valle Putaendo mediante explotación del agua subterránea, como solución alternativa o complementaria a los servicios prestados por el trazado de un canal de menor capacidad, para resolver los graves problemas originados por la falta de agua en el área. La alta tasa de retorno de riego existente en el sector asegura una variación poco significativa del aporte subterráneo del Putaendo al Aconcagua.
- El embalse actuará como regularizador de los recursos de la hoya intermedia. En años normales y seco- normales variarían sólo entre 22 y 25 m<sup>3</sup>/s. En el año 98% alcanzan a 15 m<sup>3</sup>/s.
- Con objeto de incrementar las recuperaciones del curso medio del valle y mejorar las disponibilidades del recurso de agua subterránea en la parte baja del Aconcagua, se recomienda

hacer uso de los excedentes del sistema a fin de aumentar la recarga de los acuíferos de la 1.a, 3.a y 4.a Sección.

- Los sobrantes de cordillera que irían a dar al mar, una vez que hayan servido las demandas del Valle, se presentan a continuación para distintas probabilidades.

Tab. 2.3. Gasto medio anual para distintas probabilidades.

Probabilidad año (%)	Gasto medio anual (m <sup>3</sup> /s)
20	17.5
50	4.9
80	0.3

- El aumento de la tasa de riego de la 1.a Sección permitirá indirectamente paliar el déficit de recuperaciones que presentan los valores asumidos en el estudio de regulación del embalse con respecto a los calculados e incluso aumentarlos en forma importante en el 60% de los años.

- La 3.a y 4.a Sección dispondrán, además de los excedentes provenientes de la hoya intermedia que tienen un valor promedio de 7 m<sup>3</sup>/s y presentan gran regularidad.

- Recuperaciones y/o recursos de agua subterránea adicionales a los considerados en el Proyecto, se emplearían para satisfacer demandas de riego de áreas nuevas, existentes principalmente en las zonas de Mauco y Limache, y/o para satisfacer las crecientes demandas de agua potable de Valparaíso y Viña del Mar.

E15) Título. Estudio a nivel de diagnóstico del proyecto Aconcagua V región.

Autor. EDIC Ingenieros Limitada.

Año. Noviembre, 1995.

Objetivos. se refiere a formular a nivel de diagnóstico un Programa de Desarrollo Integral de los recursos naturales disponibles en las cuencas de los ríos Aconcagua, Putaendo, Ligua y Petorca, como también en el sector costero que se desarrolla entre el estero Huaquén y Concón.

El estudio corresponde a una complementación y actualización del “Estudio Integral de Riego de los Valles Aconcagua, Putaendo, Ligua y Petorca” que desarrolló en el año 1982 CICA para la Comisión Nacional de Riego.

La superficie potencialmente regables asciende a unas 105.000 hectáreas, de las cuales sólo unas 55.900 hectáreas se regarían en la actualidad con una seguridad estimada de 85%, aunque la superficie bajo canal alcanza a cifras del orden de las 86.700 hectáreas.

En general la zona agrícola del área de estudio, que tiene un desarrollo tecnológico bastante avanzado, se caracteriza por una ausencia casi total de obras de regulación, puesto que las existentes, que satisfacen zonas locales, son de poca relevancia frente al potencial regable. En estas condiciones, la escasez del recurso en la época de máximas demandas es un factor altamente limitante para el aprovechamiento del rico potencial agrícola existente y que ha impedido regar satisfactoriamente las 105.000 hectáreas con posibilidades de utilización agropecuaria.

Conclusiones. Las conclusiones de este análisis de diagnóstico pueden resumirse de la manera siguiente:

El desarrollo integral de los recursos de las hoyas de Aconcagua, Ligua-Petorca y secano costero es factible técnica y económicamente.

Las alternativas más favorables son.

Embalse Los Angeles de 140 Hm<sup>3</sup> y complemento de bombeo de 130 Hm<sup>3</sup>.

Embalse Puntilla del Viento 155 Hm<sup>3</sup> y complemento de bombeo de 160 Hm<sup>3</sup>.

El caso que corresponde a Los Angeles de 140 Hm<sup>3</sup>, presenta indicadores favorables, técnicamente no tiene dificultades de realización y existe un derecho de aprovechamiento de aguas que si se destina para este proyecto permite llenar el embalse.

Con relación a la Central Hidroeléctrica que se estudió en el embalse Los Angeles sus indicadores económicos son similares al proyecto sin ella y por lo tanto, no existe un interés especial respecto a su realización.

En todo caso, en el análisis de optimización del embalse convendrá incluirla pues si se mejora el aprovechamiento del embalse ella podría resultar más favorable.

Cabe hacer presente que esta alternativa sirve solamente a Ligua -Petorca y no tiene mayor efecto sobre Aconcagua, es decir representa una solución con recursos del Aconcagua en la que ellos no se destinan a esa cuenca sino que a las citadas.

En la alternativa basada en Puntilla del Viento, el embalse que se ubica en el Aconcagua presenta la ventaja de servir tanto al Aconcagua como a Ligua-Petorca, es decir la utilización de las aguas superficiales tiene un carácter más integral que en el caso de Los Angeles, siendo ésta una ventaja de mucha significación pues los recursos del Aconcagua se distribuirían entre los distintos sectores del proyecto cubriendo de ese modo gran parte del área del estudio.

En una etapa más avanzada del estudio, es decir en el análisis de optimización que posiblemente se seguiría a este diagnóstico, es probable que los indicadores económicos puedan mejorarse pues al seleccionar áreas de mayor productividad o con menores obras de conducción, se conseguirían mayores rentabilidades que las que resultaron en este estudio.

En este sentido, cabe mencionar que el análisis agronómico ha sido de tipo conservador y realista, tratando de incorporar en los conceptos de desarrollo las opiniones de los productores, tendencias limitantes de los mercados actuales y considerando precios y rendimientos de los productos agrícolas que a la fecha del estudio podrían considerarse ajustados y que no corresponden a consideraciones optimistas.

Como aspectos que podrían iniciarse en forma independiente de un futuro sistema de Riego que gravite en forma importante en el área del estudio, cabe mencionar las soluciones de tipo parcial y focalizado que se indican a continuación.

Se estima conveniente incentivar el regadío mecánico pues tendría la ventaja de ir incorporando en forma gradual e inmediata un recurso como el acuífero, el que se visualiza como elemento complementario necesario, pudiendo para estos efectos acogerse a la ley N°18.450, lo que permitiría rebajar costos de inversión.

En el caso de Ligua-Petorca, el estudio relacionado con Laguna Chepical demostró su conveniencia económica, y aunque sirve a un área limitada de alrededor de 1.500 ha, se estima conveniente su realización. Cabe hacer presente que ella no interfiere con los Sistemas de Riego estudiados pues está sobre las cotas de las zonas servida por ellos y, por lo tanto, puede considerarse como una solución totalmente independiente.

Adicionalmente, en estas cuencas se considera del más alto interés analizar el efecto de realizar trabajos en los ríos que permitan una mayor infiltración del escurrimiento invernal propio o de

excedentes hídricos trasvasables desde el río Aconcagua de modo de incorporar al acuífero recursos utilizables posteriormente en la época de estiaje.

Respecto a Putaendo su problemática mayor se refiere a la gran infiltración que se produce en el río y los canales existentes lo que unido a su escasez de agua en la época de verano crea dificultades importantes en el riego. Al respecto, ya se está avanzando en el mejoramiento de las obras de conducción para solucionar este problema. En todo caso, la solución del riego de Putaendo es una materia propia de su hoya y debe ser abordada en forma independiente de los sistemas estudiados, los que como se pudo demostrar se encarecen si incorporan esta cuenca al conjunto.

Con relación al Aconcagua, el mejoramiento del canal Waddington presenta muy buenos indicadores y por lo tanto, se estima que debe ser considerado en los próximos planos de regadío.

Otro aspecto en el que se podría avanzar se refiere al drenaje de las zonas 3 y 4 del Aconcagua, ya que el estudio de tipo general realizado permite establecer costos que varían según el caso entre \$200.000/ha y \$3.000.000/ha.

Estas cifras indican que existen sectores en que éste, desde el punto de vista agrícola, se podría justificar plenamente, generando adicionalmente, recursos de agua aprovechables en los balnearios del litoral.

E16) Título. Cuencas hidrográficas en Chile, diagnósticos y proyectos.

Autor. Ministerio de Planificación y Coordinación (MIDEPLAN).

Año. 1998.

Objetivos. Este fue desarrollar una serie de acciones que posibilitaran preparar adecuadamente los estudios básicos y de preinversión, que permitieran contar con los antecedentes necesarios para elaborar un amplio Programa de Manejo de Cuencas.

Los objetivos generales definidos fueron.

- Mejorar la calidad de vida de la población, incrementando la producción de bienes y servicios, manteniendo un medio ambiente libre de contaminación y mejorando las condiciones de funcionamiento de las cuencas.
- Proteger, conservar y mejorar los recursos naturales renovables presentes en las cuencas hidrográficas seleccionadas, por medio del establecimiento y desarrollo de sistemas apropiados de producción, manejo, protección y extensión.

- Mejorar la gestión del recurso agua, con el objeto de aumentar la eficiencia de uso, conservar su calidad y evitar los conflictos entre usuarios.

Disponer de información socioeconómica y técnica que permita optimizar y ajustar las actividades de manejo de los recursos naturales.

- Desarrollar una estructura institucional y sectorial que fomente el uso racional de los recursos naturales en las cuencas.

Los objetivos específicos definidos fueron.

#### Manejo Forestal y Suelos.

- Alcanzar un manejo y conservación de los recursos, a través de la puesta en práctica de técnicas y procedimientos que permitan optimizar su aprovechamiento, asegurando su permanencia en el tiempo y mejorando su calidad.
- Establecer un sistema de extensión que permita promover una participación eficiente de la comunidad en el manejo y conservación de los recursos naturales renovables.
- Implementar programas de desarrollo de comunidades rurales en áreas pre – andinas degradadas o con bosque nativo.

#### Áreas Silvestres Protegidas.

- Incrementar la protección y manejo de los recursos naturales y culturales presentes en las Areas Silvestres Protegidas.
- Incorporar al sistema aquellas áreas que sustentan ecosistemas no representados actualmente en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado, SNASPE.
- Favorecer la recreación en ambientes naturales.
- Implementar programas de educación ambiental.

#### Control Forestal.

- Mejorar las actividades de control y fiscalización de las actividades forestales productivas que se realizan en cada cuenca, para lograr un mayor cumplimiento de la legislación forestal vigente.
- Desarrollar líneas de investigación que aumenten la eficiencia de los sistemas de control y fiscalización.

Desarrollar programas de difusión o extensión de la legislación forestal vigente.

Manejo del Fuego.

- Desarrollar programas de educación y prevención de incendios forestales.
- Fortalecer la infraestructura de combate de incendios forestales.

Control de Crecidas y Manejo del Cauce.

- Mitigar los efectos de las crecidas en sectores poblacionales y productivos.
- Racionalizar el uso de sectores ribereños.
- Generar sistemas de alerta a la población frente a fenómenos de crecidas.

Gestión y Conservación de los Recursos Hídricos.

- Desarrollar planes de ordenamiento y sistemas de gestión, que permitan un aprovechamiento múltiple de los recursos, con criterios de optimización económica, protección ambiental, resguardo de los derechos existentes y de mitigación de los impactos de sequías.
- Implementar un sistema de medición y red de monitoreo que permita disponer de información adecuada y confiable de los sistemas hídricos.
- Proponer el mejoramiento del uso de los recursos hídricos.

De este modo, los planes de ordenamiento y los programas de manejo a desarrollar para cada cuenca serán el medio para alcanzar estos objetivos. Estos consisten en un conjunto de proyectos de preinversión para cada uno de los seis componentes definidos.

E17) Titulo. Divisiones hidrográficas, catastro de pozos al 31 de Julio de 1970.

Autor. Departamento de Recursos Hidráulicos (CORFO).

Año. 1970.

Objetivos. Presentar los principales antecedentes de los pozos perforados en las divisiones Hidrográficas que a continuación se indican, ordenados de Norte a Sur y cuya construcción fue terminada antes del 31 de Julio de 1970.

Tab. 2.4. Divisiones hidrográficas.

División	Nombre
118	Choapa- Petorca.
214	Petorca.
215	Ligua.
119	Aconcagua – Ligua.

Se presentará una descripción hidrológica acerca de las hoyas citada en el cuadro anterior, la cual ha sido extractada del informe encargado por el Departamento. de Recursos Hidráulicos de Corfo a la firma Proas.

E18) Título. Mapa generalizado de suelos y descripciones detalladas de series, tipos y fases en el valle del río Aconcagua.

Autor. Sergio Alcayaga C., Manuel Narbona G., Jorge Astudillo B. y Oscar Walter J. Ingenieros Agrónomos,(CORFO).

Año. 1966.

E19) Título. Cuenca del Aconcagua, agua subterránea catastro de pozos al 31 de Diciembre de 1968.

Autor. Sección aguas subterráneas, Departamento de Recursos Hidráulicos (CORFO) y Sección aguas subterráneas, Instituto de Investigaciones Geológicas (I.G.G.).

Año. 1969.

Resumen. Se presentan los principales antecedentes de los pozos profundos perforados en la cuenca del río Aconcagua, cuya construcción fue terminada antes del 31 de Diciembre de 1968. Se incluyen además como información complementaria los datos de los análisis químicos del agua subterránea de esta cuenca.

E20) Título. Producción específica de las cuencas hidrográficas de Chile.

Autor. Sergio Hadad Heresi. Ingeniero Civil, (CORFO).

Año. 1973.

Objetivos. La cordillera de los Andes, es un elemento de suma importancia para el desarrollo económico de nuestro país, desde el punto de vista del recurso hídrico.

Este último tiempo se ha extendido el concepto que una buena planificación y uso del recurso agua en Chile debe basarse en el traspaso de aguas de la zona Sur, con excedentes hídricos al Norte, zona deficitaria y que el agua que debe ser trasladada, por problemas topográficos, debe ser captada en la zona cordillerana, nos encontramos con el ineludible deber de conocer cuales son realmente los recursos hídricos disponibles.

A pesar de las razones expuestas anteriormente, nunca se ha realizado en Chile un estudio general e integral de toda la cordillera de los Andes. Este vacío es el que trata de llenar este estudio para lo cual se han estudiado 22 cuencas de ríos chilenos comprendidas entre los ríos Copiapó al Norte y Puelo al Sur.

Conclusiones. El análisis del comportamiento de la producción específica anual en nuestro país se efectuó estudiando su variación con respecto a la latitud, considerando siempre valores medios por cuencas hidrográficas y también valores de latitud media para cada cuenca. En la figura N°4.1. se tiene la variación que experimentan las producciones específicas anuales medias en función de la latitud, considerando en los promedios por cuenca, todas las estaciones estudiadas.

Estos valores aparecen tabulados en el Anexo A-4.1. de dicho gráfico podemos concluir que la producción específica va aumentando paulatinamente hacia el Sur, lo que es corroborado por la gradación climática y pluviométrica que se produce a lo largo del país. En otras palabras, se observa una producción específica de las cuencas hidrográficas esencialmente variable según una ley de forma similar a la seguida por las precipitaciones en función de la latitud.

E21) Título. Estudio del comportamiento mecánico fluvial del río Aconcagua en el sector Santa Rosa de Colmo. Informe preliminar.

Autor. REG. (Ricardo Edwards G. Ingenieros Ltda.), (MOP).

Año. Junio, 1995.

Objetivos. Este documento corresponde a un estudio técnico preliminar cuyo objetivo es determinar las causas que han provocado el actual perfil del río y emitir un diagnóstico respecto a las condiciones actuales del río Aconcagua y sus obras de infraestructura, en el sector ubicado entre el puente Colmo y el tramo donde actualmente realiza sus extracciones la planta Maggi. Junto a esto se pretende establecer las acciones a seguir para este sector y para el tramo ubicado hacia aguas arriba del Puente Colmo hasta Lo Venecia, con miras a establecer las bases para un aprovechamiento futuro que considere el equilibrio general del cauce y su recuperación en el área de Santa Rosa de Colmo.

De acuerdo a los antecedentes, el cauce de este río presenta una alteración en su equilibrio sedimentario natural, producto principalmente de las extracciones de áridos del sector, y a la ausencia durante los últimos 7 años de caudales sólidos importantes que le permitieran recuperarse.

Durante el periodo 1988-1994 el caudal máximo que ha escurrido por este tramo fluctúa en torno a los  $400\text{m}^3/\text{s}$ . cifra tres veces inferior a la crecida 1 en 10 años, razón por la cual el aporte sedimentario del río no ha permitido su recuperación.

El déficit sedimentario del sector Santa Rosa de Colmo alcanza a aproximadamente  $1.5\text{Mm}^3$ , y su recuperación en un corto o mediano plazo se ve muy poco probable, ya que incluso la tasa actual de extracción aguas arriba de este tramo es del orden de  $1.0\text{Mm}^3/\text{año}$ , contra no más de 300 mil  $\text{m}^3/\text{año}$  de aporte en años normales.

Conclusiones. El estudio realizado básicamente analiza los antecedentes topográficos de distintas épocas y evalúa las condiciones hidráulicas para las situaciones existentes en 1978, 1988 y 1995, con lo cual se desprenden las siguientes conclusiones.

- El lecho del río Aconcagua ha presentado una degradación importante a partir de 1978.
- Entre 1978 y 1988 el descenso medio del fondo del río entre los 400m y 3000m aguas abajo del puente Colmo es del orden de 1.5m. esta socavación debe atribuirse principalmente al paso de las crecidas de 1982, 1984, 1986 y 1987, en que el tramo en cuestión no presentó un equilibrio y dejó pasar hacia el mar enormes cantidades de material.
- Entre 1988 y 1995 en el mismo tramo anterior, el lecho descendió un promedio de 3.0m, lo que significa que las fundaciones de las defensas fluviales de los pozos de ENAMI quedan en condiciones precarias.
- Dada la ausencia de crecidas importantes durante el periodo 1988-1995, el descenso anterior se atribuye a un fenómeno de socavación retrógrada originado principalmente en las importantes excavaciones existentes aguas debajo de las defensas de ENAMI (MAGGI), donde las faenas de extracción de áridos alcanzan niveles de hasta 5m bajo el fondo del lecho existente en 1988. En efecto, aguas arriba de dicho sector el escurrimiento en las condiciones actuales presenta altas velocidades, lo que respalda la observación anterior.
- Las extracciones ubicadas frente a ENAMI por la ribera norte, como son el caso de FE GRANDE y OLIVOS, si bien aún no han tenido incidencia sobre degradación del lecho, el rebaje

existente puede significar una socavación acelerada en el caso se una crecida que ocupe el sector norte del cauce, de modo que es imprescindible suspender dichas faenas de extracción.

- Los antecedentes indican que la infraestructura del sector Santa Rosa de Colmo está en condiciones de seguridad inadecuadas. En efecto, una crecida podría afectar un tramo de la defensa de ENAMI y provocar el colapso de uno de sus pozos. junto a esto debe esperarse que el progreso de la socavación debido a la aceleración del flujo aguas arriba de las “lagunas” de extracción pudiere llegar a afectar al puente Colmo.

- También presenta riesgo el terraplén del ferrocarril frente a estas lagunas, ya que podría fallar por socavación al encontrarse el fondo del cauce a 5m bajo el lecho natural.

E22) Título. Proyecto refuerzos de emergencia pozos Santa Rosa de Colmo ENAMI – VENTANAS.

Autor. REG.(Ricardo Edwards G. Ingenieros Ltda.),(ENAMI).

Año. Julio,1995.

Objetivos. Este proyecto tiene como objeto, de acuerdo al informe anteriormente elaborado por esta oficina denominado “Estudio del comportamiento mecánico fluvial del río Aconcagua en el sector Santa Rosa de Colmo”, entre los años 1988 y 1995, reforzar las defensas de los pozos de ENAMI, que se encuentran en precarias condiciones en el tramo en que el flujo se acelera para acceder a la depresión producida por la extracción de áridos, con el objeto de resistir crecidas del tipo 1 en 10 años.

Conclusiones. Las conclusiones de este proyecto se pueden desglosar de la siguiente manera.

- El fondo del brazo norte del río se ubica en general bajo las cotas de fundación del proyecto de 1988. Esto se debe a que el fondo del río ha descendido respecto a la situación de 1988.

- Debe hacerse presente que la construcción de las defensas no se ciñeron al proyecto desarrollado por REG en 1988, ya que en general éstas se fundaron a menor profundidad, y sus coronamientos a menor elevación, lo que acentúa aún más el problema. En todo caso, dado que el lecho ha descendido tan notoriamente, el problema igual se hubiera presentado, ya que las cotas de fundación de proyecto están por sobre el fondo actual del río.

- A partir del botador B3 hacia aguas abajo la situación se va agravando en lo relativo al descenso que ha sufrido el fondo del río respecto a 1988.

- No obstante lo anterior el brazo Norte se aleja de la ribera a partir del botador B6, de modo que se estima que para este refuerzo de emergencia basta con proteger el tramo entre los botadores B3 y B6, pudiendo postergarse el refuerzo hacia aguas abajo para la próxima temporada.
- Dado que entre los botadores B2 y B3 se observa una importante socavación que podría afectar al poza N° 8 de ENAMI, se propone construir un espigón entre estos dos botadores, con esto de paso queda protegido el botador B3.
- Los botadores B4,B5 y B6, y el espigón E2 se protegerán con un collar de refuerzo.
- Dado que se actuará sólo en el tramo a la vista más afectado, se recomienda dejar al menos 1000 m<sup>3</sup> de roca acopiada en las riberas, para hacer frente a eventuales problemas en otros sectores.
- Dada la urgencia de llevar a cabo esta construcción, se deberá aceptar que los enrocados no cuenten con filtro geotextil, ya que dicha faena demorará demasiado la ejecución. Sólo en caso de no llevarse a cabo esta obra durante este invierno, podrá agregarse un filtro geotextil en el sector de apoyo de rocas sobre terreno.

E23) Titulo. Recuperación del lecho del río Aconcagua en Santa Rosa de Colmo. Informe técnico.

Autor. Ministerio de Obras Publicas, Dirección general de obras publicas, dirección de vialidad, subdirección de obras, departamento de obras fluviales.

Año. Mayo, 1998.

Objetivos. En 1993 se detectaron importantes socavaciones en el lecho del río Aconcagua, aguas abajo del puente Colmo. REG Ingenieros elaboró un informe al respecto, el que concluyó que era necesario interrumpir la explotación de áridos hacia aguas abajo del puente en cuestión, hasta que se verificara una recuperación del cauce.

El presente documento tiene por objeto actualizar dicho diagnóstico, con miras a establecer si se puede o no levantar la restricción de explotación.

Conclusiones.

- No es posible levantar aún la restricción de explotación de áridos aguas abajo del puente Colmo.

- Es necesario un ordenamiento general de las explotaciones de áridos, que permita con certeza asegurar que las extracciones se acojan a un alineamiento de proyecto, con volúmenes que permitan recuperar el déficit existente.

- Dada la precaria condición existente en lo referente a equilibrio sedimentario del cauce, es fundamental contar con un proyecto único de extracción, sobre topografía base única, que asigne a cada productor una tasa y geometría de explotación coherente con la tasa de renovación natural del río.

- Es importante estudiar el efecto de traslación de áridos desde aguas arriba hacia aguas abajo del cauce del Aconcagua, producto de la degradación existente en el área de Colmo y San Pedro. Esto si bien constituye un problema debido a los riesgos de socavación que involucra, puede a la vez significar un aumento en los aportes del río respecto al promedio.

- Es necesario tomar acción inmediata sobre la estabilidad de las cepas del costado Norte del puente Colmo.

- Debiera analizarse la posibilidad de provocar un angostamiento artificial aguas abajo del puente Colmo, con el objeto de favorecer la sedimentación en este sector. El angostamiento podría materializarse a base de espigones transversales, uno por cada ribera.

Debe hacerse presente que la ubicación exacta de dichos espigones, sus cotas de coronamiento y fundación, son motivo de un análisis hidráulico y mecánico fluvial acucioso. En efecto, obras de este tipo son vulnerables a sufrir socavación local y colapsar. Por otro lado, la alteración de la geometría natural del cauce puede a su vez significar inundaciones hacia aguas arriba y degradaciones hacia aguas abajo, que deben evitarse. En consecuencia, es materia de un estudio exhaustivo el distanciamiento a que deben ubicarse las cabezas de los espigones que se enfrentan, a fin de lograr dos objetivos: favorecer la sedimentación hacia aguas arriba, y evitar que los niveles de inundación aumenten respecto a las condiciones actuales.

- Es importante buscar una forma adecuada de acopiar los áridos de rechazo por exceso de tamaño. Idealmente debieran quedar expuestos a la corriente, de modo que sean erosionados e incorporados más abajo al lecho. Por cierto esto requiere ser evaluado desde el punto de vista hidráulico y mecánico fluvial, ya que un error en la disposición de estos materiales puede significar el desvío del río hacia las riberas, con los consiguientes daños que esto podría ocasionar.

E24) Título. GASVALPO proyecto red de distribución de gas natural. Antecedentes técnicos cruce del río Aconcagua sector puente Colmo para permiso de la DGA.

Autor. Geotécnica Consultores S.A., (DGA).

Año. 1997.

Objetivos. En el marco de los estudios geológicos – geotécnicos del gasoducto GASVALPO, Geotécnica Consultores realizó el presente estudio cuyo objeto es la caracterización o también llamada, sectorización geológico – geotécnica del trazado del gasoducto entre Puente Colmo y Las Ventanas, incluyendo el ramal Las Gaviotas. Esta consiste en la determinación de la naturaleza geológica de los materiales involucrados en el trazado del gasoducto y en la definición de los métodos de excavación.

El análisis hidráulico fluvial que se desarrolla en este estudio tiene como objetivo determinar las características del escurrimiento en el tramo de río en estudio, que permita estimar la profundidad de socavación esperada en la zona de cruce de la cañería de gas.

Los tipos de socavación de interés en este caso, son los siguientes: Socavación Generalizada, la que se produce en angostamientos naturales o artificiales, durante el paso de una crecida, y la Socavación Local, la que se produce al pie de obras como por ejemplo: pilas de puentes, estribos, punta de espigones, etc.

El análisis del riesgo sísmico se ha efectuado a partir de las características sísmicas generales del área. Para ello se han considerado las fuentes sismogénicas que afectan la zona comprendida entre las latitudes 33°S y 34°S.

Conclusiones. De acuerdo a la información geológico – geotécnica obtenida durante el desarrollo de este estudio, la zanja de emplazamiento del ducto se excavará en suelos depositados por acción fluvial, de consistencia baja a firme y/o compacidad baja a media en los cruces de esteros y quebradas. El agua subterránea se localizó a unos 2 m de profundidad a la fecha del estudio (Marzo 1997).

Existen importantes diferencias en el cálculo de la socavación si se considera un diámetro representativo  $D_{50}$  frente a considerar como diámetro representativo el  $D_{84}$ .

La utilización del  $D_{84}$  en el cálculo de la socavación considera el acorazamiento con las fracciones mayores de la granulometría. Esta suposición es conservadora, debido a que está suponiendo que el lecho experimenta un cierto acorazamiento pero ninguna alimentación de sedimentos desde aguas arriba, lo que está por el lado de la seguridad ya que esta sección corresponde a una sección de depositación.

De acuerdo a lo expuesto, se recomienda adoptar como socavación de diseño, el valor de las socavaciones máximas tomando como base la crecida de período de retorno de 100 años y un diámetro representativo  $D_{84}$ .

Los antecedentes sísmicos de la zona de emplazamiento del trazado de la red primaria y secundaria de GASVALPO, permiten concluir que durante la vida útil del Gasoducto se registrará por lo menos un sismo de intensidad  $M_s = 8.5$ , con aceleraciones máximas del suelo de 0.6 g.

El efecto de los sismos sobre el Gasoducto en los cruces de los cursos de agua, consistirá en vibraciones del suelo con aceleraciones máximas de 0.6 g.

Los antecedentes disponibles no indican presencia de fallas activas en el área de interés y por ende, desplazamientos verticales y/o horizontales que pudieran provocar ruptura del ducto. En base a los datos expuestos, se recomienda considerar un terremoto de magnitud de Richter  $M_s = 8.5$  y una aceleración máxima del suelo de 0.6 g, para el diseño de esta obra.

E25) Titulo. Estudio de factibilidad programa de Manejo de Cuencas Hidrográficas.

Autor. DHV Consultants BV the netheriands, en asociación con Instituto Forestal filial CORFO, ICSA Ingenieros Consultores y BF ingenieros civiles.

Año. Diciembre, 1995.

Objetivos. Los objetivos generales definidos para el programa de Manejo de Cuencas Hidrográficas fueron los siguientes.

- Mejorar la calidad de vida de la población, incrementando la producción de bienes y servicios, manteniendo un medio ambiente libre de contaminación y mejorando las condiciones de funcionamiento de las cuencas.
- Proteger, conservar y mejorar los recursos naturales renovables presente en las cuencas hidrográficas seleccionadas, a través del establecimiento y desarrollo de sistemas apropiados de producción, manejo, protección y extensión.
- Mejorar la gestión del recurso agua, con el objeto de aumentar la eficiencia de uso, conservar su calidad y evitar los conflictos entre usuarios.
- Disponer de información socio - económica y técnica que permita optimizar y ajustar las actividades de manejo de los recursos naturales.

- Desarrollar una estructura institucional y sectorial que fomente el uso racional de los recursos naturales en las cuencas.

Estos objetivos generales se pueden cumplir mediante un conjunto de actividades que den solución a los principales problemas de cada cuenca. Estas actividades se han agrupado en seis temas principales que se han denominado componentes del programa, estos son.

- Manejo Forestal y de Suelos.
- Áreas Silvestres Protegidas
- Control Forestal.
- Manejo del Fuego.
- Control de Crecidas y Manejo del Cauce
- Gestión y Conservación del Recurso Hídrico.

Conclusiones. no posee conclusiones.

E26) Título. Estudio de riego, quebrada de Herrera (Putando).

Autor. E. Riveros Ingeniero Agrónomo del Departamento de Extensión Agrícola del Ministerio de Agricultura.

Año. 1959.

Resumen. Este estudio fue llevado a cabo por el Ingeniero Agrónomo E. Riveros del Departamento de Extensión Agrícola del Ministerio de Agricultura, con el objeto de mejorar el regadío en la agrupación de comunidades rurales del Departamento de Putaendo conocida por "Quebrada de Herrera", la que se halla enclavada en el costado de poniente (derecho) del río Putaendo y se extiende desde frente a la población de Putaendo hasta la confluencia con el Aconcagua. La comunidad comprende unas 900 familias agrícolas en una zona de 2.000 hectáreas. Según el mencionado estudio, el río Putaendo pierde aproximadamente 1 cumec de agua en el lecho fluvial pedregoso del tramo de 7 km. inmediatamente aguas arriba de la primera bocatoma de los 8 canales que surten al área. En consecuencia, Riveros, propuso que las comunidades se asociaran para construir un canal revestido de 2,25 cumecs de capacidad en la cabecera con su bocatoma a 7 km. aguas arriba de la primera bocatoma existente y de unos 13 Km. de largo, para enlazar con todos los canales existentes. El costo de las obras se estimó en 29.745.063 pesos, o sea aproximadamente 15.090 pesos/hectárea para 2.000 hectáreas. Riveros

estimó además que el costo de mantener los canales y sus bocatomas individuales, que se da como 300.000 pesos al mes, se podría reducir a un costo mensual de 100.000 pesos para las nuevas obras. Debido a los problemas relativos a servidumbres de los terrenos, no parece que se haya emprendido ningún trabajo hasta que sobrevino la sequía de 1964, en cuya oportunidad ' la construcción fue iniciada con la ayuda de fondos de auxilio. Para Junio 1966 se habían terminado de remover unos 5.000 m<sup>3</sup> de tierra (cálculo originario 7.640 m<sup>3</sup>) y se habían colocado unos 2 km. de recubrimiento. El costo del recubrimiento se cifra actualmente en E°34.825 por km. y el costo total de las obras incluyendo la bocatoma, aún no construida asciende a E°500.000.

E27) Título. Estudio Preliminar, Río Aconcagua.

Autor. P. Kleiman, J. Torres, (CORFO).

Año. 1960.

Resumen y Conclusiones. Este estudio hidrológico del río Aconcagua fue realizado por los ingenieros P. Kleiman y J. Torres para CORFO. Las conclusiones del estudio fueron.

- Río Aconcagua en Chacabuquito.

Gasto medio 32 cumecs.

Media del volumen anual de flujo 1.100 millones m<sup>3</sup>.

- Zona de regadío Valle Aconcagua.

Permanente 62,000 hectáreas.

Ocasional 6.000 hectáreas.

- Agua usada para regadío.

Parte alta (Los Andes) 22,000 m<sup>3</sup>/hect./año.

Parte baja (Quillota) 16,000 m<sup>3</sup>/hect./año.

- El regadío en la parte alta del valle seguía un curso normal, con déficits ocasionales en primavera y a finales del verano. En el fondo del valle había escasez de agua, encontrándose el río frecuentemente en turno.

- La recuperación del río Aconcagua ascendía a 24 cumecs entre San Felipe y el mar, obteniéndose la mayor parte entre San Felipe y Chagres. Aguas abajo de Los Andes parece que había alguna pérdida.
- La recuperación se hallaba independiente del gasto de canales, lo que sugería que el factor dominante era el abastecimiento por la napa acuífera y no el retorno del regadío.
- Los excedentes en invierno eran suficientes para llenar un embalse en Vilcuya, con capacidad de 83 millones m<sup>3</sup> en un año promedio, pero se dudaba que fuera llenado en un año del 80 por ciento.
- A pesar de los déficits de riego existentes, el valle en, general tenía un volumen de excedentes de 660 millones m<sup>3</sup> en el año 50 por ciento y 380 millones m<sup>3</sup> en el año 80 por ciento, pero parte de los excedentes no se podían utilizar por ocurrir en la parte baja del valle.
- En la parte baja del valle había más de 5.000 hectáreas de tierra bajo canal pero que no se regaban.
- El Embalse Rabuco con capacidad de 100 millones m<sup>3</sup> resultaba adecuado incluso para años secos.
- En la parte baja del valle el desarrollo de fuentes de agua subterráneas y superficiales debe realizarse en forma conjunta.

Los autores hicieron hincapié en el carácter preliminar de su estudio, debido a la insuficiencia de datos disponibles especialmente para el valle bajo, y también recalcaron la necesidad de que se efectúe un estudio eficaz de los recursos de agua superficial en el futuro inmediato, junto con un estudio complementario de los recurso subterráneos.

E28) Titulo. Estudio de Factibilidad Tranque Las Peñas.

Autor. C. Kammel, para la Dirección de Riego.

Año. 1962.

Objetivos. Este estudio, efectuado por el Ingeniero C. Kammel de la Dirección de Riego, comprendió un levantamiento topográfico de la zona del Tranque Las Peñas; una investigación de ubicación mediante 18 pozos exploratorios; un reconocimiento geológico y una evaluación de la capacidad de almacenaje requerida en la ubicación para regular los suministros destinados al tercer tramo del río Aconcagua. Kammel asumió que las necesidades de agua ascenderían a 16.000 m<sup>3</sup>/hect./año para 18.500 hectáreas con derechos de riego permanentes y 14.000

m<sup>3</sup>/hect./año para otras 3.320 hectáreas con derechos eventuales. Las 18.500 hectáreas con derechos permanentes fueron según se muestran en el Anexo VII. Los derechos eventuales para los que fue calculada la demanda de agua fueron:

- Canal Melón 2.320 hectáreas.

- Canal Mauco 1.000 hectáreas.

El último se calculó en 500 hectáreas más que el regadío existente.

Conclusiones. Kammel concluyó que un embalse con capacidad bruta de 70 millones m<sup>3</sup> y capacidad activa de 65 millones m<sup>3</sup> proveería la regulación requerida con un 85 por ciento de seguridad. Otros detalles de las obras propuestas fueron.

Tranque:

Longitud 1.428 m.

Altura 43 m.

Volumen de relleno 5,3 millones m<sup>3</sup>.

Canal alimentador: Longitud 24,7 km.

Capacidad 14 cumecs.

Canal de salida:

Longitud 3 km.

Capacidad 20 cumecs.

Costo estimado (costo equivalente aproximado).

(1962) E°29.915.000.

(1965) E°80.219.000 (factor 2,715).

E29) Título. Informe sobre Disponibilidad de agua, Hoya Aconcagua, Proyecto Aerofotogramétrico, OEA – Chile.

Autor. OEA – Chile.

Año. 1963.

Objetivos. Este informe que fue preparado por el proyecto aerofotogramétrico OEA/Chile describe el regadío en los ríos Aconcagua y Putaendo; señala las curvas de frecuencia de los gastos de estos ríos durante el riego estacional, en Chacabuquito y Los Patos respectivamente; proporciona una relación de medidas de gasto aisladas en otros puntos de los dos ríos y también de sus afluentes; y relaciona las medidas de gasto y derechos permanentes y eventuales para canales que tienen su salida del río Aconcagua y sus distributarios. Los canales que salen del río Putaendo y sus afluentes no fueron incluidos en las listas debido a que sus obras de toma están fuera de los límites del proyecto OEA.

El informe calcula que la recuperación desde San Felipe al mar es del orden de 20 cumecs y de régimen constante, lo que sugiere que procede de la recarga de aguas freáticas y no del flujo de retorno del riego.

La superficie del regadío permanente del Valle Aconcagua se indica ser de 58.000 hectáreas, y el área regada por derechos eventuales se estima en unas 10.000 hectáreas, dando un total de aproximadamente 68.000 hectáreas excluyendo el Canal Chacabuco que se indica abarcar 5.000 hectáreas fuera de la Hoya Aconcagua. El informe no estipula el área de riego en el Valle Putaendo pero afirma que pérdidas de agua en exceso de un cumec ocurren en el río y considera probable que esta pérdida llegue al Aconcagua como afluencia de aguas freáticas por debajo de la confluencia.

El informe advierte que los estudios para obras de mejoramiento en el río Putaendo deben comprender una investigación sobre el efecto que las mismas ejercerán en este flujo de aguas freáticas.

Se entrega información procedente de las curvas de frecuencia media del gasto mensual para el río Aconcagua en Chacabuquito y para el Putaendo en Los Patos.

E30) Título. Informe sobre medidas de recuperación río Aconcagua durante sequía.

Autor. CORFO.

Año. Noviembre, 1964.

Resumen. Una serie de gastos fueron medidos en el Río Aconcagua y sus canales y afluentes los días 20 y 21 de Noviembre de 1964. Las medidas son importantes, pues indican que aún en períodos de bajos flujos del río la recuperación es considerable. Con un gasto de 17,6 cumecs del río en Chacabuquito, se registró una pérdida aparente de 2,5 cumecs entre Chacabuquito y San Felipe, donde el río se encontraba prácticamente seco; aguas abajo de San Felipe una

recuperación que ascendió a 17,3 cumecs fue medida hasta el Puente Colmo, ocurriendo la mayor parte entre San Felipe y Romeral.

E31) Título. Informe sobre la sequía en la hoya del río Aconcagua.

Autor. G. Numhauser, O Jorquera, (CORFO).

Año. 1964.

Resumen y Conclusiones. El informe fue preparado por el Teniente Coronel O. Jorquera, Comandante del Regimiento Reforzado de Ingenieros No. 2 "Aconcagua" y el Ingeniero G. Numhauser del Departamento de Conservación de Suelos y Aguas del Ministerio de Agricultura. Los autores fueron más tarde designados como miembros de una Comisión para coordinar los trabajos de auxilio a los damnificados por la sequía en la hoya del Aconcagua.

El informe, tras de anotar el fracaso de la lluvia., con menos de la mitad de la precipitación normal en el área Quillota y sólo el veinte por ciento de la reserva normal de la capa de nieve andina, constató que las consecuencias de la sequía venían siendo afectadas por las siguientes agravantes.

- Deficiencias fundamentales en la distribución de agua.
- Pérdidas en canales.
- Deficiencias de manejo y utilización del agua.
- división del río según la ley, en 4 tramos independientes, sin tener en cuenta los linderos administrativo, económico o geofísico, lo que dificultaba una repartición racional de agua para hacer frente a la demanda total ejercida sobre los recursos de agua de la hoya, en términos de.
- Agua potable.
- Saneamiento.
- Riego.
- Actividades industriales.

El informe señaló que había escasez de agua para los abastecimientos municipales de Valparaíso y Viña del Mar; una gran disparidad entre los suministros para riego, 0.86 litro/segundo/hectárea para el segundo tramo del río Aconcagua y sólo 0.26 litro/segundo/hectárea en el tercer tramo; que se perdía agua en los meandros del río y en evapotranspiración por la vegetación del lecho

fluvial; que las bocatomas de canales eran primitivas e ineficientes; y que la pérdidas por filtración de los canales creaban problemas de desagüe en algunas zonas.

El informe recomendó medidas inmediatas y a plazo medio y largo plazo, para hacer frente a la situación. La primera y segunda comprendían el control unificado del río, medidas de conservación para encauzar el caudal fluvial y mejorar el acceso a las obras de toma de canales, y el desarrollo de los recursos de agua subterránea. Las recomendaciones de largo plazo incluían la planificación conjunta de la hoya entera, incluyendo obras de pluriempleo destinadas a riego y producción de energía para las poblaciones; embalses en valles laterales para almacenamiento, embalses de servicio en los predios; y mejora en general del cauce fluvial.

E32) Título. Catastro de sondajes del valle del Aconcagua.

Autor. CORFO. Departamento de Recursos Hídricos.

Año. 1973.

Objetivos. Presentar los principales antecedentes de los pozos perforados con maquinaria especializada en la división hidrográfica N° 307, correspondiente al Valle del Aconcagua, cuya construcción fue terminada antes del 31 de Marzo de 1973. Datos aportados por las diferentes empresas estatales y particulares dedicadas a la investigación y explotación de los recursos aguas subterráneas.

Elaboración y compilación de los datos efectuada por la Sección de Hidrometría del Departamento de Recursos Hídricos de CORFO.

Además incluye cartillas de detalles de ubicación, sector, predio, propietario, fecha de ejecución, constructor, profundidad del pozo, profundidad del acuífero, prueba de bombeo y uso final de éste.

E33) Título. Informe sobre la factibilidad del proyecto de regadío del Aconcagua.

Autor. Rendel, Palmer y Tritton, Ingenieros Consultores, Westminster, London, para la Dirección de Riego.

Año. Enero, 1967.

Objetivos. El cometido de los consultores es abarcar aspectos climatológicos, hidrológicos, geológicos y agrícola del proyecto, así como las características de ingeniería, y también la estimación de costos capitales y anuales de las obras, la mayoría prevista en la producción agrícola y una apreciación económica en base a dichos cálculos para la realización de estudio de

factibilidad de un proyecto para el mejoramiento y ampliación del regadío en el valle de Aconcagua.

El proyecto completo abarca dos embalses, Puntilla del Viento y Las Peñas, bocatomas de desvío y la combinación de la red actual de canales, así como el establecimiento de una organización administrativa para el funcionamiento y mantención del proyecto terminado, incluyendo servicios de asesoramiento agrícola. Estas investigaciones se hicieron paralelas a las del Proyecto Paloma.

Conclusiones. Las conclusiones de este Informe se resumen a continuación.

- El Proyecto de Regadío y Desarrollo Agrícola Aconcagua se considera ser técnicamente factible.
- Los dos tranques propuestos en Puntilla del Viento y las Peñas, las cinco barreras de toma y el sistema de canales combinados debidamente ampliado y mejorado, podrían ser construidos en aproximadamente cinco años.
- Estudios de regularización de ríos efectuados por computadora con funcionamiento de los dos embalses propuestos y basados en los registros de 25 años de gasto disponibles indican que los suministros de agua son suficientes para aproximadamente 89.575 has. de regadío. Otras 4.000 hectáreas adicionales se podrían cubrir mediante riego por bomba desde fuentes subterráneas. El regadío actual alcanza un promedio de aproximadamente 63.000 has. pero en los años secos hay escasez en algunas zonas.
- Forma parte esencial del Proyecto el establecimiento de una organización eficiente para la administración, funcionamiento y mantención del Proyecto una vez terminada la construcción. Propuestas para dicho servicio se esbozan en el informe, juntamente con sus costos capitales y anuales.
- Es muy necesario que los servicios de asesoramiento agrícola sean implantados al comienzo del Proyecto para mejorar los métodos agrícolas existentes y facilitar consejos en asuntos tales como variedades de semillas, propagación de las plantas, plagas y enfermedades, fertilizantes, etc. con vistas a lograr los mayores rendimientos posibles. También se hace provisión para estos servicios en las propuestas del Proyecto, juntamente con cálculos del costo.
- Para evaluar la factibilidad económica del Proyecto se han supuesto las siguientes condiciones de financiamiento.

Préstamos para obras capitales por las sumas calculadas, girados durante el período de construcción.
--

Préstamos para establecer servicios de asesoramiento girados durante el período de construcción y el período subsiguiente de desarrollo de tres años.

Préstamos para explotación durante el período de desarrollo de tres años, girados durante dicho período.

Intereses al 6 por ciento sobre los elementos de moneda extranjera y chilena de los préstamos.

Intereses compuestos hasta el fin del período de desarrollo de tres años reembolsables incluyendo intereses al tipo mencionado anteriormente sobre los saldos deudores, en veinticinco cuotas iguales anuales.

- Bajo el régimen de financiamiento propuesto, los costos totales del proyecto incluyendo costos capitales; costos de los servicios de asesoramiento durante el período de construcción y los tres años de desarrollo; funcionamiento y mantención durante el período de desarrollo; junto con intereses compuestos sobre todos estos costos hasta el fin del periodo de desarrollo. ascienden a E°3900099.000 (U\$ 92.900.000).
- Los Canalistas y otros propietarios de tierras beneficiados por el Proyecto podrían reembolsar esta cantidad incluyendo intereses a los tipos anteriormente citados sobre el saldo deudor, en veinticinco cuotas iguales anuales a comenzar al fin de los tres años de desarrollo, mediante los ingresos adicionales que obtendrán siempre que se establezcan los servicios agrícolas y que el Proyecto sea eficientemente manejado y explotado.
- Se estima que la producción puede tardar hasta quince años en cumplir la previsión total, y para esta fecha se calcula que el ingreso agrícola neto se habrá elevado del valor actual de E°24.786000/año hasta E°118.422.000/año. Dejando margen para un aumento inflacionario del 1,5 por ciento por año en el ingreso neto actual, el aumento representa un beneficio neto de E°85.000.000/año.
- La relación beneficio costo sobre esta base, después de deducir los costos anuales de producción y los de administración y funcionamiento del Proyecto, incluyendo servicios de asesores será de 1,42 a 1 en el décimo año después de terminada la construcción. Sobre el período entero de reembolsos de préstamos la relación beneficio costo es de 1,90 a 1.
- El beneficio neto anual para el Gobierno se calcula en el 7,2 por ciento del préstamo total necesario, después de deducir reembolsos de préstamos e intereses.

- El proyecto producirá un ahorro equivalente a unos 45 millones de dólares norteamericanos por año en divisas extranjeras, debido al aumento en la producción de alimentos que actualmente se importan en Chile, mayormente trigo y carne, y aumento en las exportaciones de fruta, nueces y hortalizas.

- El Proyecto se considera económicamente factible y financieramente seguro, y reportaría beneficios tanto económicos como sociales a una de las zonas más densamente pobladas de Chile.

Sin embargo, hace falta mucho capital para el Proyecto entero y es así que se ha considerado también la construcción en dos fases en orden a reducir los desembolsos iniciales hasta que el Proyecto empiece a rendir beneficios. El embalse más barato es el de Puntilla del Viento, por lo que sería conveniente iniciar primero la construcción de su tranque, las cinco obras de toma y algunos canales, lo que proveerá suministros para 80.575 hectáreas, de las que 17.575 hectáreas representan regadío nuevo o muy mejorado, y las demás un aumento de seguridad. Las nuevas áreas están ubicadas mayormente en las zonas inferiores (tramos tercero y cuarto) que son las que están más necesitadas de agua.

- La construcción de la Fase 2, comprendiendo un tranque en Las Peñas y ampliación del sistema de canales para extender el riego al total de 93.575 hectáreas del programa completo, no resultaría factible como programa separado tal como se visualiza en la actualidad, a juzgar por la capacidad de los agricultores en las áreas adicionales para reembolsar el costo de las obras adicionales mediante las utilidades que obtengan por la extensión del riego. Sin embargo, la Fase 2 podría ser implementada si el Gobierno prestará ayuda financiera una vez que se obtenga un beneficio suficiente de la Fase 1. Asimismo, las investigaciones de aguas subterráneas pueden tal vez proveer otros métodos más viables de ampliar el riego para abarcar el área total del proyecto.

- Nuevos estudios, investigaciones de ubicación y ensayos serán necesarios antes de preparar los proyectos definitivos para la Fase 1, y se hace provisión para los mismos en los cálculos de costos.

Recomendaciones. Las recomendaciones principales que se hacen en este Informe son las que siguen.

- Para el uso futuro de la tierra se debe mantener un equilibrio entre cultivos de alto valor para exportación y cultivos de menos valor para reducir las importaciones.

- Acción por el Gobierno para controlar la contaminación de aire y agua por procesos industriales que son perjudiciales para la agricultura.

- Establecimiento de servicios de asesoramiento agrícola, incluyendo instalaciones de laboratorio para el Proyecto, tan pronto como resulte práctico. Dos grupos asesores se recomiendan: uno para el sector oriental del área y otro para el sector occidental.
- Labor cooperativa entre los pequeños agricultores.
- Establecimiento de una Junta de Comercialización para exportaciones.
- Fábricas y plantas de elaboración adicionales.
- Necesidades de agua para cultivos.
- Mejoramientos en las técnicas de riego.
- 4.000 hectáreas propuestas para riego por bomba.
- Posible uso de sobrantes inalmacenables de agua del Aconcagua por el Canal Chacabuco.
- Provisión de 20 millones m<sup>3</sup> de capacidad inactiva como reserva de sedimentos para Embalses Aconcagua.
- Reservas de sedimentos para otros embalses.
- Programa recomendado de embalses.
- Fase 1:

<p>Embalse Puntilla del Viento.</p> <p>168 millones m<sup>3</sup> de capacidad bruta.</p>
---

- Fase 2:

<p>Embalse Las Peñas.</p> <p>159 millones m<sup>3</sup> de capacidad bruta.</p>
---

- Estudios e investigaciones adicionales para el Tranque Puntilla del Viento.
- Estudios e investigaciones adicionales para el Tranque Las Peñas.
- Propuesta provisoria de 30 pozos de 16 pulgadas diámetro para riego por bomba.
- Programa de bombeo experimental con 3 pozos para 400 hectáreas.
- Necesidad de extensas investigaciones adicionales de aguas subterráneas.

- Obras de toma de canales se necesitan en Palomar, Chagres, Ocoa y La Cruz sobre el río Aconcagua y en Los Patos sobre el Putaendo. También bocatomas de canales combinadas en Puntilla del Viento (salida del embalse), San Felipe y Tabolango sobre el Aconcagua.
- Canales nuevos y reformados deberán tener recubrimiento parcial.
- Yerbicidas del grupo bipirridílico serán probadas para extirpar la maleza de los canales.
- Administración unificada para el Valle Aconcagua y abolición de la actual división en cuatro tramos legales.
- Organización para la administración y explotación del Proyecto terminado.
- Banco agrícola hipotecario.
- Agencia unificada de créditos agrícolas.
- Se recomienda que el Gobierno consiga financiamiento para la primera Fase del Proyecto Aconcagua, incorporando el Tranque Puntilla del Viento, de una Agencia de Crédito Internacional, cubriendo la totalidad del costo calculado o bien solamente la parte en divisas extranjeras.

E34) Titulo. Informe Ossa.

Autor. Ingeniero M. Ossa.

Año. 1929.

Resumen. Informe preparado por una comisión de ingenieros presididos por el ingeniero M. Ossa, recomienda la construcción de un tranque de rocalla sobre el Río Aconcagua en Vilcuya, a 13 km. aguas arriba de Los Andes. El tranque había de tener una altura de 85 m y un volumen de 1.550.000 m<sup>3</sup> para formar un embalse con capacidad de 82 millones m<sup>3</sup>. El nuevo embalse estaba destinados suplementar los suministros a las zonas de regadío existentes (80.000 hectáreas) mediante un aumento de 550 millones m<sup>3</sup>/año en primavera y otoño; entregar 240 millones m<sup>3</sup>/año para el riego en primavera y otoño de 25.000 hectáreas adicionales de tierra en los tramos tercero y cuarto, para los que se anticipaba que el río suministraría otros 260 millones m<sup>3</sup>/año en invierno y parte del verano; y permitir la entrega de 48 millones m<sup>3</sup>/año al Canal Chacabuco, probablemente 24 millones m<sup>3</sup>/año desde Mayo a Diciembre y el resto únicamente cuando el caudal del río en verano excedía de 43 cumecs según medido en la bocatoma del Canal Chacabuco. Se estimó que estos suministros podrían hacerse con un 80 por ciento de seguridad. Dado el corto período durante el cual los registros se hallaban disponibles para fines de estudio se

recomendó que, en caso de que los resultados no se ajustaran a las previsiones, debería construirse un embalse adicional en Rabuco, valle lateral cerca de Ocoa, para almacenar agua con destino a nuevas zonas en el cuarto tramo cerca de Viña del Mar.

El informe propuso una red de canales para las nuevas zonas y la formación de una Asociación mancomunada de los Canalistas del Río Aconcagua, formulándose un reglamento para la distribución del agua entre los diversos sectores.

El costo del Tranque Vilcuya se estimó en 25.275.000 pesos y el del nuevo sistema de canales en 27.132.000 pesos, haciendo un total de 52.407.000 pesos. Se propuso que el costo del tranque fuera distribuido entre el área total de 94.787 hectáreas, a diferentes tasas por hectárea según los beneficios obtenidos, pero que el costo de los nuevos canales fuera sufragado enteramente por las nuevas zonas. Las tasas propuestas variaban entre 60 y 600 pesos/hectárea, computadas sobre el área total para el tranque, más 1.100 pesos/hectárea en concepto de canales para las nuevas áreas solamente.

Se propuso además que el Gobierno soportara el 40 por ciento del costo y que el 60 por ciento restante fuera reembolsado por los agricultores en treinta y nueve años y medio con intereses al 5 por ciento.

La construcción del Tranque Vilcuya fue emprendida en 1930, pero como consecuencia de la crisis económica de los años '30 los trabajos fueron interrumpidos al año siguiente. Únicamente se había construido el campamento en Vilcuya, el cual sigue en pie.

Los resúmenes del informe Ossa hechos por CORFO en 1952 solamente tratan de las propuestas correspondientes al Valle Aconcagua. Este informe fue preparado por una comisión de ingenieros presidida por H. Contreras y J. Donoso, comienza con un análisis de las propuestas Ossa y cálculos realizados del costo de las mismas.

No obstante, los planos disponibles muestran que el informe contenía también propuestas para el Valle Putaendo, con un embalse en Los Patos y canales de enlace en los costados izquierdo y derecho. La zona considerada abarcaba 9.200 hectáreas, con capacidades de embalse desde 7 millones m<sup>3</sup> para un 80 por ciento de suministros seguros a 10.000 m<sup>3</sup> por hectárea/año, hasta 43 millones m<sup>3</sup> para un 80 por ciento de suministros seguros a 20.000 m<sup>3</sup>/hectárea/año.

E35) Titulo. Informe trimestral de autocontrol, explotación de Aridos río Aconcagua sector La Victoria Limache.

Autor. Tirso López, ingeniero Civil CH Mención Hidráulica, Constructora Fe Grande S.A., (MOP).

Año. Octubre, 1998.

Objetivos. Con el presente informe se da cumplimiento a las exigencias de la Municipalidad de Limache que dice relación con los "Informes Trimestrales que se deben entregar a ese Municipio cada tres meses.

- Elaborar un diagnóstico de Metodología que haga sustentable la extracción.
- Mostrar los aspectos Técnicos ejecutados en los Procesos de extracción de áridos.
- Informar de los volúmenes de extracción efectuados en el trimestre y las áreas explotadas.
- Indicar los cambios acaecidos en el lecho del Río Aconcagua efectuados por las lluvias que afectaron el sector.
- Indicar la proyección estimada para el próximo trimestre.

Conclusiones. El Sector de explotación se ubica en el lecho del Río Aconcagua. La Longitud de la concesión es de 1200 mts. Y empalma al Poniente con la concesión de Extracción de áridos de la Empresa Premix y al Oriente con la concesión de la Empresa Mauricio Middleton B.

A futuro como primera medida de extracción se ordenara el río y luego se procederá a efectuar la extracción en canalones paralelos tipo franjas de Minera, desplazado hacia el Oriente, entre los perfiles 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, con esto se permite un mayor escurrimiento del agua en probables crecidas de lluvias, que pudieran afectar la cuenca.

Cabe mencionar que aguas arriba de nuestro sector de extracción de Aridos se ubica una Empresa, que debido a su extracción irregular, estarían provocando posibles erosiones en la ribera del Río Aconcagua, meandros artificiales lo que podría afectar ya sean en un periodo seco o lluvioso las bocatomas de los canales de regadío Agrícola como también inundaciones de la ribera sur del sector, afectando nuestra concesión y otras, aguas abajo de dicho sector impidiendo una extracción racional y acorde a nuestro proyecto presentado y aprobado.

E36) Título. Estudio preliminar de extracción mecanizada de áridos río Aconcagua, sector El Sauce, provincia de los Andes.

Autor. Constructora Besalco y Fe Grande S.A., (MOP).

Año. Agosto, 1997.

Objetivos. El presente estudio ha sido ordenado por la Empresa Constructora Besalco - Fe Grande S.A.. con objeto de solicitar una zona de concesión para extraer material integral árido del cauce del río Aconcagua, sector El Sauce comuna de Los Andes.

La explotación de áridos se contempla desarrollarla con el uso de equipos y maquinaria propia de la empresa, para luego procesarlos en una planta seleccionadora de áridos ubicada en una zona apropiada para evitar cualquier riesgo de inundación proveniente del río.

De acuerdo con los antecedentes e información que se tiene al respecto, compete a la Municipalidad autorizar las explotaciones de áridos en los cauces naturales, previa aprobación técnica del Departamento de Obras Fluviales de la Dirección de Vialidad del M.O.P.

Conforme al procedimiento establecido y a modo de determinar la factibilidad técnica de explotación de áridos en el sector solicitado, se exige la presentación de un informe técnico, en el cual se indiquen las características del lugar, la metodología de la extracción de áridos.

Conclusiones. De acuerdo al estudio efectuado en conjunto con el recorrido efectuado en terreno, se puede expresar que, en el tramo analizado, el río Aconcagua presenta un escurrimiento con posiciones cambiantes y la presencia de islotes y meandros que provocan desviaciones en distintos brazos del río y un comportamiento irregular. Se observa vegetación arbustiva en el sector considerado, la cual se condensa en algunos puntos aislados tal como se aprecia a simple vista. Las características antes descritas indican que el sector es de embancamiento por lo que provoca inestabilidad en el escurrimiento de las aguas.

En los terrenos adyacentes al cauce, se ubican diversas obras de infraestructuras (pozos de ESVAL, defensas fluviales, línea ferroviaria, terrenos agrícolas, etc.), que en crecidas pasadas se han visto con riesgos de daños, producto de los grandes caudales de escurrimiento y por la inestabilidad de la sección de escurrimientos indicada anteriormente.

Según lo expuesto, se desprende que el sector del río donde se solicita la concesión, permite el desarrollo de una explotación de áridos efectuada por medios mecánicos, esta labor por tanto pretende mejorar las irregularidades naturales del lecho con el objeto de que el flujo de escurrimiento normalice el curso de las aguas en forma centralizada, evitando desvíos hacia los sectores ribereños aminorando el efecto destructivo, ante cualquier crecida extraordinaria.

Por último, la empresa tiene considerado un autocontrol propio de las faenas de extracción en el río, para lo cual se chequeará en forma periódica la metodología de extracción y las excavaciones topográficamente, con objeto de cumplir con las condicionantes que imponga el proyecto definitivo de extracción.

Dadas las características del sector de extracción y las necesidades a satisfacer, se plantea que el volumen de material a extraer estimado es de 300.000 m<sup>3</sup> totales.

E37) Título. Informe trimestral de autocontrol, explotación de áridos río Aconcagua sector Tabolango.

Autor. Pablo Saalfeld V. Ingeniero Civil U.C., (MOP).

Año. Abril, 1996.

Objetivos. Con el presente informe se da cumplimiento a la solicitud de la Municipalidad de Limache y que tiene relación con el cumplimiento de todos los aspectos técnicos que incluyen en el proyecto de extracción correspondiente y que permiten mantener el manejo adecuado de la explotación de áridos en el sector de en concesión. El informe tiene como objetivo lo siguiente.

- Dar a conocer una relación de los aspectos técnicos referidos a los procesos de extracción de áridos.
- Elaborar un diagnóstico de la metodología de extracción desarrollada.
- Informar de volúmenes de extracción durante el trimestre y además las áreas explotadas.
- Indicar las zonas futuras de explotación del trimestre, todas ellas orientadas a mejorar las condiciones de escurrimiento del sector.

Conclusiones. Del control topográfico se aprecia un trabajo de canalización efectuado en el sector poniente de la concesión, lo que permite mejorar la sección de escurrimiento. Por otra parte, hacia la orientación sur las cotas de lecho se mantienen sobre las de proyecto, lo que indica que las labores de extracción se han efectuado en forma ordenada y progresiva, generando una sección mejorada, evitando de esta manera los embanques que predominan en este sector.

En el presente trimestre, se seguirá extrayendo en el sector poniente de la concesión canalizando el lecho de acuerdo a la nueva sección de la explotación que está siendo estudiada por la Dirección de Obras Municipales con el fin de alinear las concesiones. En todo caso, la extracción deberá seguir respetando las indicaciones del ORD.Nº 438 de la Ilustre Municipalidad de Limache del 16 de Septiembre de 1998, con respecto a la formación de taludes, extracción en forma de terrazas y cota máxima de extracción el nivel del pelo de agua. Sólo se extraerá bajo aguas en el sector indicado por la D.O.M., denominado canalón, el cual no tendrá más de 12 a 15 mts. de ancho y que corresponderá al futuro proyecto de alineación.

E38) Titulo. Informe trimestral de autocontrol, extracción de áridos - río Aconcagua, sector ex - cooperativa La Victoria comuna de Limache, V región.

Autor. PREMIX Ltda., (MOP).

Año. Diciembre, 1997.

Objetivos. Permitir a la Municipalidad de Limache y al Departamento de Obras Fluviales de la Dirección de Vialidad llevar una adecuada inspección y control de las características de trabajo que garanticen el adecuado escurrimiento de las aguas dentro de los límites de concesión.

Conclusiones. Por razones fortuitas producto de las crecidas de origen pluvial y nival, que presentó el río Aconcagua, imposibilitó realizar labores topográficas. Sin embargo, y de acuerdo a lo observado en estos últimos días, se esperará la oportunidad para efectuar este control, una vez que los niveles del agua, aminoren a fin de poder ingresar al cauce.

Cabe destacar, los trabajos de canalización efectuados en el sector oriente de la concesión, los cuales lograron reestablecer la bocatoma del canal Concón.

E39) Titulo. Informe trimestral, extracción de áridos, período Octubre – Diciembre 1997.

Autor. Empresa Sociedad Pétreos S.A., (MOP).

Año. Diciembre, 1997.

Objetivos. El informe que se desarrolla tiene por objeto realizar una representación general del desarrollo de la explotación en la planta ubicada aguas arriba del puente Colmo y que pertenece a la Empresa Sociedad Pétreos S.A., durante el último trimestre, Octubre 97 – Diciembre 97.

Este informe se elabora para dar cumplimiento a lo dispuesto por la I. Municipalidad de Limache. Para estos efectos se han recopilado antecedentes técnicos del proyecto de extracción, y se han realizado visitas de terreno al sector de explotación.

Conclusiones. El sector de explotación en la actualidad se desarrolla dentro de la zona delimitada y autorizada oficialmente.

Por razones imprevistas producto de las crecidas a consecuencia de los deshielos, que presentó el río Aconcagua en el trimestre, fue imposible realizar labores topográficas. Por lo cual se realizó un chequeo fotográfico, para proceder a la confección de un croquis en donde se observa la situación actual.

E40) Titulo. Informe trimestral de autocontrol, explotación de áridos - río Aconcagua.

Autor. Aridos Pantanal S.A., (MOP).

Año. Septiembre, 1997.

Objetivos.

- Elaborar un diagnóstico de la metodología usada en la extracción.
- Mostrar los aspectos técnicos ejecutados en los procesos de extracción de áridos.
- Informar de los volúmenes de extracción efectuados en el trimestre y las áreas explotadas.
- Indicar la proyección estimada para el próximo trimestre.

E41) Título. Informe trimestral de autocontrol, explotación de áridos, río Aconcagua - sector aguas abajo Tabolango.

Autor. Mauricio Middleton B., (MOP).

Año. Octubre, 1997.

Objetivos.

- Elaborar un diagnóstico de la metodología usada en la extracción.
- Mostrar los aspectos técnicos ejecutados en los procesos de extracción de áridos.
- Informar de los volúmenes de extracción efectuados en el trimestre y las áreas explotadas.
- Indicar la proyección estimada para el próximo trimestre.

E42) Título. Informe técnico de autocontrol trimestral, extracción de áridos, estero Lliulliu.

Autor. COMASCA S.A., (MOP).

Año: Diciembre, 1997.

Objetivos.

- Indicar la metodología aplicada en las labores de extracción, basado en las exigencias técnicas propuestas por el Departamento de Obras Fluviales de la Dirección Regional de Vialidad y observaciones emanadas de la Inspección del Ilustre Municipio de Limache.
- Informar los volúmenes de extracción correspondientes al trimestre y proyección estimada para el próximo trimestre.

- Indicar las cotas de explotación según el proyecto de extracción.

E43) Titulo. Informe trimestral de autocontrol, extracción de áridos - río Aconcagua, sector ex – cooperativa La Victoria, comuna de Limache V región.

Autor. PREMIX Ltda., (MOP).

Año. Marzo, 1998.

Objetivos. Realizar chequeos periódicos de topografía a fin de definir y autocontrolar los sectores de extracción de áridos, en cuanto a emplazamiento dentro de la zona autorizada y cotas topográficas reales alcanzadas por las excavaciones, las cuales se reflejan en los perfiles topográficos que se acompañan al presente informe.

Conclusiones. Para dar las características del sector, la manera de plantear la explotación ha permitido mejorar notablemente la sección de escurrimiento que presentaba el sector antes de la explotación.

Se plantea seguir con esta metodología y cumplir con todas aquellas observaciones que pudieran presentarse por parte de la Inspección Municipal, y que contribuyen a mejorar el cauce del sector.

E44) Titulo. Informe trimestral extracción de áridos, período Julio – Septiembre 1998.

Autor. Empresa Sociedad Pétreos S.A., (MOP).

Año. Septiembre, 1998.

Objetivos. El presente informe tiene por objeto realizar una descripción general del desarrollo de la explotación en la planta ubicada aguas arriba del Puente Colmo y que pertenece a la Empresa Sociedad Pétreos S.A. durante el último trimestre.

Conclusiones. La explotación se emplaza dentro de la zona delimitada y autorizada.

Por último, se puede constatar que los trabajos realizados han permitido mejorar el área de escurrimiento, en una zona que se caracterizaba por presentar zonas de embanques de material, a cotas elevadas, generando puntos críticos en el sector. Más bien, se observa un sector casi plano con un escurrimiento centralizado.

E45) Titulo. Informe trimestral de autocontrol, explotación de áridos, río Aconcagua - sector Tabolango.

Autor. CONOVIA S.A., (MOP).

Año. Julio, 1998.

Objetivos. El presente informe tiene como objetivo desarrollar un diagnóstico del método de extracción desarrollado en el último trimestre correspondiente al período Abril- Junio de 1998, así como también:

- Dar a conocer una relación de los aspectos técnicos referidos a los procesos de áridos.
- Elaborar un diagnóstico del método de extracción desarrollado.
- Informar de volúmenes de extracción durante el trimestre Abril – Junio 1998.
- Áreas de trabajo en el trimestre.
- Indicar las zonas futuras de explotación, todas ellas orientadas a mejorar las condiciones de escurrimiento del sector.

E46) Título. Informe técnico de autocontrol trimestral, extracción de áridos, estero Lliulliu.

Autor. COMASCA S.A., (MOP).

Año. Septiembre, 1998.

Objetivos.

- Indicar la metodología aplicada en las labores de extracción, basado en las exigencias técnicas propuestas por el Departamento de Obras Fluviales de la Dirección Regional de Vialidad y observaciones emanadas de la Inspección del Ilustre Municipio de Limache.
- Informar los volúmenes de extracción correspondientes al trimestre y proyección estimada para el próximo trimestre.
- Indicar las cotas de explotación según el proyecto de extracción.

E47) Título. Estudio de la contaminación del río Aconcagua.

Autor. Enrique Vallegos Salas. Químico U.C. CORFO, Departamento de Recursos Hidráulicos.

Año. Agosto, 1971.

Objetivos. Dar a conocer las condiciones actuales de la calidad química del agua del río Aconcagua e informar acerca de la variación de ésta a través de su curso, debido al uso que de ella hace el hombre en diversas actividades.

Detectar las posibles fuentes de contaminación del agua, de manera tal que la autoridad competente pueda tomar las medidas que estime convenientes.

Servir de base de comparación para que, mediante futuros estudios se pueda determinar la tendencia de la variación en la calidad del agua del río, con el transcurso del tiempo y, de este modo, los servicios públicos interesados en esta materia, puedan tomar decisiones para prevenir el deterioro de su calidad a ser incompatible con los usos a que el agua está destinada.

#### Conclusiones.

- Respecto al uso Agrícola: El agua del río Aconcagua es de buena calidad, los sólidos disueltos oscilan entre 200 y 650 (mg/l) y el porcentaje de Sodio entre 7 y 30%. El contenido de bacteria coli limita su uso especialmente en las zonas de Quillota y Concón, donde existe peligro de propagación de enfermedades intestinales como efecto del riego de hortalizas y frutilla principalmente.

El agua subterránea es así mismo apta. El contenido de Boro, oscila entre 0 y 0.8% y el porcentaje de Sodio entre 6 y 16%, valores que están bajo los tolerados por las normas.

- Respecto al uso Industrial: El agua superficial es dura y en algunos casos muy dura los valores de dureza total están comprendidos entre 200 y 350 (mg/l). Así mismo los valores de DBO exceden los límites tolerados para el uso del agua en industrias de productos alimenticios.

El agua subterránea es de carácter muy dura, su valor medio de dureza total es de 364(mg/l) de  $\text{CaCO}_3$ .

- Respecto al abastecimiento de agua Potable: Sujeto a tratamiento. El agua del río podría ser objetada por su alto valor de DBO (max. 95mg/l; min. 4mg/l).

- Considerando el contenido de Nitrato como patrón de calificación del agua subterránea destinada al abastecimiento de agua potable, se encuentra que solo dos pozos de los observados, estarían casi en el límite tolerado por las normas.

- Características incrustantes y corrosivas del agua: la vida útil de las redes metálicas de agua potable, de equipos industriales expuestas a la acción del agua, incluyendo estaciones de bombeo, depende mucho de las características corrosivas o incrustantes que tenga el agua es de carácter ligeramente corrosivo (índice de Logelier  $< 0$ ), en las restantes secciones es ligeramente incrustante (índice de Longelier  $> 0$ ). Esto se cumple tanto en el agua superficial como la subterránea.

- Causas y efectos de la Contaminación: Las principales fuentes de contaminación del agua son las aguas servidas entregadas por la población urbana y los residuos industriales líquidos RIL. Afectan principalmente a la segunda y cuarta sección del río, que representa las zonas de más alta contaminación.

Las descargas de aguas servidas de San Felipe y Quillota, ocasionan intensa contaminación del río en tramos estimados en 3 y 4 Km., respectivamente aguas debajo de esas ciudades, situación que se destaca para los efectos de utilización de las mismas aguas.

La actividad agrícola y minera de la cuenca parecen no alterar mayormente la calidad del agua superficial. En el caso del agua subterránea aparece un alto contenido de Nitro (60 mg/l app.), en pozos de la zona de Quillota, esto podría atribuirse a los abonos nitrogenados y potasicos que se infiltrarían en el terreno y después de un cierto tiempo alcanzarían el nivel freático, no descartándose la posibilidad que sea efecto de la infiltración de aguas servidas.

Las ciudades que cuentan con plantas de tratamiento de aguas servidas (Saladillo; Llayllay y La Calera), no influyen mayormente en la contaminación del río. Lo mismo sucede con aquellos en que el emisario corre a tajo abierto, durante algunos kilómetros (Los Andes) y los que vacían sus efluentes urbanos e industriales por medio de tributarios del río (Limache), ya que en ambos, las aguas servidas tienen la oportunidad de oxigenarse, ante de su descarga al río.

Los residuos de la refinería de petróleo de Concón, corresponden a la carga contaminante que entregaría una población servida de 16.000 hab.(similar a la de Limache). El agua en la desembocadura queda contaminada con fenoles (0.2 mg/lts.) y otros derivados del petróleo que podrían llegar a afectar la vida acuática y que actualmente deterioran la estética del balneario de Concón, zona de gran atracción turística. En esta parte del río no es posible captar aguas para plantas de tratamiento de agua potable, por la presencia de los mismos fenoles, según las normas correspondientes.

- Autopurificación se debe principalmente a dos causas.

- Dilución de la carga contaminante, por efecto de la recuperación de aguas subterránea y aportes tributarios.

- Autopurificación propiamente tal, por efecto de la reoxigenación del agua con frecuencia, en el curso del río Aconcagua ambos fenómenos ocurren en forma simultanea.

#### Recomendaciones.

- Con objeto de complementar el siguiente estudio, sería necesario realizar muestreos y análisis mensuales, lo que permitiría una visión más amplia de la influencia de los diversas variables (caudal, época del año, etc.) en la calidad del agua del río.
- Un aspecto importante, que es necesario verificar, es la influencia de la actividad agrícola (uso de fertilizantes y pesticidas) en la calidad química del agua superficial y subterránea de la cuenca. Este estudio debería llevarse a cabo en la época de consumo masivo de estos productos.
- Es necesario comprobar la posible presencia de cobre en el agua subterránea de la cuenca, especialmente en aquellos pozos que por su ubicación puedan verse afectado por la infiltración del agua de los relaves de las plantas de concentración de minerales.
- Dado que la contaminación del agua (superficial y subterránea), es proporcional al crecimiento demográfico e industrial (aguas servidas RIL), las que según se prevé en un plazo de 30 años se habrán triplicado se hace necesaria la urgente instalación de plantas de tratamiento de aguas servidas y de residuos industriales en las ciudades y establecimientos industriales más importantes, cuya ubicación es fácil advertirla en los gráficos de índice de contaminación.
- Debido a que el río Putaendo es un importante tributario del río Aconcagua, en los futuros estudios, debería analizarse la contaminación que causaría la descarga de aguas servidas de las comunidades adyacentes, incluyendo el agua subterránea, con miras a determinar el recorrido mínimo en el cual, el agua del acuífero, ya resulta purificada.
- Es necesario verificar la contaminación del río en la zona comprendida entre Quillota y el puente Colmo (17 Km.), especialmente en Octubre, Febrero y Marzo, meses en que se registran los mínimos caudales y en los cuales se intensifica el regadío en la zona y que no están considerados en el presente estudio.
- Considerando los graves problemas que podría causar un alto grado de contaminación del río o del agua subterránea, sería conveniente que las autoridades competentes, S.N.S., D.G.A., S.A.G., D.O.S. y otras, tomen conocimiento del estado actual de la calidad del agua de la cuenca, con el fin de evitar daños que pudieran tener consecuencias irreparables. Esta es la razón por lo que a este estudio, de acuerdo con los propósitos de las autoridades de este departamento de Recursos Hidráulicos, se le dará una adecuada difusión. De este modo, las conclusiones y recomendaciones tendrían una efectiva transcendencia en la comunidad establecida en la cuenca.

E48) Titulo. Proyecto extracción de áridos, estero Pocuro

sector aguas arriba puente San Vicente, provincia de Los Andes.

Autor. Constructora Besalco y Fe Grande S.A., (MOP).

Año. Mayo, 1999.

Objetivos. El presente estudio tiene como primer objetivo otorgar respaldo técnico a la solicitud de extracción de áridos presentada por la Empresa Constructora Besalco - Fe Grande en el Estero Pocuro sector aguas arriba Puente San Vicente, Comuna de Calle Larga, Provincia de los Andes, destinada a las obras viales que ejecuta la Empresa, correspondiente a la concesión Ruta 57 CH., Santiago - Los Andes.

En la actualidad las obras presentan un importante avance y para una adecuada continuidad requiere de la extracción de áridos en el sector correspondiente al propuesto en el proyecto.

El segundo objetivo del estudio es analizar las posibles variaciones del comportamiento hidráulico y mecánico fluvial del estero Pocuro, como producto de una faena de extracción de áridos a desarrollar en un tramo de alrededor de 1800 mts. de longitud ubicado a 6 km. aproximadamente del cruce del cauce con la Ruta 57 y a 200-300 mts. aguas arriba del Puente-San Vicente.

Se analiza la capacidad de arrastre en el tramo y la incidencia que puede tener el volumen de áridos extraído respecto del régimen sedimentológico del cauce. Del mismo modo se establecen las características con las que deben desarrollarse las faenas de manera de lograr que el cauce mantenga un comportamiento con un nivel de seguridad similar al actual y adecuado al tipo de obra que se realiza.

El estudio incluye un análisis hidrológico orientado a definir los caudales característicos del estero en este sector, un estudio hidráulico y mecánico fluvial destinado a establecer los niveles, velocidades y tasas de arrastre de sedimentos propios del cauce en su régimen actual y las recomendaciones a la excavación y procedimiento a emplear para la extracción de los áridos.

La postulación del sector de extracción se encuentra basada en antecedentes e información obtenida en la Dirección General de Aguas V Región y Departamento de Obras Fluviales de la Dirección de Vialidad.

Conclusiones. A la muestra de los antecedentes técnicos, complementado con visitas de reconocimiento del sector proyectado, se puede señalar que, el Estero Pocuro en este sector, presenta diversas características en cuanto a la presencia de islotes y meandros que originan cambios de dirección del flujo. Como también se observa vegetación de leve a moderada y

embancamientos en puntos aislados, a la vez irregularidades por cambios de sección y erosiones de las riberas.

Las características expuestas, provocan inestabilidad en el escurrimiento de las aguas.

Según lo expuesto en el presente estudio, se desprende que el sector del estero que se solicita la concesión, permite el desarrollo de una explotación de áridos efectuada por medios mecánicos, esta labor por tanto pretende mejorar las irregularidades naturales del lecho 3 con el objeto de que el flujo de escurrimiento normalice, el curso de las aguas en forma centralizada, evitando desvíos hacia los sectores ribereños aminorando el efecto destructivo, ante cualquier crecida extraordinaria.

De los análisis y resultados obtenidos de la configuración que tiene el estero en la zona solicitada, se plantea la explotación del material integral respetando los perfiles graficados en los planos que se adjuntan.

La extracción propone una metodología orientada a realizar excavaciones longitudinales, canalizando el río en forma centralizada desde el eje hacia los costados, sin sobrepasar las cotas de fondo de proyecto y los límites en planta.

De acuerdo a lo anterior, la explotación se plantea para mejorar las actuales condiciones del escurrimiento y para dar cumplimiento a la normativa vigente que establece el Departamento de Obras Fluviales en conjunto con la Municipalidad de Calle Larga.

E49) Titulo. Defensas estero Pocuro entre 3.200m aguas arriba y 1.400m. aguas abajo del cruce camino Santiago Los Andes en V región, en propiedades del señor Carolus Brow Barroilhet.

Autor. Solano Vega y Asociados. Ingenieros Consultores., (MOP).

Año. Diciembre, 1987.

Resumen. El proyecto de defensa que se ha estudiado corresponde a un tramo del estero Pocuro en la V Región entre, aproximadamente, 3.200m. aguas arriba del cruce del estero con la carretera Santiago- Los Andes, en Calle Larga (Puente Pocuro), y 1.140 m. aguas abajo de este cruce. Tanto durante las crecidas de invierno 1986 como particularmente 1987, se ha producido inundaciones y erosiones de la ribera derecha en el tramo ya mencionado, en predios del Sr. Carolus Brown B. El invierno de 1987 ha sido particularmente crítico en cuanto al nivel y caudal alcanzado por las crecidas del mes de agosto. Es así como aproximadamente 740 m. aguas abajo del cruce ya mencionado como referencia, y en una curva a la izquierda del estero, las aguas de éste rompieron un nuevo cauce, no registrado a lo menos durante los últimos cien años, que

después de recorrer aproximadamente 1 km. por propiedad del Sr. Brown, se vuelve a juntar con el lecho original.

Siendo las obras de defensas de este sector una iniciativa de carácter privado del Sr. C. Brown, se ha defendido de mayores pérdidas de ribera y de inundaciones, las propiedades de la persona que toma la iniciativa, pero sin que esto implique un deterioro adicional de los sectores no defendidos. Estos sectores no defendidos corresponden aguas arriba del cruce de referencia, a la ribera izquierda en su mayor parte, y los últimos 500 m. de la ribera derecha. La Comparación de la planta topográfico actual y las obras propuestas muestra que solamente se ha reforzado y peraltado talud derecho 900 m. , sin que implique desviación o deflexión del curso natural, evitando daños futuros a la ribera opuestos. Los últimos 400 m. de la zona defendida, en que existe actualmente una curva y contracurva, se ha modificado algo la planta, de modo de suavizar estos enlaces, y en este caso, se ha canalizado el tramo en toda su sección defendiendo en esta forma ambas riberas.

Aguas abajo del cruce, las propiedades del Sr. Brown incluyen ambas riberas, salvo un tramo inicial en ribera izquierda, de unos 300 M.

En este tramo de 740 m. , no se ha defendido solamente los 100 m. iniciales de ribera izquierda, ya que por su altura y solitación no requiere de obras. El resto, hasta bifurcación del cauce antiguo y nuevo del estero, ha sido defendido en ambas riberas. El estudio económico realizado durante la ejecución del proyecto, ha mostrado que para una crecida como la que tuvo lugar en 1987, no se puede pretender encauzar el total por el lecho antiguo del estero, y se ha consultado la posibilidad que solamente del orden de 1/3 del caudal pase por lecho antiguo, pasando el resto por el lecho nuevo. Esto implica un muro fusible en lecho nuevo cuando el caudal exceda lo prefijado. El lecho antiguo, aguas abajo de esta bifurcación, debe ser canalizado en unos 400 m.

E50) Titulo. Recuperación del río Aconcagua y esteros afluentes y pérdidas en canal.

Autor. Pablo Kleiman, (DR – MOP).

Año. Febrero, 1970.

Objetivos. El objeto de este informe es analizar la condición hidrológica del río Aconcagua y esteros afluentes, durante los años hidrológicos 1968 y 1969, de extrema sequía. Se comenta los experimentos de recuperación efectuados, por primera vez, a lo largo de los esteros y se señala la importancia de los canales derivados de ellos.

Se analiza, además, los experimentos de recuperación en el río Aconcagua y los experimentos de pérdidas en canal efectuados en ese período.

E51) Titulo. Estudio del mejoramiento de la red fluviométrica de la cuenca del río Aconcagua.

Autor. Departamento de Hidrología (DGA).

Año. Junio, 1977.

Objetivos. El objetivo general de este estudio es proponer la red fluviométrica más conveniente o red fluviométrica óptima para la cuenca del río Aconcagua, de manera que pueda obtenerse la máxima información de buena calidad sobre el régimen de escorrentía superficial a un costo razonable de inversión, operación y mantenimiento y de acuerdo a los requerimientos de información para la evaluación y aprovechamiento óptimo de los recursos hídricos de la cuenca.

Esta proposición y las recomendaciones correspondientes estarán naturalmente basadas en un análisis crítico de la red fluviométrica existente y de las estaciones componentes, en cuanto a sus instalaciones, ubicaciones, utilidad, calidad global y continuidad de la información actualmente recolectada.

Conclusiones.

- En base a las visitas a terreno efectuadas, se estima que las actuales instalaciones fluviométricas se encuentran en buen estado de mantención y conservación.
- En la red fluviométrica actual existe en general un exceso de estaciones sobre las estrictamente necesarias, los objetivos de información en algunas de ellas no están suficientemente claras.
- Existe una falta de estaciones de control sedimentológico en las subcuencas fluviales y en el curso medio y bajo del río Aconcagua.
- Con respecto a la calidad físico – químico del agua, existe un gran número de estaciones de muestreo no integradas a una red fluviométrica con un gran volumen de información interesante, que sería conveniente analizar y publicar.
- Se estima que la red pluviométrica actual de la cuenca del Aconcagua no está totalmente interrelacionada con la red fluviométrica, observándose una clara falta de estaciones pluviográficas en diversos puntos de la hoya.
- De acuerdo a los criterios y definiciones indicadas en los capítulos 1 y 2, las estaciones de la red fluviométrica existentes se pueden clasificar como se indica en la tabla I.

- La red fluviométrica propuesta y la jerarquización de estaciones componentes se indica también en la tabla I.

- Con respecto a algunas de las estaciones existentes que se mantienen en la red fluviométrica propuesta, es necesario efectuar los mejoramientos y modificaciones que se indican en el capítulo 4.

E52) Título. Análisis crítico de la red fluviométrica nacional.

Autor. Departamento de Hidrología (DGA).

Año. Octubre, 1983.

Objetivos. El objetivo básico de este informe es efectuar un análisis crítico de la red actual de medición de calidad de aguas para las regiones III, IV y V y proponer una red primaria de estaciones de muestreo para estas mismas regiones.

En la actualidad, la Dirección de Aguas, realiza mediciones sistemáticas con una periodicidad variable, a lo largo del país, y posee en sus registros información que será utilizada para evaluar la utilidad de la red que se está operando.

Esta información, junto a la consideración de otros factores que inciden en calidad de aguas, servirá para proponer la red futura.

Conclusiones.

- La red propuesta de calidad de aguas incluye estaciones base y estaciones impacto operadas, ambas permanentemente.

- Las estaciones base tienen por objeto determinar la calidad del agua en su estado natural, para utilizarla como patrón de comparación frente a la calidad resultante de la acción del hombre o fenómenos naturales. Las estaciones impacto tienen por objeto mantener bajo observación fuentes contaminación.

- La red propuesta incluye estaciones de primera y segunda prioridad. Se han considerado de primera prioridad aquellas que deben entrar en operación de inmediato y de segunda, aquellas cuya puesta en operación puede ser postergada.

- Para la ubicación de las estaciones de muestreo se utilizaron los criterios generales que se presentan en el capítulo 2.

- Para la construcción definitiva de la red se tomó en cuenta el grado de desarrollo en cada cuenca, así como criterios de uniformidad de distribución de los puntos de muestreo.

E53) Titulo. Estudio de síntesis de catastros de usuarios de agua e infraestructuras de aprovechamiento.

Autor. Ricardo Edwards G. Ingenieros, (DGA).

Año. Octubre, 1991.

Objetivos. El presente estudio tiene por objeto condensar los antecedentes más relevantes de los estudios de catastros realizados por la DGA a través de su Departamento de Estudios.

La síntesis, se ha elaborado sobre la base del análisis de cada uno de los estudios de catastros confeccionados a la fecha.

Cabe hacer notar que los estudios de catastros realizados en el período 1976 - 1990, no son uniformes en su contenido, las carencias de información relacionada con infraestructura de aprovechamiento se señalan expresamente en los cuadros respectivos. Aquellos relacionados con las organizaciones de usuarios han sido subsanados mediante la recopilación de los antecedentes faltantes, obtenidos de registro de organizaciones de usuarios de la DGA.

Los antecedentes relativos a demografía, fueron revisados y actualizados de acuerdo a los datos del censo de población y vivienda del año 1982. La división político – administrativa, se obtuvo de la cartografía que dispone el INE.

E54) Titulo. Estudio de eficiencia de riego en primera y segunda sección río Aconcagua.

Autor. Arturo Herrera de la Barra, (DGA).

Año. Junio, 1981.

Objetivos. El objetivo del presente estudio, fue determinar la eficiencia de riego en 10 cultivos de la primera y segunda sección del río Aconcagua.

Conclusiones. Las conclusiones más relevantes del estudio realizado señalan que en general, la eficiencia de riego fue más alta en la segunda sección del río que en la primera.

En cuanto a la eficiencia de almacenamiento el hecho que ningún cultivo alcanzó el valor 100%, indicaría que los riegos son muy rápidos o desuniformes lo cual impide un mejoramiento total del perfil del suelo.

Los riegos nocturnos tienen menor eficiencia de aplicación que los riegos diurnos.

La capacidad empresarial del agricultor influyó notablemente en la magnitud de la eficiencia de riego medida.

Por último se observó, en general, un discreto nivel tecnológico en cuanto al uso y manejo del agua de riego.

Las normas de regadío predial actualmente usadas en el área estudiada, obedece a apreciaciones a veces erradas, del encargado del regadío en el predio.

E55) Titulo. Informe de intervención río Aconcagua II y III sección.

Autor. César Videla Díaz, (DGA).

Año. Mayo, 1996.

Código. E#55.

E56) Titulo. Confección del Rol de usuarios de la cuarta sección del río Aconcagua.

Autor. Nelson González G. Ingenieros Consultores, (DGA).

Año. Marzo, 1982.

Objetivos. El trabajo ejecutado tiene por objetivo central el confeccionar los roles de usuarios de los recursos hídricos de la cuarta sección del río Aconcagua, incluyendo según se indicó, sus afluentes, vertientes y pozos, en todos los usos que contempla el código de aguas en vigencia.

E57) Titulo. Catastro general de usuarios de aguas de la primera sección del río Aconcagua.

Autor. Departamento de Estudios, (DGA).

Año. 1993.

Objetivos. Este estudio tiene por objetivo la confección del catastro de usuarios en el área servida por todos los canales derivados directa o indirectamente de los cauces naturales ubicados en la primera sección del río Aconcagua. También contempla los usuarios de recursos pertenecientes al área tributaria del estero Quilpué (segunda sección).

E58) Titulo. Catastro general de usuarios de aguas de la segunda sección del río Aconcagua y canal el Melón.

Autor. Departamento de Estudios, (DGA).

Año. Noviembre, 1989.

Resumen. La información elaborada como son: el catastro general, los usuarios por canal, los antecedentes de las comunidades de aguas, asociaciones de canalistas y juntas de vigilancia se han realizado en base a antecedentes existentes recopilados en distintos organismos públicos y privados.

E59) Título. Catastro general de usuarios de aguas de la tercera sección del río Aconcagua.

Autor. Departamento de Estudios, (DGA).

Año. Febrero, 1993.

Resumen. La información elaborada como son: el catastro general, los usuarios por canal, los antecedentes de las comunidades de aguas, asociaciones de canalistas y juntas de vigilancia se han realizado en base a antecedentes existentes recopilados en distintos organismos públicos y privados.

E60) Título. Antecedentes sobre la intervención del río Aconcagua Quillota – V región.

Autor. Dirección General de Aguas, (DGA).

Año. 1997.

E61) Título. Análisis crítico de la red de medición de niveles de agua subterránea, V región.

Autor. Alamos y Peralta. Ingenieros Consultores, (DGA).

Año. 1993.

Resumen. El acuífero del valle del río Aconcagua, se ha formado por la acumulación de material detrítico permeable del tipo grava, arena, bolones y arcilla, el cual sobreyace a la roca fundamental.

En términos de la potencia del relleno sedimentario, ha sido relevante los rasgos estructurales que se presentan en la cuenca del Aconcagua, donde existen profundas fosas tectónicas del tipo graben. Ejemplo claro de ello, es la subcuenca hidrogeológica de San Felipe – Los Andes.

El río Aconcagua ha sido el agente de transporte y depositación de material detrítico de mayor relevancia, en segundo lugar, las principales quebradas afluentes.

Este río se encuentra además en comunicación hidráulica con el acuífero siendo un elemento que entrega o recibe agua según la posición relativa del nivel estático con respecto al río.

El funcionamiento hidráulico es tal que las entradas de agua al sistema hidrogeológico se producen por infiltración directa desde el río, por entradas laterales en forma subterránea desde las quebradas tributarias y fundamentalmente por infiltración desde el sistema de riego tanto en canales matrices como secundarios así como por la aplicación directa de agua en el regadío de los predios.

Las salidas se producen en forma subterránea hacia el mar, por evaporación directa y evapotranspiración en zonas de alto nivel freático, vertientes localizadas en el propio río y finalmente se menciona la salida artificial mediante bombes.

El escurrimiento subterráneo en la cuenca es en general de tipo libre, presentándose escurrimiento del tipo confinado en la cuenca de Llayllay con pozos surgentes y en la zona de la desembocadura del Aconcagua en Concón – Tabolango.

Todo lo descrito anteriormente constituye uno de los aspectos que se han tenido en cuenta al analizar la red piezométrica existente y proponer una nueva, como también para la creación de una red de vigilancia de la calidad química.

E62) Titulo. Desarrollo de cuentas ambientales para el recurso agua en Chile.

Autor. CONAMA.

Año. Diciembre, 1998.

E63) Titulo. Proyecto de ingeniería embalse Piuquenito.

Autor. Ricardo Edwards G. Ingenieros Consultores, (DGA).

Año. Marzo, 1995.

Resumen. El presente documento corresponde a la entrega de al primera etapa del estudio Proyecto de Ingeniería embalse Piuquenes II.

Los alcances de esta fase del estudio se refieren a la ejecución de la topografía del sector, a la campaña de prospecciones y ensayos de terreno y a la recopilación de antecedentes geológicos, geotécnicos y topográficos del sector.

El proyecto propiamente tal corresponde a la materialización de un embalse regulador de 150.000 m<sup>3</sup> de capacidad, que se ubicará aguas abajo de la confluencia de los ríos Blanco y Los Leones, en la explanada fluvial existente por la ribera derecha del río, aguas abajo del tranque de relaves Piuquenes, perteneciente a División Andina, Codelco Chile.

E64) Título. Estimación del impacto económico asociado a sequías hidrológicas.

Autor. Bonifacio Fernández L., (DGA).

Año. Mayo, 1999.

Resumen. La ocurrencia de eventos de sequías significativas en Chile en los años 90 han motivado la necesidad de abordar la evaluación de sus impactos sobre los sectores productivos basados en criterios cuantitativos a fin de contar con apreciaciones objetivas sobre el tema.

Se evaluará el impacto económico asociado al déficit en cada área productiva, agrícola, potable, minero – industrial e hidroeléctrica. Esta última resulta más compleja de determinar, dada la interconexión espacial de la demanda.

Conclusiones. Una adecuada organización de los usuarios disminuye la necesidad de intervención estatal. La cuenca del Limarí tiene un alto nivel de organización y no ha requerido intervención durante las últimas sequías, en cambio, la cuenca del Aconcagua con menor nivel organizativo, ha sido intervenida 3 veces en la presente década.

- Es recomendable fortalecer las organizaciones de usuarios para que ella puedan planificar y ejecutar las medidas de contingencia durante una sequía.
- Los embalses de regulación anual o interanual permiten aumentar la seguridad de abastecimiento, pero no resuelven definitivamente el problema de la oferta durante una sequía, siendo necesario elaborar soluciones por el lado de la flexibilización de la demanda y de la distribución.
- Es recomendable fortalecer los mecanismos de reasignación temporal del recurso, como arriendo o derechos o venta de volúmenes de agua.
- Es recomendable fomentar la construcción de tranques de regulación nocturna.

- Es importante investigar y difundir el concepto del riego deficitario controlado. Aunque esta medida requiere de una base de conocimiento técnico y precisa, siempre resulta de utilidad y de bajo costo durante una sequía.
- Se sugiere la posibilidad de implementar seguros agrícolas contra la sequía.
- La superficie cultivada, vale decir, la demanda por agua de riego, debe tomarse como un parámetro intrínsecamente variable, de año a año y no como parámetro fijo. En efecto, la demanda se adapta en gran medida a la disponibilidad, constituyendo este hecho la más eficiente medida de mitigación.

E65) Título. Estudio de la sedimentación embalse Puntilla del Viento.

Autor. Andrés Benítez Girón. Consultor, (DGA).

Año. Octubre, 1997.

Resumen. Para estudiar la sedimentación del embalse Puntilla del Viento nos basaremos en los antecedentes obtenidos en la estación fluviométrica y sedimentométrica de la DGA río Aconcagua en Chacabuquito.

En dicho lugar fue instalada una estación fluviométrica en el mes de septiembre de 1936, en la que se hacían lecturas cada dos días.

A partir del año 1953 se tiene una estadística continua de caudales diarios, aunque presenta algunos vacíos.

Las medidas sedimentométricas se empezaron a realizar en el mes de mayo de 1966, consistentes en muestras diarias para determinar las concentraciones diarias de sedimento en suspensión.

Conclusiones. De acuerdo a los antecedentes obtenidos y a las suposiciones realizadas, especialmente en lo referente a la evaluación de la pérdida del volumen de embalse, al cabo de 50 años, el sedimento ocupará un volumen igual:  $VTS(50 \text{ años}) = 19.2 \text{ a } 33.4 \text{ millones de m}^3$ .

Para realizar este estudio se han analizado exhaustivamente todos los antecedentes que se han podido recopilar, los cuales muchas veces no concordaban entre sí. Una vez que existan en el futuro más antecedentes obtenidos en terreno, tal vez pueda tenerse una visión más clara y exacta de cual es la realidad.

Para mayor información, se ha incluido todos los cálculos que se han realizado, los que se encuentran en los anexos.

E66) Titulo. Detección de elementos tóxicos en aguas continentales.

Autor. Departamento de Estudios y Planificación, (DGA).

Año. Junio, 1994.

Resumen. Las cuencas seleccionadas pertenecen a la llamada zona árida del país. Se escogió una cuenca por región, estimándose que ellas serían representativas de la situación. En cada una de las cuencas se consideraron las características hidrológicas, la situación existente en términos del uso del suelo y la actividad productiva que se desarrolla en la zona, con objeto de definir la política de estudio a seguir.

Los elementos tóxicos analizados fueron detergentes, fenoles, cadmio, litio, mercurio, selenio y 29 tipos de pesticidas.

E67) Titulo. Estudio sobre las captaciones de Las Vegas y Ocoa.

Autor. Oficina Proyecto “Río de la Unidad”, (OPRU).

Año. Julio, 1972.

Objetivos. Tiene por objeto analizar las posibilidades de la captación subterránea por pozos recientemente construidos en la zona de Ocoa por la Dirección de Obras Sanitarias y las expectativas de aumentar el caudal entregado por el dren de Las Vegas en base a galerías transversales adicionales en actual ejecución, o bien alguna otra medida que se recomiende. Ambas obras están destinadas a mejorar el abastecimiento de agua potable de las ciudades de Valparaíso y Viña del Mar.

Para el análisis del problema de Las Vegas ha sido necesario estudiar previamente el funcionamiento hidráulico general de la captación y determinar las características principales del acuífero en que se encuentra ubicada. Para esto se han utilizado básicamente los antecedentes e informaciones recogidos durante la construcción y explotación de la obra, como así mismo, informes existentes al respecto y visitas a la zona misma.

Para el estudio de la zona de Ocoa se ha contado con las pruebas de agotamiento ejecutadas en los 7 pozos construidos a la fecha.

Conclusiones.

- Existe un primer acuífero freático, que sería el de mayor importancia, con un espesor del orden de los 40 mts., el que estaría interceptado totalmente por la galería de Las Vegas. A mayor profundidad existirían algunos acuíferos confinados de significación escasa.

- Las permeabilidades medias el acuífero freático superior varían aproximadamente entre  $0,06 \times 10^{-3}$  m/seg. a  $0,2 \times 10^{-3}$  m/seg. correspondiendo los valores más altos a la zona próxima a cauce del río y los menores al extremo norte del valle interceptado por la galería. Los coeficientes de transmisibilidad respectivos variarían de  $2,4 \times 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/seg a  $8 \times 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/seg. El coeficiente de almacenamiento sería del orden de 21%.

- Se observa una estratificación vertical de los rellenos con aumento progresivo del contenido de arcilla con la profundidad, lo que reduce la permeabilidad en ese sentido. En los pozos de Ocoa se ha determinado que la permeabilidad de los rellenos superficiales (0 a 5 mts. Aproximadamente) es del orden de  $2 \times 10^{-3}$  m/seg. mientras que bajo los 15 a 20 mts. de profundidad ella se reduce a un orden de  $0,015 \times 10^{-3}$  m/seg.

- Aún cuando los antecedentes cuantitativos confinados existentes bajo la galería en Las Vegas son muy escasos, su transmisibilidad sería del orden de  $1 \times 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/seg.

- Las alimentaciones de la galería de Las Vegas debido a la infiltración del río en su lecho, directamente sobre esa galería, es escasa realizándose con una tasa del orden de  $6 \times 10^{-3}$  lts./seg. x m<sup>2</sup>. Esta tasa tan baja queda condicionada por el depósito de materiales finos, especialmente limos, en el lecho del río lo que lo impermeabiliza. En condiciones normales el aporte total por este concepto hacia la captación sería sólo del orden de 100 lts./seg.

- Las galerías transversales que parten de las cámaras C6 y C8 en actual construcción no han permitido hasta el momento obtener aumentos significativos en los caudales captados.

E68) Título. Pronóstico de disponibilidad de agua, temporada 1977 - 1978.

Autor. Departamento de Hidrología, (DGA)

Año. Septiembre, 1977.

Objetivos. La dirección general de aguas ha elaborado el presente informe con el fin de dar a conocer los caudales que se esperan para la temporada de riego 1977 – 1978. Con este propósito se han estudiado las precipitaciones en los valles y cordillera, la situación de los embalses y se han pronosticado los caudales medios mensuales y caudales máximos del período primavera verano para las principales hoyas del norte chico, zona central y sur del país. Para la realización de este informe se ha contado con antecedentes obtenido para las oficinas regionales y por el

Departamento de Hidrología de la D.G.A., por la División Hidrológica de Endesa y por la dirección Meteorológica de Chile en esta edición se han pronosticado caudales de deshielo para un total de 13 estaciones, comprendidas entre los ríos Copiapó y Ñuble (Itata).

E69) Titulo. Pronóstico de disponibilidad de agua, temporada 1986 - 1987.

Autor. Departamento de Hidrología, (DGA)

Año. Septiembre, 1986.

Objetivos. La dirección general de aguas ha elaborado el presente informe con el fin de dar a conocer los caudales que se esperan para la temporada de riego 1986 – 1987. Con este propósito se han estudiado las precipitaciones en los valles y cordillera, la situación de los embalses y se han pronosticado los caudales medios mensuales y caudales máximos del período primavera verano para las principales hoyas del norte chico, zona central y sur del país. Para la realización de este informe se ha contado con antecedentes obtenido para las oficinas regionales y por el Departamento de Hidrología de la D.G.A., por la División Hidrológica de Endesa y por la dirección Meteorológica de Chile en esta edición se han pronosticado caudales de deshielo para un total de 13 estaciones, comprendidas entre los ríos Copiapó y Ñuble (Itata).

E70) Titulo. Pronóstico de disponibilidad de agua, temporada 1998 - 1999.

Autor. Departamento de Hidrología, (DGA)

Año. Septiembre, 1998.

Objetivos. La dirección general de aguas ha elaborado el presente informe con el fin de dar a conocer los caudales que se esperan para la temporada de riego 1998 – 1999. Con este propósito se han estudiado las precipitaciones en los valles y cordillera, la situación de los embalses y se han pronosticado los caudales medios mensuales y caudales máximos del período primavera verano para las principales hoyas del norte chico, zona central y sur del país. Para la realización de este informe se ha contado con antecedentes obtenido para las oficinas regionales y por el Departamento de Hidrología de la D.G.A., por la División Hidrológica de Endesa y por la dirección Meteorológica de Chile en esta edición se han pronosticado caudales de deshielo para un total de 13 estaciones, comprendidas entre los ríos Copiapó y Ñuble (Itata).

E71) Titulo. Pronóstico de disponibilidad de agua, temporada 1999 - 2000.

Autor. Departamento de Hidrología, (DGA)

Año. Septiembre, 1999.

Objetivos. La dirección general de aguas ha elaborado el presente informe con el fin de dar a conocer los caudales que se esperan para la temporada de riego 1999 – 2000. Con este propósito se han estudiado las precipitaciones en los valles y cordillera, la situación de los embalses y se han pronosticado los caudales medios mensuales y caudales máximos del período primavera verano para las principales hoyas del norte chico, zona central y sur del país. Para la realización de este informe se ha contado con antecedentes obtenidos para las oficinas regionales y por el Departamento de Hidrología de la D.G.A., por la División Hidrológica de Endesa y por la dirección Meteorológica de Chile en esta edición se han pronosticado caudales de deshielo para un total de 13 estaciones, comprendidas entre los ríos Copiapó y Ñuble (Itata).

## **2.2. CLASIFICACIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS.**

### **2.2.1. Clasificación por área de cobertura.**

El motivo que lleva a clasificar los diversos estudios y proyectos por su área de cobertura, es definir la cantidad de estudios que se han realizado en las distintas zonas de la cuenca del río Aconcagua.

Para realizar la siguiente clasificación de los estudios y proyectos recopilados, primeramente se definirá como área de cobertura, al área geográfica que involucra cada estudio descrito.

La forma en que se realizará esta clasificación será a través de una planilla en la cual se indicará el código del estudio y conjuntamente el área de cobertura que este involucra.

Tab. 2.5. Clasificación por área de cobertura.

Código estudio	Concón	Limache	Quilota	Calera	Romeral	Catemu	Llaylay	Putendo	San Felipe	Los Andes
E♦1		✓	✓	✓					✓	✓
E♦2		✓				✓		✓	✓	✓
E♦3					✓		✓	✓	✓	✓
E♦4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E♦5	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E♦6	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E♦7								✓		
E♦8								✓		
E♦9	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E♦10	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E♦11	✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓	✓
E♦12						✓	✓	✓	✓	✓
E♦13	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E♦14				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E♦15	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E♦16	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E♦17	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E♦18	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E♦19	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E♦20	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E♦21	✓	✓								
E♦22	✓	✓								
E♦23	✓	✓								
E♦24	✓	✓								
E♦25	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E♦26								✓		
E♦27			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E♦28				✓	✓					
E♦29	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E♦30					✓	✓	✓	✓	✓	✓

Tab. 2.5. Clasificación por área de cobertura (continuación).

Código estudio	Concón	Limache	Quillota	Calera	Romeral	Catemu	Llaylay	Putendo	San Felipe	Los Andes
E 31			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
E 32	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E 33		✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓
E 34				✓	✓			✓		✓
E 35		✓								
E 36										✓
E 37		✓								
E 38		✓								
E 39		✓								
E 40		✓								
E 41		✓								
E 42		✓								
E 43		✓								
E 44		✓								
E 45		✓								
E 46		✓								
E 47	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E 48										✓
E 49										✓
E 50	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E 51	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E 52	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E 53	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E 54					✓	✓	✓	✓	✓	✓
E 55			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
E 56	✓	✓								
E 57									✓	✓
E 58					✓	✓	✓	✓	✓	
E 59			✓	✓						
E 60			✓							
E 61	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E 62	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E 63										✓
E 64	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E 65										✓
E 66	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E 67						✓	✓			
E 68	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E 69	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E 70	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E 71	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

### 2.2.2. Clasificación por tópicos.

La razón que lleva a realizar la clasificación de los distintos estudios y proyectos realizados de la cuenca del río Aconcagua, según tópicos o materias tratadas en cada uno de ellos, es el interés de determinar la similitud de materias tratadas, así como también la necesidad de conocer las tópicos faltantes en los diversos estudios y proyectos realizados de la cuenca del río Aconcagua.

Tab. 2.6. Clasificación por tópico.

Código estudio	Contaminación	Sedimentos	Riego	Obras de Riego	Suelo	Legislación	Extracción	Obras de Regulación	Rec. Hid. e Hidrología	Aguas Subterráneas
E♦1	✓									
E♦2	✓									
E♦3			✓							
E♦4									✓	
E♦5			✓		✓	✓				
E♦6					✓					
E♦7			✓							
E♦8								✓		
E♦9	✓		✓		✓				✓	✓
E♦10									✓	
E♦11									✓	
E♦12			✓	✓	✓			✓	✓	
E♦13			✓		✓			✓		
E♦14			✓					✓	✓	✓
E♦15			✓	✓				✓		
E♦16	✓		✓		✓	✓		✓	✓	
E♦17									✓	✓
E♦18					✓					
E♦19	✓									✓
E♦20			✓						✓	
E♦21		✓					✓	✓	✓	
E♦22								✓		
E♦23		✓					✓			
E♦24					✓					
E♦25	✓		✓		✓	✓		✓		
E♦26			✓	✓						
E♦27			✓					✓	✓	✓
E♦28			✓	✓				✓		
E♦29			✓	✓		✓				
E♦30				✓					✓	
E♦31			✓	✓		✓		✓	✓	✓
E♦32										✓
E♦33			✓	✓	✓			✓	✓	✓
E♦34				✓				✓		
E♦35							✓			
E♦36							✓			
E♦37							✓			
E♦38							✓			
E♦39							✓			
E♦40							✓			
E♦41							✓			
E♦42							✓			
E♦43							✓			
E♦44							✓			
E♦45							✓			
E♦46							✓			
E♦47	✓									✓
E♦48		✓					✓		✓	
E♦49								✓		
E♦50									✓	
E♦51									✓	
E♦52	✓									
E♦53				✓		✓		✓		
E♦54			✓							
E♦55						✓				
E♦56						✓				
E♦57						✓				
E♦58						✓				

Tab. 2.6. Clasificación por tópico (continuación).

Código estudio	Contami-	Sedimen-	Riego	Obras de Riego	Suelo	Legislación	Extracción	Obras de Regulación	Rec. Hid. e Hidrología	Aguas Subterráneas
E+59						✓				
E+60						✓				
E+61		✓							✓	✓
E+62	✓									
E+63								✓		
E+64									✓	
E+65		✓						✓	✓	
E+66	✓				✓				✓	
E+67										✓
E+68								✓	✓	
E+69								✓	✓	
E+70								✓	✓	
E+71								✓	✓	

### 2.2.3. Clasificación por tipo de documento.

Es viable la clasificación por tipo de documento de los estudios y proyectos realizados de la cuenca del río Aconcagua, dado que ésta información relaciona de alguna manera la cantidad de estudios y proyectos elaborados dentro de una determinada área, con la importancia estratégica de ésta, para el logro de un desarrollo económico, cultural y social del sector.

Tab. 2.7. Clasificación por tipo de documento.

Código estudio	Estudios BRNE	Proyectos	Informes de Contingencia	Catastros	Pronósticos	Anteproyectos
E❖1	✓					
E❖2	✓					
E❖3	✓					
E❖4	✓					
E❖5		✓				
E❖6	✓					
E❖7		✓				
E❖8						✓
E❖9	✓					
E❖10	✓					
E❖11	✓					
E❖12	✓					
E❖13		✓				
E❖14	✓					
E❖15	✓					
E❖16		✓				
E❖17				✓		
E❖18	✓					
E❖19				✓		
E❖20	✓					
E❖21	✓					
E❖22		✓				
E❖23			✓			
E❖24		✓				
E❖25	✓					
E❖26	✓					
E❖27	✓					
E❖28	✓					
E❖29			✓			

Tab. 2.7. Clasificación por tipo de documento (continuación).

Código estudio	Estudios BRNE	Proyectos	Informes de Contingencia	Catastros	Pronósticos	Anteproyectos
E❖30			✓			
E❖31			✓			
E❖32				✓		
E❖33			✓			
E❖34	✓					
E❖35			✓			
E❖36	✓					
E❖37			✓			
E❖38			✓			
E❖39			✓			
E❖40			✓			
E❖41			✓			
E❖42			✓			
E❖43			✓			
E❖44			✓			
E❖45			✓			
E❖46			✓			
E❖47	✓					
E❖48		✓				
E❖49	✓					
E❖50	✓					
E❖51	✓					
E❖52	✓					
E❖53	✓					
E❖54	✓					
E❖55			✓			
E❖56	✓					
E❖57				✓		
E❖58				✓		
E❖59				✓		
E❖60	✓					
E❖61	✓					
E❖62	✓					
E❖63		✓				
E❖64	✓					
E❖65	✓					
E❖66	✓					
E❖67	✓					
E❖68					✓	
E❖69					✓	
E❖70					✓	
E❖71					✓	

BRNE: Básicos de Recursos Naturales y Económicos.

#### 2.2.4 Clasificación por década.

Se efectúa la siguiente clasificación de estudios y proyectos realizados de la cuenca del río Aconcagua, con el objeto de entregar una visión más clara y ordenada de ellos, como también la cantidad de estudios ejecutados dentro de las últimas década y el número de estudios por cada una de ellas, pudiendo con esto relacionar además las magnitudes de las inversiones económicas

realizadas para llevar a cabo cada uno de los estudios con el fin de lograr un desarrollo estratégico de cada sector de la cuenca dentro de los mismos periodos.

Tab.2.8. Clasificación por década.





### 3. ANÁLISIS GENERAL COMPARATIVO DE ESTUDIOS Y PROYECTOS REALIZADOS DE LA CUENCA DEL RÍO ACONCAGUA.

#### 3.1 GENERALIDADES.

Acorde a los objetivos planteados en la tesis, en el presente capítulo se analiza las clasificaciones realizadas en el capítulo anterior de los distintos estudios y proyectos recopilados de la cuenca del río Aconcagua.

Estas clasificaciones se realizaron bajo cuatro puntos de vista las que fueron: el área geográfica que abarca cada uno de los estudios, dividiendo la cuenca en diez sectores; la materia específica que trata cada documento, distinguiéndose diez tópicos para el análisis; la década de realización, especificándose el año; y por último la clasificación por el tipo de documento.

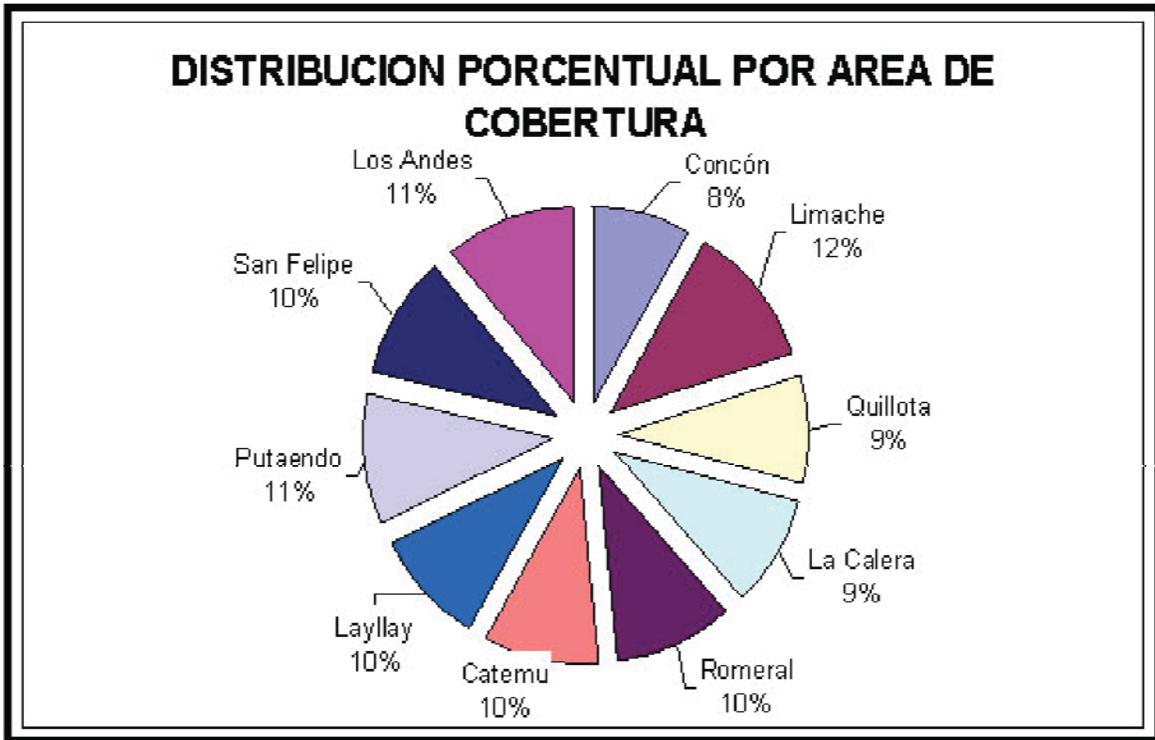
Además, se realizaron una serie de gráficos que facilitaron el análisis y la comprensión correspondiente a las clasificaciones anteriormente mencionadas.

#### 3.2. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE GRÁFICOS.

##### 3.2.1. Gráfico de distribución porcentual por área de cobertura.

La clasificación por área de cobertura, realizada en el capítulo anterior, arrojó los valores que se muestran en el gráfico 3.1., resultados obtenidos de un universo de 71 estudios recopilados de la cuenca del Aconcagua.

Gráfico. 3.1. Distribución porcentual por área.

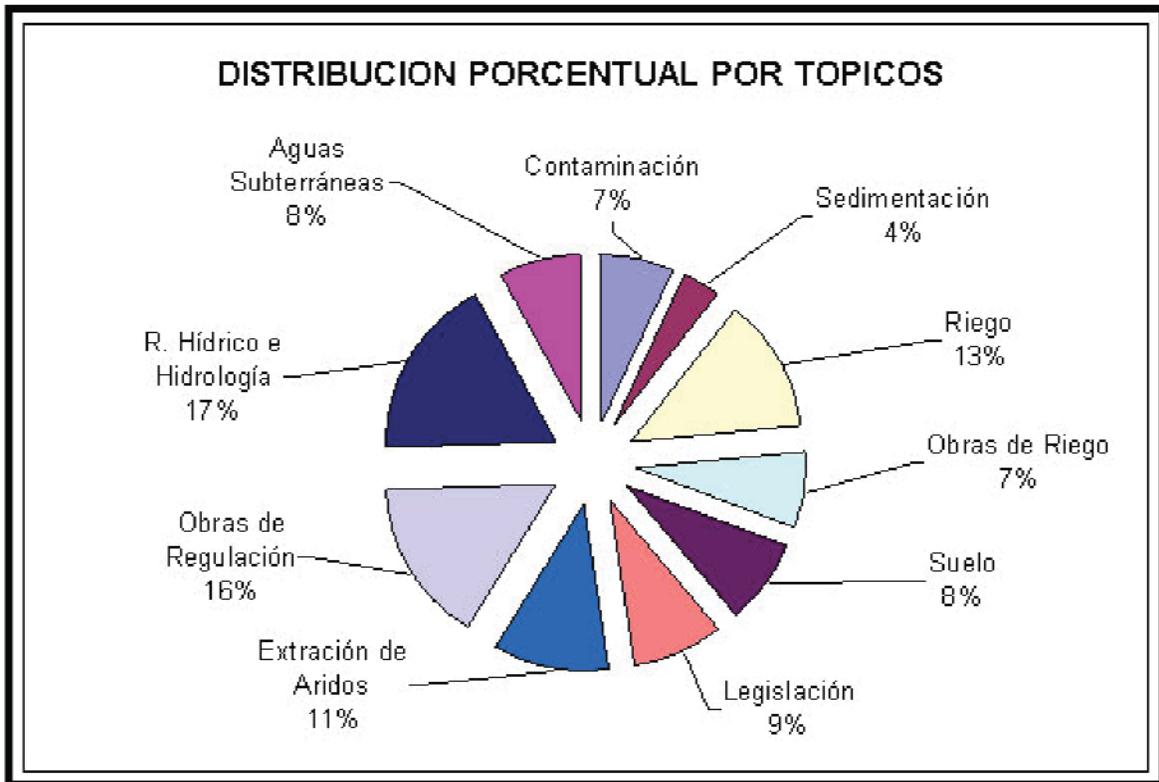


### 3.2.2. Gráfico de distribución porcentual por tópicos.

La clasificación por tópicos realizada en el capítulo anterior, arrojó los valores que se muestran en el gráfico 3.2., resultados obtenidos de un universo de 71 estudios recopilados de la cuenca del Aconcagua.

En el gráfico 3.2. se puede observar que los porcentajes más altos registrados, corresponden a los tópicos de Recursos Hídricos e Hidrología y obras de Regulación, lo cual se explica por ser el valle del río Aconcagua, una zona cuya principal actividad económica es la agricultura, la cual sustenta el desarrollo del sector y que depende además de la calidad, cantidad y disponibilidad del recurso agua en conjunto con otras técnicas propias de la actividad.

Gráfico. 3.2. Distribución porcentual por tópicos.

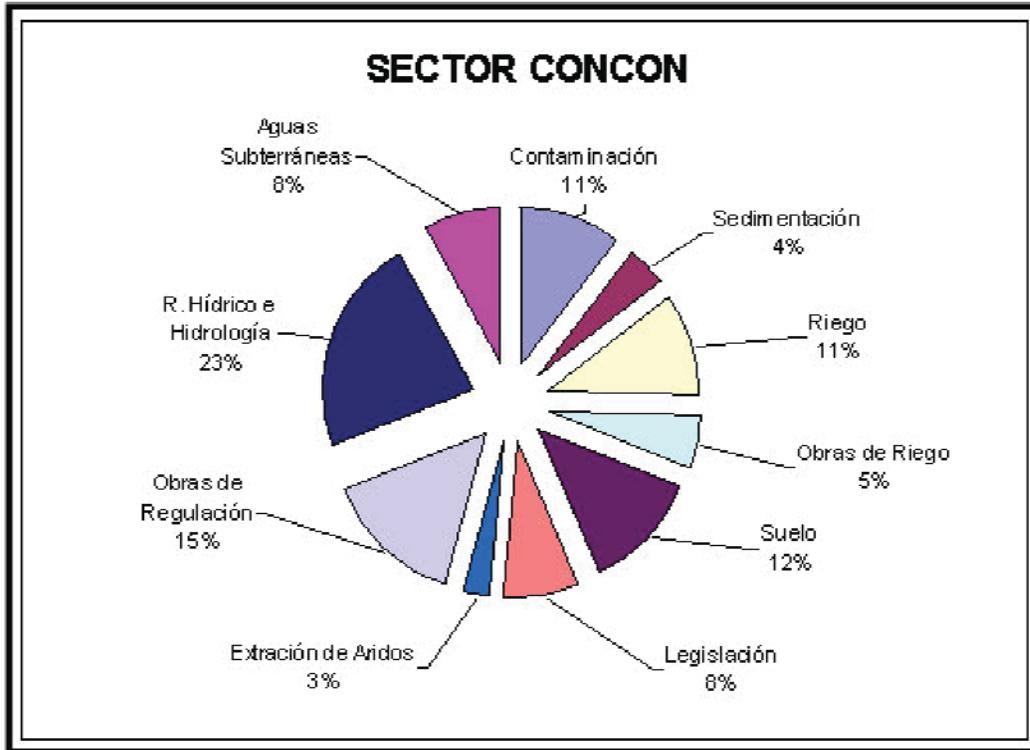


### 3.2.3. Análisis de la distribución por área de cobertura y por tópicos tratados.

A continuación se procede al análisis de la información conjunta entregada por los gráficos de distribución porcentual por área de cobertura y el de distribución porcentual por tópicos.

El análisis de ésta información conjunta cuyos datos son el sector geográfico de la cuenca del valle del río Aconcagua y el tópico tratado en cada uno de los estudios, se realiza a través de una serie de gráficos complementarios que permiten una mejor comprensión de cada sector de la cuenca que se considera en esta tesis, estos sectores son: Concón, Limache, Quillota, La Calera, Romeral, Catemu, Llayllay, Valle de Putaendo, San Felipe y Los Andes.

Gráfico. 3.3. Distribución porcentual.



El sector de Concón, zona ubicada en la cuarta sección del río Aconcagua, que abarca desde la bocatoma del canal Molino Rautén (km.23,4) hasta la desembocadura del río en el mar (Km.0,0); presenta la menor concentración de estudios realizados dentro del valle, esta cantidad corresponde a un 8% del total del universo de estudios clasificados, de éste un 23% corresponde a estudios de recursos hídricos y estudios de hidrología y un 8% a estudios que tratan el tema de aguas subterráneas como lo muestra el gráfico anterior, estos valores se deben a que estos tipos de estudios son la base para cualquier tipo de obra en la cual esté involucrado la extracción y uso del recurso hídrico, además, en este sector se ubican grandes e importantes industrias que extraen y utilizan el recurso hídrico para su funcionamiento, como por ejemplo la empresa Refinería de Petróleos Concón.

Se puede observar además, que en este sector existe un 15% de estudios que tratan sobre el tópico de obras de regulación, sin embargo se debe tener presente que el alto porcentaje se puede deber mayoritariamente a que este tipo de obras tienen incidencia sobre toda la cuenca en cuestión.

Otra cifra interesante de analizar corresponde a los estudios que tratan el tópico de contaminación, que alcanzan a cifras de un 11%, esto se debe principalmente a la existencia de grandes focos de contaminación industrial y poblacional en el sector.

Los estudios que abordan el tópico de usos del suelo y que representan al 12% del total, se deben a que es una zona que posee un alto porcentaje de suelos marginales que con técnicas de

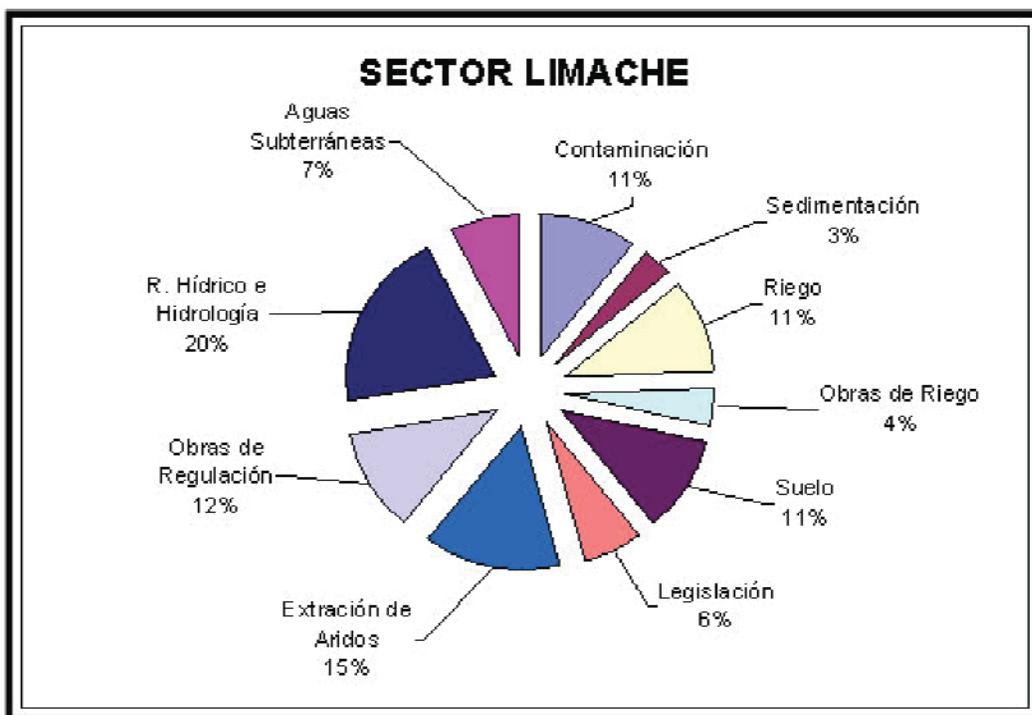
riego adecuadas pueden ser aprovechados, análisis que se valida al observar la cantidad de estudios que tratan los tópicos correspondientes a obras de riego y riego propiamente tal, con porcentajes de un 5% y 11% respectivamente.

Respecto al porcentaje de estudios que cubren los tópicos de sedimentación y extracción de áridos, con valores 4% y 3% respectivamente, se encuentran íntimamente relacionados dado que el proceso de extracción de áridos siempre conlleva a problemas de sedimentación, el cual además se ve agravado por encontrarse en esta zona la desembocadura del río Aconcagua.

A pesar que en este sector se realizan faenas de extracción de áridos, la mayoría de los estudios correspondientes al rubro antes mencionado, son dirigidos o nominados a la comuna de Limache, dado a la no existencia de una independencia legal y administrativa de la comuna de Concón años atrás y hoy a la no claridad de los límites de la comuna.

El porcentaje de estudios relacionados con el tema de legislación, que corresponden a un 8%, abarcan temas como los derechos y metodología de extracción de áridos, derechos de uso de aguas superficiales y subterráneas, calidad del agua y otros.

Gráfico. 3.4. Distribución porcentual.

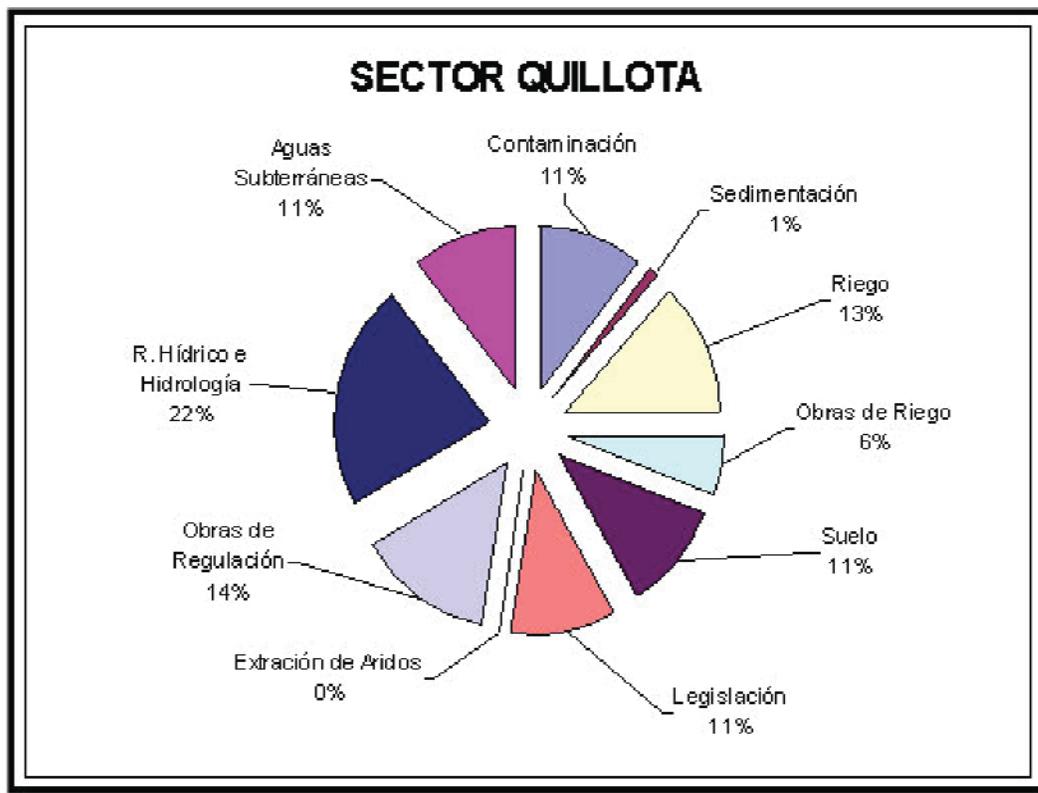


Del gráfico se puede rescatar que en el sector de Limache, ubicado también en la primera sección del río Aconcagua, los porcentajes de estudios referidos a la extracción de áridos, se ven incrementados respecto del sector de Concón, dado que ésta es su principal actividad, la que se respalda a través de informes trimestrales exigidos por la Ilustre Municipalidad de Limache para el cumplimiento de la legislación vigente, los cuales son enviados al Departamento de Obras Fluviales y Extracción de Áridos, pertenecientes al Ministerio de Obras Públicas (MOP), el cual verifica los volúmenes y metodología de extracción como también la fiscalización a las distintas empresas en terreno. Se debe tener presente que la extracción de áridos crea problemas en relación con la pérdida del recurso suelo, lo cual no se refleja en un aumento de los porcentajes de los estudios relacionados a este ítem obtenidos del sector en cuestión.

Con lo expuesto anteriormente se explica también el incremento porcentual experimentado en los estudios referentes a los tópicos de sedimentación y legislación, los cuales están íntimamente vinculados entre sí.

En relación con los porcentajes de los estudios relacionados con los tópicos de obras de riego y riego propiamente tal como también la contaminación, aguas subterráneas, obras de regulación y recursos hídricos e hidrología, no se observa mayor variación.

Gráfico. 3.5. Distribución porcentual.



Quillota se ubica en la tercera sección del río Aconcagua, la cual corresponde al tramo comprendido entre puntilla de Romeral (km.98) y la bocatoma del canal Molino Rautén, situada aguas arriba del puente de San Pedro del ferrocarril a Quintero (km.23,4).

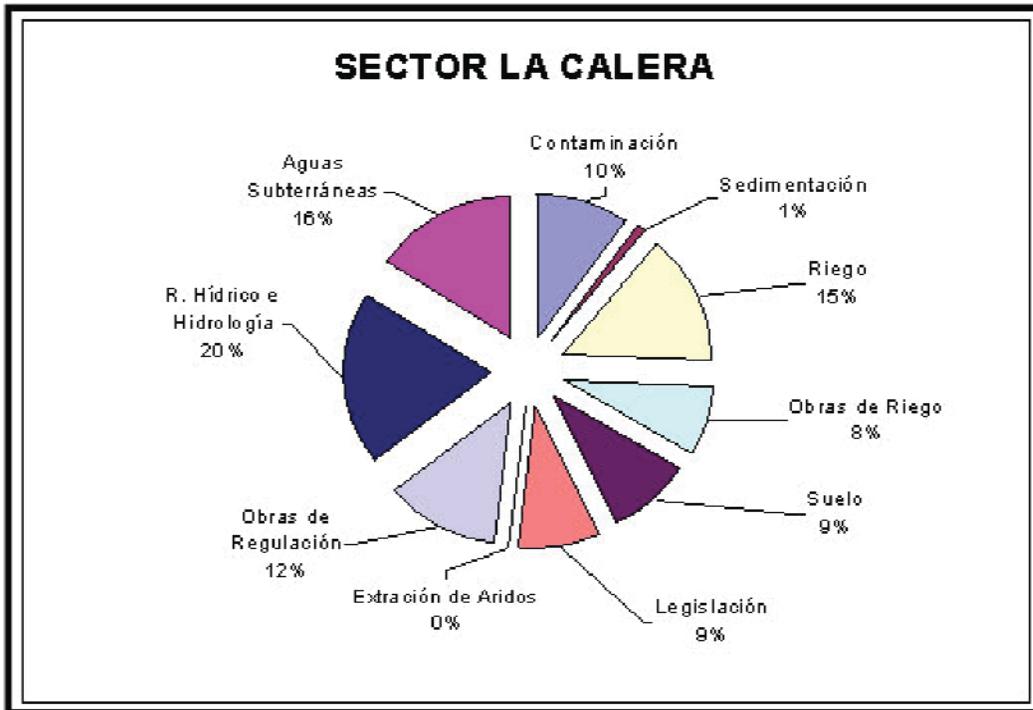
En este sector se observa un incremento de los estudios referidos a aguas subterráneas, obras de regulación, legislación, obras de riego y riego propiamente tal, esto se debe principalmente a que en este sector la principal actividad es la agricultura, y su subsistencia, niveles de producción y competitividad radica esencialmente en la extracción, calidad, derechos y uso del recurso más importante y escaso del valle, el recurso hídrico, como también de las tecnologías de riego utilizadas para los distintos cultivos.

En cuanto a los estudios que contemplan los tópicos relacionados con sedimentación y extracción de áridos disminuyen fuertemente, dado que en esta zona no se observan procesos de extracción de áridos.

Referente a los estudios que relacionan los tópicos de recursos hídricos e hidrología y uso de suelo, no varían considerablemente con respecto a los sectores anteriormente analizados.

Respecto al porcentaje de los estudios relacionados con contaminación dentro de este sector se debe principalmente al uso de productos químicos utilizados en la agricultura, a la existencia de empresas de elaboración de cemento, descargas de alcantarillado tanto en Quillota como en La Cruz, provocando la contaminación biológica de las aguas y además de una actividad minera que dice relación con la explotación de cobre fino, la cual emplea modernas tecnologías.

Gráfico. 3.6. Distribución porcentual.



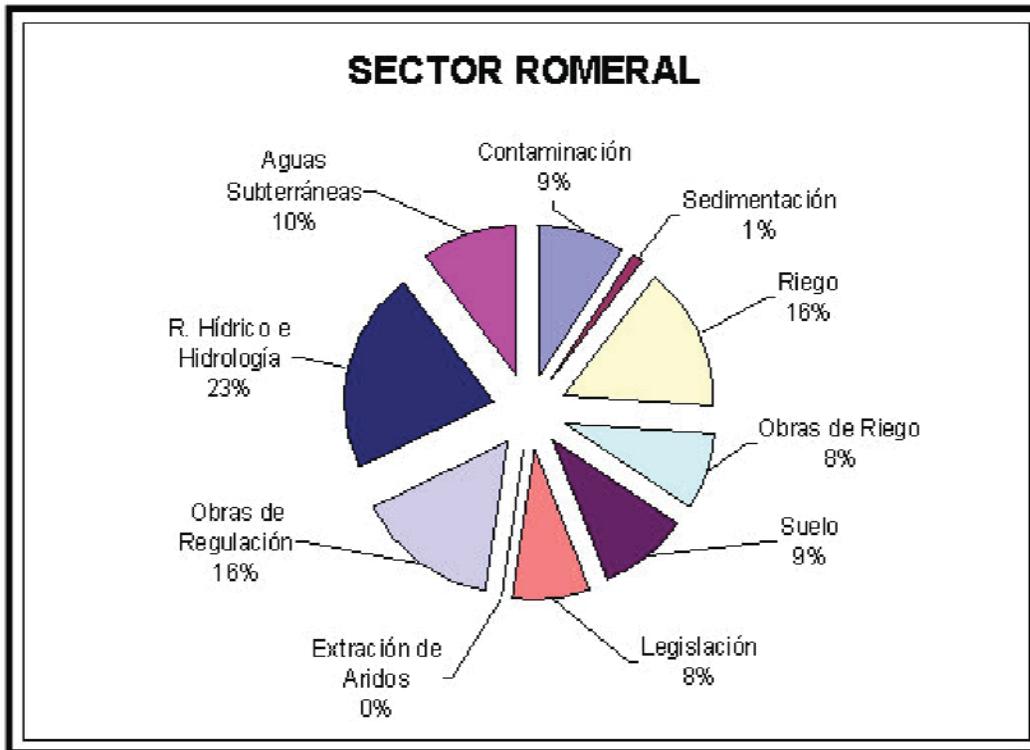
Al analizar el sector de La Calera, se puede apreciar que existe un fuerte aumento en los estudios relacionados con aguas subterráneas, lo que indica el potencial existente en esta zona.

Referente a los estudios de recursos hídricos e hidrología se observa una ligera disminución, no siendo esta importante sin embargo, se debe tener presente que en esta zona existen problemas de inundaciones de sectores urbanos.

Respecto a los estudios que tratan los temas de obras de riego y riego propiamente tal, conjuntamente con los estudios de obras de regulación, legislación y uso de suelo, muestran un leve aumento dado que la actividad económica principal de esta zona es la agricultura al igual que la provincia de Quillota.

En relación con los estudios referente a contaminación, su porcentaje se mantiene constante respecto de los sectores anteriormente analizados, siendo la principal causa de contaminación en el sector la descarga de alcantarillado provocando la contaminación biológica de las aguas y las descargas de riles, provocando la contaminación físico – química de las aguas.

Gráfico. 3.7. Distribución porcentual.

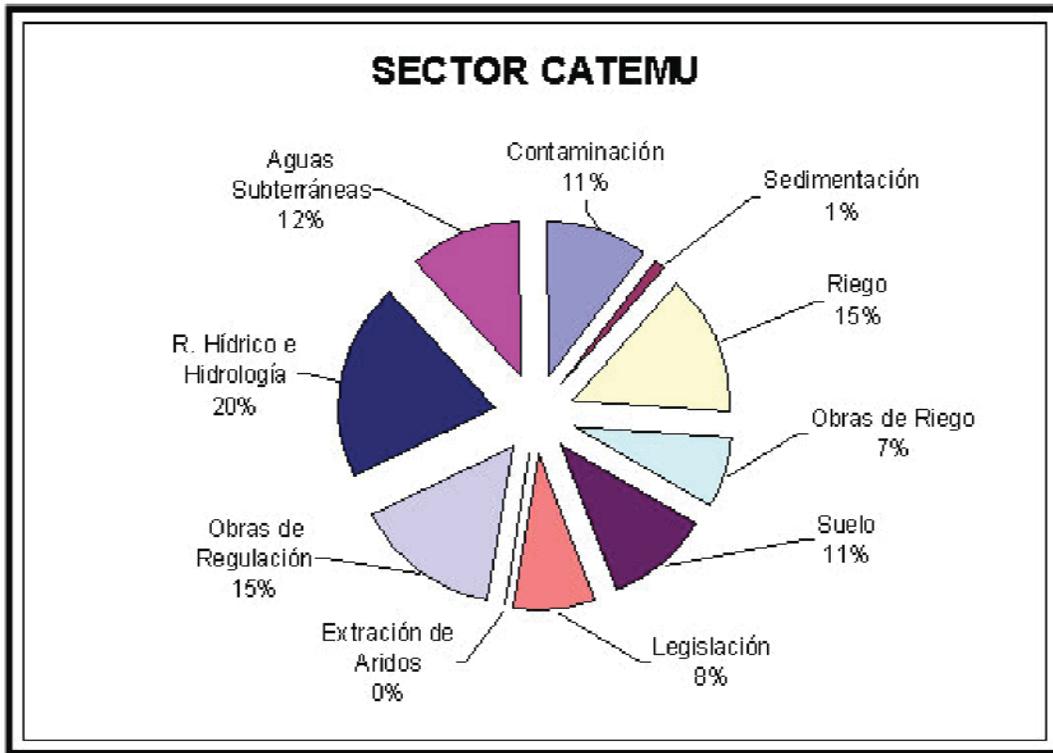


El sector de Romeral se encuentra ubicado en el límite de la segunda y tercera sección del río Aconcagua, siendo este un sector netamente agrícola.

Debido a esta condición, es que en esta zona se presenta la mayor cantidad de estudios relacionados con los tópicos que involucran los aspectos de mejoramiento en relación con la productividad y calidad de los cultivos, como también a la infraestructura asociada a ellos, permitiendo la existencia de esta actividad. Vale decir los estudios realizados de obras de riego, riego propiamente tal, obras de regulación y recursos hídricos e hidrología, los que inciden en el aumento porcentual observado en este sector.

Los estudios de contaminación, sedimentación, suelo, legislación y aguas subterráneas mantienen sus porcentajes en relación con los sectores antes mencionados.

Gráfico. 3.8. Distribución porcentual.



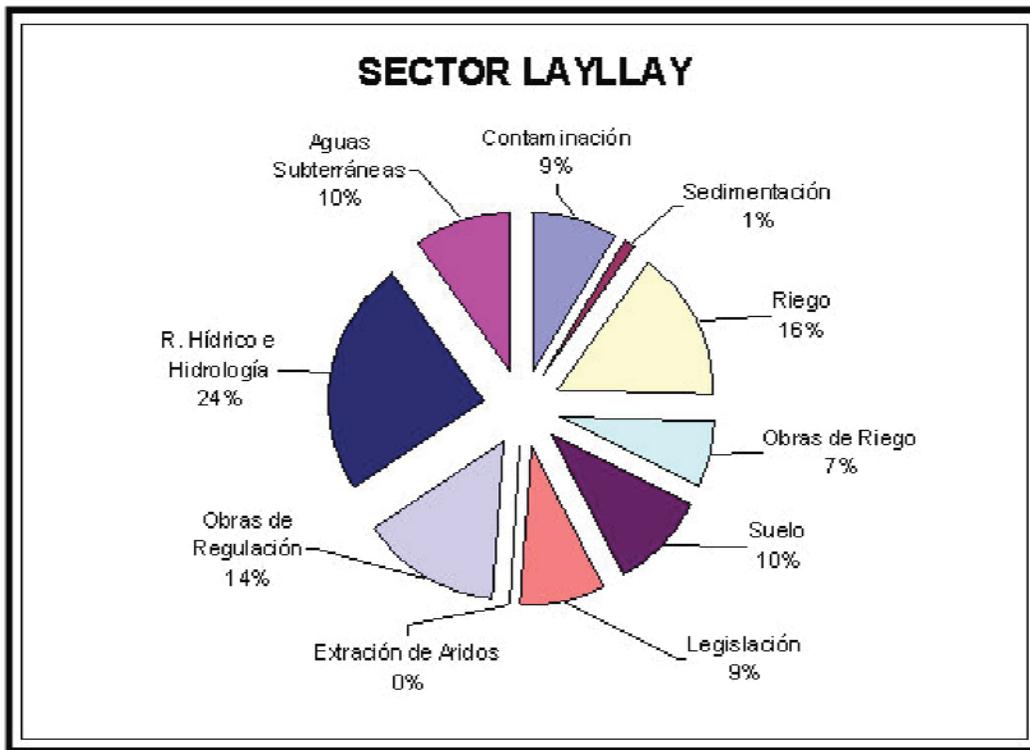
Catemu se encuentra ubicado en la segunda sección del río Aconcagua, la cual se extiende entre el puente caminero de San Felipe (km.100) y la Puntilla de Romeral (km.68).

Este sector, presenta un alto porcentaje de estudios relacionados con el recurso hídrico para el uso en la actividad principal de la zona que es la agricultura, es así que los estudios relacionados con las obras de riego y técnicas de riego presentan cifras de un 7% y 15% respectivamente, mientras los estudios relacionados con el uso del suelo arrojan un resultado del 11%.

Esta área presenta un importante porcentaje de estudios que tratan sobre el tópico de aguas subterráneas, de igual manera los estudios de recursos hídricos e hidrología y obras de regulación con porcentajes del 12%, 20% y 15% respectivamente. Estos porcentajes se deben a que este valle es un sector estratégico para la ubicación de un embalse que daría solución a varias de las problemáticas de la zona y del valle entero.

Los porcentajes de estudios que tratan la contaminación es de un 11%, analizando los problemas de contaminación biológica, físico – química y física de las aguas, debido a descargas de alcantarillado de la comuna, a descargas de riles de la planta minera existente en Catemu, al uso de productos químicos en la agricultura y al calentamiento de las aguas por la fundición Chagres, también existe contaminación biológica del recurso suelo, debido a descargas industriales.

Gráfico. 3.9. Distribución porcentual.

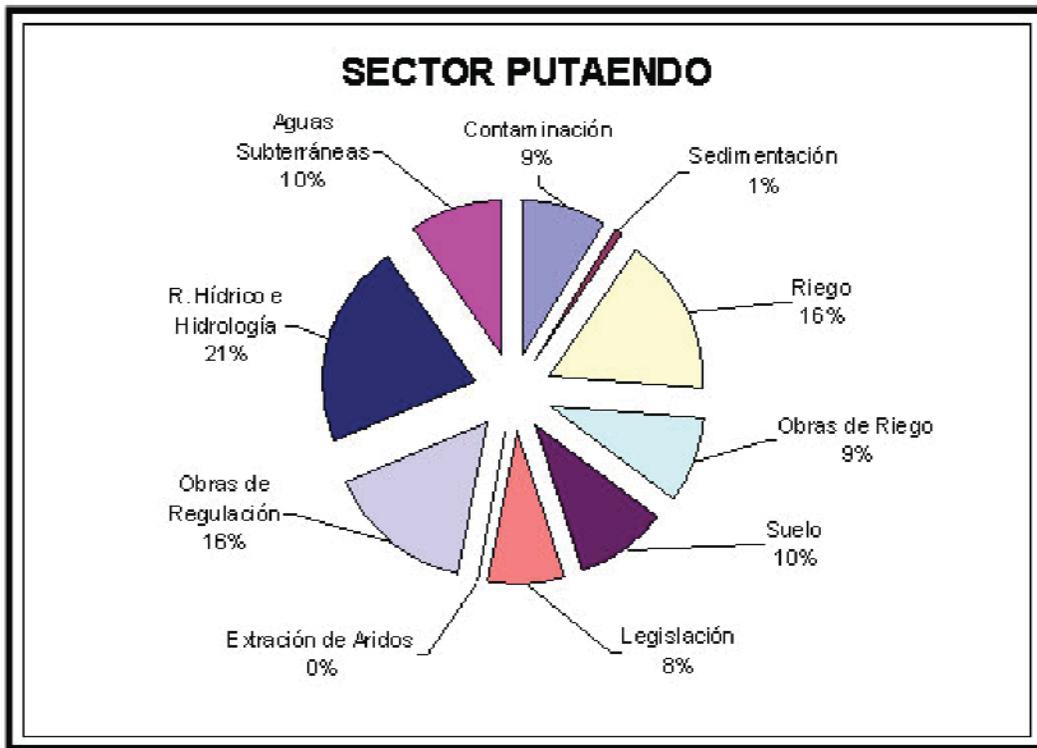


El sector de Llayllay también pertenece a la segunda sección del río Aconcagua, siendo un valle contribuyente al valle del Aconcagua.

La principal actividad económica de este valle, al igual que en la mayoría de la cuenca es la agricultura, lo que se ve reflejado en el alto porcentaje de estudios relacionado con el recurso hídrico e hidrología y de igual manera con los estudios que tratan las materias de riego. A pesar de este aumento, los estudios de obras de riego se mantienen constantes en comparación a los sectores anteriores, como también los estudios relacionados con la legislación sobre el recurso hídrico y el uso de los suelos, sin embargo en este sector, los estudios relacionados con el tópico de aguas subterráneas presenta una leve disminución.

En referencia a los estudios de contaminación, estos presentan valores constantes a lo largo de la cuenca y el principal foco de contaminación de esta zona, es la descarga de alcantarillado aunque existe un previo tratamiento en lagunas de estabilización.

Gráfico. 3.10. Distribución porcentual.



Putando es una subcuenca que también pertenece a la segunda sección del río Aconcagua y tiene por límites la ciudad de San Felipe y Puente del Rey.

Este valle presenta un alto porcentaje de estudios relacionados con obras de regulación, hidrología y aguas subterráneas, los cuales están íntimamente vinculados con los estudios que tratan los temas de riego y obras de riego, esto se debe a que en este valle se plantea una de las soluciones para el manejo del recurso hídrico con la construcción de un embalse en la cabecera del río Putaendo, además de ser esta una zona en donde su actividad principal es la agricultura, la que se relaciona con una deficiente operación de la red de canales y escasez de agua de riego en verano.

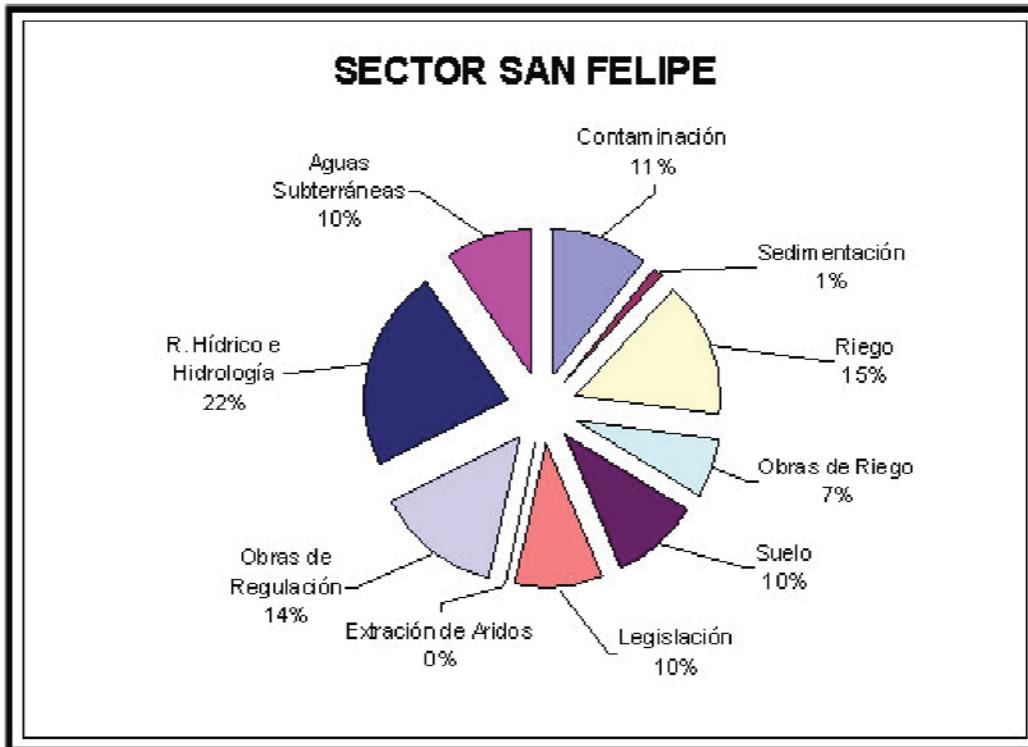
El aumento en los estudios relacionados con aguas subterráneas se debe a que es una solución alternativa para satisfacer la fuerte competencia por el uso de agua entre la agricultura y usos urbanos.

Con respecto a los estudios que hablan sobre la contaminación estos tratan principalmente sobre los problemas de aguas superficiales por vertidos humanos y vertidos de plaguicidas, descargas excedentes de aguas de minera ubicada en esta zona y basuras en la red de canales, lo que causa la contaminación biológica y físico – química de las aguas.

El porcentaje de estudios relacionados con legislación ya sea para el uso de suelos o extracción del recurso hídrico, también se ve fortalecido dado que en este sector se encuentran organizadas

legalmente las juntas de vigilancia del río Putaendo, además de existir diversas asociaciones de canalistas y comunidades de agua, cuya administración se efectúa de acuerdo a la información contenida en los catastros de usuarios de la Dirección General de aguas (DGA), sin embargo las juntas de vigilancia, asociaciones de canalistas y las comunidades de agua, no disponen de un plantel técnico adecuado permanente que permita prever los problemas y anticipar soluciones.

Gráfico. 3.11. Distribución porcentual.



San Felipe se ubica en la primera sección del río Aconcagua, sección que abarca desde el nacimiento del río hasta el puente caminero de San Felipe (km.100).

Al analizar este sector se puede observar un alto porcentaje de estudios relacionados con el recurso hídrico e hidrología, con cifras del 22%, también es de importancia en esta zona los estudios que relacionan las materias de aguas subterráneas y obras de regulación dado que este sector es una zona de recarga del río Aconcagua, lo que constituye un fenómeno interesante de estudiar.

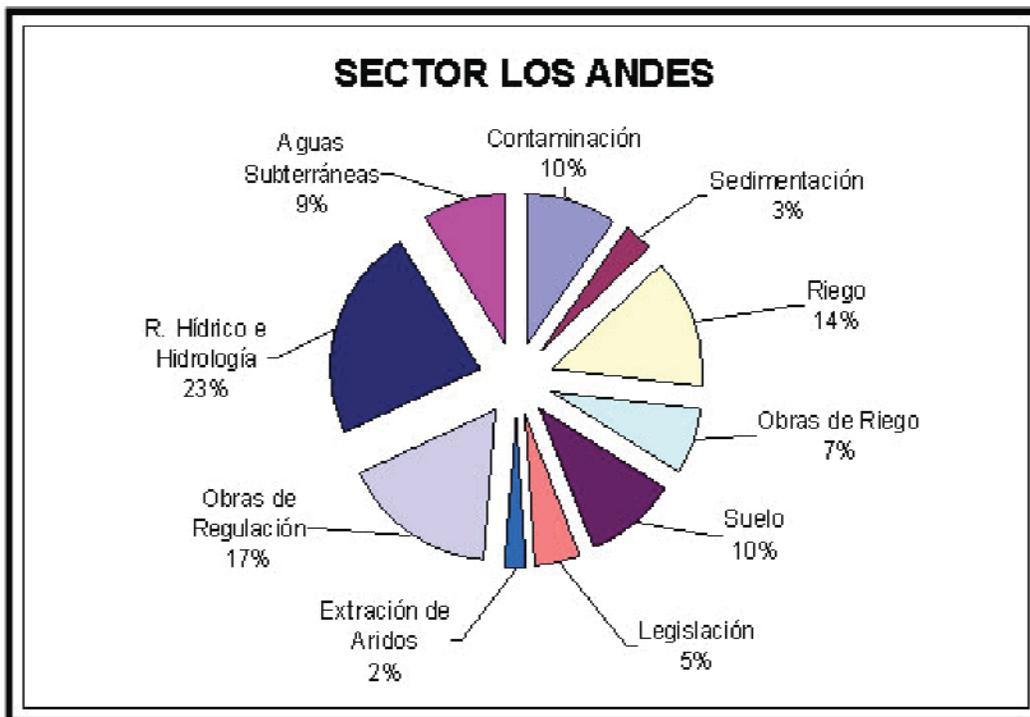
En este valle se conjugan óptimas condiciones como son el recurso agua, la calidad del suelo y el clima, para desarrollar la actividad agrícola, específicamente frutícola de exportación, es por ello

que el porcentaje de estudios que relacionan los tópicos de uso de suelo, legislación, obras de riego y riego propiamente tal son importantes para esta zona.

Sin embargo esta zona presenta problemas de erosión y degradación del suelo, inundaciones de áreas urbanas y contaminación por vertidos humanos lo que conlleva a la contaminación biológica de las aguas, existiendo además problemas de drenaje agrícola, lo que limita el desarrollo del valle.

En referencia a los estudios que tratan el tópico de legislación, tanto para el derecho de extracción y uso del recurso hídrico, como también el uso del suelo se encuentra en igual condición que el valle de Putaendo, dado que existen las juntas de vigilancia, asociaciones de canalistas y comunidades de aguas que tienen una gran tradición histórica de operación y están dentro de las mejores organizadas del país.

Gráfico. 3.12. Distribución porcentual.



El sector de Los Andes perteneciente a la primera sección del río Aconcagua, presenta un aumento significativo en el porcentaje de estudios relacionados con la sedimentación, dado que existe un exhaustivo y continuo chequeo del arrastre de sedimentos en el sector de Chacabuquito, cuya magnitud debe tenerse en cuenta en el diseño de obras de regulación para el sector.

Respecto a este último tópico señalado, el sector de Los Andes presenta el mayor porcentaje de estudios de obras de regulación, lo cual se justifica por las condiciones geográficas de la precordillera la que facilita la ubicación de embalses y a la infraestructura hidráulica de uso hidroeléctrico existentes en la primera sección del río, además la importante demanda de agua de uso industrial y minero que necesita el sistema Codelco Andina.

El tópico antes analizado está íntimamente vinculado con los estudios de recursos hídricos e hidrología, de ahí su alto porcentaje.

En este sector los estudios referentes a la contaminación se mantienen en un valor similar a los sectores anteriormente analizados, siendo las principales causas de contaminación, residuos urbanos y contaminantes industriales de la División Andina de Codelco.

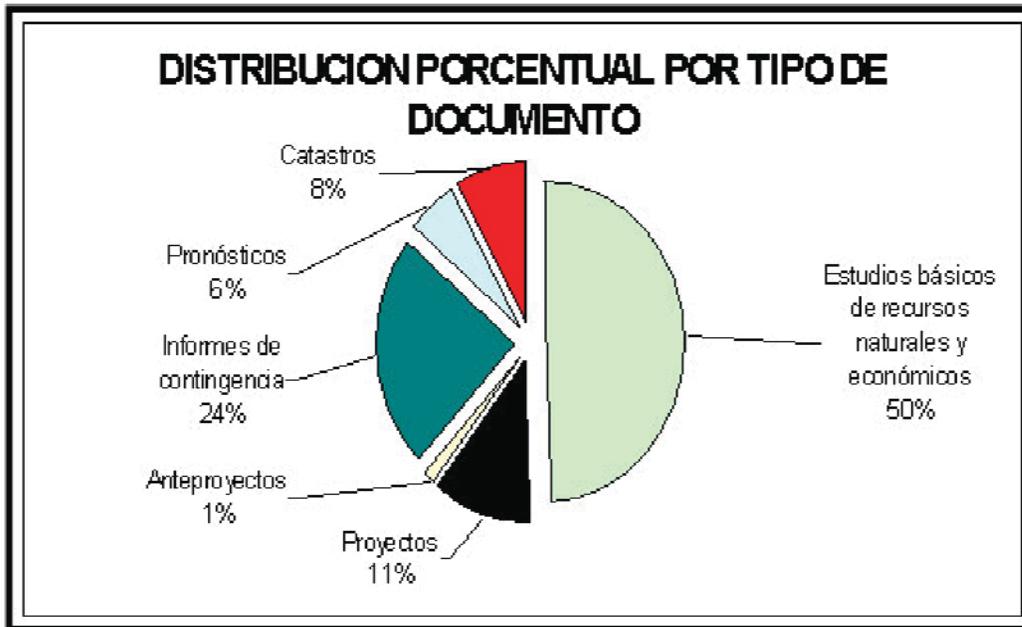
La extracción de áridos en este sector, específicamente en Los Andes alcanza un valor del 2% que es significativo en comparación a los sectores anteriormente nombrados, excluyendo los sectores correspondientes a Limache y Concón, en los cuales se observan porcentajes mayores.

Los porcentajes en los estudios relacionados con el riego, obras de riego y uso de suelo, se deben principalmente a que el sector de Los Andes posee un gran potencial vinculado con la actividad agrícola de exportación.

#### **3.2.4. Gráfico de distribución porcentual por tipo de documento.**

La clasificación por tipo de documento realizada en el capítulo anterior, arrojó los valores que se muestran en el gráfico 3.13., resultados obtenidos de un universo de 71 estudios recopilados de la cuenca del Aconcagua.

Gráfico. 3.13. Distribución porcentual.

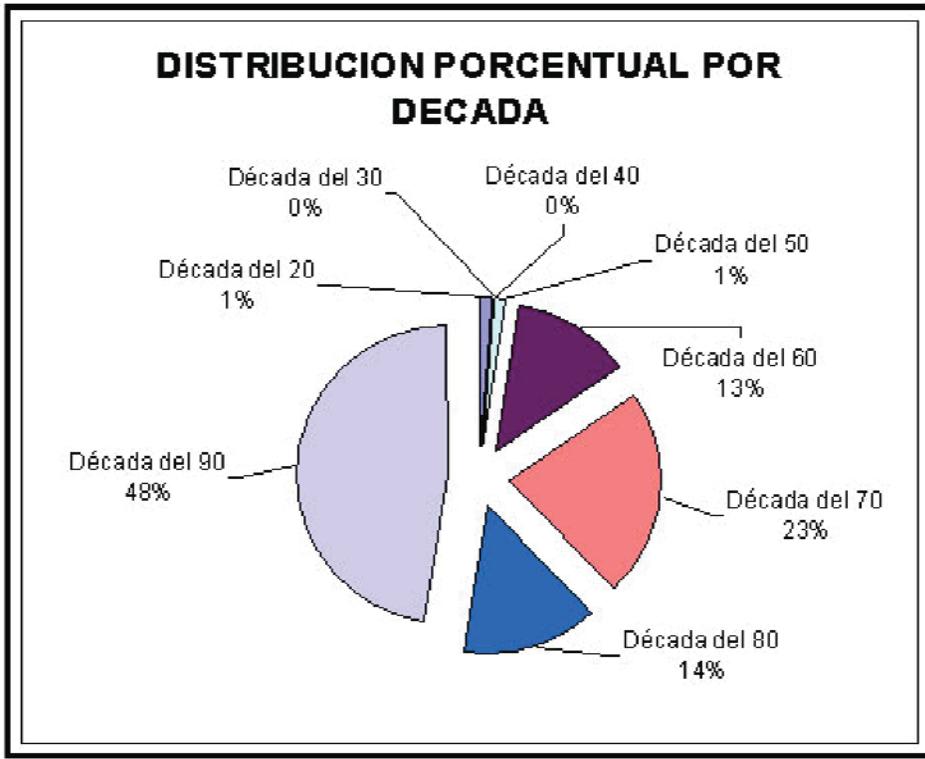


Se define como informe de contingencia, a los documentos cuyo único objetivo es el de informar o dar a conocer sin mayor profundidad, situaciones y materias en un determinado tiempo y espacio, en el que fueron ejecutados.

### 3.2.5. Gráfico de distribución porcentual por década.

La clasificación por década realizada en el capítulo anterior, arrojó los valores que se muestran en el gráfico 3.14., resultados obtenidos de un universo de 71 estudios recopilados de la cuenca del Aconcagua.

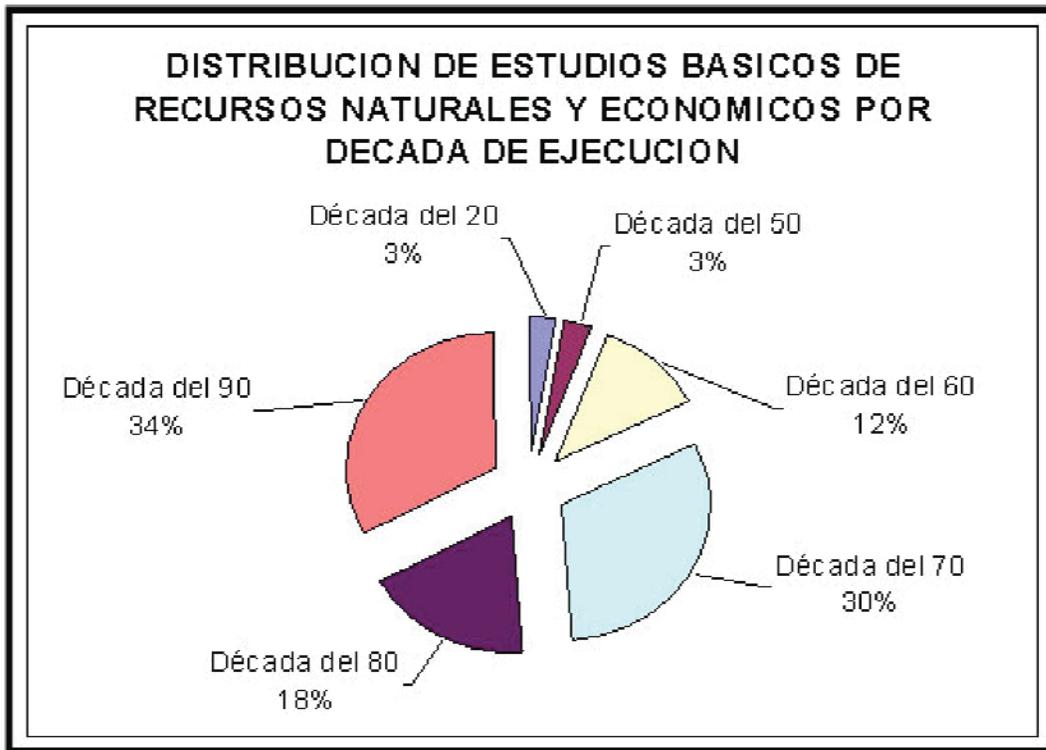
Gráfico. 3.14. Distribución porcentual.



### 3.2.6. Análisis de la distribución por tipo de documento y por década de realización.

Para proceder con el análisis de los tipos de documentos realizados de la cuenca del Aconcagua en relación con el año de realización de los mismos, se desarrollaron gráficos para visualizar mejor el vínculo existente entre estas materias y a partir de esta nueva información se analizarán estos dos tópicos.

Gráfico. 3.15. Distribución de estudios básicos de recursos naturales y económicos.



De los resultados obtenidos en la distribución por tipo de documento (estudios) versus década de realización se puede concluir lo siguiente:

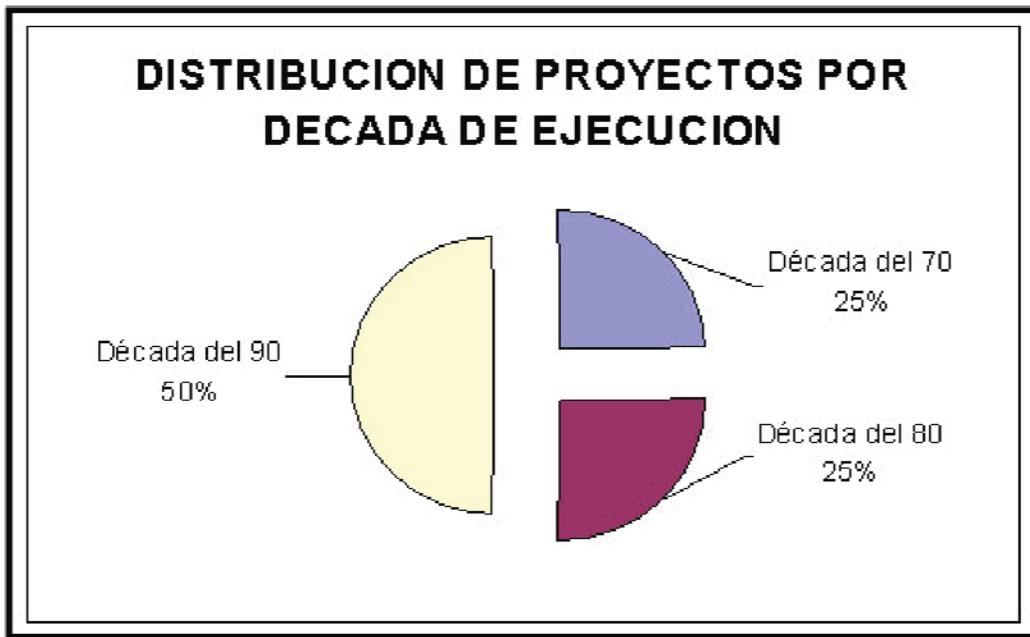
Se aprecia un alto porcentaje de estudios realizados, lo que indica un gran interés por dar solución a la problemática existente en el valle y a través de esto, lograr un mejor y equilibrado desarrollo tanto social como económico de la cuenca.

En el estudio de M. Ossa del año 1929, ya se hablaba de un desarrollo integral de la cuenca, pero este concepto no fue muy difundido sino hasta hace tres décadas, observándose un aumento considerable en la cantidad de estudios realizados entre la década del sesenta y la del setenta, para posteriormente sufrir una disminución en los años ochenta y volver a reactivarse con fuerza desde 1990 a la fecha.

En la década del noventa se observa el mayor porcentaje de estudios realizados, lo que se puede atribuir a que en esta última década se ha internalizado con mayor fuerza el concepto de desarrollo integral de la cuenca por parte de las autoridades y de la población, así como también de un desarrollo económico que sustente este tipo de inversión.

Antes de la década del 60 la realización de estudios era casi nula, observándose un 3% en los años veinte, un 3% en los cincuenta y 0 en los años treinta y cuarenta, lo que se pudo deber a los diversos factores económicos, sociales, políticos, etc., vigentes en ese período.

Gráfico. 3.16. Distribución de proyectos.



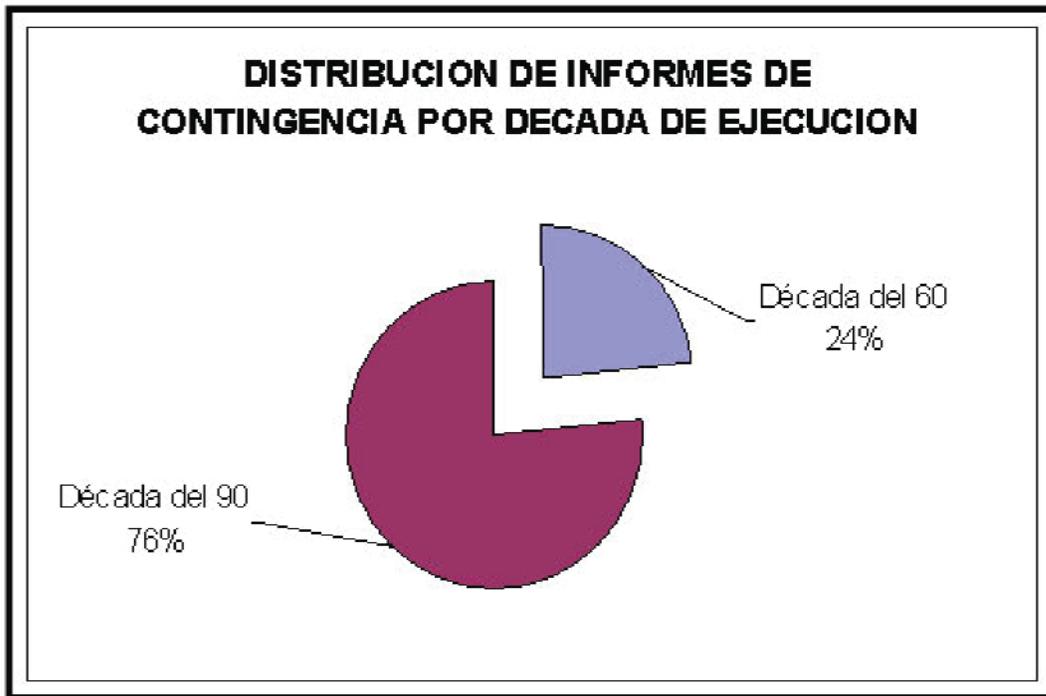
De los resultados obtenidos en la distribución por tipo de documento (proyectos) versus década de realización se puede concluir lo siguiente:

El número de proyectos realizados de la cuenca del Aconcagua, se divide en un 50% en los noventa, 25% en los ochenta y 25% en los setenta. Esta distribución del 50%, está muy ligada a la distribución porcentual de estudios (gráfico 3.15.) realizados en la misma década, ya que en ella también se realizó la mayor cantidad de estudios, que son necesarios y complementarios para la realización de los proyectos antes clasificados.

Del total de proyectos que se han realizado, solo una pequeña cantidad de ellos se ha concretado, la diferencia pasa a formar parte de un archivo estatal, sirviendo de base de datos para otros proyectos, o simplemente a la espera de su financiamiento para poder ser ejecutado.

Un gran número de proyectos que se realizan, ofrecen soluciones que significan grandes inversiones, que en la mayoría de los casos no coinciden con las políticas económicas de financiamiento de proyectos para la región. Por lo cual muchos de ellos son archivados en espera de su financiamiento, sin embargo, los proyectos se ven afectados muy rápidamente por el transcurso del tiempo, dejando su factibilidad económica en muchas ocasiones obsoleta en un corto plazo, pero a pesar de esto, su factibilidad técnica vigente por un período mayor, es por ello que se pueden encontrar muchos estudios realizados en distintos períodos, que poseen los mismo planteamientos y similares soluciones.

Gráfico. 3.17. Distribución de informes de contingencia.



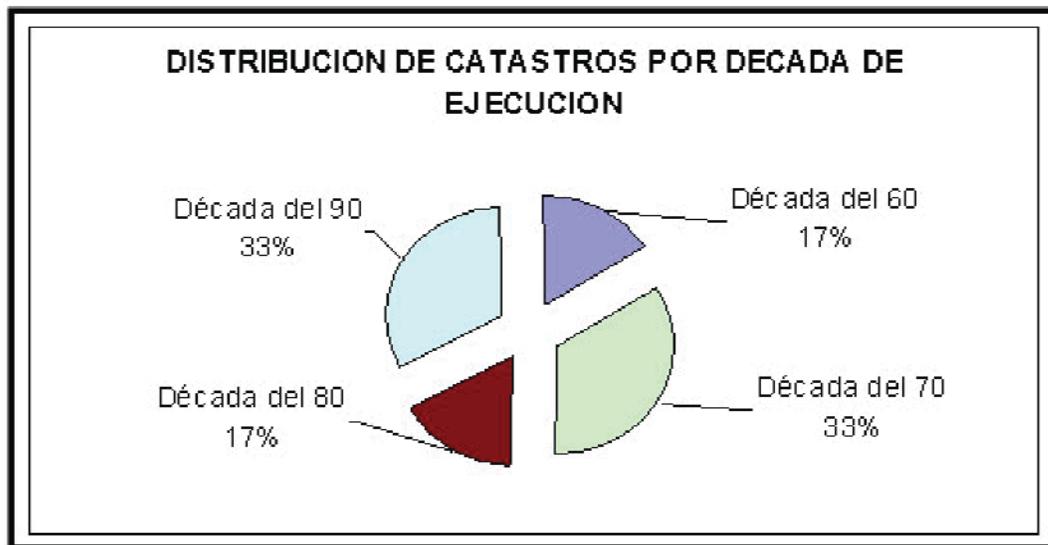
Solamente se encontraron 2 décadas dentro del total de documentos recopilados, en las que se realizaron informes de contingencia, el 76% de los informes se realizaron en la década del noventa y el 24% en la década del sesenta.

Los informes que se recopilaron, fueron en su gran mayoría relativos al tópico referente a la extracción de áridos, dado que las empresas que poseen permisos para extraer éste material, deben entregar un informe trimestral a la Municipalidad respectiva, especificando volúmenes de extracción, metodologías de trabajo, zonas de extracción y los respectivos levantamientos topográficos.

Lo anteriormente expuesto solo se ha normado en estos últimos años, lo que se refleja en el alto porcentaje obtenido (76%), en la década del noventa.

La sequía que se produjo en la década de los sesenta, significó que se realizaran una serie de informes en los cuales se analizaba el efecto que ésta ocasionó, la futura disponibilidad del recurso agua y medidas de recuperación de éste, con lo que se explica el porcentaje entregado por el gráfico.

Gráfico. 3.18. Distribución de catastros.



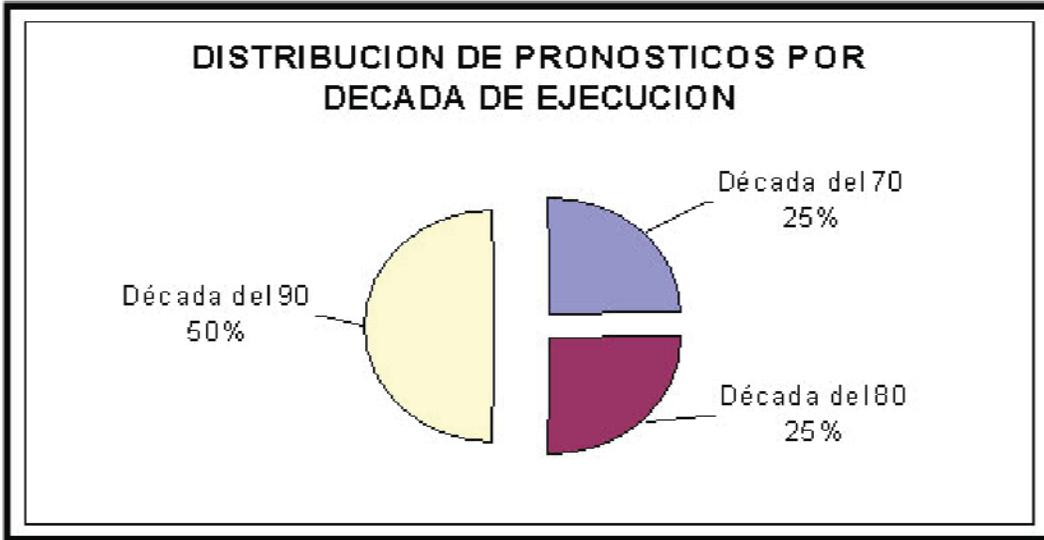
Los catastros representan un 8% del total de los documentos recopilados y se refieren a dos grandes temas, los que son:

- Catastro general de usuarios de aguas, este se refiere a un catastro de usuarios del área servida por todos los canales derivados directa o indirectamente de los cauces naturales ubicados en las cuatro secciones del río Aconcagua.

Estos catastros son importantes dado que en ellos se encuentra la información necesaria y actualizada de la cantidad y ubicación de los usuarios así como la legalidad de ellos.

- Catastro de sondajes y pozos (agua subterránea), en los cuales se incluye información sobre la ubicación, profundidad de la napa, caudal de extracción y uso del recurso, además de los análisis químicos correspondientes.

Gráfico. 3.19. Distribución de pronósticos.



El porcentaje de pronósticos recopilados alcanza a un 6% del total de los documentos recopilados y cuyo tema principal se refiere a la disponibilidad del recurso agua para distintas temporadas de riego, esto significa conocer los caudales que se esperan para la temporada de riego de cierto año, lo que permite planificar las técnicas de riego para los distintos cultivos existentes a lo largo de las cuatro secciones de la cuenca.

La información existente acerca de pronósticos de disponibilidad de agua, se encuentra registrada y disponible a partir del año 1977 hasta la temporada de 1999 – 2000.

Gráfico. 3.20. Distribución porcentual.



Los anteproyectos recopilados fueron casi mínimos, ya que solo se encontró 1 dentro del total del material recopilado, este fue realizado en el año 1973 y trata del embalse resguardo los Patos y canal Los Angeles en el valle de Putaendo.

Es importante destacar que este estudio fue considerado dentro de esta clasificación única y exclusivamente por su título, aunque a juicio propio consideramos que más que un anteproyecto es un proyecto completo.

## 4. CONCLUSIONES.

A través del estudio ejecutado con relación a la recopilación y análisis de estudios y proyectos realizados de la cuenca del río Aconcagua, se ha llegado a concluir lo siguiente.

La mayoría de los estudios recopilados tratan la problemática de la captación, almacenamiento y distribución del recurso hídrico y coinciden en la importancia y escasez de éste, el que es vital para el desarrollo socio - económico de este valle, cuya principal actividad económica sigue siendo después de muchos años la agricultura.

Las soluciones planteadas por los diversos autores de los documentos recopilados, coinciden en que la mejor alternativa de solución a este problema es la construcción de grandes obras de regulación como lo plantea el informe de M. Ossa del año 1929 con el embalse Puntilla del Viento y hoy entre otros, el estudio realizado por EDIC, Ingenieros Ltda. con el embalse Catemu, Puntilla del Viento y Rocín; ambos autores incorporan a estas soluciones el concepto de un manejo integral de la cuenca y con ello fortalecer el desarrollo económico y social de la zona.

Sin embargo, la ejecución de las soluciones que plantean éstos, como muchos de los estudios analizados a lo largo de este trabajo, no dependen exclusivamente de la factibilidad técnica y económica que tenga el proyecto propiamente tal, sino, de diversos factores tanto políticos, económicos y administrativos entre otros, de los distintos estamentos gubernamentales que tienen a cargo la decisión final de la realización de los proyectos, decisiones que muchas veces impiden el desarrollo óptimo, paulatino y sostenido de la cuenca y su entorno.

Después de conocer los contenidos de los 71 estudios que fueron recopilados y analizados a lo largo del desarrollo de esta tesis, se pudo llegar a ciertas conclusiones más específicas relativas a algunos de los tópicos descritos dentro del tercer capítulo, las cuales se desarrollan a continuación.

En el sector alto de la cuenca existen varias centrales hidroeléctricas, pero en general esos usos no consuntivos no son competitivos con los usos consuntivos, puesto que las descargas se encuentran aguas arriba de los principales aprovechamientos consuntivos, y no cuentan con elementos de regulación de períodos largos que puedan afectar el régimen natural de escurrimiento. Lo que hace necesario realizar estudios que relacionen las materias competentes al aprovechamiento del recurso en la generación de energía eléctrica, en combinación con obras de regulación, como también estudios que analicen la problemática de la ausencia de elementos de regulación para los caudales nocturnos.

Respecto a los problemas de sedimentación existentes en el valle, hay pocos estudios que analizan el tema propiamente tal, siendo este importante en la actividad de extracción de áridos y en la mantención de canales de regadío así como también lo es el fenómeno de erosión el que aumenta el arrastre de sedimentos a los cauces, lo que incide en el embancamiento de los mismos, con lo cual disminuye su capacidad para evacuar los caudales de crecidas. Lo anterior acredita la realización de estudios que analicen estos fenómenos y su impacto en el valle, otorgando las soluciones de infraestructura y programas de manejo que sean necesarios, como también catastros que definan con exactitud las zonas sensibles a la actividad de extracción de áridos, tanto en su ubicación geográfica, volúmenes de extracción y tiempo de explotación, en conjunto con una adecuada y estricta fiscalización de los organismos pertinentes.

Referente a la fuerte contaminación de las aguas, originada principalmente en el vertido de aguas servidas provenientes de los grandes centros urbanos, residuos industriales líquidos, en el vertido de basuras y en los derrames de agua de riego con plaguicidas y otros agentes contaminantes en los canales locales, agravan la escasez de agua de calidad. Lo que amerita la ejecución de estudios que den solución a la problemática existente, como por ejemplo el alcantarillado en zonas rurales y urbanas en conjunto con adecuadas plantas de tratamiento que aseguren la descontaminación y calidad del recurso, para su posterior uso.

Los problemas generados por las crecidas han sido abordados principalmente a través de la ejecución de medidas estructurales; y en forma secundaria, a través de medidas no estructurales. Sin embargo, se concluye por una parte que las obras ejecutadas a la fecha son insuficientes para la protección de los sectores considerados como críticos, y por otra, que las defensas ya construidas requieren ser complementadas, recargadas y mantenidas. A lo anterior se agrega el problema de deforestación y degradación de los suelos, favoreciendo la ocurrencia de inundaciones, causando daños en obras viales, áreas agrícolas y zonas industriales, lo que se agrava en los asentamientos urbanos por la carencia de una adecuada planificación para la ocupación de terrenos inundables.

La solución a estas problemáticas no es un asunto simple y requiere de complejos análisis interdisciplinarios, en los cuales tienen competencia variadas instituciones tanto públicas como privadas. De igual modo, se requieren nuevas metodologías para abordar las diferentes realidades las que deberán además, comprender la participación activa de la comunidad y de los sectores sociales involucrados, elementos indispensables para asegurar el más elevado cumplimiento de las iniciativas que se decidan emprender.

## BIBLIOGRAFÍA.

AUTORES	AÑO	TÍTULO
- Álamos y Peralta. Ingenieros Consultores Limitada, (DGA).	1993	Análisis crítico de la red de medición de niveles de agua subterránea, V región.
- Alcayaga C., Sergio, Narbona G., Manuel, Carmona B., Patricio, Guzmán B., Sady, Ingenieros Agrónomos, (CORFO).	1971	Estimación tasas de riego en Valle del río Aconcagua (Proyecto mejoramiento de riego Puntilla del Viento).
- Alcayaga C., Sergio; Narbona G., Manuel; Astudillo B., Jorge y Walter J., Oscar; Ingenieros Agrónomos, (CORFO).	1966	Mapa generalizado de suelos y descripciones detalladas de series, tipos y fases en el valle del río Aconcagua.
- Amar Ahues, Marcelo; para el Departamento de Recursos Hidráulicos, (CORFO).	1973	Anteproyecto Embalse resguardo Los Patos y Canal Los Angeles.
- Aridos Pantanal S.A.	1997	Informe trimestral de autocontrol, explotación de áridos - río Aconcagua.
- Ayala, Cabrera y Asociados Ltda.	1994	Análisis redes vigilancia calidad aguas terrestres, estadística hidroquímica nacional. Etapa I V Región.
- Benítez Girón, Andrés. Consultor, (DGA).	1997	Estudio de la sedimentación embalse Puntilla del Viento.
- CEPLA, DEA, IREN.	1976	Análisis de alternativas de uso óptimo de los recursos agua y tierra en el valle del río Aconcagua - Chile.
- CICA, Binnie y Partners, hunting technical services Ltda; para la Comisión Nacional de Riego CNR.	1982	Estudio integral de riego de los valles Aconcagua, Putaendo, Ligua y Petorca.
- COMASCA S.A.	1997	Informe técnico de autocontrol trimestral, extracción de áridos, Estero Lliulliu.

- COMASCA S.A. 1998 Informe técnico de autocontrol trimestral, extracción de áridos, Estero Lliulliu.
  
- Comisión Nacional del Medio Ambiente, CONAMA. 1996 Estudio de impacto ambiental de las descargas de aguas servidas industriales, residenciales y otras en la cuenca del río Aconcagua, Chile.
  
- CONAMA. 1998 Desarrollo de cuentas ambientales para el recurso agua en Chile
- CONOVIA S.A. 1998 Informe trimestral de autocontrol, explotación de áridos, río Aconcagua - sector Tabolango.
  
- Constructora Besalco y Fe Grande S.A. 1997 Estudio preliminar de extracción mecanizada de áridos río Aconcagua, sector El Sauce, provincia de los Andes.
  
- Constructora Besalco y Fe Grande S.A. 1999 Proyecto extracción de áridos, estero Pocuro sector aguas arriba puente San Vicente, provincia de Los Andes.
  
- CORFO. 1964 Informe sobre medidas de recuperación río Aconcagua durante sequía.
  
- CORFO. Departamento de Recursos Hídricos. 1973 Catastro de sondajes del Valle del Aconcagua.
- Departamento de Estudios y Planificación, (DGA). 1994 Detección de elementos tóxicos en aguas continentales.
- Departamento de Estudios, (DGA). 1989 Catastro general de usuarios de aguas de la segunda sección del río Aconcagua y canal el melón
- Departamento de Estudios, (DGA). 1993 Catastro general de usuarios de aguas de la primera sección del río Aconcagua.
- Departamento de Estudios, (DGA). 1993 Catastro general de usuarios de aguas de la tercera sección del río Aconcagua.
- Departamento de Hidrología (DGA). 1977 Estudio del mejoramiento de la red fluviométrica de la cuenca del río Aconcagua.
- Departamento de Hidrología (DGA). 1983 Análisis crítico de la red fluviométrica nacional.

- Departamento de Hidrología, 1977 (DGA). Pronóstico de disponibilidad de agua, temporada 1977 - 1978.
- Departamento de Hidrología, 1986 (DGA). Pronóstico de disponibilidad de agua, temporada 1986 - 1987.
- Departamento de Hidrología, 1998 (DGA). Pronóstico de disponibilidad de agua, temporada 1998 - 1999.
- Departamento de Hidrología, 1999 (DGA). Pronóstico de disponibilidad de agua, temporada 1999 - 2000.
- Departamento de Recursos Hidráulicos, (CORFO), 1970. Divisiones hidrográficas, catastro de pozos al 31 de Julio de 1970.
  
- DHV Consultants BV the 1995  
netheriands, en asociación con  
Instituto Forestal filial CORFO,  
ICSA ingenieros consultores y BF  
ingenieros civiles. Estudio de factibilidad programa de Manejo de  
Cuencas Hidrográficas.
  
- Dirección General de Aguas, 1997 (DGA). Antecedentes sobre la intervención del río  
Aconcagua Quillota – V región.
  
- EDIC, Ingenieros Limitada. 1995 Estudio a nivel de diagnóstico del proyecto  
Aconcagua V Región.
- Edwards G., Ricardo Ingenieros 1995 Proyecto de Ingeniería embalse Piuquenito.  
Consultores, (DGA).
  
- Edwards G., Ricardo Ingenieros 1995 Proyecto refuerzos de emergencia pozos Santa  
Rosa de Colmo ENAMI – VENTANAS.  
Ltda., (ENAMI).
  
- Edwards G., Ricardo Ingenieros 1995 Estudio del comportamiento mecánico fluvial del  
río Aconcagua en el sector Santa Rosa de Colmo.  
Ltda., (MOP). Informe preliminar.
  
- Edwards G., Ricardo Ingenieros, 1991 Estudio de síntesis de catastros de usuarios de  
(DGA). agua e infraestructuras de aprovechamiento.
  
- Empresa Sociedad Pétreos S.A. 1997 Informe trimestral, extracción de áridos, período  
Octubre – Diciembre 1997.
  
- Empresa Sociedad Pétreos S.A. 1998 Informe trimestral extracción de áridos, período  
Julio – Septiembre 1998.

- Fernández L., Bonifacio (DGA). 1999 Estimación del impacto económico asociado a sequías hidrológicas.
- Fernando Alamos Cerda, Fernando Rodríguez Roa y Osamu Susuki S. Ingenieros Civiles, Departamento Recursos Hidráulicos, (CORFO). 1973 Usos de técnicas isotópicas en el estudio hidrológico del valle Aconcagua.
- Fernando Rodríguez Roa. Ingeniero Civil, (CORFO). 1972 Influencia del embalse Puntilla del Viento en los recursos de agua de la hoya intermedia del río Aconcagua.
- Geotécnica Consultores S.A.,(DGA). 1997 GASVALPO Proyecto red de distribución de gas natural. Antecedentes técnicos cruce del río Aconcagua sector puente Colmo para permiso de la DGA.
- González G., Nelson Ingenieros Consultores, (DGA). 1982 Confección del Rol de usuarios de la cuarta sección del río Aconcagua.
- Hadad Heresi, Sergio Ingeniero Civil, (CORFO). 1973 Producción específica de las cuencas hidrográficas de Chile.
- Herrera de la Barra, Arturo (DGA). 1981 Estudio de eficiencia de riego en primera y segunda sección río Aconcagua.
- Instituto de Investigación de Recursos Naturales –Corporación de Fomento de la Producción, IREN – CORFO. 1967 Antecedentes hidrométricos, hoya de los ríos Aconcagua, Maipo, Rapel, Mataquito, Maule, Itata, Bio-Bio, Imperial y Tolten.
- Instituto Nacional de Investigación de Recursos Naturales, (CIREN). 1985 Descripciones de suelos, estudio agrológico de los valles Aconcagua, Putaendo, Ligua y Petorca.
- Intendencia Quinta Región, Universidad Técnica Federico Santa María, (IREN-CORFO). 1976 Plan Desarrollo del Aconcagua.
- IREN-CORFO; para la Secretaria de Planificación y Coordinación SERPLAC quinta región. 1979 Proyecto utilización de Suelos Marginales del Valle del Aconcagua.
- Kammel, C. 1962 Estudio de Factibilidad Tranque Las Peñas.

- Kleiman, P.; Torres, J. (CORFO). 1960 Estudio Preliminar, Río Aconcagua.
- Kleiman, Pablo (DR – MOP). 1970 Recuperación del río Aconcagua y esteros afluentes y pérdidas en canal.
- López, Tirso Ingeniero Civil CH 1998 Informe trimestral de autocontrol, explotación de Aridos río Aconcagua sector La Victoria Limache.
- Middletown B., Mauricio. 1997 Informe trimestral de autocontrol, explotación de áridos, río Aconcagua - sector aguas abajo Tabolango.
- Ministerio de Obras Publicas, 1998 Recuperación del lecho del río Aconcagua en Dirección general de obras publicas, Santa Rosa de Colmo. Informe técnico.  
dirección de vialidad, subdirección de obras, departamento de obras fluviales.
- Ministerio de Planificación y 1998 Cuencas hidrográficas en Chile, diagnósticos y Coordinación, (MIDEPLAN). proyectos.
- Numhauser, G.; Jorquera, O. 1964 Informe sobre la sequía en la Hoya del Río (CORFO). Aconcagua.
- ODEPLAN. 1987 Mejoramiento de riego para el valle de Putaendo.
- OEA – Chile. 1963 Informe sobre disponibilidad de agua, hoyo Aconcagua, proyecto aerofotogramétrico, OEA – Chile.
- Oficina Proyecto “Río de la 1972 Estudio sobre las captaciones de Las Vegas y Unidad”, (OPRU). Ocoa.
- Ossa M., Ingeniero 1929 Informe Ossa.
- PREMIX Ltda. 1997 Informe trimestral de autocontrol, extracción de áridos - río Aconcagua, sector ex - cooperativa La Victoria comuna de Limache, V región.
- PREMIX Ltda. 1998 Informe trimestral de autocontrol, extracción de áridos - río Aconcagua, sector ex – cooperativa La Victoria, comuna de Limache V región.

- Rendel, Pálmer y Tritton, 1967 Informe sobre la factibilidad del Proyecto de Regadío del Aconcagua.  
Ingenieros Consultores, Westminster, London.
- Riveros E. Ingeniero Agrónomo del 1959 Estudio de Riego, Quebrada de Herrera Departamento de Extensión Agrícola (Putando).  
del Ministerio de Agricultura.
- Rodríguez Roa, Fernando. 1971 Caracterización climatológica cuenca del río Ingeniero Civil, (CORFO).  
Aconcagua.
- Saalfeld V., Pablo Ingeniero Civil 1996 Informe trimestral de autocontrol, explotación de U.C. áridos río Aconcagua sector Tabolango.
- Sección aguas subterráneas, 1969 Cuenca del Aconcagua, agua subterránea catastro Departamento de Recursos de pozos al 31 de Diciembre de 1968.  
Hidráulicos (CORFO) y Sección aguas subterráneas, Instituto de Investigaciones Geológicas (I.G.G.).
- Vallegos Salas, Enrique (Químico 1971 Estudio de la contaminación del río Aconcagua.  
UC.). CORFO Departamento de Recursos Hidráulicos.
- Vega, Solano y Asociados. 1987 Defensas estero Pocuro entre 3.200m aguas arriba Ingenieros Consultores. y 1.400m. aguas abajo del cruce camino Santiago Los Andes en V región, en propiedades del señor Carolus Brow Barroilhet.
- Videla Díaz, César (DGA). 1996 Informe de intervención río Aconcagua II y III sección.

## ANEXO.

Aprovechando el recurso tecnológico existente hoy en día, se ha creado una base de datos ordenada y de fácil acceso a los estudios y proyectos recopilados en esta tesis, con el objeto que el lector pueda acceder a la información que requiera con mayor rapidez, optimizando el tiempo de trabajo.

La base de datos denominada, Cuenca del Río Aconcagua Base de Datos, esta compuesta por el resumen de la tesis y los estudios y proyectos recopilados, ordenados de igual forma que en la bibliografía.

Para iniciar el recorrido basta seleccionar un título de la lista con un clic del mouse e inmediatamente aparecerá la información del estudio seleccionado, al pie de cada página existe la opción de volver al menú principal, que al seleccionarlo lo llevará de nuevo al inicio del recorrido, permitiéndole acceder nuevamente a otro título de la lista.

Para lograr este objetivo es que se adjunta disquette con base de datos.