

GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
CENTRO DE INFORMACIÓN DE
RECURSOS HÍDRICOS

ACTUALIZACIÓN CATASTRO DE USUARIOS/AS
DE AGUAS DE LA PRIMERA SECCIÓN DE LA CUENCA
DEL RÍO ACONCAGUA

INFORME FINAL

Versión 1

REALIZADO POR:

INFRAESTRUCTURA Y ECOLOGIA S.A

S.I.T. N° 274

SANTIAGO, DICIEMBRE 2011

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

Ministro de Obras Públicas
Sr. Laurence Golborne Riveros

Director General de Aguas
Sr. Matías Desmadryl Lira

Jefa Centro de Información de Recursos Hídricos
Sra. Tatiana Cuevas Valencia

Inspector Fiscal
Sr. Horacio Aguirre Zepeda

NOMBRE CONSULTORES:

Jefe de Proyecto
Ing. Sr. Claudio Reyes H.

Profesionales:

Srta. Natalia Muñoz M
Sr. Marcial Valenzuela C.
Sr. Francisco Fernández C.
Sra. Cecilia Sáez S.
Sr. Oscar Liendo P.
Sr. Sergio Alarcón H.
Sr. Manuel Reyes C.

Índice de Contenidos

1.	INTRODUCCIÓN	17
2.	OBJETIVOS Y ALCANCES DEL ESTUDIO	18
2.1	Objetivo general.....	18
2.2	Objetivos específicos.....	18
2.3	Alcances del Estudio	19
3.	DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO ACONCAGUA.....	20
3.1	Antecedentes Primera Sección de la Cuenca del Río Aconcagua.	23
3.1.1	<i>Geología</i>	<i>28</i>
3.1.2	<i>Clima.....</i>	<i>29</i>
3.1.3	<i>Geomorfología</i>	<i>33</i>
3.1.4	<i>Hidrogeología</i>	<i>33</i>
3.1.5	<i>Hidrología</i>	<i>34</i>
3.1.6	<i>Suelos</i>	<i>38</i>
4.	METODOLOGÍA.....	39
4.1	Recopilación, Organización y Sistematización de Información.....	39
4.1.1	<i>Levantamiento de Información en Gabinete.....</i>	<i>39</i>
4.1.2	<i>Levantamiento de Información en Terreno.....</i>	<i>45</i>
4.2	Elaboración de Memorias de Canales.....	55
4.2.1	<i>Ficha Resumen</i>	<i>56</i>
4.2.2	<i>Unifilares.....</i>	<i>57</i>
4.2.3	<i>Fichas de Usuarios por Canal</i>	<i>58</i>
4.3	Construcción de un Sistema de Información Geográfica – SIG.....	60
4.3.1	<i>Recopilación de información cartográfica</i>	<i>60</i>
4.3.2	<i>Georreferenciación con cartografía base (CIRÉN)</i>	<i>62</i>
4.3.3	<i>Generación y actualización de capas temáticas</i>	<i>63</i>
4.3.4	<i>Construcción de Geodatabase</i>	<i>63</i>
4.3.1	<i>Elaboración de cartografía temática.....</i>	<i>67</i>
4.4	Equipo de Trabajo	68
5.	RESULTADOS.....	72
5.1	Recopilación, organización y sistematización de información	72
5.1.1	<i>Levantamiento de Información en Gabinete.....</i>	<i>72</i>

5.1.2	<i>Levantamiento de información en terreno</i>	73
5.1.3	<i>Validación de información</i>	76
5.2	Catastro de Usuarios/as de Aguas	77
5.2.1	<i>Memorias de canal</i>	77
5.2.2	<i>Cartografía temática</i>	84
5.2.3	<i>Sistema de Información Geográfica</i>	85
5.3	Análisis general de los resultados	91
5.3.2	<i>Usuario/as de aguas</i>	94

Índice de Tablas

Tabla 1: Distribución de las precipitaciones en Los Andes 2009.	31
Tabla 2: Estación Fluviométrica Río Aconcagua en San Felipe Resultado Análisis de Frecuencias.	35
Tabla 3: Estación fluviométrica Río Aconcagua en San Felipe series de caudales instantáneos máximos mensuales corregida, rellenada y extendida.....	36
Tabla 4: Estación fluviométrica Río Aconcagua en San Felipe series de caudales instantáneos máximos mensuales corregida, rellenada y extendida (continuación).	37
Tabla 5: Listado de antecedentes recopilados y su relación con el proyecto.	39
Tabla 6: Listado de Ortoimágenes.....	43
Tabla 7: Comunas y sectores donde se aplicó la encuesta.....	47
Tabla 8: Cronograma de Levantamiento de Información en Terreno.....	50
Tabla 9: Programa de actividades Taller 1.....	52
Tabla 10: Programa de Actividades Taller 2.....	53
Tabla 11: Cronograma de las Visitas a Organizaciones a Usuarios/as.	54
Tabla 12: Cronograma de visitas a Bocatomas.	55
Tabla 13: Estructura de metadatos Geodatabase.	67

Tabla 14: Listado de profesionales participantes en consultoría.	69
Tabla 15: Encuestas de Caracterización de Usuarios/as de Aguas.	73
Tabla 16: Canales propiedad de Codelco.....	75
Tabla 17: Características de derechos de aprovechamiento de agua de propiedad de Codelco, en el área de estudio.	76
Tabla 18: Listado de Memorias de canales.	78
Tabla 19: Canales con más de 100 entregas de aguas en la Primera Sección del Río Aconcagua.....	91
Tabla 20: Detalle uso de embalses Primera Sección Río Aconcagua.....	94

Índice de Figuras

Figura 1: Área de Estudio, Primera Sección Cuenca del Río Aconcagua.	21
Figura 2: Área de Estudio, Primera Sección Cuenca del río Aconcagua.....	24
Figura 3: Unifilar General.....	25
Figura 4: Sectores acuíferos de la Cuenca del Aconcagua.....	27
Figura 5: Porcentaje de Precipitaciones.	32
Figura 6: Cobertura de ortoimágenes en el área de estudio.....	42
Figura 7: Comunas y sectores encuestados.....	48
Figura 8: Sistematización de la generación de fichas.....	58
Figura 9: Representación del flujo de la información en un Geodatabase.....	65
Figura 10: Distribución espacial de la Cartografía Temática.....	85
Figura 11: Esquema de Feature Dataset en el Geodatabase.	86
Figura 12: Feature Dataset Canales Primera Sección.....	87
Figura 13: Feature Dataset Captaciones.....	88
Figura 14: Feature Dataset Cartografía Base.....	88
Figura 15: Feature Dataset División Político Administrativa.....	89
Figura 16: Feature Dataset Fuentes.....	89

Figura 17: Feature Dataset Infraestructura de riego.....	90
Figura 18: Feature Dataset Predios.....	90

Índice de Gráficos

Grafico 1: Uso de Canales.....	92
Grafico 2: Materialidad de Canales.....	93
Grafico 3: Tipo de Usuarios/as de Aguas.....	95
Grafico 4: Personas Jurídicas como Usuarios/as.....	96
Grafico 5: Total de Personas que son Usuarios/as de Aguas.....	97
Grafico 6: Concentración de entregas de Aguas.....	98

Índice de Anexos

Anexo A: Catastro de Usuarios/as de Aguas
Anexo B: Tablas de Resultados Catastro
Anexo C: Planos y Diagramas
Anexo D: Información Recopilación en Terreno
Anexo E: Estudios Específicos

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto corresponde a la Actualización del Catastro de Usuarios/as de Aguas de la Primera Sección de la cuenca del río Aconcagua. La zona central del país, y en particular esta cuenca, se han visto afectadas recientemente por un prolongado período de sequía, lo que resulta en una presión creciente sobre los recursos hídricos superficiales y subterráneos. Actualmente existe una baja seguridad de que la Dirección General de Aguas (DGA) y las Organizaciones de Usuarios/as de Aguas (OUA) dispongan de información precisa respecto a la disponibilidad y uso de los recursos hídricos de la Primera Sección del Río Aconcagua, lo que tiene como consecuencia la imposibilidad de tomar correctas decisiones respecto a la administración de las aguas.

Como se indicó, una baja en la disponibilidad de recursos hídricos y un aumento en la demanda por parte del consumo humano y de las diversas actividades productivas (agricultura, minera, etc.) resulta en conflictos por el uso del agua, y esta región está comenzando a sufrir las consecuencias de una mala gestión de sus recursos hídricos.

a) Descripción del Proyecto

El mandante del presente estudio es el Ministerio de Obras Públicas de Chile, representado por el señor Director General de Aguas, y teniendo como entidad responsable a la Dirección General de Aguas.

El proyecto está localizado en la Región de Valparaíso, provincia de San Felipe de Aconcagua y Los Andes, en las comunas de Los Andes, San Felipe, Santa María, Rinconada, San Esteban y Calle Larga. Hidrológicamente el área de estudio corresponde a la Primera Sección del Río Aconcagua.

El estudio consiste principalmente actualizar, completar y corregir el Catastro de Usuarios de Aguas realizado por la Dirección General de aguas el año 1933. La actualización fue realizada en un período de 3 meses, como resultado del trabajo de 15 profesionales de la empresa Infraeco S.A.

b) Descripción de las Principales Actividades de la Etapa de Desarrollo del Estudio.

i. Levantamiento de Información en Gabinete.

La primera etapa del proyecto consistió en recopilar antecedentes, documentos y cartografía que permitieran comenzar la actualización del Catastro de Usuarios/as de Agua de la Primera Sección del Río Aconcagua.

Los principales antecedentes revisados fueron: Catastro General de Usuarios/as de Aguas de la Primera Sección del Río Aconcagua", 1993; Estudio de Catastro e Inspección Preliminar de Embalses Primera Etapa, Quinta Región y Región Metropolitana, 1994; Evaluación de los Recursos Hídricos subterráneos de la cuenca del Río Aconcagua, 2004; Registro Público de Derechos de Aprovechamiento de Aguas; Derechos de Aprovechamiento de aguas Subterráneas, desde el año 1990 a 2011; Levantamiento de bocatomas en Cauces Naturales, Primera Etapa, año 2000; Base de Datos de Propiedades de la Quinta Región de Valparaíso, Año 2009; Orto imágenes Satelitales Quick-Bird II de CIREN de resolución espacial 0,6 metros, 33 Ortoimágenes; entre otras.

ii. Organización de Información de Gabinete.

La Actualización realizada por Infraeco S.A. está directamente relacionada con el levantamiento de información en terreno y con la sistematización de los antecedentes existentes y su posterior carga en el Catastro Público de Aguas (CPA), y en un Sistema de Información Geográfica.

Con el objeto de definir los requisitos en actualización de la información, se identificaron los cambios en parámetros claves, entre 1993 y la actualidad. Los principales cambios evaluados son: Aumento de superficie agrícola; Cambios de propietarios/as de predios, según SII / Tesorería; Cambios en el uso de suelo y cambios en infraestructura.

Se realizó una comparación de los listados de predios (roles) en el catastro de 1993 y los obtenidos a partir de la información actualizada de CIREN. Así mismo, se comparó la cartografía base del estudio de 1993, con las ortoimágenes de CIREN, y las imágenes satelitales adquiridas para este proyecto, para establecer las nuevas zonas bajo riego.

Lo anterior se sumó a la información recopilada a través de las Organizaciones de Usuarios de Aguas (OUA), tanto para determinar nuevos integrantes, como para identificar eventuales problemas con los derechos de agua informados.

Se trabajó también con los derechos disponibles en el Catastro Público del Agua, los que fueron comparados con los/as propietarios/as y usuarios/as identificados, con el propósito de verificar la correspondencia entre usuarios/as y derechos de aprovechamiento de aguas.

iii. Sistematización de Información de Gabinete.

Se revisó y analizó la información, documental, gráfica y cartográfica. Ésta fue recopilada inicialmente en tablas consolidadas, para luego ser migrada a la base de datos relacional construida en el marco de este proyecto. Las tablas que se completaron son las siguientes: Accionistas; Organizaciones de Usuarios/as de Aguas; Usuarios/as del Catastro Público de Aguas; Canales; Captaciones; Fuentes; Embalses; Pozos y Derechos de Aprovechamiento de Aguas.

La base de datos relacional, propuesta por Infraeco S.A. permitió gestionar en forma más eficiente grandes cantidades de información, principalmente asociadas a la definición de "entidades" que participan en más de una relación. Su desarrollo fue condicionado a su compatibilidad con el Catastro Público de Aguas y con la Geodatabase diseñada para el Sistema de Información Geográfico, SIG.

iv. Levantamiento de Información en Terreno.

Con esta actividad se actualizó, completó y validó la información recopilada en gabinete.

Para el levantamiento de información de terreno se realizó dos actividades secuenciales: la primera corresponde al proceso de preparación de la actividad de terreno y la segunda a la actividad propiamente tal, donde se aplicó la Encuesta Aconcagua.

Para organizar la información de terreno fueron definidas dos tipos de áreas a visitar: Áreas de predios en zonas catastradas y áreas de predios

nuevas no consideradas en el catastro anterior. De igual manera se definieron las Organizaciones de Usuarios/as de Aguas a visitar. La determinación de los predios a visitar y encuestar se realizó mediante proceso consensuado con la Inspección Fiscal en una reunión de coordinación, considerando aspectos como: Comparación de los planos del catastro del año 1993 a escala 1:10.000 versus las Ortofotos de propiedades de CIREN del año 2008 e imágenes satelitales 2010; y Comparación de las base de datos de propietarios/as del catastro de usuarios/as de la año 1993 versus la base de datos propiedades de CIREN

De esta forma se definió un total de 740 predios a encuestar, sobre los cuales se aplicó el instrumento estadístico de terreno.

v. Talleres de Participación con OUA.

El Taller 1 de Presentación del Proyecto fue realizado considerando la información del Catastro General de Usuarios/as de Aguas de la Primera Sección del Río Aconcagua" de la Dirección General de Aguas (1993) y el Listado de Presidentes Año 2010-2011, de las organizaciones de usuario/as de agua pertenecientes a la Junta de Vigilancia de la Primera sección del Río Aconcagua.

Se realizó la citación por carta certificada y por correo electrónico para el Taller 1 realizado el día Miércoles 16 de noviembre de 2011 a las 18 hrs., en la Asociación de Agricultores de Los Andes, ubicada en Santa Rosa 441 oficina 41 Los Andes. Posteriormente se confirmó telefónicamente la asistencia de los concurrentes.

El Taller 2 de Participación con OUA fue desarrollado el viernes 16 de diciembre de 2011, en el Hotel Los Andes. Tuvo por propósito presentar a las OUA de la cuenca los resultados obtenidos en el proyecto, tanto a nivel de recopilación de antecedentes como de generación de un Sistema de Información Geográfica, y las aplicaciones que estarán disponibles en el sitio web de la DGA.

vi. Visita a las Organizaciones de Usuarios/as de Aguas.

Se realizó un primer acercamiento a través de la realización del Taller 1, donde se convocó a los usuarios/as de aguas para darles a conocer el proyecto, aclarar dudas y explicarles los resultados que se esperaba obtener.

Junto a lo anterior se explicó también el procedimiento a seguir para la aplicación de las encuestas en terreno.

El procedimiento para ejecutar las visitas fue realizar un primer contacto telefónico. En aquellos canales que no contaban con directiva constituida legalmente, se contactó a la persona con mayor representatividad, es decir que tuvieran mayor uso de las aguas o fueran quienes organizaran al resto de los usuarios/as. A ellos se les consultó por un listado de usuarios/as de las aguas.

vii. Reconocimiento de Infraestructura de Canales.

Esta actividad fue desarrollada en el trabajo diario del encuestador. Las personas que tuvieron a su cargo realizar las encuestas se encargaron de actualizar a red de canales, de manera que en la cartografía todos los predios seleccionados que le correspondía encuestar en su sector tuvieran una entrega a nivel predial con el nombre del canal matriz, derivado o subderivado correspondiente.

Sumado a lo anterior, se realizó un trabajo de visita a bocatomas para conocer su localización y obtener registro fotográfico sobre su estado.

c) Metodología del Catastro de Usuarios/as de Aguas

El Catastro de Usuarios/as de Aguas está compuesto por un Informe que da cuenta de la metodología empleada y principales resultados obtenidos; por una Memoria de cada canal, y las Fichas de Usuarios; por el diagrama unifilar que sintetiza la jerarquía de la infraestructura hidráulica; y por la cartografía temática.

El Informe respecto a la Actualización contiene el detalle de los antecedentes que se recogieron en la bibliografía revisada y en el terreno mismo. Se entrega además los resultados obtenidos al comparar diferentes parámetros obtenidos el año 1993 y el año 2011, así como un análisis y conclusiones tanto de los resultados propiamente tal, como del esfuerzo realizado por Infraeco S.A. para llevar a cabo la Actualización.

La memoria de cada canal se elaboró a partir de la información base disponible en el levantamiento de 1993, actualizada en el presente proyecto. Las

Fichas de Usuarios por Canal fueron creadas automáticamente a partir de la extracción de información desde la base de datos del catastro actualizado.

Los Diagramas Unifilares son el instrumento técnico que permite una correcta lectura y comprensión de los planos y ordenar a los usuarios de acuerdo a la secuencia de uso. Su elaboración tuvo como base el Catastro General de Usuarios de Aguas de la Primera Sección del Río Aconcagua de 1993, más información corregida y actualizada con los otros antecedentes recopilados en este proyecto.

d) Construcción de un Sistema de Información Geográfica (SIG).

Para la construcción del SIG se recopiló información proveniente de distintas fuentes, principalmente la Dirección General de Aguas, Instituto Geográfico Militar (IGM); Comisión Nacional de Riego (CNR); y Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN).

Se trabajó con los antecedentes proporcionados por CIREN como cartografía base, es decir, todos los elementos cartográficos disponibles se corrigieron para que coincidieran con esta cartografía. El formato final de la cartografía es Huso 19S, Datum WGS84, escala 1:10.000.

A partir de la información recopilada y corregida especialmente se construyó una Geodatabase, o tabla espacial relacional, que es la base del SIG. La Construcción de Geodatabase se compone de archivos y fuentes de información, que son organizados de manera jerárquica de acuerdo a las temáticas que estos abordan.

Se indexó cada cobertura a utilizar, dentro de un set de capas temáticas que contienen elementos afines. Fueron generadas y actualizadas capas temáticas: Fuentes; Canales; Pozos; Infraestructura de riego (marcos partidores, compuertas, bocatomas, sifones, canoas, tuberías, etc.); Predios; Base Cartográfica y Base Administrativa.

La jerarquía de los archivos se compone de dos niveles esenciales, donde el nivel menor es el Feature Class, el cual se encarga de almacenar toda aquella información con representación espacial. Esta información puede ser de diversos tipos como son los shape file vectoriales o imágenes en formato Raster.

El nivel inmediatamente superior que envuelve al Feature Class es el Feature Dataset, el cual vincula bajo una línea temática todos los Feature Class que se encuentran dentro del Geodatabase. En el nivel superior, se encuentran otros tipos de archivo que no poseen representación espacial, como pueden ser las tablas de datos, las cuales pueden estar relacionadas con los Feature Class dentro de cada Feature Dataset.

Se agruparon cinco Feature Dataset: Cartografía Base; División Político/Administrativa; Raster; Fuentes; Obras; Predios; Captaciones y Canales de la 1ª Sección.

Una vez que el equipo de profesionales dispuso de las capas temáticas se procedió a la Elaboración de Cartografía Temática, con el siguiente nivel de detalle: Cartografía base del área de estudio; Detalle de información adquirida, CIREN, Satélite, Catastro 1993; Evaluación de cultivos mediante percepción remota; Evaluación de demanda de riego mediante percepción remota; Catastro de usuarios/as de agua escala 1:10.000; Catastro de usuarios/as de agua escala 1:50.000. La cartografía dispone de los proyectos (.mxd) en ArcGis 10, y las versiones finales de cada plano en papel y formato PDF.

e) Resultados

i. Recopilación, organización y sistematización de información

Se realizó la recopilación exhaustiva de antecedentes disponibles en cada una de las fuentes identificadas.

El Levantamiento de información en terreno fue realizado entre el 16 de noviembre y el 13 de diciembre de 2011, aplicando la Encuesta Aconcagua en aquellos predios seleccionados de acuerdo a la metodología; se realizó el reconocimiento de infraestructura y se visitaron las organizaciones de usuarios/as de aguas de la primera sección del río Aconcagua.

ii. Resultados en el Proceso de Aplicación de Encuestas

Como resultado de la aplicación de la metodología, se aplicaron 691 encuestas dentro de la zona de estudio, sobre un total de 740 predios

seleccionados. La diferencia corresponde a aquellos usuarios que no pudieron ser contactados en terreno.

iii. Reconocimiento Infraestructura de Canales

Las visitas a terreno permitieron analizar 160 canales. Adicionalmente se realizó un reconocimiento de la infraestructura de captaciones, donde se consideraron las bocatomas, pozos y vertientes, obteniéndose la información necesaria para 125 de estas obras de captación.

iv. Información de Codelco División Andina

Codelco entregó información relativa a 32 canales y 32 obras de captación, de los cuales 21 corresponden a nueva infraestructura respecto a la encontrada en el levantamiento de 1993. Destaca el aumento considerable de pozos de propiedad de la minera, cuyos derechos se inscribieron entre 2007 y 2009 principalmente, siendo su fuente el acuífero San Felipe Los Andes.

v. Resultados Catastro de Usuarios/as de Aguas.

La presente actualización del Catastro de Usuarios/as de Aguas de la Primera Sección de la cuenca del río Aconcagua, identificó un total de 6.209 usuarios, que reciben agua de 125 Canales Matrices, 31 Canales Derivados y 7 Subderivados. Respecto a lo que sucedía el año 1993, la Primera Sección del Río Aconcagua tenía 5.695 usuarios, que obtenían el agua de 86 Canales Matrices, 31 Canales Derivados y 7 Subderivados. Se observó un aumento neto de 39 canales matrices.

De los Canales Matrices totales detallados el año 1993, 18 se encuentran actualmente sin uso. El número de Canales Matrices que se encuentra operativo el año 2011 y no existía el año 1993, es de 60, los cuales están alimentados principalmente por Pozos (36) y Aducciones (11).

Respecto a los usuarios/as de Aguas de la Primera Sección del Río Aconcagua, 4.954 corresponden a personas naturales y 1.255 a personas jurídicas, valores que indican un incremento del 8% en personas naturales y en un 125% en personas jurídicas, que se han sumado como usuarios de las aguas entre 1993 y 2011.

Del total de personas jurídicas, en el año 1993 un 63% eran empresas agrícolas, relación que es de un 33% el año 2011. El sector minero también tiene un considerable incremento, pasando de 2 entregas el año 1993 a 33 entregas de aguas el año 2011. En cuanto a las personas naturales, un porcentaje cercano al 100% requiere de los recursos para riego agrícola.

La superficie regada total en 2011 para la Primera Sección de la cuenca del Río Aconcagua es de 80.731 hectáreas.

vi. Memoria de Canal

Como parte fundamental del presente informe, se desarrollaron 119 memorias de cada canal, que se componen de: Antecedentes; Ubicación – Fotografía; Cuadro Resumen; Unifilar y Ficha.

De esta manera, los unifilares contienen la información gráfica de la entrega de cada canal, derivado o subderivado considerado en esta Actualización del Catastro de Usuarios/as de Aguas de la Primera Sección de la Cuenca del Río Aconcagua.

La Actualización contiene los siguientes Diagrama Unifilares: 1 Diagrama unifilar general de la red hidrográfica natural y los principales canales matrices, de la zona de estudio; 16 diagramas unifilares generales de cada una de las fuentes naturales y los canales que se originan en ellas; 162 diagramas unifilares específicos de cada canal matriz, canal derivado y canal subderivado, con sus usuarios.

vii. Sistema de Información Geográfica.

Se asociaron a las líneas temáticas definidas, todas las coberturas disponibles útiles para los propósitos del catastro de usuarios en términos de escala cartográfica. También se disgregaron en coberturas independientes la mayoría de los elementos puntuales presentes en el área de estudio.

Se elaboró una base de datos relacional espacial, o Geodatabase, representada en diversas líneas temáticas que corresponden a los Feature Dataset. Estas líneas temáticas, en que se agrupa estratégicamente la información espacial, buscan dar cabida a todos los elementos que comprenden el catastro de usuarios/as de aguas de la Primera Sección del Río Aconcagua.

Cada cobertura presente en el modelo, está relacionada con una tabla de datos que contiene toda la información relativa a las captaciones, los canales, los usuarios del agua, los datos de un predio, etc. En tal sentido, la idea detrás de esta lógica es de relacionar un código que individualice a cada elemento para asociarla a otro en base a dicho código. En tal caso, se evita sobrecargar las tablas de atributos de cada Shapefile con datos que son extraídos desde las bases de datos del catastro de usuarios levantadas en terreno y depuradas en gabinete.

Los Dataset son: Canales 1ª Sección; Captaciones; Cartografía Base; División Político Administrativa; Fuentes; Infraestructura de riego: Predios.

1. INTRODUCCIÓN

La Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas encargó a la empresa Infraeco S.A. el desarrollo de la Actualización del Catastro de Usuarios de Aguas de la Primera Sección del Río Aconcagua, Región de Valparaíso”, con el fin actualizar el catastro de usuarios de aguas que data del año 1993.

Esta actualización considera el levantamiento y análisis de la información entregada por las Organizaciones de Usuarios/as de Aguas (OUA), Dirección General de Aguas (DGA), Comisión Nacional de Riego (CNR); de otros estudios realizados en la Primera Sección del Río Aconcagua; y los mismos usuarios/as de aguas a través de entrevistas realizadas en terreno. Adicionalmente, el estudio consideró la elaboración de herramientas informáticas para la administración y manejo de información de derechos de Aprovechamiento de Aguas para las OUA y ciudadanía en general.

La presente Actualización se desarrolló de manera estructurada y secuencial, abordando todos los contenidos necesarios para describir, caracterizar, actualizar, corregir y completar de manera total e idónea la información contenida en el Catastro de Usuarios de Aguas del año 1993, desarrollando y aplicando para ello metodologías apropiadas para cada caso en particular. En este espíritu, el enfoque metodológico busca fundamentalmente aclarar la secuencia de actividades desarrolladas, junto con dar una visión general de los principales aspectos asociados a la ejecución de los distintos contenidos de la Actualización, lo anterior considerando que Infraeco S.A. buscó ampliar lo requerido por contrato con el objeto de ponderar la necesidad de automatizar la información relativa a los Derechos de Aprovechamiento de Aguas (DAA), su administración y actualización.

Las directrices metodológicas del presente estudio se basan en un trabajo coordinado de diversos especialistas en distintas áreas temáticas, en constante y permanente interacción con la contraparte técnica de la Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas (MOP).

2. OBJETIVOS Y ALCANCES DEL ESTUDIO

2.1 Objetivo general

Elaborar un catastro de usuarios/as de agua de la Primera Sección de la cuenca del río Aconcagua que defina la red física y las características de los usos que se realizan.

2.2 Objetivos específicos

1. Levantar y sistematizar información de derechos de aprovechamiento de aguas tanto superficiales como subterráneas.
2. Levantar y sistematizar información de las obras de aprovechamiento y regulación de aguas.
3. Delimitar áreas bajo riego, y definir división predial incluida en el área de estudio.
4. Levantar catastro de usuarios/as de aguas superficiales de la zona de estudio y sus usos.
5. Levantar catastro de pozos en la zona de estudio, complementando antecedentes de terreno y mediante técnicas de teledetección, y contrastar lo encontrado con datos DGA.
6. Sistematizar toda la información catastral y recopilada en bases de datos relacionales.
7. Generar cartografía base de infraestructuras y división predial.
8. Generar planos digitales en base a imágenes satelitales, shape o cualquier otra fuente georreferenciada para ArcGis 9.2 o superior donde sea posible

el despliegue y análisis de toda la información espacial procesada, levantada y disponible.

2.3 Alcances del Estudio

El alcance del presente estudio es realizar la actualización de la información del catastro de usuarios/as de aguas de la primera sección de la cuenca del Río Aconcagua del año 1993, mediante levantamiento de antecedentes en gabinete y terreno, complementando el proceso de sistematización y análisis de dicha información con ayuda de técnicas de teledetección, la elaboración de un Sistema de Información Geográfica (SIG) y el desarrollo de una aplicación en línea para la administración de la información sobre derechos de aprovechamiento de aguas.

El objetivo central de estas herramientas, es mantener actualizada la base de datos en un sistema de carácter moderno (en base digital), de forma tal que pueda ser actualizado en forma rápida y segura, en este sentido el desarrollo tecnológico ofrece opciones metodológicas que permiten cumplir con esta condición.

De esta manera, para llevar cabo el presente trabajo se consideraron los siguientes elementos:

- Recursos superficiales (cauces naturales, cauces artificiales y vertientes)
- Recursos subterráneos (pozos y norias)
- Superficie cultivada y delimitación predial

Las herramientas de apoyo y complemento al presente catastro se encuentran anexas al presente informe como estudios específicos, estos son:

- Diseño y Desarrollo de una Base de Datos Relacional para el Catastro de Usuarios/as de Aguas. Anexo E.1.
- Estudio de Variables Agrícolas y de Riego mediante Percepción Remota (Teledetección). Anexo E.2.
- Desarrollo de una Aplicación en Línea para la Administración de la Información por parte de las Organizaciones de Usuarios/as de Aguas (OUA). Anexo E.3.

3. DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO ACONCAGUA

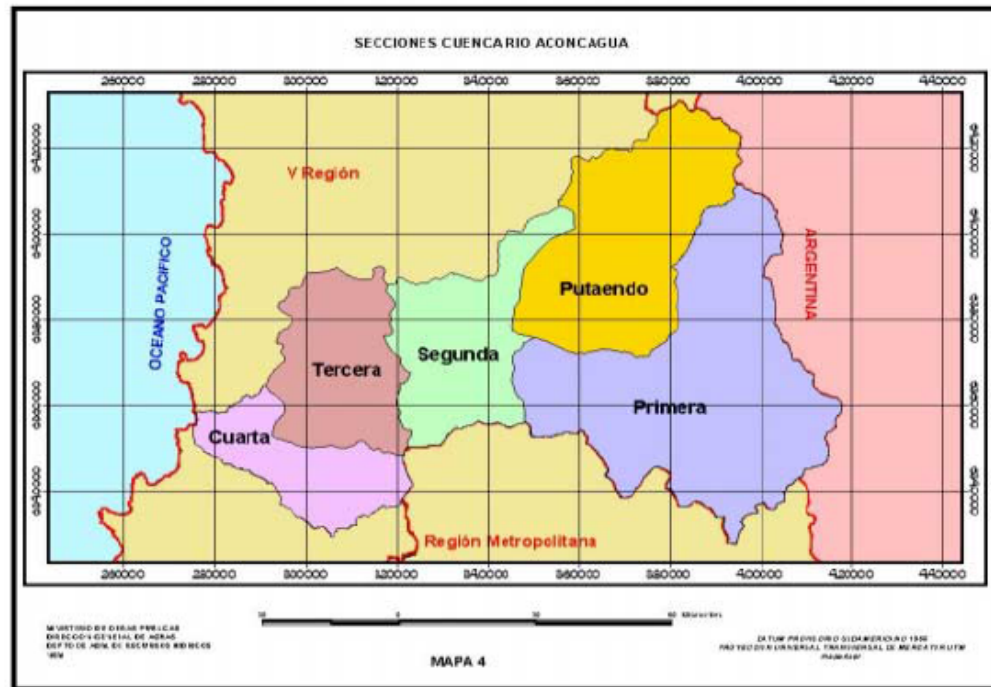
La cuenca del río Aconcagua nace en la alta cordillera, en cumbres que superan los 5.000 msnm. La línea de nieves se ubica aproximadamente a los 2.000 msnm, se extiende entre los 32°20' y 33°07' de latitud sur y desde los 71°31' y 70°00' de longitud oeste hasta el Océano Pacífico, en la sección sur de la zona denominada de los Valles Transversales del país. Se desarrolla íntegramente en la región de Valparaíso comprendiendo poco menos del 50% de la misma, con una superficie total de 7.340 km², abarcando importantes ciudades como Los Andes, San Felipe, Quillota, la Calera, Limache y Con Con. De la superficie total aproximadamente un 44% corresponde a alta cordillera y cauces de ríos, el 42% son terrenos de aptitud forestal, el 12% son terrenos con aptitud agropecuaria, y el 2% restante corresponden a áreas urbanas.

El régimen hidrológico de la cuenca corresponde a uno de carácter pluvio-nival, con mayores caudales durante la época invernal, período en el cual se concentra más del 90% de las precipitaciones anuales. La precipitación media anual es del orden de 250 mm.

El relieve de la primera sección de la cuenca del Río Aconcagua se caracteriza por la formación de la Cordillera de Los Andes y la presencia de intrincados cordones transversales que unen ésta con la Cordillera de la Costa, en donde se desarrollan los numerosos afluentes de los cursos principales.

El Río Aconcagua tiene un desarrollo de 190 kilómetros, y nace de la unión del Río Blanco y el Río Juncal. Recibe además aportes del Río Colorado y el Río Putaendo. Se suman a lo anterior, los aportes de esteros: Pocuro, Quilpué, Lo Campo, Catemu, Las Vegas, Romeral, Rabuco, El Litre, Lo Rojas, San Pedro y Limache. La cuenca del río Aconcagua se encuentra dividida administrativamente en cuatro secciones más la sección del río Putaendo que ha operado de manera separada, lo que comprende un total de cinco secciones en toda la cuenca del Aconcagua. En la Figura 1 se presenta la división de secciones de la cuenca del Aconcagua.

Figura 1: Área de Estudio, Primera Sección Cuenca del Río Aconcagua.



Fuente: DGA. 2004.

La mayor parte del valle está cubierto por praderas y matorrales, ubicándose el fuerte de la actividad agrícola en las cercanías del Río Aconcagua, la cual está dedicada principalmente a viñas y frutales en general.

La mayor parte de los usos del terreno de la Primera Sección del río Aconcagua están dedicados a terrenos agrícolas permanentes (dejando fuera los terrenos sin vegetación, las áreas con usos no reconocidos, glaciares, etc. y las rotaciones), seguidos por la presencia de bosques nativos y mixtos.

Al comparar la actividad agrícola de la Primera Sección del Río, se considera una actividad altamente desarrollada, lo cual es resultado principalmente de las circunstancias favorables de suelo y clima que imperan en la zona. Han sido establecidos, con importante éxito: duraznos, ciruelos, nogales, naranjos, limoneros, viñas, tomates, cebollas, paltos, chirimoyas, etc. Junto a lo

anterior destaca también el uso de cultivos forrajeros para la engorda de animales y producción de leche.

Por otra parte, el incremento de actividades productivas en el valle del Aconcagua ha generado un aumento en la contaminación de las aguas del río Aconcagua.

Según el Estudio de Impacto Ambiental de las descargas de aguas servidas industriales, residenciales y otras en la cuenca del río Aconcagua de CONAMA, realizado entre 1994 y 1995, las empresas o instituciones que han superado las normas de contaminación son diversas, destacándose los parámetros de Demanda Biológica de Oxígeno (DBO), la alteración del Ph del agua y la descarga de RILES en general más allá de lo permitido.

Un factor relevante en la contaminación de las aguas, corresponde a los emisarios de alcantarillado respecto de las aguas servidas domésticas, las que si bien es cierto son tratadas de acuerdo a la normativa existente, se han producido situaciones de fallas de las plantas de tratamiento o eventualmente un mal procedimiento, que deja a las aguas del Río Aconcagua desprotegidas de recibir agentes patógenos.

Otras causas importantes son los excesos de riego, que aportan sedimentos, materia orgánica, pesticidas, fertilizantes, etc. También debe considerarse el efecto de la erosión originada por las malas prácticas de cultivo, la cual además de desmejorar la calidad de los terrenos agrícolas por pérdidas de la capa vegetal, el arrastre de ella puede causar el relleno o elevación del lecho del río.

La actividad urbana está clasificada como una de las más importantes fuentes de contaminación en la Primera Sección del Río Aconcagua. Lo anterior está condicionado al vaciamiento de residuos al río o a sus tributarios.

Por su parte, la actividad industrial aporta contaminación a través del vertido de residuos de naturaleza orgánica. De lo anterior destacan las industrias conserveras, mataderos, curtiembres, malterías, cervecerías, fábrica de almidones y glucosas, entre otras. También está el vertido de residuos inorgánicos, los cuales son aportados por conserveras, fábricas de fibras, etc.

La actividad agrícola juega un rol social y económico preponderante en la zona de estudio. Así mismo tienen responsabilidad directa sobre la contaminación del Río Aconcagua y algunos de sus tributarios. Generalmente los

agricultores no realizan los cálculos para cuantificar de manera precisa las necesidades de fertilizantes o pesticidas aplicados a los cultivos, siendo así los excedentes arrastrados a los cursos de agua con afectos negativos sobre la vida acuática.

Los fertilizantes, al ser aplicados, parte de ellos son absorbidos por las plantas y lo restante por el suelo. Desde este último destino, mediante el regadío y el efecto de las lluvias una importante proporción puede ser conducida hacia los ríos y al agua subterránea. En cuanto a los pesticidas, se tiene que parte de ellos se volatiliza, mientras que otra parte es retenida por las plantas y el suelo, siendo lo restante arrastrado por el riego y las aguas lluvias hacia los cursos de agua natural.

En lo relativo a la actividad minera existente en la Primera Sección del Río Aconcagua, ésta se orienta hacia la extracción y concentración de minerales de cobre sulfurados. Esta concentración se realiza mediante el proceso de flotación, que consiste en tratar el mineral previamente molido con agua a la cual se le agregan algunos químicos, lo que permite obtener un concentrado con aproximadamente un 30% de cobre. El resto de la ganga es direccionada a los denominados tranques de relave, lugar donde el agua contiene apreciables concentraciones de cobre y otros metales y cantidades importantes de químicos reactivos.

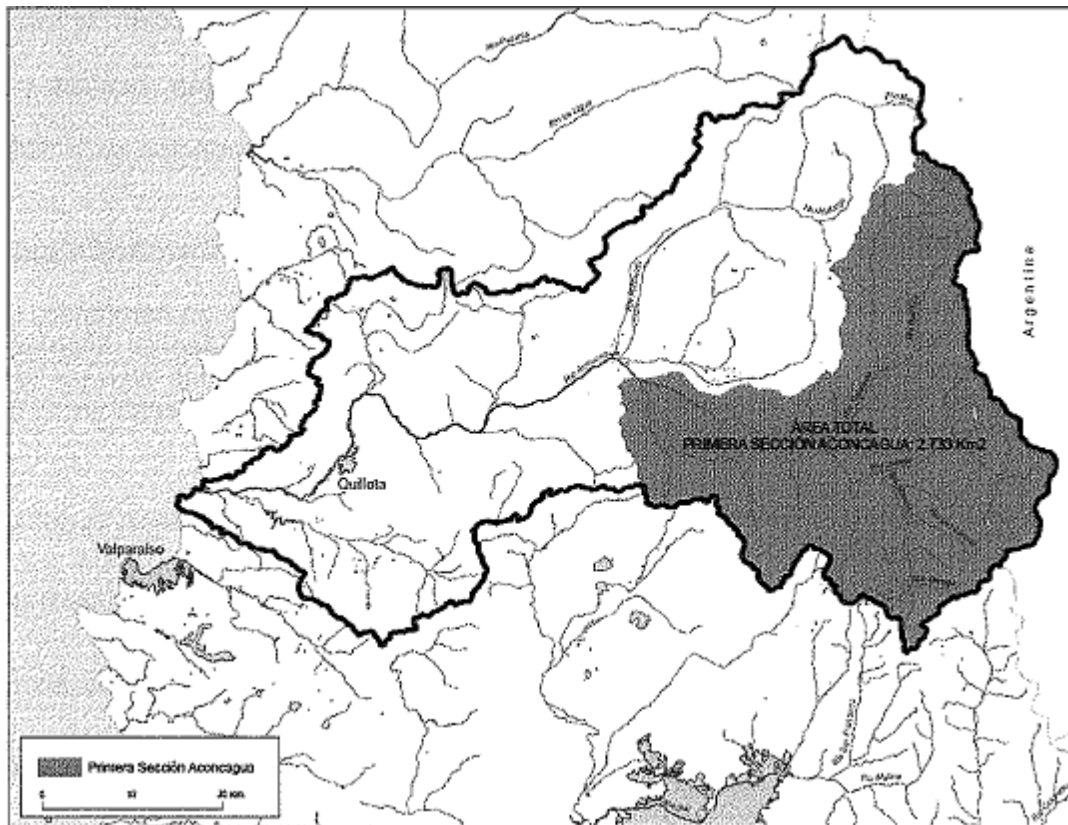
La DGA (2004) determinó que las empresas mineras existentes en la zona de estudio arrojaban a los cursos de agua elementos contaminantes como: As, Cd, Cu, Cr, Hg, SO₄, Zn Mn, entre otros.

3.1 Antecedentes Primera Sección de la Cuenca del Río Aconcagua.

El presente estudio se centra en la Primera Sección de la cuenca del río Aconcagua, la cual se extiende desde el nacimiento del Río Juncal, Blanco y Colorado en la Cordillera de los Andes hasta el puente del Rey en la entrada sur de la ciudad de San Felipe. La superficie total del área de interés es de 2.733 km² aproximadamente, definida entre las coordenadas UTM (WGS84 Huso 19S) siguientes 333.358 m Este / 6.412.506 m Norte, y 408.296 m Este / 6.326.509 m Norte, aproximadas. Los recursos hídricos provienen de los aportes del propio río Aconcagua y sus afluentes cordilleranos, como los ríos ya detallados, y de esteros menores como Riecillos, Vilcuya y Los Chacayes.

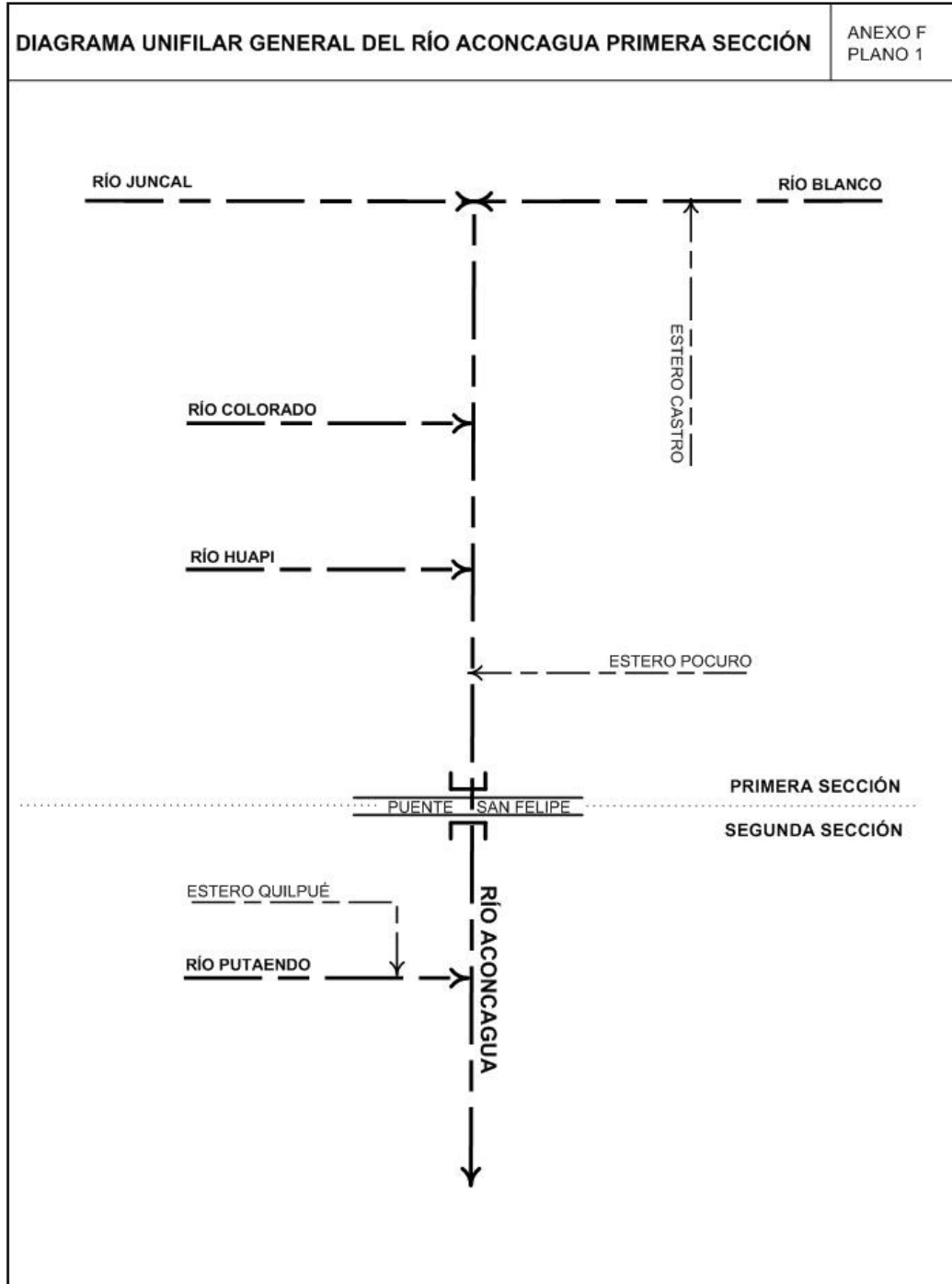
En la Figura 2, se muestra la superficie que abarca el área de estudio, mientras que en la Figura 3 se muestra el Unifilar General a grandes rasgos. El Diagrama Unifilar General de la Primera Sección de la Cuenca del Río Aconcagua completo y detallado se adjunta en Anexo C.

Figura 2: Área de Estudio, Primera Sección Cuenca del río Aconcagua.



Fuente: Bases Licitación Actualización Catastro de Usuarios/as de Aguas de la Primera Sección de la Cuenca del Río Aconcagua. DGA, 2011.

Figura 3: Unifilar General.



Fuente: Elaboración propia.

Los usuarios/as de las aguas de la Primera Sección se encuentran organizados legalmente bajo la figura de la “Junta de Vigilancia de la Primera Sección del Río Aconcagua”, por Decreto Supremo N° 52 del 05 de enero de 1955. De acuerdo al estudio “Análisis del mercado del agua de riego en Chile: Una revisión crítica a través del caso de la Región de Valparaíso” (2010), realizado para ODEPA por la Pontificia Universidad Católica de Chile, esta organización administra y distribuye 12.774 acciones (con un rendimiento de la acción de 1,8 l/s) correspondientes a derechos consuntivos permanentes; y 11.580 l/s correspondientes a derechos consuntivos eventuales. Mientras que de acuerdo al Catastro Público de Aguas, la jurisdicción corresponde sobre las siguientes asociaciones de canalistas:

- Asociación Canal Los Quilos
- Asociación Canal Rosales
- Asociación Canal Ahumada
- Asociación Canal Curimón
- Asociación Canal El Carmen
- Asociación Canal Sauce o Encón
- Asociación Canal del Pueblo (San Felipe)
- Asociación Canal La Petaca
- Asociación Canal Quilpué
- Asociación Canal Rinconada

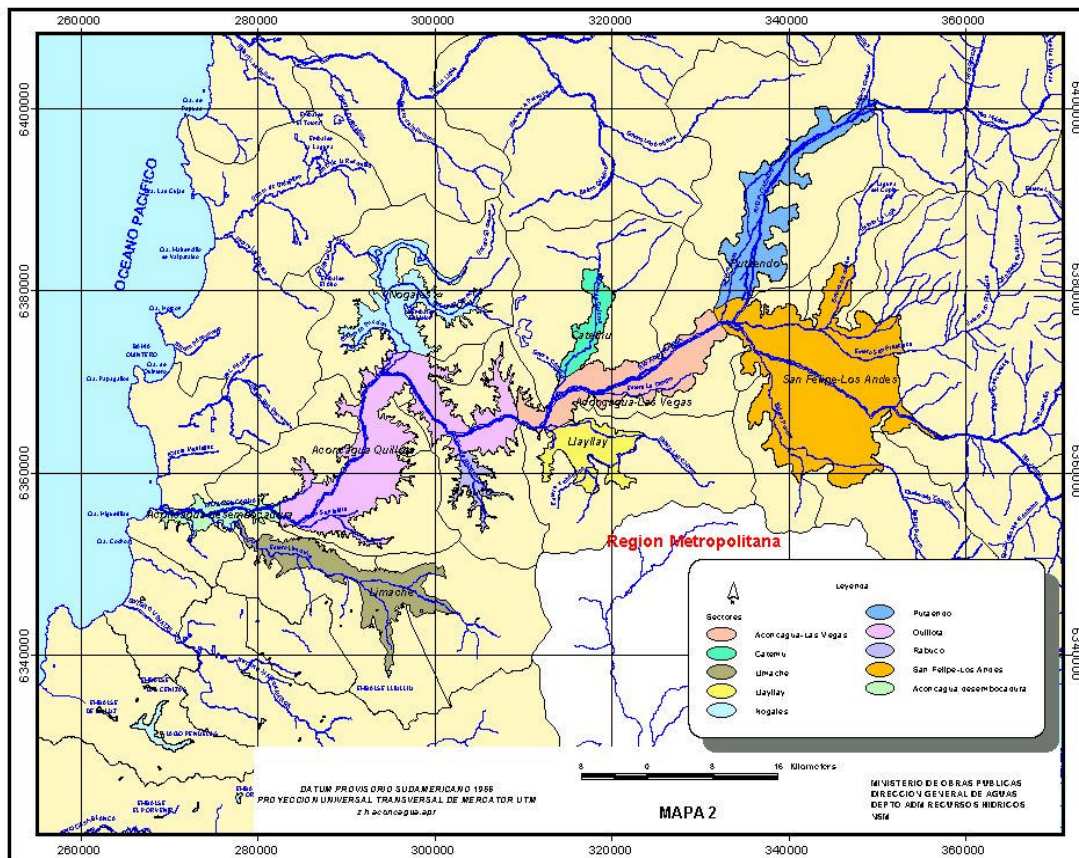
En esta Primera Sección se encuentran las siguientes estaciones Fluviométricas de la DGA:

- Río Juncal en Juncal
- Río Blanco en Blanco
- Río Aconcagua en Río Blanco
- Río Colorado en Colorado
- Río Aconcagua en Chacabuquito
- Estero Pocuro en Sifón

La Dirección General de Aguas declaró esta sección oficialmente agotada para constituir nuevos derechos consuntivos de ejercicio permanente, en la Resolución DGA N° 209 del 22 de mayo de 1985.

Las aguas subterráneas de la cuenca se encuentran hidrogeológicamente organizadas en los acuíferos que detalla la Figura 4.

Figura 4: Sectores acuíferos de la Cuenca del Aconcagua.



Fuente: DGA. 2004.

El acuífero correspondiente a la zona que abarca la Primera Sección del Río Aconcagua es San Felipe-Los Andes.

3.1.1 Geología

La sección de la Cordillera de Los Andes en la cual se emplaza la parte alta de la cuenca del río Aconcagua, está formada por rocas sedimentarias y volcánicas de origen jurásico y cretáceo avanzados.

Las hoyas orográficas correspondientes a la superficie que cubre el área del proyecto, terminan en las rocas volcánicas Abanico¹ y en los afloramientos de sedimentos continentales del cretáceo medio, sobrepuestos por rocas volcánicas y sedimentarias de la formación Farellones en una parte de la zona. A medida que se acerca el límite internacional, se presentan afloramientos pronunciadamente estratificados y fallados, compuestos conglomerados de la formación Cristo Redentor, calizas de la formación San José más antiguas (también cretáceas) y sedimentos yesíferos² aún más antiguos de la formación Lagunilla Jurásica.

La Cuenca del Río Aconcagua está influenciada en el sector alto por rocas sulfuradas y materiales volcánicos vítreos de texturas gruesas ubicados en los sectores de mayores pendientes en la Cordillera de los Andes.

La topografía que presenta la Primera Sección del Río Aconcagua fue determinada por un período de glaciación intenso, principalmente durante la era pleistocena. Profundos valles fueron cavados y se depositaron cantidades masivas de morrena. Durante los meses de invierno la mayoría de las altas cumbres andinas están cubiertas de nieve. De lo anterior se entiende la fragmentación de la roca producto de la escarcha y hielo, cuyo transporte subsiguiente y corrientes de lodo durante el derretimiento de la nieve, deben generar importantes aportes de sedimentos al cauce principal del Río Aconcagua.

La estructura geológica del Río Aconcagua tiene una orientación de norte-sur. Al este las estructuras son complejas y las formaciones van plegándose a modo de fallas compactas. No obstante lo anterior, los lechos de la formación Farellones se encuentran expuestos en amplios plegamientos que se sobreponen discordantemente a las rocas más antiguas. La intensidad de

¹ Formaciones Abanico y Farellones consisten en depósitos volcánicos y volcanso clásticos continentales con escasos fósiles de valor cronológico. La unidad inferior (Abanico) está caracterizada por lavas básicas y amplios pliegues, la unidad superior (Farellones) por un menor contenido de lavas básicas, habitualmente subhorizontales.

² Sedimento originado de la evaporación de masas de agua, ricas en sales.

plegamiento disminuye en dirección oeste y debajo del Río Colorado donde existe un buzamiento con orientación general al este, con lo cual las rocas más antiguas suben sucesivamente hasta el este. Todas estas han sido penetradas por granodioritas³ del batolito⁴ andino que han provocado alteración hidrotérmica en varias zonas, especialmente cerca del Río Colorado.

En el sector el Sauce, la formación Abanico se separa de la Farellones por una falla desplazada hacia el oeste en unos 2.000 metros. En Los Andes, el valle se abre en forma de una cuenca ancha cuyo suelo está formado por sedimentos hasta una profundidad considerable. El valle está relleno a partir de este punto hasta que entra en la serranía litoral por debajo de Quillota. Cerca de la ciudad de San Felipe, existe importante influencia de rocas ácidas.

Las formaciones antes mencionadas corresponden a:

- Rocas Sedimentarias del Pleistoceno-Holoceno; Depósitos fluviales; gravas, arenas y limos del curso actual de los ríos mayores o de sus terrazas subactuales y llanuras de inundación.
- Rocas Volcánicas del Mioceno Inferior-medio; Complejos volcánicos parcialmente erosionados y secuencias volcánicas, lavas, brechas, domos y rocas piroclásticas andesíticos-basálticas a dacíticas.
- Rocas volcano-sedimentarias del cretácico inferior-Cretácico Superior. Secuencias sedimentarias y volcánicas continentales, con escasas intercalaciones marinas: brechas sedimentarias y volcánicas, lavas andesíticas, ocoitas, conglomerados, areniscas, linolitas calcáreas lacustres con flora fósil; localmente calizas fosilíferas marinas en la base.

3.1.2 Clima

La Primera Sección del Río Aconcagua posee un clima mediterráneo con estación seca prolongada en el valle y clima frío de altura en la Cordillera de Los Andes.

3 Roca plutónica parecida al granito.

4 Masa de rocas eruptivas que se forma en la corteza terrestre a gran profundidad.

El valle se caracteriza por una marcada concentración invernal de las precipitaciones y un verano prolongado y seco. El período de lluvias está concentrado entre los meses de mayo y agosto, con magnitudes entre los 200 y 450 mm anuales. El período seco es de 8 meses.

La amplia sequía estival se debe principalmente al desplazamiento hacia el sur que experimenta en verano el anticiclón del pacífico, generando frecuentes estados de tiempo anticiclónico entre octubre y marzo con alta frecuencia de días despejados y viento sur.

La temperatura del aire es un factor a considerar, y está determinada por el relieve y la distancia al océano que presenta la zona de estudio. Los valores de temperatura para la primera sección de la cuenca, son los siguientes:

- Media anual de 16° C.
- Oscilación anual que supera los 12° C.
- Las temperaturas máximas diarias en verano superan los 32° C. mientras que en invierno llegan a 17 ° C.
- Las T° mínimas registradas en invierno son cercanas a los 2,5 ° C., con una oscilación de 8° C.

La marcada estacionalidad y amplio periodo estival, tiene ventajas comparativas para el desarrollo de frutales de hoja caduca debido a que se cumplen las horas de frío necesarias para la mayoría de ellos (800 horas frío aproximadamente). Las condiciones de luminosidad y temperatura invernales y estivales son óptimas en general para la chacarería, floricultura y plantas forrajeras cultivadas. Los factores antes mencionados, han permitido que la agricultura sea el principal pilar productivo de la población.

3.1.2.1 Precipitaciones

Las precipitaciones corresponden al elemento climático que más influencia ejerce sobre el quehacer económico de la zona de estudio y de la región en su totalidad. La irregularidad de su ritmo anual y las diferencias en distribución espacial, constituyen uno de los rasgos más acentuados por su incidencia en la agricultura.

La zona de estudio se caracteriza por concentrar las precipitaciones en invierno, con 7 meses con cantidades inferiores a los 40 mm. La topografía se presenta como la responsable de las escasas precipitaciones en la Primera Sección, con cordones transversales que obstaculizan el paso del viento predominante suroeste, así no se superan los 230 mm y 270 mm en San Felipe y Los Andes respectivamente. Las precipitaciones son básicamente de carácter frontal, con modificaciones debidas al factor relieve y con origen ligado al avance frontal derivado de la acción del anticiclón del Pacífico.

El régimen pluviométrico indica que, de acuerdo a las características propias del clima templado mediterráneo, el mayor monto de precipitaciones se produce durante el período invernal, aspecto del régimen que queda cuantificado en la Tabla 1:

Tabla 1: Distribución de las precipitaciones en Los Andes 2009.

Precipitaciones en el año 2009, en la ciudad de los Andes				
ESTACIÓN	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA
Precipitaciones (mm)	2,1	21,1	54,3	23

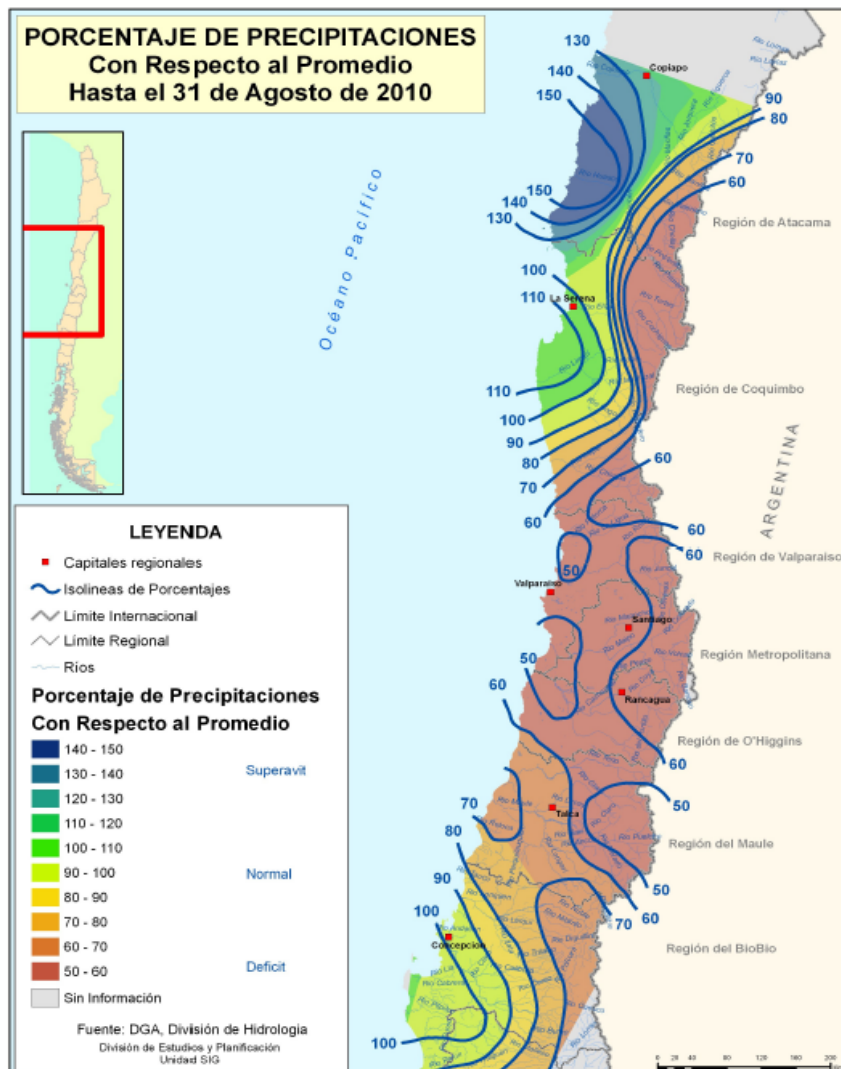
Fuente: IGM, Región de Valparaíso.

En complemento a los valores detallados en los párrafos anteriores, se hace necesario precisar el aumento de las precipitaciones con la altura, presentándose este fenómeno hasta los 2.500 metros hacia el límite Este de la Cuenca. La importancia de estas precipitaciones radica en su permanencia bajo formas sólidas hasta la época de primavera y verano, abasteciendo del recurso en los periodos de mayor demanda.

Otra característica es la anormalidad de las precipitaciones, existiendo una importante diferencia entre años lluviosos y años con sequía, que puede ser de hasta 10 veces más entre uno y otro. Similares contrastes pueden encontrarse durante un mismo año, con precipitaciones concentradas en periodos de dos a tres semanas, dejando el resto de la estación con déficit, lo que origina considerables problemas para la agricultura.

La Figura 5 entrega una visión amplia respecto al comportamiento de las precipitaciones en la zona central de país. Se muestran las Isolíneas de porcentaje y además se determina en el color el porcentaje de precipitaciones respecto al promedio.

Figura 5: Porcentaje de Precipitaciones.



Fuente: División de Hidrología DGA.

3.1.2.2 Humedad Relativa

La humedad relativa presenta un comportamiento desigual en dirección mar a cordillera, disminuyendo en las zonas más cercanas a la Cordillera de Los Andes. Pese a lo anterior, toda la Cuenca del Río Aconcagua se caracteriza por presentar valores absolutos relativamente altos.

La humedad es influida por el relieve y la distancia al océano, caracterizando a la zona de Aconcagua con veranos de humedad relativa homogénea, entre 55% y 65%, mientras que en invierno oscila entre 60% en su sector oriental y 80% en el occidental.

3.1.3 Geomorfología

El Río Aconcagua es el último de los valles transversales del norte chico, con su nacimiento en la confluencia de los ríos Juncal y Blanco en la Cordillera de los Andes.

La topografía de la primera sección del Río Aconcagua está caracterizada por las altas cumbres rocosas y escarpadas que forman su hoya hidrográfica y la de sus esteros de montaña. Los ríos son conducidos por los lechos de los valles de Los Andes y Los Patos y confluyen en el fondo de un valle de anchura variable que existe desde San Felipe hasta el mar. Con la unión de las cordilleras laterales de Los Andes y la serranía litoral cerca del mar, generan el encajonamiento de los valles en sus lados norte y sur.

La Carretera Panamericana Norte atraviesa el cordón septentrional en el denominado Paso el Melón, mientras que la carretera en dirección sur cruza el cordón meridional por Paso las Chilcas. El camino que recorre desde Santiago hasta Los Andes atraviesa el cordón meridional por el Paso Chacabuco.

3.1.4 Hidrogeología

Los procesos fluviales han permitido, a través del paso del tiempo, el relleno del Valle del Aconcagua desde Los Andes hasta su desembocadura. Lo anterior, producto del trabajo sobre sedimentos proporcionados por las rocas de los cerros, que fueron depositados en condiciones que determinan finalmente sus propiedades acuíferas.

En la Primera Sección del Río Aconcagua, la llanura tiene una extensión de 396 km², donde el relleno sedimentario reconocido se caracteriza por el gran tamaño de sus constituyentes clásticos y por la reducida participación de las fracciones menores de tipo limo arcilla, alcanzando los primeros tamaños de 50 cm. y más.

El relleno antes mencionado no se presenta uniforme, situación que es reconocida en los sondajes realizados en la Primera Sección del río Aconcagua de los cuales ninguno ha logrado la secuencia completa y que se estima que alcanza los 300 metros como potencia máxima. La topografía del basamento rocoso es variable y de ello son una evidencia los cerros islas existentes en la zona de estudio. Destaca además el rol fundamental que juegan los tributarios del Río Aconcagua en sus fases erosivas como de acumulación.

Los fondos de los valles laterales, formados por deposición intermitente durante épocas de escorrentía anormal desde cauces que cambian su curso de vez en cuando, suelen tener napas acuíferas largas y estrechas intercaladas con estratos de sedimento de baja permeabilidad con la apariencia de dedos.

Se conoce que la cuenca presenta dos tipos de acuíferos claramente diferenciados. El primero, a nivel superficial y hasta una profundidad variable, se ubica el acuífero libre constituido por materiales fluviales como gravas y arenas, formando un relleno bastante permeable y de buena capacidad de almacenamiento, el cual se encuentra en contacto directo con la recarga proveniente del río Aconcagua. Desde el sector donde se juntan el estero Limache y el río Aconcagua hasta la desembocadura, se encuentra el acuífero superficial que presenta un espesor del orden de 10 metros, y aguas arriba del puente, en la zona no diferenciada, varía entre 60 y 100 metros.

3.1.5 Hidrología

La empresa eléctrica AES Gener, en su estudio hidrológico e hidráulico de crecidas en el Río Aconcagua (2009), determinó que la estadística original de caudales instantáneos máximos mensuales observada, es decir un valor máximo por mes, presenta varios vacíos en el período 1962-1983, razón por la cual para utilizar estos antecedentes y posteriormente inferir los caudales de crecida en el Río Aconcagua, es técnicamente recomendable utilizar la información proporcionada por la estación fluviométrica Río Aconcagua en San

Felipe ya que es la única estación existente en el río que cuenta con un extenso registro histórico de caudales, todos ellos bastantes homogéneos y de buena calidad.

El estudio emplea Chi-Cuadrado (χ^2) para seleccionar la función de distribución que analíticamente se ajusta mejor a la serie.

Los resultados obtenidos, en la estación mencionada, fueron estimados con la función de distribución Log normal la cual se ajustó de mejor manera a los datos reales. Estos se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2: Estación Fluviométrica Río Aconcagua en San Felipe Resultado Análisis de Frecuencias.

Período de Retorno (años)	Caudal Instantáneo Máximo Anual (m3/s)			
	Lognormal	Pearson	Logpearson	Gumbel
5	207,8	215,1	210,2	233,0
10	307,4	289,2	293,9	307,5
25	466,6	384,7	410,7	401,7
50	610,9	456,3	503,7	471,5
100	778,4	527,7	600,3	540,8
200	971,6	599,2	700,4	609,9
χ^2 (calculado)	7,29	28,34	10,43	31,57
χ^2 (0,05)	12,59	11,07	11,07	12,59
Test	Aceptado	Rechazado	Aceptado	Rechazado

Fuente: AES Gener S.A. 2009.

Tabla 3: Estación fluviométrica Río Aconcagua en San Felipe series de caudales instantáneos máximos mensuales corregida, rellenada y extendida.

AÑO	ENERO			FEBRERO			MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO		
	Qi			Qi			Qi			Qi			Qi			Qi		
	Max	Día	Ind	Max	Día	Ind	Max	Día	Ind	Max	Día	Ind	Max	Día	Ind	Max	Día	Ind
1962	52,10			25,82			2,24			9,17			8,27			39,04		
1963	22,8	2		5,86	13		3,76	22		0,634	7		0,126	1		12,7	27	
1964	157	1		59,7	4		18,7	1		4,5	6		8,27	4	%	7,47	2	%
1965	8,73	16		3,29	12		3,95	30		20	13		1,92	20		4,37	2	
1966	126	1		40,8	1		14,10			8,18	22	*	9,06	1	*	9,47		
1967	35,1	2		35,3	1	%	9,21	6	@	7,29			8,97			4,88		
1968	12,71	17	*	11,45			7,40			1,20			3,22					
1969	17,10			16,24						0,39			3,14			69,47		
1970	35,1	1		12,8	14		16,72	1	@	4,24	20	@	8,65	29		2,32	4	
1971	17,72	18	%	2,67	1		6,31	10	@	3,17			2,14			1,87	24	*
1972	19,5	1		24,02	7	@	17,54			4,60			85,35	9	%	49,2	9	
1973	193	13		98,2	1	%	47,9	15	@	26,81			18,32			17,65		
1974	52,5	18		40,7	2		6,4	8		4,58	1		5,08	31		79,80	28	%
1975	60,3	2		53,2	1	%	16,54	18	@	4,46	1		3,34	1		4,65	27	%
1976	21,5	1		8,63	26	@	4,67	3	@	8,8	30	*	1,59	1		4,95	23	%
1977	44	9		8,79	21		6,55	21		1,65	1		2,32	7		5,56	21	
1978	75,75			32,65			16,27			10,51			17,88			5,17		
1979	153,12			55,58			24,60			12,39			14,62			5,03		
1980	57,11			51,49			18,71			168,91			34,46			59,13		
1981	58,69			40,35			32,02			13,20			35,52			17,65		
1982	23,61			16,64			3,87			3,44			21,06			273,26		
1983				114,85			49,05			25,55			15,41			17,65		
1984	74,4	5		38,78			15,09			7,38			12,4	4		11,7	29	
1985	141	8		63,2	7		60,4	7	%	27	1		17,1	18		13,8	18	
1986	43,4	2	%	24,80			10	10	%	3,32	28		32,7	28		372	16	
1987	127	1		66,1	2		32,6	3		13,2	2		13,2	30		57,5	3	
1988	191	1		88,6	1		51	4		33,1	4		16,4	25		13,9	1	
1989	24,6	4		15,3	13		6,22	1		3,57	2		6,36	20		7,51	21	
1990	31,36	1	%	17,33	5	%	7,94	5	%	5,49	1	%	9,26	16	%	5,65	10	%
1991	14,69	28	%	9,50	10	%	6,53	4	%	13,41	14	@	85,42	28	%	35,68	19	%
1992	106,00	6	%	44,38	1	%	24,41	2	%	18,22	2	%	38,00	26	%	81,10	6	%
1993	76,80	4	%	36,80	3	%	20,88	2	%	39,04	19	%	567,20	3	%	84,85	27	%
1994	35,56	3	%	12,60	14	%	14,60	13	%	11,60	27	%	10,52	24	%	15,60	23	%
1995	38,59	1	%	12,32	1	%	4,43	13	%	6,20	28	%	13,58	6	%	22,80	27	%
1996	23,02	2	%	19,06	18	%	15,30	4	%	10,77	7	%	5,78	28	%	9,96	18	%
1997	16,59	25	@	17,02	16	%	18,05	2	%	9,88	13	%	14,96	30	%	224,00	23	%
1998	176,18	6	%	71,08	1	%	35,48	4	%	30,43	10	%	16,80	26	%	18,23	15	%
1999	12,66	3	%	9,33	20	%	16,20	4	@	4,18			4,43	17	%	19,95	29	%
2000	34,12	1	%	8,67	1	%	9,52	9	%	16,27	15	%	8,21	25	%	76,00	14	%
2001	80,36	2	%	38,32	5	%	28,86	1	%	9,47	22	%	13,00	16	%	10,06	5	%
2002	58,44	1	%	23,68	5	%	9,49	23	%	4,30	14	%	89,78	26	%	190,59	4	%
2003	153,47	3	%	86,49	1	%	26,34	6	%	20,41	18	%	27,29	21	%	36,10	16	%
2004	29,98	2	%	19,01	1	%	17,66	14	%	16,54	1	%	8,52	11	%	9,19	17	%
2005	23,87	9	%	5,70	14	%	19,18	12	%	6,08	29	%	13,18	25	%	166,64	18	%
2006	106,54	8	%	78,17	1	%	33,55	1	%	13,18	3	%	12,63	25	%	27,58	8	%
2007	87,24	1	%	17,42	12	%	10,03	21	%	7,59	2	%	9,94	31	%	9,62	14	%
2008	37,78			13,26			9,03	5	%	7,44	26	%	267,85	21	%	154,82	5	%

Fuente: AES Gener S.A. 2009.

Tabla 4: Estación fluviométrica Río Aconcagua en San Felipe series de caudales instantáneos máximos mensuales corregida, rellenada y extendida (continuación).

AÑO	JULIO			AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE		
	Qi			Qi			Qi			Qi			Qi			Qi		
	Max.	Día	Ind	Max.	Día	Ind	Max.	Día	Ind	Max.	Día	Ind	Max.	Día	Ind	Max.	Día	Ind
1962	14,50	27	*	16,03	6	@	11,24			70,00	31	*	67,3	26		42,3	2	
1963	18,4	10		24,29	29	@	31,3	20	@	50,72	23	%	52,6	7	%	248	30	
1964	7,78			0,178	15	*	3,00	21	@	0,084	1	*	3,58	16	@	0,812	21	
1965	43,7	25		204	11		19,7	22		67	17		180	19		132	6	
1966	16,65			10,97	26	*	22,08			19,19	25	@	90	28		48,2	1	%
1967				1,48	9	@	1,43			2,81			12,30	18	@	19,9	18	
1968													40,27			4,93		
1969													40,2	23	%	69,2	7	
1970	13,2	29		7,07	1	%	3,94			23,96	26	*	35,7	6		42,6	8	
1971	11,68	16	@	5,46	12		12,49	1	*	49,69	29	@	60,2	15		20,5	26	
1972	20,8	6		83,3	15		50,4	24		42,6	25		116,02	24	%	226	20	@
1973	67,44	25	*	16,2	9		7,12	3		11,1	22		57,3	21		54,6	3	
1974	35,59			21,26			6,35	30	%	31,4	15		61,41	15	@	76,5	16	%
1975	9,95	11		7,96	18	%	2,68	1		8,06	24		13,6	23		62,2	17	
1976	2,91	8	%	0,55	31	@	3,73	1	*	7,11	25	@	65,8	14		52,6	11	
1977	219	22	%	37,11			59,31			99,95			163,42			150,35		
1978	164,71			26,66			30,32			36,22			123,60			211,74		
1979	18,40			82,65			22,71			27,89			53,64			104,53		
1980	45,40			30,03			20,52			27,89			93,26			127,01		
1981	6,44			42,68			5,92			7,58			24,63			22,13		
1982	160,68			61,57			60,04			66,73			108,43			246,33		
1983	31,16			22,10			12,38			51,10			169,10			134,79		
1984	140	4		23,96			26	25		78,6	24		153	28		163	4	
1985	26	4		18,5	3		2,3	5		7,4	22		97,6	18		80	1	
1986	32,5	1	%	47,40	30	*	21,6	1		78,2	27		137	14		184	26	
1987	390	15		408	12		47,6	1		95,3	30		328	30		265	1	
1988	7,93	5		14	19		2,89	23	@	6,31	16		38,9	6		23,6	4	
1989	11,2	27		102	24		20,2	2		36,1	23		118	26		65,2	1	
1990	7,37	8	%	4,26	31	%	5,52	2	%	10,82	22	%	28,13	19	%	14,40	1	%
1991	149,32	20	@	20,70	1	%	47,11	16	%	46,10	31	@	108,34	30	%	122,20	2	%
1992	29,10	1	%	22,16	30	%	16,24	30	%	46,40	26	%	132,00	19	%	81,90	28	%
1993	20,36	3	%	21,72	29	%	12,80	18	%	44,44	15	%	59,00	29	%	55,24	13	%
1994	23,02	21	%	17,25	14	%	14,00	24	%	15,00	31	%	65,94	25	%	56,96	12	%
1995	22,91	6	%	21,04	15	%	16,77	13	%	13,43	31	%	43,34	8	%	30,18	28	%
1996	11,66	9	%	2,50	31	%	2,07	1	*	-			4,89	30	%	12,10	1	@
1997	34,85	30	%	116,40	17	%	66,37	1	%	57,90	26	%	117,48	30	%	178,00	20	%
1998	12,02	1	%	7,65	4	%	7,30	14	%	5,80	25	%	7,70	23	%	14,77	11	%
1999	12,54	6	%	21,64	30	%	41,99	22	%	47,11	26	%	56,33	29	%	38,91	5	%
2000	77,82	1	%	24,73	1	%	29,75	30	%	57,17	30	%	108,20	29	%	143,23	19	%
2001	103,40	19	%	39,51	29	%	32,10	1	%	57,00	27	%	73,56	23	%	136,84	18	%
2002	79,11	23	%	96,26	24	%	39,07	26	%	67,16	18	%	140,28	24	%	163,54	15	%
2003	21,69	1	%	11,80	5	%	10,82	3	%	30,23	31	%	64,11	24	%	41,90	26	%
2004	7,85	13	%	16,06	3	%	11,98	18	%	7,85	9	%	61,67	15	%	46,50	1	%
2005	39,60	1	%	221,19	27	%	53,73	10	%	77,08	21	%	123,92	13	%	174,48	16	%
2006	278,04	13	%	27,31	1	%	36,43	30	%	71,82	27	%	96,20	24	%	84,34	7	%
2007	45,71	6	%	15,02			13,64			36,17			85,65			56,72		
2008	20,95			-			-			-			-			-		

Fuente: AES Gener S.A. 2009.

3.1.6 Suelos

El valle se presenta amplio en suelos aluviales recientes y los suelos Nogales, San Felipe, ocupan terrazas bastante amplias. El constante relleno del cauce del río con rodados, ha originado un sollevamiento de su lecho, dejando áreas con depresión ubicadas preferentemente próximas a los cerros. En estas zonas, además se encuentran suelos de materiales finos y orgánicos.

Las altas pendientes de los cerros y el continuo desprendimiento de sus materiales, ha originado grandes formaciones de piedemontes, a ambos lados del valle.

La cuenca del río Aconcagua posee unidades taxonómicas características de la V Región de Valparaíso y corresponden básicamente a suelos anfisoles, inceptisoles y mollisoles. La última taxa mencionada, es la que se encuentra en los suelos de la Primera Sección, donde los mollisoles son suelos que en la zona alcanzan un desarrollo moderado y son sobre los cuales desarrolla la mayor parte de la agricultura de riego de la zona.

Importante de destacar en la Primera Sección de la cuenca del Río Aconcagua, la presencia de suelos con terrazas permanentes, los que constituyen los mejores suelos de la zona y se caracterizan principalmente por presentar perfiles profundos, bien desarrollados, de texturas medias a finas, de buena estructura y planos suavemente ondulados. Estas características permiten un buen desarrollo radicular y buena retención de humedad, factores que facilitan la actividad agropecuaria.

4. METODOLOGÍA

4.1 Recopilación, Organización y Sistematización de Información

4.1.1 Levantamiento de Información en Gabinete

Para dar cumplimiento a los objetivos del estudio, una primera etapa del trabajo consistió en la recopilación de antecedentes, documentos gráficos y cartográficos que permitieran comenzar la actualización del Catastro de Usuarios/as de Agua de la Primera Sección del Río Aconcagua.

En la Tabla 5 se presentan los antecedentes recopilados y su relación con el presente estudio.-

Tabla 5: Listado de antecedentes recopilados y su relación con el proyecto.

FUENTE DE INFORMACIÓN	NOMBRE ESTUDIO, CARTOGRAFÍA U OTRO	RELACIÓN CON EL PROYECTO
Dirección General de Aguas	Catastro General de Usuarios/as de Aguas de la Primera Sección del Río Aconcagua". 1993.	Es la fuente para la construcción de: Base de Datos de Usuarios/as de Aguas, Base de Datos de Canales y Base de Datos Embalses.
	"Estudio de Catastro e Inspección Preliminar de Embalses Primera Etapa. Quinta Región y Región Metropolitana. 1994.	Es fuente para la construcción de la Base de Datos de Embalses.
	Evaluación de los Recursos Hídricos subterráneos de la cuenca del Río Aconcagua. 2004.	Es Fuente para la construcción de la Base de Datos Pozos.
	Registro Público de Derechos	Es fuente para la construcción

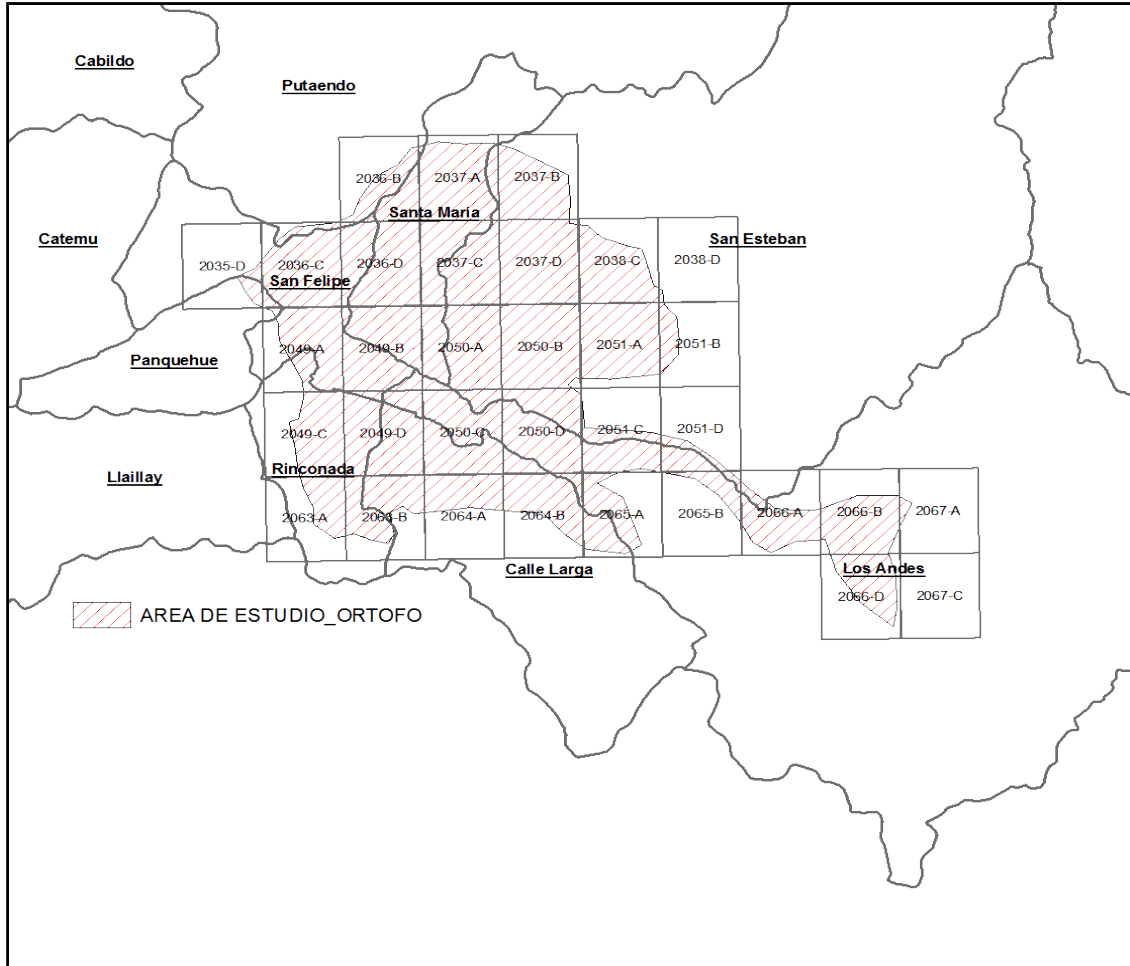
FUENTE DE INFORMACIÓN	NOMBRE ESTUDIO, CARTOGRAFÍA U OTRO	RELACIÓN CON EL PROYECTO
	de Aprovechamiento de Aguas; Derechos de Aprovechamiento de aguas Subterráneas. Desde el año 1990 a 2011.	de la Base de Datos de Derechos de Aprovechamiento.
	"Catastro embalses ubicados entre las regiones de Valparaíso y la Araucanía". Dirección General de Aguas, Unidad de Fiscalización. 2010.	Es Fuente para la construcción de la Base de Datos Embalses.
	Levantamiento de bocatomas en Cauces Naturales. Primera Etapa 2000.	Es fuente para la construcción de la Base de Datos de Captaciones.
Centro de Informaciones de Recursos Naturales CIREN	Catastro de las propiedades rurales de la Quinta Región de Valparaíso. 2009.	Contiene las propiedades con sus respectivos roles asignados por el Servicio de Impuestos Internos. Es fuente para construcción de Base de Datos de Usuarios/as del Catastro y para la definición de nuevos predios usuarios/as de aguas a encuestar.
	Base de Datos de Propiedades de la Quinta Región de Valparaíso. Contiene la información de las propiedades. 2009	Rol del SII, nombre del predio, nombre propietario, superficies, entre otros. Es fuente para construcción de Base de Datos de Usuarios/as de Catastro y para la definición nuevos predios usuarios/as de aguas a encuestar.
	Orto imágenes Satelitales Quick-Bird II de CIREN de resolución espacial 0,6 metros. Corresponden a 33 Ortoimágenes.	Sobre éstas se dibujarán la totalidad de los Shape con los estudios requeridos. Se utilizó además para definir las áreas de predios a visitar en zonas catastradas también en zonas nuevas. Las ortoimágenes se presentan en la Figura 6 y Tabla 6.
Servicio Agrícola y Ganadero	Proyectos de División de la Tierra.	Contienen información de la división de la tierra del Sector Reformado; en parcelas y

FUENTE DE INFORMACIÓN	NOMBRE ESTUDIO, CARTOGRAFÍA U OTRO	RELACIÓN CON EL PROYECTO
		sitios. Sirvió como fuente de información para Base de Datos Usuarios/as de Aguas.
	Proyectos de División de los derechos de las aguas.	Contienen información de los derechos de aguas entre las parcelas y sitios, y reservas del Sector Reformado. Sirvió como fuente de información para Base de Datos Usuarios/as de Aguas.
Comisión Nacional de Riego (CNR)	Estudio "Diagnóstico Actual del Riego y Drenaje en Chile y su Proyección". CNR.2002.	Contiene información de Canales Matrices y derivados, obras de arte, localización de bocatomas, embalses mayores y menores, entre otros.
Servicio de Impuestos Internos (SII)	Rol Extracto Agrícola REA.	Proporciona información de los Roles Agrícolas, superficies por categoría de suelo.

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los antecedentes obtenidos de CIREN, sobre las ortoimágenes satelitales utilizadas en el estudio, se muestra en la Figura 6 su cobertura sobre el área de estudio, y en la Tabla 6 se describen con sus nombres.

Figura 6: Cobertura de ortoimágenes en el área de estudio.



Fuente: Elaboración propia a partir de antecedentes proporcionados por CIREN.

Tabla 6: Listado de Ortoimágenes.

N°	NOMBRE
2035-D	El Asiento
2036-B	Baños El Parrón
2036-C	San Felipe Norte
2036-D	Santa María
2037-A	Jahuel
2037-B	Campos De Ahumada Alto
2037-C	Lo Calvo
2037-D	Campos De Ahumada Bajo
2038-C	San Francisco De Los Andes
2038-D	Quebrada Azul
2049-A	San Felipe Sur
2049-B	San Rafael
2049-C	Rinconada De Los Andes
2049-D	Calle Larga
2050-A	San Esteban
2050-B	Cariño Botado
2050-C	Los Andes

N°	NOMBRE
2050-D	El Sauce
2051-A	Cerro Mocoen
2051-B	Cerro Los Cascajales
2051-C	Primera Quebrada
2051-D	Rio Colorado
2063-A	Quebrada De Auco
2063-B	Auco
2064-A	San Vicente
2064-B	Túnel Canal Chacabuco-Polpaico
2065-A	Cerro Negro
2065-B	Los Espinos
2066-A	Riecillos
2066-B	Rio Blanco
2066-D	Saladillo
2067-A	El Peralillo
2067-C	Cerro Saladillo

TOTAL ORTOFOTOS: 33

4.1.1.1 Organización de Información de Gabinete

Para establecer los requerimientos de actualización de información, se identificaron los cambios en distintos indicadores claves entre el año 1993 y la actualidad. Los principales cambios evaluados son:

- Extensión a nuevas áreas de la superficie agrícola
- Cambios de propietarios/as de predios, según SII / Tesorería
- Cambios en el destino de predios, según divisiones prediales y/o cambios identificados en cobertura aérea
- Cambios en infraestructura, identificados en terreno y/o cobertura aérea

Para ello se realizó una comparación de los antecedentes disponibles en el catastro de 1993, y los que aportan la información actualizada de CIREN. Así mismo, se compararon los planos del estudio de 1993, con las ortoimágenes de CIREN y las imágenes satelitales adquiridas afín de establecer las nuevas zonas bajo riego.

Conjuntamente se recurrió a los antecedentes levantados con las organizaciones de usuarios/as de aguas, tanto para determinar nuevos integrantes de las organizaciones, como para identificar eventuales problemas con los derechos de agua informados.

Al respecto, se trabajó con los derechos disponibles en el Catastro Público del Agua, los que fueron comparados con los/as propietarios/as y usuarios/as identificados, asegurando la existencia de una correspondencia entre ambos.

4.1.1.2 Sistematización de Información de Gabinete

Se revisó y analizó exhaustivamente la información documental, gráfica y cartográfica que fue recopilada en las instituciones ya señaladas. Ésta fue recopilada inicialmente en tablas consolidadas, para luego ser migrada a la base de datos relacional construida en el marco de este proyecto. Las tablas que se completaron son las siguientes:

- a. Accionistas
- b. Organizaciones de Usuarios/as de Aguas
- c. Usuarios/as del Catastro Público de Aguas

- d. Canales
- e. Captaciones
- f. Fuentes
- g. Embalses
- h. Pozos
- i. Derechos de Aprovechamiento de Aguas.

La base de datos relacional, permite gestionar en forma más eficiente grandes cantidades de información, principalmente asociadas a la definición de “entidades” que participan en más de una relación. Para su diseño se estableció como condicionante que fuera compatible con la nueva versión del modelo de datos del Catastro Público del Agua y con la Geodatabase diseñada para el Sistema de Información Geográfico, SIG, descrito en el numeral 4.3.

4.1.2 Levantamiento de Información en Terreno

La actividad de levantamiento de información en terreno, es un componente principal de la presente consultoría, con ello se busca completar y validar la información recopilada en las fuentes mencionadas en el punto 4.1.1 y que han sido incorporadas a las bases de datos relacionales en las actividades ejecutadas anteriormente. Del mismo modo se seleccionaron las organizaciones de usuarios/as de aguas (OUA) pertenecientes a la Junta de Vigilancia de la Primera Sección del Río Aconcagua, que fueron visitadas.

El desarrollo de esta actividad contempló la aplicación de una encuesta a todos los predios identificados por el equipo consultor como susceptibles de haber sufrido cambios según lo informado en el catastro del año 1993.- Las encuestas realizadas se presentan en formato digital como parte del Anexo D.1.

El criterio utilizado por el equipo consultor para delimitar las zonas a encuestar, fueron conversados y consensuados previamente por la Inspección Fiscal de contrato, tomando en consideración los siguientes aspectos:

- i) Se compararon los planos del catastro del año 1993 a escala 1:10.000, versus las Ortofotos de propiedades de CIREN del año 2008 e imágenes satelitales 2010. De esta superposición de imágenes se obtuvo el número de predios que estaban incluidos en el catastro de 1993 pero que sufrieron modificación en sus deslindes y en sus características del cultivo, por tanto fueron considerados para ser encuestados en terreno. Por otro lado, la comparación de estas imágenes, permitió determinar nuevas áreas de uso agrícolas que no existían en el año 1993, las cuales también fueron visitadas en terreno. Se comparó la base de datos de propietarios/as del catastro de usuarios/as del año 1993 versus la base de datos propiedades de CIREN, obteniéndose los predios que cambiaron de titular, sumándose estos a la lista de predios a encuestar y visitar en terreno.
- ii) Se cruzó la información que se tiene como base del catastro de 1993 con los datos de los derechos concedidos entregados por la DGA desde ese año a la actualidad, afín de analizar y validar los predios a encuestar.
- iii) Finalmente, se realizaron entrevistas a informantes claves, como directivos de Junta de Vigilancia y Organizaciones de Usuarios/as de aguas, ya que ellos son la principal fuente de información en cuanto a zonas no catastradas en el año 1993.

4.1.2.1 Aplicación de la encuesta en terreno

El éxito en el proceso de aplicación de la encuesta en una investigación catastral depende de dos aspectos básicos, el primero es el método usado y el segundo el conocimiento del tema del catastro y la destreza que tengan las personas que aplican la encuesta.

Es por ello que una vez definidos el número de predios estimados a encuestar, que alcanzó a 740 se localizaron por comunas y en ellas se procedió a

definir sectores de encuestas. El objetivo de la sectorización fue asegurar la cobertura total del área de estudio y la obtención de datos confiables en terreno.

Para la elección definitiva de los sectores de trabajo se tomaron en consideración parámetros como: Configuración geográfica del sistema de riego, división predial según distribución en cada comuna, sectores a encuestar respecto a la ribera del Río Aconcagua; división política administrativa; densidad de predios por sectores; distancia de los predios al centro de operación, que para este proyecto se encontraba en la localidad de Curimón.

A continuación se presenta la Tabla 7 y la Figura 7 con las comunas y los sectores definidos y el número total de casos estimados a encuestar.

Tabla 7: Comunas y sectores donde se aplicó la encuesta.

COMUNAS	SECTORES	Nº DE CASOS A VISITAR	TOTAL ACUMULADO
San Esteban	San Esteban Oriente	12	12
	San Esteban Centro sur	48	60
	San Esteban Norte	41	101
Santa María	Santa María	50	151
San Felipe	San Felipe Norte	105	256
	San Felipe Sur	131	387
Rinconada	Rinconada	78	460
Los Andes	Los Andes Poniente	49	514
	Los Andes Urbano Sur	58	572
	Los Andes Oriente	18	590
Calle Larga	Calle Larga Poniente	99	689
	Calle Larga Oriente	20	709

Fuente: Elaboración propia.

Figura 7: Comunas y sectores encuestados.



Fuente: Elaboración propia.

Para el proceso de encuestas y la georreferenciación, los equipos de trabajo contaron con instrumentos GPS- PDA Trimble Juno SB. Éste permitió incorporar y disponer de capas o layer de propiedades, red caminera, red hidrográfica, lo que logró agilizar la llegada a los predios y puntos de interés de los encuestadores.

Para la aplicación de las encuestas se utilizó la Encuesta Aconcagua, cuyo formato se consensuó con la Inspección Fiscal de la DGA y se encuentra en el Anexo D.1. Este formulario fue diagramado con el objeto de ser un instrumento capaz de registrar todos los antecedentes necesarios para la actualización del catastro de usuarios/as de aguas de las áreas servidas por todos los canales derivados directa o indirectamente de la Primera Sección del Río Aconcagua.

En el proceso de encuestas se tuvieron en consideración los siguientes criterios:

- Con el fin de garantizar la validez del proceso de recolección de la información, las encuestas fueron aplicadas por profesionales con una amplia experiencia en trabajos de terrenos de similares características.
- Cada encuestador fue responsable de un sector bien definido, esto evitó la duplicidad de información y pérdida de tiempo tanto del encuestador como del encuestado.
- En cada predio o industria se realizó una sola encuesta. En caso que el predio o industria riegue o utilice agua de dos o más canales y/o derivados se consigna la información en la hoja de encuesta por cada canal y/o derivado que se utilice el agua.

De acuerdo a una planificación general, el proceso de encuestas se llevó a cabo por ambas riberas del Río Aconcagua, iniciándose en los sectores ubicados en las comunas de la ribera norte, considerando el siguiente itinerario: Comuna de San Esteban, sectores San Esteban Oriente, San Esteban Centro Sur y San Esteban Centro Norte; a continuación se siguió en la Comuna de Santa María; seguidamente en la Comuna de San Felipe, en los sectores San Felipe Norte y San Felipe Sur; a continuación la Comuna de Rinconada y Comuna de Calle Larga en los sectores Calle Larga Poniente y Calle Larga Oriente y

finalmente se procedió en la comuna de Los Andes en los sectores Los Andes Poniente, Los Andes Urbano Sur y Los Andes Oriente.

El cronograma de actividades del Levantamiento de Información en terreno se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8: Cronograma de Levantamiento de Información en Terreno.

COMUNA	SECTORES	FECHA DE VISITA
SAN ESTEBAN	SAN ESTEBAN ORIENTE	DEL 16 AL 21 DE NOVIEMBRE
	SAN ESTEBAN CENTRO SUR	
	SAN ESTEBAN CENTRO NORTE	
SANTA MARIA	SANTA MARIA	DEL 22 AL 26 DE NOVIEMBRE
SAN FELIPE	SAN FELIPE NORTE	DEL 22 DE NOVIEMBRE AL 4 DE DICIEMBRE
	SAN FELIPE SUR	
RINCONADA	RINCONADA	DEL 30 DE NOVIEMBRE AL 4 DE DICIEMBRE
LOS ANDES	LOS ANDES PONIENTE	DEL 5 AL 13 DE DICIEMBRE
	LOS ANDES URBANO SUR	
	LOS ANDES ORIENTE	
CALLE LARGA	CALLE LARGA PONIENTE	DEL 5 AL 13 DE DICIEMBRE
	CALLE LARGA ORIENTE	

Fuente: Elaboración propia.

En la aplicación de las encuestas normalmente se presentan dificultades, sin embargo dado la experiencia de los encuestadores, estas fueron solucionadas en el terreno o bien con ayuda de personas ligadas al tema o en las instituciones correspondientes.

En este contexto, la dificultad más recurrente fue la ausencia del Propietario o Responsable legal de la Propiedad, ya que al realizar la visita y no encontrar a los responsables de los predios o industrias seleccionadas, se procedió a dejar una nota informando la fecha en que serían nuevamente

visitados, durante la etapa denominada “Re encuesta”. A varios responsables de predios o industrias que residían o trabajaban permanentemente en algún centro urbano distinto a la propiedad se les encuestó en esos lugares, previa cita concertada telefónicamente. De acuerdo a estas medidas no queda ningún usuario sin entrevistar.

Por otro lado, los problemas más frecuentes estuvieron relacionados con la negativa de gran parte de las Organizaciones de Usuarios/as de Aguas en entregar antecedentes de sus accionistas. Esto producto de la indicación dada por la Junta de Vigilancia del Río Aconcagua (JVRA), en no prestar apoyo a la DGA en el proceso de actualización del catastro de usuarios, ya que por iniciativa propia la JVRA acordó encargar un estudio legal para el perfeccionamiento de títulos hasta su inscripción en el CPA.-

4.1.2.2 Talleres de Participación con usuarios/as de aguas y OUA

En el marco del presente catastro se realizaron dos talleres de participación con las OUA de la Primera Sección del Río Aconcagua.

El primero se realizó el miércoles 16 de noviembre de 2011 a las 18 hrs., en la Asociación de Agricultores de Los Andes, ubicada en Santa Rosa 441, oficina 41 Los Andes. Su objetivo fue difundir y sensibilizar a los usuarios/as y OUA con el programa de trabajo y actividades a desarrollar durante el proceso de actualización, sobre todo aquellos trabajos en terreno, como fuese el proceso de encuestas.-

El segundo taller, se realizó el viernes 16 de diciembre de 2011 en el Hotel Los Andes, cuyo objetivo correspondió a un encuentro participativo y de trabajo con las OUA con el fin de informar a las OUA sobre los resultados preliminares del presente estudio.

En la Tabla 9 y Tabla 10 se presenta el programa de actividades del primer y segundo taller respectivamente y los detalles de cada uno son expuestos en el Informe de Resultados correspondiente, adjunto en el Anexo D.2 y D.3.

Tabla 9: Programa de actividades Taller 1.

TALLER 1	
TEMA	DESCRIPCIÓN
Ubicación	<p>Asociación de Agricultores de Los Andes, con capacidad para 80 personas aproximadamente. Ubicada en calle Santa Rosa 441 Of. 41, Edificio Cordillera 1, Los Andes. Se eligió este lugar por ser centro de reuniones permanente de los usuarios/as de la zona y por estar ubicada céntricamente.</p> <p>La disponibilidad de la sala de reuniones fue consultada mediante correo electrónico al presidente de la Asociación de Agricultores de Los Andes, el Sr. Humberto Lepe, quién reservó y puso a disposición el lugar para realizar el encuentro.</p>
Asistentes	<p>Dirigentes de organizaciones de usuarios/as de agua (OUA) y Usuarios/as de aguas en general, de la Primera Sección del Río.</p> <p>En tabla del informe del Taller 1 se presenta listado de usuarios/as que fueron contactados y confirmaron asistencia.-</p>
Convocatoria	<p>Durante una semana (entre el 03 y 10 de noviembre) se contactó a los usuarios/as para informarles del proyecto y comunicarles que se haría una reunión informativa denominada Taller 1 el día 16.11.11, para dar a conocer los alcances del estudio y presentar el equipo de trabajo.</p> <p>Se enviaron por correo certificado las invitaciones el día 11.11.11, de parte de la DGA y el CIRH, a cada uno de los presidentes de las organizaciones pertenecientes a la Junta de Vigilancia de la Primera Sección del Río Aconcagua. Esta invitación fue extensible a otros usuarios/as particulares. (En Apéndice 1 del Informe de Resultados Taller 1 se presenta carta de invitación enviada)</p> <p>A su vez se envió la invitación por correo electrónico a todos quienes tenían dirección electrónica, para asegurar su recepción y lectura.</p> <p>Posteriormente se contactó telefónicamente a cada uno de los destinatarios, para cerciorarnos de la recepción de la invitación y confirmar su asistencia al Taller.</p>
Registro de Asistencia	<p>A la entrada de la sala de reuniones personal de la consultoría registró la asistencia de todos los invitados. En el mismo acto se le entregó un formulario en blanco para que pudieran realizar preguntas en el encuentro. En Apéndice 2 del Informe de Resultados Taller 1 se presenta listado de asistentes original.-</p>
Logística	<p>El equipo consultor equipó la sala con data show y pendones apropiado para la ocasión</p> <p>También se ofreció un refrigerio para los invitados que contó con Bebidas, jugos, café, té y galletas.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10: Programa de Actividades Taller 2.

TALLER 2	
TEMA	DESCRIPCIÓN
Ubicación	Hotel Los Andes, ubicado en calle Avenida Argentina N° 1.100, Los Andes. La disponibilidad de la sala de reuniones fue consultada de manera telefónica y confirmada su reserva mediante correo electrónico al Sr. Carlos Barros, Jefe de Recepción Hotel, quien puso a disposición el lugar para realizar el encuentro.
Asistentes	Dirigentes de organizaciones de usuarios/as de agua (OUA) y Usuarios/as de agua en general, de la Primera Sección del Río.
Convocatoria	En primera instancia se llamaron a quienes habían asistido al Taller 1 Informativo para invitarlos a este nuevo Taller. Luego se les hizo extensiva una invitación vía correo electrónico de parte de la DGA y el CIRH. La misma invitación se envió a los representantes de las organizaciones pertenecientes a la Junta de Vigilancia de la Primera Sección del Río Aconcagua por el mismo medio, para asegurar su recepción y lectura. Formato de la Invitación se adjunta en Apéndice 1 del Informe de Resultados Taller 2. Posteriormente se realizó una confirmación de asistencia mediante contacto telefónico con algunos de los destinatarios, para cerciorarnos de la recepción de la invitación y confirmar su asistencia al Taller.
Registro de Asistencia	Previo a comenzar el Taller 2, personal de la consultoría registró la asistencia de todos los invitados. En el mismo acto se le entregó un "Formulario de Levantamiento de Requerimientos para aplicación de organizaciones de usuarios/as de aguas" en blanco para que pudieran realizar preguntas en el encuentro. En Apéndice 2 del Informe de Resultados Taller 2, se presenta listado de asistentes original.-
Logística	El equipo consultor equipó la sala con data show y pendones apropiado para la ocasión. También se ofreció un refrigerio para los invitados que contó con Bebidas, jugos, café, té y galletas.

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.3 Visita a las Organizaciones de Usuarios/as de Aguas

Con la información obtenida en las actividades de recopilación de información se confeccionó un listado de las Organizaciones de Usuarios/as de Aguas (OUA) a visitar para entrevistar a sus directivos lo que permitiría validar la

información del Catastro Público del Agua (CPA) y además obtener los registros para construir la base de datos de accionistas de las OUA.

Complementariamente, se realizó un primer acercamiento a través de la realización del Taller 1, donde se convocó a los usuarios/as de aguas para darles a conocer el proyecto y aclarar dudas; se les explicó también el procedimiento a seguir para la aplicación de las encuestas en terreno. En esa ocasión se logró tomar contacto con algunas organizaciones cuyos representantes entregaron datos de contactos que permitieron realizar de manera más expedita la solicitud de información una vez en terreno. Los resultados de este primer taller se encuentran en Anexo D.2.

Para ejecutar las visitas se realizó un acercamiento telefónico con las directivas de las OUA; sin embargo en aquellos canales que no contaban con directiva constituida legalmente, se contactó a la persona con mayor representatividad, es decir que tuvieran mayor uso de las aguas o fueran quienes organizaran al resto de los usuarios/as. A ellos se les consultó por un listado de usuarios/as de las aguas.

La calendarización de cómo se llevaron a cabo las visitas a las organizaciones de usuarios/as se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11: Cronograma de las Visitas a Organizaciones a Usuarios/as.

CRONOGRAMA DE VISITAS A ORGANIZACIONES DE USUARIOS/AS	
CANALES ASOCIADOS A LA JUNTA DE VIGILANCIA	DEL 16 AL 26 DE NOVIEMBRE
CANALES ESTERO POCURO	DEL 16 AL 26 DE NOVIEMBRE
RESTO DE CANALES EXISTENTES EN LA PRIMERA SECCION DEL RIO ACONCAGUA	DEL 5 AL 13 DE DICIEMBRE

Fuente: Elaboración propia.

No obstante el acercamiento protocolar que se efectuó con las distintas organizaciones de usuarios/as, la entrega de información sólo la

efectuaron dos OUA: Canal Rosales del Estero Pocuro y Canal Sauce o Encón. Las organizaciones restantes, no hicieron entrega de antecedentes.

4.1.2.4 Reconocimiento de Infraestructura de Canales

El reconocimiento visual de la infraestructura de canales se realizó por mismo equipo encuestador, asegurando que los predios seleccionados a visitar en terreno contasen con una entrega de agua a nivel predial con el nombre del canal matriz, derivado y subderivado correspondiente.

Conjuntamente, se visitó a las bocatomas para conocer su localización y obtener registro fotográfico sobre su estado, sin embargo, algunas obras no pudieron ser visitadas debido a que se negó el acceso al predio donde se encontraban, por tanto los datos de dichas obras se actualizaron con el Estudio "Levantamiento de bocatomas en cauces naturales", realizado por AC Ingenieros Consultores Ltda. el año 2000 para la DGA.

El calendario de las visitas a terreno para obtener esta información se detalla en la Tabla 12.

Tabla 12: Cronograma de visitas a Bocatomas.

CANALES ASOCIADOS A LA JUNTA DE VIGILANCIA	DEL 30 DE NOVIEMBRE AL 4 DE DICIEMBRE
RESTO DE CANALES EXISTENTES EN LA PRIMERA SECCION DEL RIO ACONCAGUA	DEL 5 AL 8 DE DICIEMBRE
CANALES ESTERO POCURO	DEL 6 AL 13 DE DICIEMBRE

Fuente: Elaboración propia

4.2 Elaboración de Memorias de Canales

El producto fundamental de este estudio corresponde a la memoria de cada canal matriz. Dicha memoria presenta los resultados de la actualización

en la cual se incluyen las características propias del canal matriz y sus canales derivados o subderivados, bocatomas y obras asociadas, junto con el listado de usuarios/as de agua.

La memoria de cada canal matriz se compone de los siguientes antecedentes:

1).- Ficha resumen: contiene la descripción y características del canal matriz, sus derivados y subderivados y bocatoma, incluyendo imagen de ubicación y fotografía de la obra de toma.

2).-Unifilar: Corresponde al mapa esquemático de efluentes y afluentes del Canal Matriz incluyendo canales derivados y subderivados, todos asociados a los roles de propiedades que tienen una entrega.-

3).- Ficha de Usuarios: Contiene el listado de usuario/as de agua y predio al cual pertenece el derecho de aprovechamiento, identificando uso del agua y datos de inscripción en el CBR según corresponda.

Cabe mencionar que si el canal matriz contiene canales derivados y subderivados estos cuentan con su propio unifilar y ficha de usuarios/as de aguas dentro de la misma memoria del canal matriz.

4.2.1 Ficha Resumen

Las fichas resúmenes se elaboraron a partir del Catastro de Usuarios de Aguas de la Primera Sección del Río Aconcagua de 1993. La información se actualizó con las planillas de datos de usuarios; mientras los datos de superficie regada, longitud del canal y obras asociadas se obtuvieron del SIG.

Los antecedentes de las bocatomas se complementaron y/o actualizaron con el estudio "Levantamiento de Bocatomas en Cauces Naturales" de AC Ingenieros Consultores Ltda., del año 2000 y del SIG se consiguieron las coordenadas UTM de su localización. Las fotografías se lograron del trabajo de actualización en terreno.

4.2.2 Unifilares

Los diagramas unifilares son el instrumento técnico que permite una correcta lectura y comprensión de los planos junto con ordenar a los usuarios de acuerdo a la secuencia de uso.

Para su elaboración, se utilizó como base el Catastro de Usuarios de Aguas de la Primera Sección del Río Aconcagua de 1993. Con la información recopilada en terreno y el trabajo realizado con imágenes satelitales se realizó la actualización de los diagramas unifilares.

El diseño gráfico se llevó a cabo mediante el programa Microsoft Office Visio Profesional 2007.

La información que se entrega en cada diagrama unifilar es la siguiente:

- Nombre del canal.
- Sistema de distribución de las aguas del canal, indicando los usuarios por orden de uso, la dirección de la entrega de aguas y las obras hidráulicas existentes en el mismo.
- Existencia de riego o derechos de aguas de otros canales o fuentes.
- Antecedentes de cuenca hidrológica del canal.
- Localización geográfica, comuna/s a las que pertenecen los predios con uso, número de plano donde se encuentra ubicado.

La secuencia de uso se estableció según el orden de aparición de las entregas en el canal, desde el origen hasta el último usuario. En situaciones complejas desde el punto de vista gráfico, como bifurcaciones, principalmente se otorgó el primer lugar a las que salen hacia la derecha del canal. Cuando esto no fue posible se optó por la mejor solución gráfica para cada situación. Siempre teniendo en cuenta, que lo importante es que todos los usuarios del canal fuesen representados en el unifilar.

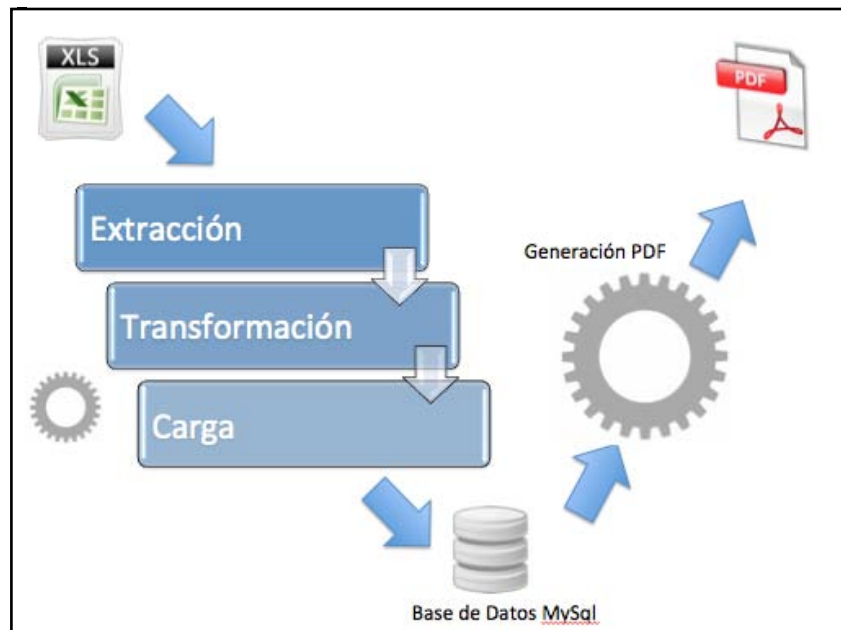
Se realizaron diagramas unifilares sólo para aquellos canales de la zona de estudio que tienen actualmente usuarios.

4.2.3 Fichas de Usuarios por Canal

Las fichas de usuarios fueron creadas a partir de la extracción de información desde la base de datos del catastro actualizado. Su generación es a través de un documento en formato PDF.

Como parte de la aplicación Web desarrollada como solución de apoyo a la administración de derechos de agua para la empresa Infraeco, se generó un módulo que permita el establecimiento de un proceso ETL para los datos involucrados, que permita la generación de dichas fichas (Figura 8).

Figura 8: Sistematización de la generación de fichas.



Fuente: Elaboración Propia.

La primera etapa del proceso, la extracción, corresponde a la importación automatizada de un documento del tipo planilla de cálculo en formato Excel 2003 (.xls) con un formato predeterminado, ésto es, con una

estructura conocida. Esta planilla, contiene en forma tabulada, la información referente a los predios, sus dueños, derechos de agua e información de la inscripción de estos derechos.

Luego, una vez importados los datos, se procede a la segunda etapa del proceso que corresponde a la transformación. Los datos expuestos son procesados por medio de algoritmos de programación implementados en scripts en el lenguaje PHP. El procesamiento está basado principalmente en la transformación de los datos capturados hacia estructuras de datos internas a fin de ser posible de entender algorítmicamente. Ahora bien, dado que la información contenida en estas planillas puede contener datos asociados a distintas segregaciones de canales, derivados y sub-derivados, la información es almacenada en una base de datos en formato MySQL a fin de entregar una posibilidad segura de persistencia de estos datos. Todo lo anterior, hasta la persistencia de los datos, se denominó transacción de importación y estará asociada a 1 o más registros de importación a nivel de canal y/o derivado y/o sub-derivados.

Finalmente, la tercera etapa corresponde a la generación de los documentos en formato PDF. Para esto, se presenta la posibilidad a los usuarios de elegir el nivel a que se generará el documento (por ejemplo, generar una ficha para el canal-1 + derivado-A + subderivado-A1 o bien, para el canal-1 + derivado-B + subderivado-B1, etc.). En base a esta información de entrada, se lee la información desde la base de datos y se prepara la generación del documento. Para esto, es necesaria la utilización de una librería aportada por terceros, bajo licencia GNU, tal que permite la generación a bajo nivel de dichos PDF. Mediante rutinas PHP, se generaron en primer lugar, las estructuras gráficas del documento (logos, celdas, tamaños de letra, formato, etc.) tal que permitiese la generación de una plantilla sobre la cual asignar los datos provenientes de las estructuras internas. Una vez generado, se procede a enviar los documentos al browser bajo el nombre de 'ficha-idtransaccion-canal-derivado-subderivado.pdf' para su descarga automática.

4.3 Construcción de un Sistema de Información Geográfica – SIG

4.3.1 Recopilación de información cartográfica

La construcción de un Sistema de Información Geográfica comprende muchas aristas que articulan el producto final. Entre ellas se encuentra la información base para elaborar representaciones cartográficas, las cuales pueden tener diversas fuentes de información, así como variedad en cuanto a la calidad de la información.

Dado lo anteriormente señalado, es que se ha definido como fuente de información al titular de proyecto, en este caso, la Dirección General de Aguas (DGA), la cual ha facilitado el acceso a información cartográfica importante, sin embargo esta debe ser tratada antes de ser utilizada. Lo que se busca, es tener un solo tipo de representación cartográfica, y no incorporar información de diversas escalas y referencias espaciales, para evitar generar productos inadecuados cartográficamente.

A continuación se detallan todas las coberturas digitales recopiladas como parte del trabajo de recolección de información para el catastro a realizar en la primera sección del río Aconcagua.

Instituto Geográfico Militar (IGM):

- 1:50.000 región de Valparaíso
 - (a) Curva de nivel 50 m (líneas)
 - (b) Cotas de nivel (Puntos)
 - (c) Área de elementos físicos: Roca, hielo, nieve, lava (Polígonos)
 - (d) Escarpes (líneas)
 - (e) Hidrografía: Lagos, lagunas (Polígonos)
 - (f) Hidrografía: Drenes (Líneas)
 - (g) Hidrografía dirección de la corriente (Puntos)
 - (h) Industrias mineras (Polígonos)
 - (i) Puntos de minas activas (Puntos)
 - (j) Límites prediales (Líneas)

- (k) Áreas urbanas (Polígonos)
- (l) Construcciones (Puntos)
- (m) Red de servicios: Teléfono, oleoducto y alta tensión (Líneas)
- (n) Antenas (Puntos)
- (o) Textos
- (p) Transporte aéreo (Polígonos)
- (q) Red vial (Líneas)
- (r) Puntos de conexión rutas (Puntos)
- (s) Vegetación (Polígonos)

- 1:250.000 región de Valparaíso

- (a) Áreas urbanas (Polígonos)
- (b) Caminos (Líneas)
- (c) Curvas de nivel 200 m (Líneas)
- (d) Hidrografía (Líneas)
- (e) Comunas (Polígonos)
- (f) Límite regional (Polígonos)
- (g) Hidrografía (polígonos)

Comisión Nacional de Riego (CNR)

- Canales de riego cuenca río Aconcagua (Líneas)

Dirección General de Aguas (DGA)

- Cuencas hidrográficas (Polígonos)
- Límites de subcuenca (Líneas)
- Subcuencas (Polígonos)
- Subsubcuencas (Polígonos)
- Hidrografía con línea de costa (Líneas)
- Hidrografía (Polígonos)
- Cuenca del río Aconcagua (Polígonos)

División Político Administrativa (DPA): Región de Valparaíso

- Regiones (Polígonos)
- Provincias (Polígonos)
- Comunas (Polígonos)

MOP: Vialidad Región de Valparaíso

- Red vial principal (Líneas)

Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN)

- División predial primera sección río Aconcagua (Polígonos)

Además, se recopiló en formato análogo (físico) los planos del catastro del año 1993, escala 1:10.000 en su mayoría, y parte en escala 1:50.000, los cuales fueron digitalizados y convertidos a coberturas de tipo *Shapefile*.

4.3.2 Georreferenciación con cartografía base (CIREN)

Se corrigieron todas las coberturas recopiladas para que se ajusten a la cartografía base a partir de una referencia espacial definida escala 1:10.000, la que corresponde a la capa de predios de CIREN. El formato final de la cartografía fue Huso 19S, Dátum WGS84, escala 1:10.000.

4.3.3 Generación y actualización de capas temáticas

Con el objetivo de ordenar la información, para su posterior procesamiento, es que se indexó cada cobertura a utilizar, dentro de un set de capas temáticas que contienen elementos afines.

Se generaron las siguientes capas temáticas, a partir del catastro del año 1993, y actualizadas al año 2011:

- Fuentes
- Canales
- Pozos
- Infraestructura de riego (marcos partidores, compuertas, bocatomas, sifones, canoas, tuberías, etc.).
- Predios
- Base Cartográfica
- Base Administrativa

La capa de predios obtenida desde CIREN (compatible con el Servicio de impuestos Internos), fue actualizada para que coincidiera con los antecedentes prediales disponibles en el Catastro de Usuarios/as de Aguas de 1993.

4.3.4 Construcción de Geodatabase

La base de datos relacional espacial o Geodatabase, se compone de diversos tipos de archivos y fuentes de información, los cuales fueron organizados de manera jerárquica de acuerdo a las temáticas que estos abordan.

La jerarquía de los archivos se compone de dos niveles esenciales, donde el nivel inferior es el *Feature Class*, el cual se encarga de almacenar toda

aquella información con representación espacial. Esta información puede ser de diversos tipos como son los *shape file* vectoriales o imágenes en formato Raster.

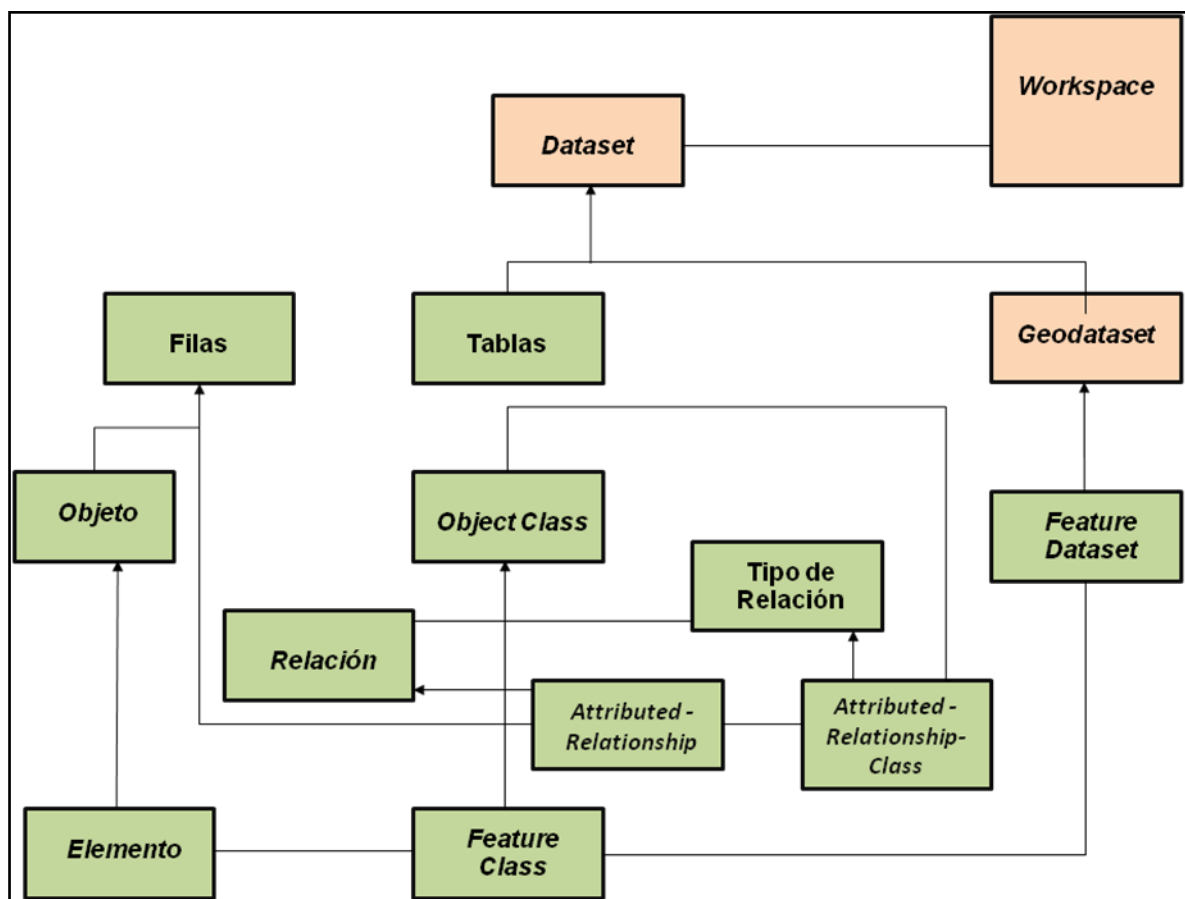
El nivel inmediatamente superior que envuelve al *Feature Class* es el *Feature Dataset*, el cual vincula bajo una línea temática todos los *Feature Class* que se encuentran dentro del Geodatabase. Su objetivo es proveer un manejo de la información más integral, manteniendo un orden de la información que se está ingresando. En el nivel superior, se encuentran otros tipos de archivo que no poseen representación espacial, como pueden ser las tablas de datos, las cuales pueden estar relacionadas con los *Feature Class* dentro de cada *Feature Dataset*.

En primera instancia, se agruparon siete *Feature Dataset* que engloban la mayoría de la información a utilizar en el presente proyecto, posibilitando la definición de:

- Cartografía Base: Envuelve toda la información necesaria para generar una representación cartográfica.
- División Político/Administrativa: Incorpora todas aquellas divisiones político/administrativas.
- Fuentes: Alude a todas las fuentes hídricas asociadas a los derechos de Agua y a la red de Canales de Riego.
- Infraestructura de riego: Comprende toda obra civil asociada a la captación del recurso hídrico.
- Predios: involucra toda aquella información que entregue antecedentes de la división predial del sector, las superficies de riego y los propietarios/as de los mismos.
- Captaciones: Comprende todas las obras orientadas a captar aguas desde diversas fuentes tanto naturales como artificiales.
- Canales de la 1ª Sección: Involucra todas las representaciones visuales de los canales de la primera sección del río Aconcagua, a diversas escalas, partiendo de canal matriz a canal derivado y subderivado.

En la Figura 9 se presenta un modelo conceptual de interacción de la información, el cual está referido al procedimiento de almacenado y gestión de la base de datos en el Geodatabase.

Figura 9: Representación del flujo de la información en un Geodatabase.



Fuente: Elaboración propia.

- **Workspace:** En el modelo de datos del geodatabase corresponde al geodatabase mismo, a un ambiente de trabajo de ArcGis o simplemente una carpeta con coberturas shape.
- **Dataset:** Corresponde al mantenedor de información de nivel más alto dentro del geodatabase
- **Geodataset:** Es un dataset que contiene información geográfica.
- **FeatureDataset:** Corresponde a una compresión de *feature classes*, topologías, y antecedentes geográficos.
- **Tablas:** Es un conjunto de filas que contienen atributos almacenados en columnas.
- **Filas:** Corresponden a datos almacenados en columnas. Todas las filas de una tabla, comparten un grupo de columnas en común.
- **ObjectClass:** Es un tipo de tabla que almacena todos aquellos elementos que no poseen a una representación geográfica.
- **Objeto:** Es una fila con un dígito identificador.
- **FeatureClass:** Es un tipo de objeto que almacena objetos con representación espacial.
- **Elementos:** Es un objeto que posee una geometría shape.
- **Tipo de relación:** Representa la relación entre las FK (foreign keys) insertadas dentro de las tablas.
- **Relación:** Es una relación entre objetos y elementos; controla el comportamiento del sistema cuando un objeto o elemento es movido o borrado de su repositorio.
- **Attributed-Relationship-Class:** Es un tipo de tabla que almacena las relaciones.
- **Attributed-Relationship:** Puede representar la relación muchos-a-muchos, así como los atributos de las mismas relaciones.

La Tabla 13 presenta el formato de entrega de los metadatos de cada cobertura utilizada en la elaboración del Geodatabase.

Tabla 13: Estructura de metadatos Geodatabase.

GRUPO DE OBJETOS					
Nombre Objeto:		Escala:		Tipo:	
		Fuente:		Representación Gráfica:	
Definición:					
ATRIBUTOS	TIPO	LONGITUD	COMPORTAMIENTO	DESCRIPCIÓN	ÚNICO/NULO
Observación					

Fuente: Elaboración Propia.

En Anexo B.3 se presentan los metadatos de las coberturas shape recopiladas y las coberturas que comprenden el Geodatabase.

4.3.1 Elaboración de cartografía temática

Una vez que se dispuso de las capas temáticas, se elaboró cartografía temática específica para el catastro, con el siguiente detalle:

- Cartografía base del área de estudio
- Detalle de información adquirida, CIRÉN, Satélite, Catastro 1993
- Evaluación de cultivos mediante percepción remota
- Evaluación de demanda de riego mediante percepción remota
- Catastro de usuarios/as de agua escala 1:10.000
- Catastro de usuarios/as de agua escala 1:50.000

Esta cartografía dispone de los proyectos (.mxd) en ArcGis 10, y las versiones finales de cada plano en papel y formato PDF.

4.4 Equipo de Trabajo

En la Tabla 14 se presenta el listado del personal profesional con la descripción del cargo y actividades realizadas durante todo el estudio.

Tabla 14: Listado de profesionales participantes en consultoría.

Profesional	Cargo	Actividades Realizadas
CLAUDIO REYES H.	INGENIERO FORESTAL JEFE DE PROYECTO ESPECIALISTA SIG	Actividades de Jefatura de Proyecto. Planificación actividades
NATALIA MUÑOZ M.	INGENIERO (E) AMBIENTAL COORDINADORA DE PROYECTO	Actividades de coordinación de proyecto Elaboración de Informe de Etapas.
FRANCISCO FERNANDEZ C.	GEÓGRAFO PROFESIONAL APOYO SIG	Elaboración bases de datos Elaboración SIG
MARCIAL VALENZUELA C.	INGENIERO FORESTAL PROFESIONAL DE APOYO	Coordinación Taller 1 Elaboración Informe final Etapas
CECILIA SÁEZ S.	GEÓGRAFA PROFESIONAL DE APOYO	Coordinación Taller 1 y 2 Elaboración de Informe final Etapa 1
OSCAR LIENDO P.	JEFE DE TERRENO	Coordinación y Control de Actividades de Gabinete y Terreno Elaboración bases de datos

Profesional	Cargo	Actividades Realizadas
SERGIO ALARCÓN H.	COORDINADOR DE TERRENO	Recopilación y Análisis de información Elaboración bases de datos Actividades de terreno
SEGUNDO SILVA A.	PROFESIONAL DE APOYO TERRENO	Recopilación y Análisis de información Actividades de terreno
JOAQUÍN AGUIRRE C.	PROFESIONAL DE APOYO TERRENO	Recopilación y Análisis de información Actividades de terreno
FRANCISCO DONOSO R.	PROFESIONAL DE APOYO TERRENO	Recopilación y Análisis de información Actividades de terreno
MIGUEL ARENAS L.	PROFESIONAL DE APOYO TERRENO	Recopilación y Análisis de información Actividades de terreno
PAULINA MOJE M.	RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN EN GABINETE Y TERRENO	Recopilación y Análisis de información

Profesional	Cargo	Actividades Realizadas
BARBARA MIRANDA	RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN EN GABINETE Y TERRENO	Recopilación y Análisis de información
MANUEL REYES C.	INFORMÁTICO	Encargado del diseño y generación de aplicaciones
LEONARDO SAN MARTIN	INFORMÁTICO	Encargado del diseño y generación de aplicaciones

Fuente: Elaboración propia.

5. RESULTADOS

5.1 Recopilación, organización y sistematización de información

5.1.1 Levantamiento de Información en Gabinete

Se llevó a cabo una recopilación exhaustiva de información sobre las fuentes indicadas en la metodología. Esta información fue organizada y sistematizada según la estructura de datos propuesta por este estudio, y se validó en forma cruzada con otras fuentes de información, además de los antecedentes recopilados en terreno producto del proceso de actualización del catastro.

La información se compiló en tablas, para luego ser volcada a una base de datos relacional. Las tablas, que se adjuntan en formato digital en el Anexo B.4, son las siguientes:

1. Accionistas
2. Organizaciones de Usuarios/as de Aguas
3. Usuarios/as del Catastro Público de Aguas
4. Canales
5. Captaciones
6. Fuentes
7. Embalses
8. Pozos
9. Derechos de Aprovechamiento de Aguas

5.1.2 Levantamiento de información en terreno

Como parte del proceso de actualización de información, se realizó un proceso de levantamiento de antecedentes en terreno, focalizado en aquellas zonas de cambio identificadas a partir del Catastro realizado en 1993, y los antecedentes recabados por CIRENen 2008. Se estableció un universo de predios a visitar, a los cuales se aplicó una encuesta de caracterización, paralelamente, se actualizó la infraestructura de riego asociada.

El detalle de las actividades a terreno se presenta a continuación. En particular, se detalla el levantamiento de información en Codelco División Andina, por tratarse de un usuario único de gran relevancia en la cuenca.

5.1.2.1 Aplicación de Encuestas de Caracterización de Usuarios/as de Aguas

De acuerdo a los criterios establecidos para la aplicación de la Encuesta Aconcagua, se contempló encuestar un total de 740 usuarios, de los cuales finalmente se contactaron 691. Lo anterior, producto de la imposibilidad de localizar a una parte de los usuarios/as a encuestar. Las estadísticas del proceso de aplicación de esta encuesta en terreno se presentan en la Tabla 15.

Tabla 15: Encuestas de Caracterización de Usuarios/as de Aguas.

COMUNA	SECTORES	Nº DE PROPIEDADES POTENCIALES A VISITAR	Nº DE PROPIEDADES VISITADAS
SAN ESTEBAN	SAN ESTEBAN ORIENTE	101	89
	SAN ESTEBAN CENTRO SUR		
	SAN ESTEBAN CENTRO NORTE		
SANTA MARIA	SANTA MARIA	57	57
SAN FELIPE	SAN FELIPE NORTE	254	254
	SAN FELIPE SUR		
RINCONADA	RINCONADA	78	73

COMUNA	SECTORES	Nº DE PROPIEDADES POTENCIALES A VISITAR	Nº DE PROPIEDADES VISITADAS
LOS ANDES	LOS ANDES PONIENTE	49	93
	LOS ANDES URBANO SUR	58	
	LOS ANDES ORIENTE	18	
CALLE LARGA	CALLE LARGA PONIENTE	99	125
	CALLE LARGA ORIENTE	26	
	TOTAL	740	691

Fuente: Elaboración propia.

5.1.2.2 Actualización de Infraestructura de Riego

Se realizó una actualización de la infraestructura de riego, estableciéndose que existen 160 canales en el área de estudio. Se levantó un total de 130 obras de captación, que comprenden bocatomas, pozos y vertientes; y 39 pozos (en el Catastro de usuarios/as de agua de la primera sección del río Aconcagua de 1993 se identificaron sólo 2 pozos).

El detalle de canales, obras de captación y pozos se presentan en formato digital en el Anexo B.4.

5.1.2.3 Codelco División Andina

Codelco informó tener 32 canales y 32 obras de captación, de los cuales 21 corresponden a nueva infraestructura respecto a la encontrada en el Catastro de usuarios/as de agua de la primera sección del río Aconcagua de 1993. En la Tabla 16 se describen los canales de propiedad de Codelco generados a partir de la presente actualización del catastro de usuarios/as de agua.

Destaca el aumento de pozos de propiedad de la minera, cuyos derechos se inscribieron entre 2007 y 2009 principalmente, siendo su fuente el acuífero San Felipe Los Andes.

Tabla 16: Canales propiedad de Codelco.

NOMBRE DE FUENTE	NOMBRE DEL CANAL
RIO ACONCAGUA PRIMERA SECCION	CLUB DE CAMPO
RIO ACONCAGUA PRIMERA SECCION	SANTA ROSA
RIO BLANCO	ADUCCION NIVEL ONCE
RIO BLANCO	ADUCCION NC 1
RIO BLANCO	ADUCCION NC 2
RIO BLANCO	ADUCCION NC 3
RIO BLANCO	ADUCCION ROCK POINT
RIO BLANCO	ADUCCION NC 4
RIO BLANCO	ADUCCION NC 5
RIO BLANCO	ADUCCION NC 6
RIO BLANCO	SALADILLO
ESTERO BARROSO	ADUCCION BARROSO EX MORADO
ESTERO CASTRO	ADUCCION NUEVA CASTRO
ESTERO CASTRO	ADUCCION ANTIGUA CASTRO
ESTERO DE LA TURQUESA	DESAGUE TURQUESA
QUEBRADA ANGELA	ADUCCION ANGELA
ESTERO GALLARDO	ADUCCION GALLARDO
QUEBRADA CASCADA KM 15	CASCADA KM 15
RIO LOS LEONES	EMBALSE LOS LEONES
ESTERO DE LA POLVAREDA	ADUCCION POLVAREDA
ESTERO DE LA POLVAREDA	PISCICULTURA
ACUIFERO SAN FELIPE LOS ANDES	RIECILLOS
ACUIFERO SAN FELIPE LOS ANDES	POZO PIUQUENES 1
ACUIFERO SAN FELIPE LOS ANDES	POZO PIUQUENES 2
ACUIFERO SAN FELIPE LOS ANDES	POZO PIUQUENES 3
ACUIFERO SAN FELIPE LOS ANDES	POZO PIUQUENES 4
ACUIFERO SAN FELIPE LOS ANDES	POZO PIUQUENES 5
ACUIFERO SAN FELIPE LOS ANDES	POZO PIUQUENES 6
VERTIENTE SAN CARLOS	VERTIENTE ADUCCION SAN CARLOS
VERTIENTE LA PRINCIPAL	VERTIENTE ADUCCION LA PRINCIPAL
VERTIENTE CLUB	VERTIENTE CLUB
RIO ACONCAGUA PRIMERA SECCION	SAN RAFAEL

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla de derechos de aprovechamiento de agua (DAA) adjunta en formato digital en Anexo B.4, obtenida del Catastro Público de Aguas, Codelco tiene 15 derechos de aprovechamiento de aguas de naturaleza subterránea, lo cual difiere de la información entregada por la propia empresa, la cual detalla 32 entregas de aguas para diferentes propósitos.

La Tabla 17 entrega información respecto a las características de las 32 captaciones de agua declaradas por Codelco.

Tabla 17: Características de derechos de aprovechamiento de agua de propiedad de Codelco, en el área de estudio.

TIPO DE USO DEL AGUA			NATURALEZA DEL AGUA		TIPO DEL DERECHO	
Minero	Riego	Doméstico	Subterránea	Superficial	Consuntivo	No Consuntivo
26	4	2	7	25	32	0

Fuente: Codelco.

5.1.3 Validación de información

La información recopilada se validó en forma cruzada, verificando las siguientes relaciones básicas:

- Todos los predios identificados en el Catastro de Usuarios/as de Aguas de 1993 deben estar contenidos en los antecedentes proporcionados por CIREN.
- Todos los predios con riego están asociados al menos a un canal.
- Todos los canales en uso deben contar con usuarios/as de agua.
- Todos los canales matrices deben estar asociados al menos a una obra de captación.
- Todos los predios bajo riego deben con un usuario identificado.
- Otros

Además, se completó la información faltante con las siguientes reglas:

- Para el caso de predios identificados con riego, pero sin usuario/a conocido, se empleó el propietario informado por el Servicio de Impuestos Internos
- Para aquellos predios donde el uso de las aguas no estaba claro, se utilizaron las imágenes aéreas para definirlo.

La aplicabilidad de estas reglas radica en su simpleza y son la base de un modelo de datos relacional, que asegura la integridad de la información. A partir de la información validada, se construyó el Catastro de Usuarios/as de Aguas de la Primera Sección de la Cuenca del Río Aconcagua.

5.2 Catastro de Usuarios/as de Aguas

El Catastro de Usuarios/as de Aguas de la Primera Sección de la Cuenca del Río Aconcagua se compone de los siguientes elementos:

- El presente Informe, que da cuenta de la metodología y resultados generales
- Colección de Memorias de cada canal de riego, que identifica la infraestructura hidráulica, usuarios/as de aguas, y unifilares de las obras de riego. Las Memorias se presentan en el Anexo A.
- Cartografía temática, escala mixta (1:10.000 y 1:50.000). la cartografía temática se presenta en el Anexo C.
- Sistema de Información Geográfico del proyecto, que se incluye en formato digital

5.2.1 Memorias de canal

Como resultado del catastro se elaboraron 119 memorias de canales, las cuales incluyen una ficha descriptiva del canal, su unifilar y la ficha de los usuarios asociados. Adicionalmente, la memoria de cada canal entrega ubicación del canal, fotografía de la obra asociada, ya sea pozo o bocatoma y una ficha con

información de los predios y propietarios que reciben las aguas, datos sobre los derechos de agua, su inscripción y su uso. En la Tabla 18 se presenta listado de memoria de canales.

Tabla 18: Listado de Memorias de canales.

N° DE MEMORIA	CANAL MATRIZ	DERIVADO	SUBDERIVADO
1.-	Club de Campo		
2.-	Aconcagua		
3.-	Los Quilos		
4.-	La Quebrada		
5.-	El calvario Uno		
6.-	El Calvario Dos		
7.-	Las Vizcachas o Zamora		
8.-	San Regis o Hurtado	El Triunfo	
9.-	Ramírez		
10.-	La Petaca o San Vicente	Cristo Redentor Alto	
		Cristo Redentor Bajo	Los Sitios
11.-	Luz Eléctrica		
12.-	Salero		
13.-	San Miguel	La Florida	Los Olmos La Ermita Los Negros
		Los Quilos	
		San Belisario	
		Las Golondrinas	

N° DE MEMORIA	CANAL MATRIZ	DERIVADO	SUBDERIVADO
14.-	Santa Rosa	El Maqui	
		Del Pueblo	
		Pocuro	
		La Mosqueta	
15.-	Santander		
16.-	Rinconada	Alameda	
		Hidalgo	
		Zanjón	Herrera; El Olivar
		Georgina	
		Varino	
		Cabrerano	
		Vivanco Norte	
		Vivanco Sur	
17.-	San Rafael	Curimón	El Pueblo
		Bucalemu	
		Estancilla	
18.-	Los Cantos		
19.-	Quilpué	Jahuel	
		Chorrillos	
20.-	Estanquera		
21.-	Ahumada	Chepical	
		Ramirano	
22.-	Curimón		
23.-	Herrera	Casas Chicas De Quilpué	
		El Retiro	
24.-	Montenegro o Almendral	El Álamo	
		Pomaina	

N° DE MEMORIA	CANAL MATRIZ	DERIVADO	SUBDERIVADO
25.-	Sauce o Encón		
26.-	Del Pueblo	Michimalongo	
27.-	La Pirca		
28.-	Cerro Verde		
29.-	Aducción Nivel Once		
30.-	Aducción 1, 2, 3, 4, 5, 6		
31.-	Aducción Rock Point		
32.-	Saladillo		
33.-	Río Blanco		
34.-	Juncal 1		
35.-	Juncal 2		
36.-	Escuela De Montaña		
37.-	Juncalillo		
38.-	Del Colorado		
39.-	Parcela		
40.-	Hotel Refugio		
41.-	Sucesión López		
42.-	Embalse Los Leones		
43.-	Aducción Barroso Ex Morado		
44.-	Aducción Polvareda		
45.-	Piscicultura		
46.-	Desagüe Turquesa		
47.-	Aducción Nueva Castro		
48.-	Aducción Antigua Castro		
49.-	Aducción Gallardo		
50.-	Oliva		
51.-	San Andrés		

N° DE MEMORIA	CANAL MATRIZ	DERIVADO	SUBDERIVADO
52.-	Avendaño		
53.-	San Nicolás		
54.-	Rosales		
55.-	Cañones		
56.-	Estero Pocuro		
57.-	Del Bajo Pocuro		
58.-	Bomba Bruna		
59.-	Bomba Bulnes		
60.-	La Puntilla		
61.-	Del Molino		
62.-	Pio Ríos		
63.-	La Casa De Piedra		
64.-	Primero Auxiliar Uno		
65.-	Primero Auxiliar Dos		
66.-	Primero Auxiliar Tres		
67.-	Cascada Km 15		
68.-	Aducción Ángela		
69.-	Uno		
70.-	Tres		
71.-	Dos		
72.-	Hotel Portillo		
73.-	Vertiente Cristo Redentor		
74.-	Vertiente Bermejo		
75.-	Vertiente Guardia Vieja		
76.-	Vertiente Aducción San Carlos		
77.-	Vertiente Aducción La Principal		
78.-	Vertiente Club		

N° DE MEMORIA	CANAL MATRIZ	DERIVADO	SUBDERIVADO
79.-	Vertiente La Montaña		
80.-	Derrames San Nicolás		
81.-	Pozo 1 Agrifutura		
82.-	Pozo 2 Agrifutura		
83.-	Pozo 3 Agrifutura		
84.-	Pozo 1 La Higuera		
85.-	Pozo 2 La Higuera		
86.-	Pozo 1 El Triunfo		
87.-	Pozo 2 El Triunfo		
88.-	Pozo 3 El Triunfo		
89.-	Pozo 4 El Triunfo		
90.-	Pozo 5 El Triunfo		
91.-	Pozo 6 El Triunfo		
92.-	Pozo 7 El Triunfo		
93.-	Pozo 139-71 Exser		
94.-	Pozo 139-62 Unifruti		
95.-	Pozo 424-11 pc 1		
96.-	Pozo 424-18 pc 8		
97.-	Pozo 424-21 pc 11		
98.-	Pozo 424-29 pc 19		
99.-	Pozo 424-95 Silva		
100.-	Pozo Altamira		
101.-	Pozo Condominio Monteblanco		
102.-	Pozo Franco		
103.-	Pozo Las Bandurrias		
104.-	Pozo La Cantera		
105.-	Pozo Las Viñas		

N° DE MEMORIA	CANAL MATRIZ	DERIVADO	SUBDERIVADO
106.-	Pozo Mauco 1		
107.-	Pozo Mauco 2		
108.-	Pozo New Agra		
109.-	Pozo Piuquenes 1		
110.-	Pozo Piuquenes 2		
111.-	Pozo Piuquenes 3		
112.-	Pozo Piuquenes 4		
113.-	Piuquenes 5		
114.-	Pozo Piuquenes 6		
115.-	Pozo La Ponderosa		
116.-	Pozo Porcile		
117.-	Pozo Spalwater		
118.-	Pozo Triple A		
119.-	Riecillos		

Fuente: Elaboración propia.

En Anexo A, se presentan las memorias de cada canal matriz identificado en la tabla anterior.

Cada memoria considera un unifilar, que es un diagrama o representación esquemática de la infraestructura de riego asociada a un canal. Para este estudio se entregaron los siguientes diagramas unifilares:

- 1 diagrama unifilar general de la red hidrográfica natural y los principales canales matrices, de la zona de estudio.
- 20 diagramas unifilares generales de cada una de las fuentes naturales y los canales que se originan en ellas.
- 162 diagramas unifilares específicos de cada canal matriz, canal derivado y canal subderivado, con sus usuarios.

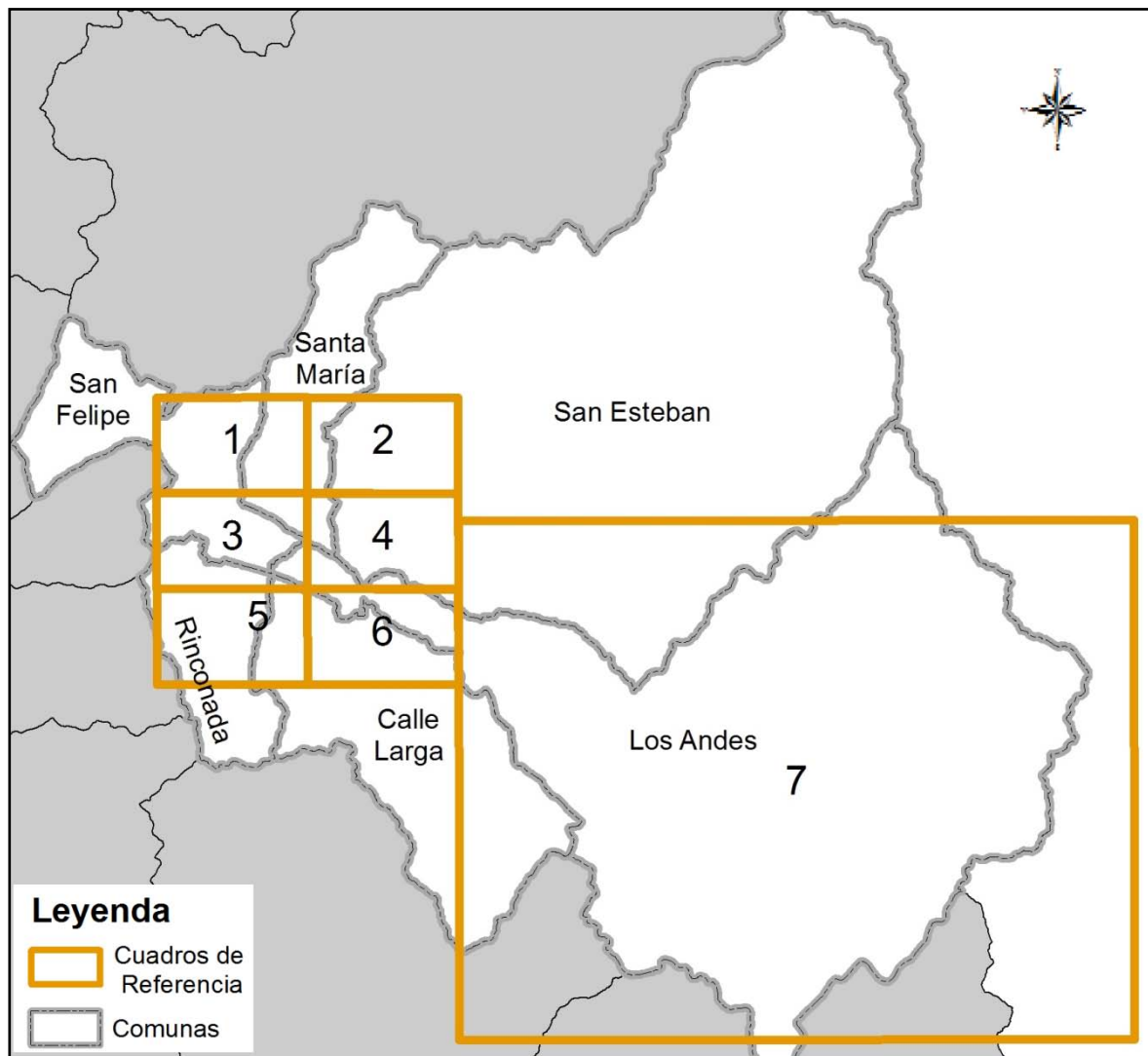
5.2.2 Cartografía temática

En forma paralela a la validación de la información tabulada, se validó la información cartográfica, de manera que cada predio y obra de infraestructura informada existe en el Sistema de Información Geográfico, y está contenido en su base de datos. Este sistema se abordará en detalle en el punto siguiente.

A partir de la información cartográfica actualizada y validada, se elaboró cartografía temática manteniendo la estructura presentada en el Catastro de Usuarios/as de Aguas de 1993. De esta forma, se elaboraron seis cartas 1:10.000, y una carta 1:50.000 que representa un área vasta y poco densa en infraestructura hidráulica, en el sector de Río Blanco y Río Juncal.

La Figura 10 presenta la distribución espacial de la cartografía temática que se incluye en el Anexo C. Las cartas N° 1 a 6 se presentan a escala 1:10.000, y la carta N° 7, a escala 1:50.000, pues se trata principalmente de zonas cordilleranas sin actividad agrícola y escasa actividad industrial.

Figura 10: Distribución espacial de la Cartografía Temática.



Fuente: Elaboración propia.

5.2.3 Sistema de Información Geográfica

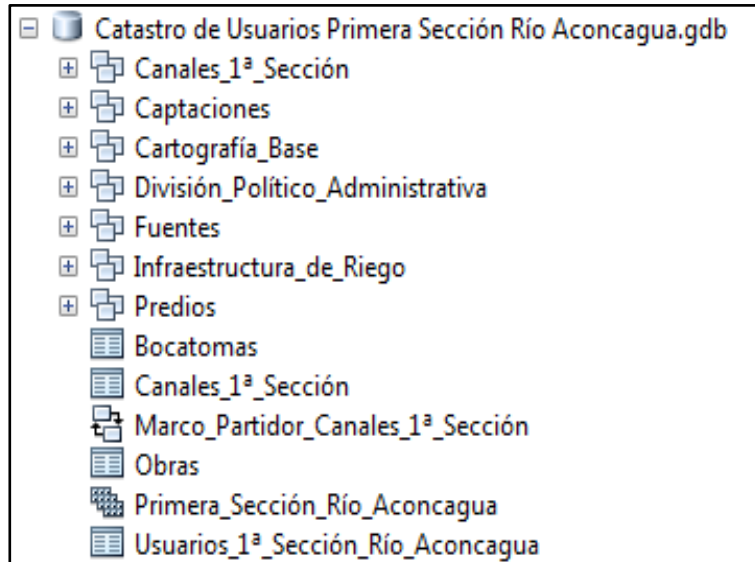
Se construyó un Sistema de Información Geográfica que contiene todos los elementos cartográficos debidamente validados por el estudio, el cual es plenamente consistente con la información proporcionada en la Memoria de

Canales, pues se basan en la misma base de datos, que en este caso se denomina Geodatabase.

Para efectos de orden de la información se asociaron todas las coberturas disponibles que presenten utilidad para los propósitos del catastro de usuarios en términos de escala cartográfica, a ciertas líneas temáticas estratégicas. A su vez, se disgregaron en coberturas independientes la mayoría de los elementos puntuales presentes en el área de estudio, separando cada una de ellos de acuerdo a su tipo. La Figura 11 presenta la distribución de la información, la cual además también presenta la misma distribución dentro del Geodatabase, las que corresponden a los *Feature Dataset*.

Estas líneas temáticas en que se agrupa estratégicamente la información espacial, busca dar cabida de manera organizada a todos los elementos que comprenden el catastro de usuarios/as de aguas de la Primera Sección del Río Aconcagua.

Figura 11: Esquema de Feature Dataset en el Geodatabase.



Fuente: Elaboración Propia.

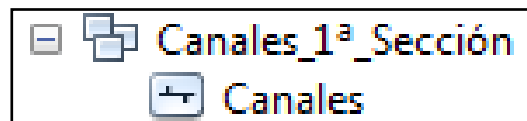
Cada cobertura presente dentro de los *Feature Dataset* insertos dentro del modelo físico del Geodatabase, está relacionada con una tabla de datos que contiene toda la información relativa a las captaciones, los canales, los

usuarios del agua, los datos de un predio, etc. En tal sentido, la idea detrás de esta lógica es de relacionar un código que individualice a cada elemento para asociarla a otro en base a dicho código. En tal caso, se evita sobrecargar las tablas de atributos de cada *Shapefile* con datos que son extraídos desde las bases de datos del catastro de usuarios levantadas en terreno.

La definición y estructura de cada uno de los *Dataset* se detalla a continuación:

- **Canales 1^a Sección:** Contiene 1 *feature class* con información referente a la totalidad de los canales presentes en la Primera Sección del Río Aconcagua, como se muestra en Figura 12. Esto quiere decir que involucra tanto a canales matrices, canales derivados y subderivados. Esta información es en base a una cobertura de canales proporcionada por la Comisión Nacional de Riego (CNR) elaborada a escala 1:50.000, actualizada por el catastro de usuarios/as de la Primera Sección del Río Aconcagua, y adaptada a escala 1:1.000 para una mejor representación. Se crearon 15 tablas de relaciones para asociar Canales a Infraestructura de riego, Captaciones y División Predial SII.

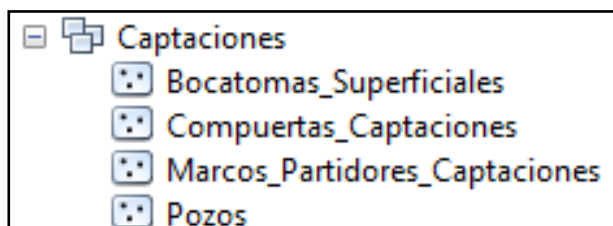
Figura 12: Feature Dataset Canales Primera Sección.



Fuente: Elaboración Propia.

- **Captaciones:** Contiene 4 *feature class*, los que comprenden a todos los tipos de captaciones de aguas identificadas en el área de estudio, según Figura 13. Esta información corresponde a información levantada netamente en terreno a partir del trabajo de la actualización del Catastro de Usuarios/as de aguas de la Primera Sección del Río Aconcagua. Se crearon 4 relaciones para asociar cada una de las captaciones a los Canales respectivos.

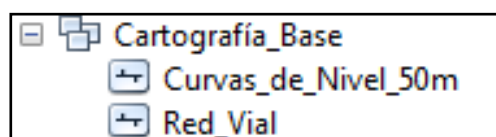
Figura 13: Feature Dataset Captaciones.



Fuente: Elaboración Propia.

- **Cartografía Base:** Este *feature dataset* contiene todos aquellos elementos que comprenden la base cartográfica del Geodatabase, entiéndase como curvas de nivel, red vial, entre otros elementos, como muestra la Figura 14. Esta información es originada a partir de las cartografías IGM 1:50.000 y otras fuentes de información como por ejemplo proyectos de cartografía vial del Ministerio de Obras Públicas. No se generaron relaciones, por cuanto es información base para la generación de planos y cartografía.

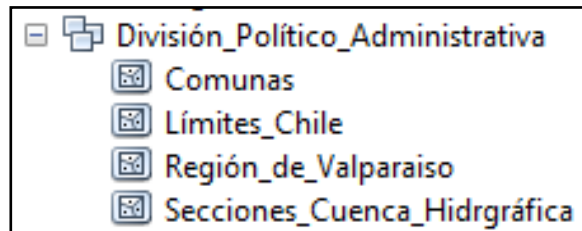
Figura 14: Feature Dataset Cartografía Base.



Fuente: Elaboración Propia.

- **División Político Administrativa:** Corresponde a 4 *feature class* que comprenden a todos los elementos que representan divisiones administrativas dentro del territorio en el área de estudio (Figura 15). Esta información es de origen IGM 1:50.000 entregada por la Dirección General de Aguas. No se crearon relaciones entre tablas, por cuanto la información que contiene sólo es referencial.

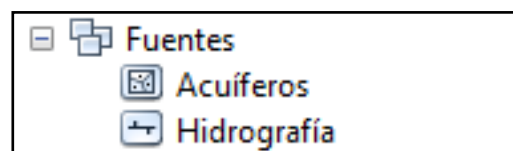
Figura 15: Feature Dataset División Político Administrativa.



Fuente: Elaboración Propia.

- **Fuentes:** Este *feature dataset* comprende 2 *feature class*, las cuales corresponden a las fuentes de aguas naturales desde donde se extraen las mismas para su uso dentro del área catastrada (Figura 16). La fuente de información corresponde a la cartografía IGM 1:50.000 y tampoco se construyeron relaciones con otras tablas.

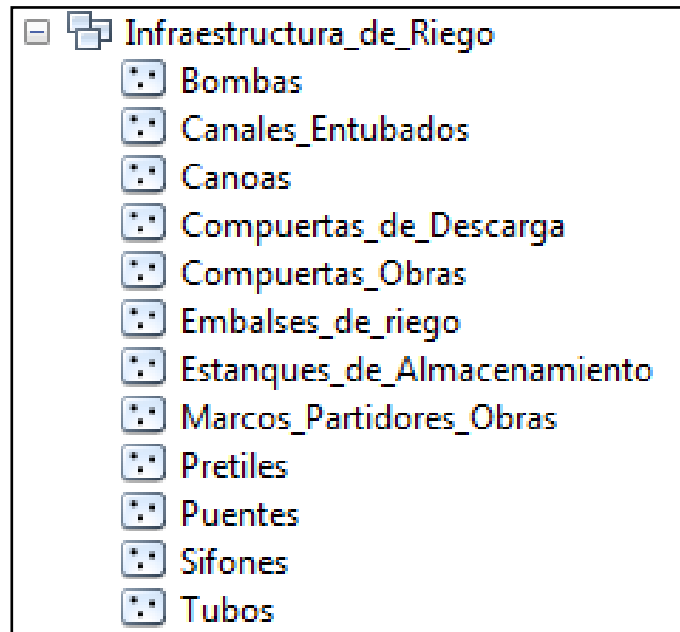
Figura 16: Feature Dataset Fuentes.



Fuente: Elaboración Propia.

- **Infraestructura de riego:** Contiene 12 *feature class* que comprenden la totalidad de las obras físicas para riego presentes en el área de estudio (Figura 17). Esta información es en su totalidad, levantada en terreno por Infraeco S.A., mediante georreferenciación directa con GPS. Se crearon dos relaciones entre cada uno de los *feature class* con canales, definiendo la captación de las aguas y luego la entrega de estas.

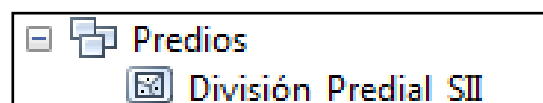
Figura 17: Feature Dataset Infraestructura de riego.



Fuente: Elaboración Propia.

- **Predios:** Contiene sólo 1 *feature class* con información referida a los predios dentro del área de estudio, con información extraída desde el Servicio de Impuestos Interno (SII), como muestra la Figura 18. Esta información es de origen CIREN, con la cual se ajustó espacialmente toda la información disponible como cobertura. Se crearon dos relaciones, una relación entre División Predial SII y Canales, y otra entre División Predial SII y Pozos del *feature class* Captaciones.

Figura 18: Feature Dataset Predios.



Fuente: Elaboración Propia.

5.3 Análisis general de los resultados

A continuación se presenta una revisión transversal de los resultados del catastro, a partir de estadísticas para distintos aspectos, así como la descripción de la evolución observada en la cuenca entre el levantamiento de 1993 y el actual.

5.3.1.1 Infraestructura hidráulica

Para efectos del estudio se entendió a cada Canal Matriz, Canal Derivado y Canal Subderivado como una unidad independiente. En la Tabla 18 se indica el total de canales identificados en este estudio, y en la Tabla 19 que menciona los canales que tienen más de 100 entregas y con mayor distribución geográfica.

Tabla 19: Canales con más de 100 entregas de aguas en la Primera Sección del Río Aconcagua.

CANAL MATRIZ	N° ENTREGAS
Rinconada	1.028
San Rafael	985
San Miguel	697
Santa Rosa	632
Ahumada	373
Herrera	364
San Regis o Hurtado	292
La Petaca o San Vicente	265
Quilpué	231
Montenegro o Almendral	184
Los Cantos	171
Estanquera	130

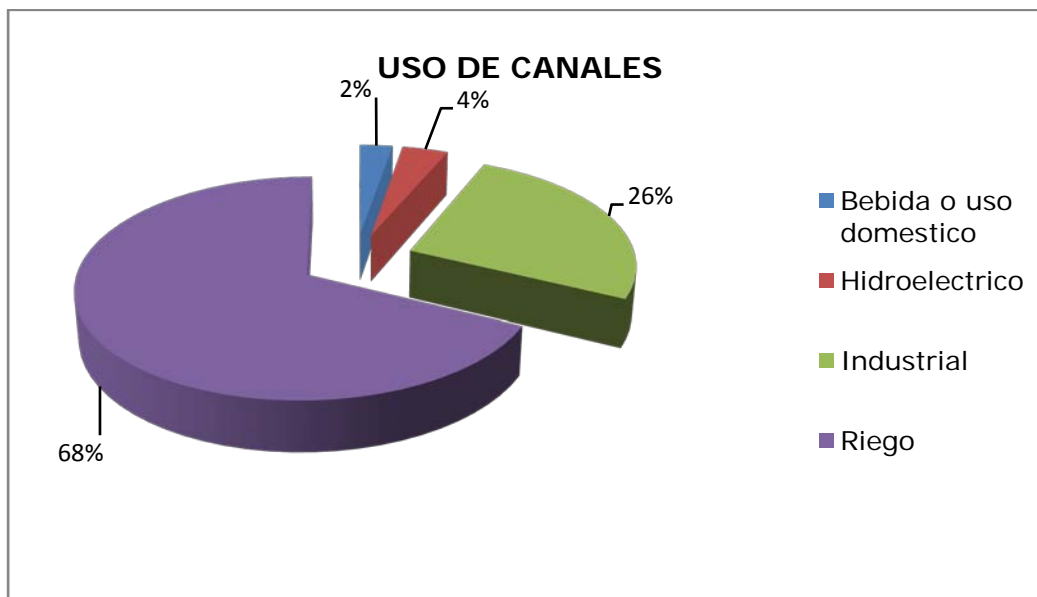
CANAL MATRIZ	N° ENTREGAS
Sauce o Encón	118

Fuente: Elaboración propia.

Para la obtención de los valores anteriores se consideró al Canal en su totalidad, es decir, las entregas del Canal Matriz más las entregas de sus Canales Derivados y Subderivados.

Grafico 1 muestra el detalle respecto al uso porcentual de los canales de la Primera Sección del Río Aconcagua. De lo anterior se determina que la relación es similar a lo ocurrido en muchas cuencas del país, donde gran parte de los recursos hídricos son aprovechados mayoritariamente por la Agricultura.

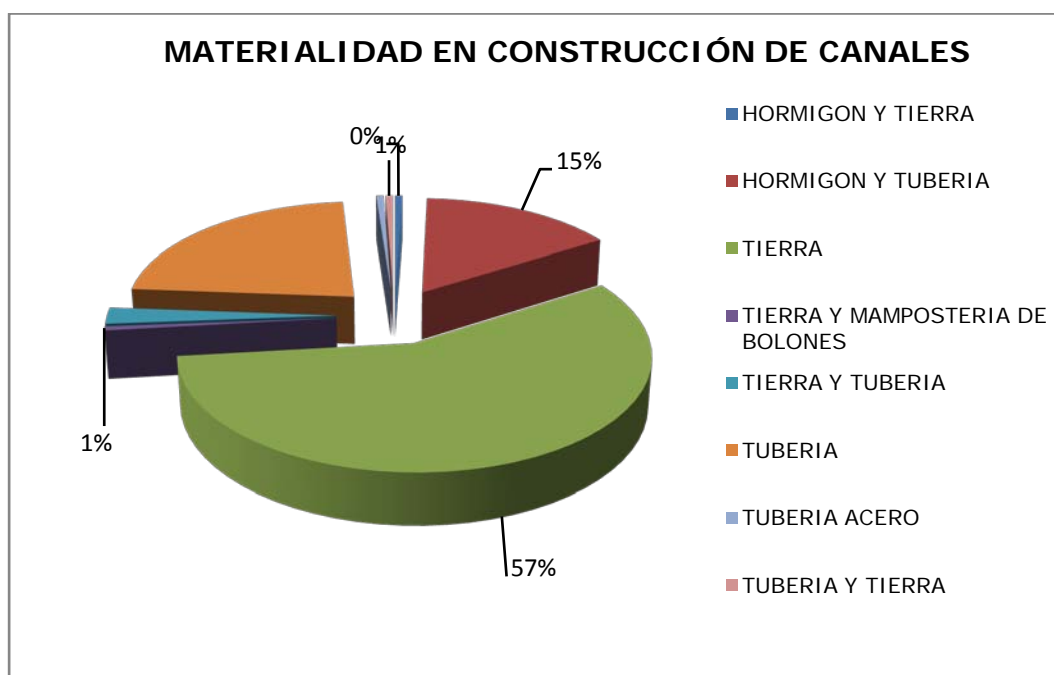
Grafico 1: Uso de Canales



Fuente: Elaboración propia.

Dentro de la materialidad de los canales analizados, se identifican canales revestidos de hormigón, de mampostería, en tubería o bien en tierra, y combinaciones de estas alternativas. Según se aprecia del Grafico 2, más de la mitad de los canales (57%) no cuentan con revestimientos que eviten la pérdida de agua por infiltración.

Grafico 2: Materialidad de Canales.



Fuente: Elaboración propia.

En lo relacionado con la capacidad de embalsamiento que tiene la Primera Sección del Río Aconcagua, existen un total de 280 embalses, entre construcciones mayores y menores⁵, con una capacidad de almacenar de 3.362.900 m³ de aguas. La Tabla 20 detalla el uso de los embalses existentes en

⁵ Embalse mayor: 15 metros de altura del muro entre fondo y corona con capacidad para 100.000 m³. Embalse menor: muro menor a 15 m de altura y capacidad inferior a 100.000 m³

la zona de estudio, donde se aprecia un amplio predominio de embalses para uso agrícola del agua.

Tabla 20: Detalle uso de embalses Primera Sección Río Aconcagua.

TIPO DE USO	Nº
Riego	275
Hidroeléctrico	3
Minero (relave)	2
TOTAL	280

Fuente: Elaboración propia.

5.3.2 Usuario/as de aguas

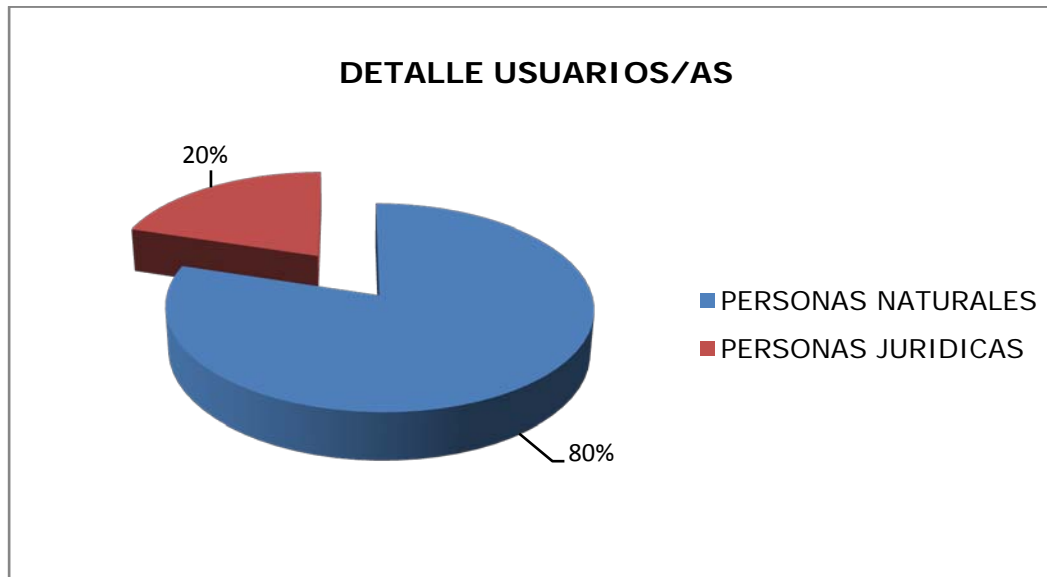
Para efectos prácticos, se consideró que cada usuario de agua equivale a una entrega de agua. De esta forma, si un predio agrícola recibe aguas de dos canales diferentes, o de un canal y un pozo, se considera como 2 usuarios/as. Se entiende así, que una propiedad que por ejemplo obtenga aguas de dos canales diferentes necesariamente debe pertenecer a dos OUA, por lo cual en el listado total de “usuarios/as” de la Primera Sección estará considerada dos veces, aun siendo solo una propiedad, una persona o un titular.

Así, el concepto de usuarios se acerca al utilizado en el Catastro del año 1993 y el entregado por al Código de Aguas, el cual define usuarios/as de aguas “como quien usa el agua”. La similitud de conceptos permite realizar las comparaciones y evaluar las tendencias entre un estudio y otro.

La Actualización del Catastro de Usuarios/as de Aguas de la Primera Sección de la Cuenca del Río Aconcagua entregó un total de 6.209 usuarios/as. El total de usuarios/as identificados recibe las aguas a través de 163 canales, divididos en 125 Canales Matrices, 31 Canales Derivados y 7 Canales Subderivados.

El Grafico 3 muestra la caracterización del tipo de usuarios/as de acuerdo su naturaleza legal.

Grafico 3: Tipo de Usuarios/as de Aguas.

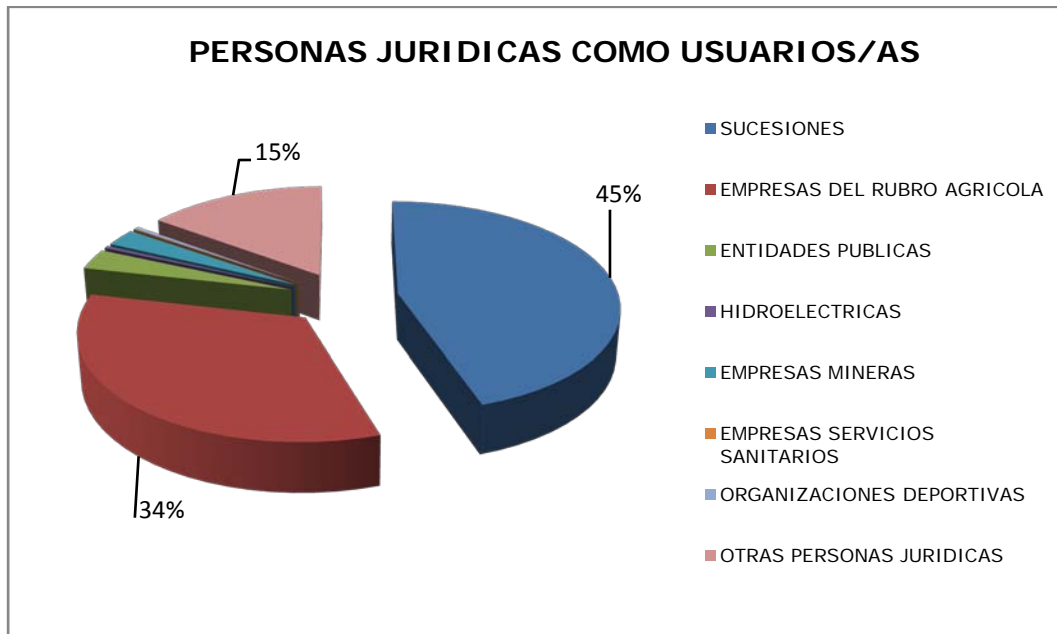


Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico anterior no se consideran a las OUA como usuarios/as del recurso. Los valores expuestos corresponden a 4.954 personas naturales y 1.255 personas jurídicas. Estos valores muestran una importante diferencia respecto a lo obtenido en 1993, donde se registraron 4.581 personas naturales y 557 personas jurídicas, este último ítem con un incremento de más del 225% de usuarios/as.

El total de personas jurídicas usuarias de aguas identificados en este estudio se pueden diferenciar en empresas agrícolas, hidroeléctricas, mineras, sanitarias; sucesiones, organizaciones deportivas y entidades públicas, según se muestra en el Grafico 4.

Grafico 4: Personas Jurídicas como Usuarios/as.



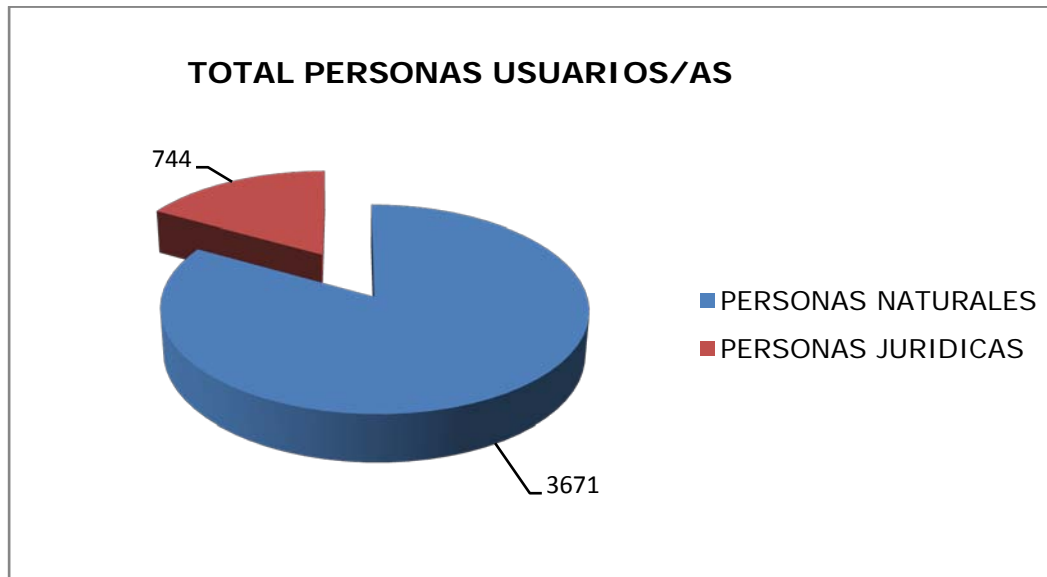
Fuente: Elaboración Propia.

Estos valores mantienen la distribución de lo existente el año 1993, donde también el mayor número de personas jurídicas correspondió a Sucesiones, seguida del número de empresas agrícolas que subió de 354 a 421.

Destaca de lo anterior que el mayor porcentaje de usuarios/as corresponde a Sucesiones (45%), entendiendo a estos como grupos familiares que no han regularizado su situación de asignación de los DAA por integrante. Otro porcentaje considerable de usuarios/as lo constituyen las empresas agrícolas (34%). La participación de las personas jurídicas relacionadas con el rubro de la minería, tienen una ponderación menor dentro del total de entregas.

Aunque de escaso peso relativo dentro del total, se hace preciso mencionar que las empresas hidroeléctricas pasaron de 2 usuarios el año 1993 a 5 en el presente estudio. El Grafico 5 especifica el total de personas jurídicas y naturales individuales que son usuarios/as en la Primera Sección del Río Aconcagua.

Grafico 5: Total de Personas que son Usuarios/as de Aguas.

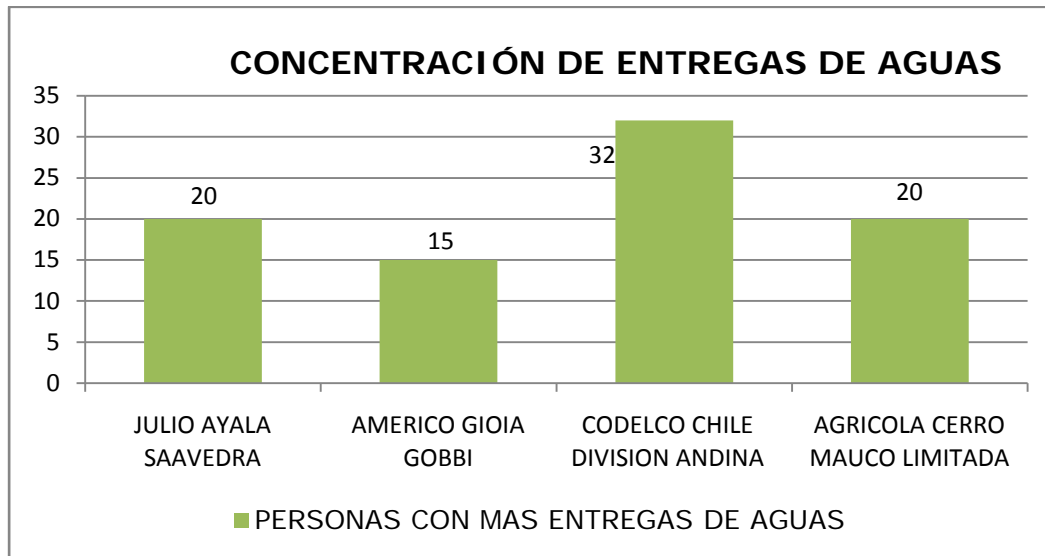


Fuente: Elaboración Propia.

Se determinó que al año 2011 existen en la primera sección del río Aconcagua un total de 3.671 personas naturales y 744 personas jurídicas que son usuarios/as de aguas, manteniendo las proporciones generales establecidas en 1993, con 3.391 personas naturales y 637 personas jurídicas.

La concentración de entregas de aguas en una persona natural o jurídica, para el año 2011, se mantiene en una relación similar a lo detallado en el Catastro de 1993. El Grafico 6 especifica que Codelco Chile es quien concentra la mayor cantidad de entregas de aguas en la Primera Sección del Río Aconcagua, seguido de una empresa agrícola. El año 1993 Codelco Chile hacia uso de 30 entregas de aguas.

Grafico 6: Concentración de entregas de Aguas.



Fuente: Elaboración Propia.

Se identificó un total de 5.044 predios que son usuarios de aguas. De estos, 4.652 están identificados por medio de su rol (92,2%), y 392 no han sido identificados por CIREN (para el Servicio de Impuestos Internos). En el levantamiento de 1993, se identificó un total de 4.556 predios, de los cuales 4.174 contaban con rol (91,6%).