



**GOBIERNO DE CHILE  
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS  
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN**

# **CATASTRO DE USOS Y USUARIOS DEL AGUA DE COPIAPÓ, SECTOR LA PUERTA - ANGOSTURA**

## **RESUMEN EJECUTIVO**

### **REALIZADO POR:**

**GEOHIDROLOGÍA CONSULTORES LTDA.**

**S.I.T. N° 362**

**Santiago, Mayo 2015**

## **MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS**

Ministro de Obras Públicas  
Sr. Alberto Undurraga Vicuña

Director General de Aguas  
Sr. Carlos Estévez Valencia

Inspector Fiscal  
Sr. Raúl Cisternas Novoa

Profesionales División de Estudios y Planificación  
Sr. Miguel Caro Hernández  
Sr. Juan Carlos Salgado

### GeoHidrología Consultores Ltda.

Jefe de Proyecto  
Sr. Cristian Ortiz Astete

Coordinador de Proyecto  
Sra. Ximena Orrego Velásquez

Profesionales  
Sra. María Paz Daiber  
Sr. Christian Neumann  
Sra. Gabriela Sepúlveda  
Sra. Yohana Ahumada  
Sra. María José Jordán  
Sr. Leonardo Bravo

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>1 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>5</b>
1.1 ÁREA DE ESTUDIO .....	5
1.2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO .....	7
<b>2 ETAPA I: REVISIÓN, SISTEMATIZACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE INFORMACIÓN DE DERECHOS DE AGUA .....</b>	<b>7</b>
2.1 RECOPIACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DE ANTECEDENTES .....	7
2.1.1 Revisión de antecedentes.....	7
2.1.2 Construcción base de datos catastro.....	9
2.1.3 Reuniones con actores relevantes del agua .....	11
2.1.4 Revisión de expedientes con información de CPA .....	11
2.1.5 Revisión información de derechos CBR, Juzgado de Letras y SAG.....	12
2.1.6 Análisis crítico de derechos de agua .....	14
2.2 REVISIÓN DE INFORMACIÓN FALTANTE EN TERRENO.....	17
2.3 DESARROLLO DE SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.....	17
<b>3 ETAPA II: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN EN TERRENO.....</b>	<b>18</b>
3.1 TRABAJOS DE GABINETE.....	18
3.1.1 Base de datos sistematizada y analizada.....	18
3.1.2 Elaboración de material de apoyo.....	19
3.1.3 Coberturas SIG.....	19
3.2 TRABAJOS DE TERRENO.....	19
3.3 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN CATASTRADA.....	27
3.3.1 Sistematización información Etapa I y catastro en terreno.....	27
3.3.2 Identificación de brechas y/o errores en el catastro Público de Aguas .....	28

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Área de estudio.....	6
Figura 2.1: Derechos y Solicitudes en trámite en área de estudio .....	11
Figura 2-2: Caudales y derechos subterráneos otorgados por año vigentes a la fecha ..	15
Figura 2-3: Evolución de caudal subterráneo otorgado en el tiempo .....	15
Figura 2-4: Caudal y número de derechos otorgados expedientes VPC .....	16
Figura 2-5: Evolución de caudal subterráneo otorgado expedientes VPC .....	16
Figura 2-6: Evolución caudal solicitado .....	17
Figura 2-7: Caudales y derechos desistidos por año .....	17
Figura 3-1: Trabajos en terreno.....	21
Figura 3-2: Ejemplo Monografía topografía de pozos. ....	22
Figura 3-3: Fotografías de captaciones superficiales.....	23
Figura 3-4: Resumen catastro captaciones subterráneas .....	25
Figura 3-5: Caudal por uso de agua .....	28

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1. Cruce final de derechos de aprovechamiento y solicitudes en trámite de agua subterránea en área de estudio .....	10
Tabla 3-1: N° de derechos y solicitudes en trámite de agua subterránea .....	18
Tabla 3-2: N° de captaciones a visitar por sector.....	19
Tabla 3-3. N° de captaciones no contenidas en la base de datos del catastro .....	20
Tabla 3-4: Catastro de captaciones .....	24
Tabla 3-5: catastro de captaciones superficiales Junta de Vigilancia .....	26
Tabla 3-6: Uso del agua subterránea por sector acuífero .....	27
Tabla 3-7: Caudal por uso del agua .....	27

---

## 1 INTRODUCCIÓN

El estudio "Catastro de Uso y Usuarios de la cuenca del Río Copiapó, Sectores La Puerta – Angostura" se realizó con el objetivo de tener información de la demanda actual para el año 2014, permitiendo robustecer las herramientas numéricas existentes, para luego poder ser utilizadas correctamente como herramientas predictivas, en el contexto de la situación de sobreexplotación de recursos hídricos subterráneos que se vive en la cuenca del Río Copiapó.

La metodología de trabajo consistió en la revisión de antecedentes y actualización de la información de los derechos de agua y catastros realizados anteriormente, generación de base de datos preliminar, levantamiento de información de captaciones en terreno y, finalmente, generación de base de datos con el catastro y proyecto SIG.

El estudio se dividió en 2 etapas, con sus respectivas actividades, las que se presentan a continuación:

### **Etapa I: Revisión, sistematización y actualización de información de derechos de agua**

- Actividad 1.1: Recopilación, análisis y sistematización de antecedentes.
- Actividad 1.2: Revisión de información faltante en terreno.
- Actividad 1.3: Desarrollo de Sistema de Información Geográfica.

### **Etapa II: Levantamiento de Información en Terreno**

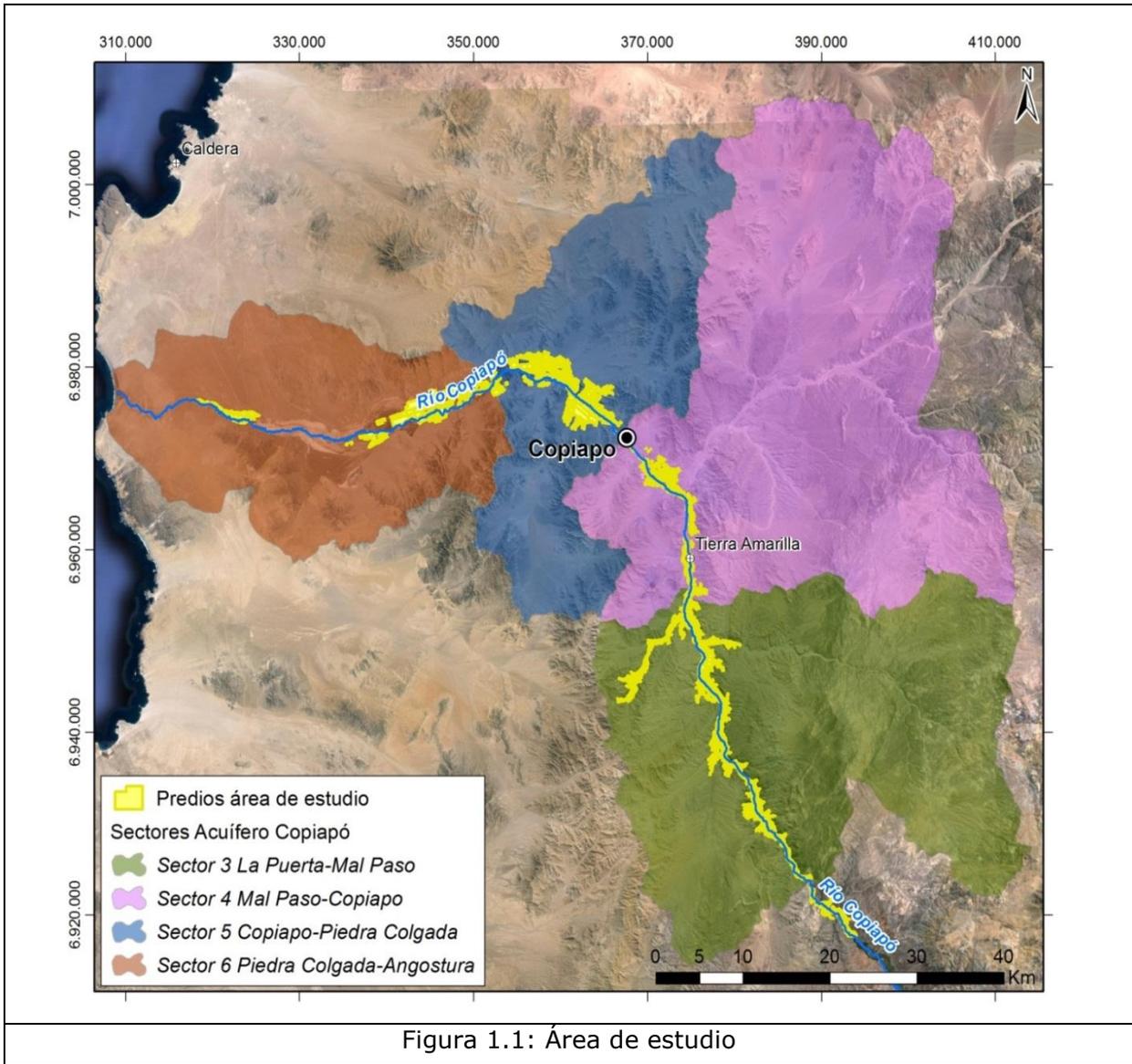
- Actividad 2.1: Trabajos de gabinete realizados para poder hacer un levantamiento de información más eficiente.
- Actividad 2.2: Trabajos de terreno.
- Actividad 2.3: Análisis de información catastrada.
- Actividad 2.4: Base de datos sistematizadas y proyecto SIG.

---

### 1.1 ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio correspondió a los sectores acuíferos 3, 4, 5 y 6, entre las zonas denominadas La Puerta y Angostura, en la cuenca del Río Copiapó, Región de Atacama (Figura 1.1).

Los sectores acuíferos abarcan las comunas de Copiapó, Tierra Amarilla y Caldera. En esta zona se emplazan dos ciudades, Copiapó y Tierra Amarilla (sector acuífero 4).



---

## 1.2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El objetivo general del estudio fue la realización de un catastro de usuarios y usos de agua en los sectores acuíferos 3, 4, 5 y 6 de la cuenca del Río Copiapó. Los objetivos específicos fueron:

- a) Generación de una base de datos de derechos constituidos, representando la historia, tipo, uso, fuente y caudal de cada derecho desde su otorgamiento hasta su situación actual. Adicionalmente se identificarán su(s) actual(es) titular(es) con sus caudales respectivos, georreferenciación de los puntos y obras de captación superficial o subterránea correspondientes.
- b) Generación de diagramas unifilares que den cuenta de la actual distribución del agua por cuenca y que incluya: ríos, quebradas, esteros, canales matrices, canales derivados y canales sub-derivados hasta el nivel de predio.
- c) Generación de un proyecto SIG, con toda la información analizada y recabada en terreno, que muestre adecuadamente la forma como se utilizan los recursos hídricos superficiales y subterráneos de la zona de estudio.

---

## 2 ETAPA I: REVISIÓN, SISTEMATIZACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE INFORMACIÓN DE DERECHOS DE AGUA

Esta etapa correspondió a la actualización de los derechos de aprovechamiento de aguas constituidos en la cuenca del Río Copiapó.

Incluyó el levantamiento de las inscripciones de los derechos en el Registro de Propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces de la Ciudad de Copiapó y Caldera.

---

### 2.1 RECOPIACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DE ANTECEDENTES

#### 2.1.1 Revisión de antecedentes

Se recopilaron y analizaron antecedentes de derechos otorgados, solicitudes en trámite y expedientes de traslado de derechos de aprovechamiento autorizados o en trámite para la Cuenca del Río Copiapó. A continuación se presenta un resumen de la información recopilada en cada fuente analizada:

#### **Derechos de aprovechamiento y solicitudes en trámite de agua subterránea y superficial registrados en DGA (CPA, 2014)**

De acuerdo al registro del CPA, en la cuenca del Río Copiapó hay 742 derechos otorgados, equivalentes a un caudal de 22.364 L/s y 79 solicitudes en trámite, equivalentes a 2.292 L/s.

Con respecto a los derechos superficiales, se registran 107 derechos otorgados, con un caudal de 4.710 L/s y 3.143 acciones. En cuanto a solicitudes en trámite, se registran 113 solicitudes ingresadas, equivalente a 20.494 L/s.

El 80% del caudal otorgado en la cuenca se localiza en los sectores en estudio, siendo el sector 4 el que presenta el mayor caudal, mientras que en el sector 6 es donde hay mayor cantidad de solicitudes en trámite.

Cabe señalar que los derechos registrados en el CPA incluyen los expedientes de cambios de punto de captación (expedientes VPC), por lo que la cantidad de derechos y caudal puede estar sobreestimado. Estos expedientes representan el 28% del total de derechos otorgados, y el 47% del total de solicitudes en trámite.

### **Organización de usuarios registrados en DGA (CIRH, 2014)**

En la cuenca del Río Copiapó hay 67 organizaciones de usuarios, incluida la Junta de Vigilancia del Río Copiapó y sus afluentes y la Comunidad de Aguas Subterráneas Copiapó – Piedra Colgada-Desembocadura.

La Junta de Vigilancia tiene 1.016 integrantes, totalizando 12.089 acciones, mientras que la Comunidad de Aguas Subterráneas cuenta con 205 integrantes, totalizando 6.509 acciones.

### **Programa “Capacitación y apoyo a comunidades de aguas subterráneas en el Valle de Copiapó, Región de Atacama”(PUC, 2014)**

Este programa incluyó una georreferenciación de pozos, generándose una base de datos. De acuerdo a este catastro, en el sector 6 es donde se presenta la menor cantidad de caudal otorgado.

Los sectores 5 y 6 corresponden a las Comunidades de Aguas Subterráneas “Ciudad de Copiapó – Piedra Colgada – Angostura” (CASUB), en donde el caudal total es de 5.560 L/s, para un total de 209 usuarios bajo la jurisdicción de la CASUB, los que extraen agua de un total de 187 pozos.

### **“Derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas otorgados en la cuenca del Río Copiapó” (DARH, 2012)**

Este informe técnico, realizado por el Departamento de Administración de Recursos Hídricos de la DGA, identificó los derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas consuntivas en los sectores acuíferos de la cuenca del Río Copiapó.

De acuerdo a este estudio, en la cuenca hay 384 derechos definitivos otorgados, equivalente a 19.237 L/s y 56 derechos provisionales equivalentes a 385 L/s.

En los sectores 3 a 6 se localiza el 71% del total del caudal otorgado como definitivo, mientras que en el sector 6 se encuentra el 83% del total de caudal otorgado provisionalmente.

### **Informe “Transferencia de capacidades para mejorar la gestión del riego en Copiapó, Región de Atacama, Componente catastro legal de derechos de aprovechamiento de aguas superficiales” (Universidad de Concepción, 2011)**

De acuerdo a este estudio, la Junta de Vigilancia tiene como usuarios a 66 canales, de los cuales 52 corresponden a comunidades de agua y 14 son particulares, totalizando 1.105 usuarios, de los cuales 600 pertenecen al canal San Fernando.

El principal uso del agua es riego, representando el 60%. Este estudio incluyó también un análisis al mercado del agua, concluyendo que en el año 2008 se realizaron múltiples transferencias de derechos de agua superficial, y que entre el año 2009 y 2010 se generó una baja en las ventas, explicado por la escasez hídrica del río.

### **“Análisis integrado de gestión en cuenca del Río Copiapó, Tomo I: Sistematización y levantamiento de información de usos y demandas” (DICTUC, 2010).**

En este estudio se realizó una campaña en terreno y una recopilación de información de usos y demandas en la cuenca del Río Copiapó. El catastro incluye la información contenida

en el estudio "Levantamiento Catastro de usuarios de aguas del Valle del Río Copiapó y sus afluentes, III Región de Atacama" (DGA; SITAC, 2008).

De acuerdo a este estudio, en la cuenca hay 489 derechos subterráneos aprobados, equivalentes a 17.767 L/s y 383 solicitudes en trámite que equivalen a 990 L/s. En cuanto a derechos superficiales, hay 387 L/s aprobados y 1.765 L/s en solicitud.

En el área de estudio, los sectores 4 y 5 son los que tienen mayor caudal otorgado, representando el 44% del total. En el sector 4 se concentra el caudal otorgado para agua potable y minería (79% y 66% respectivamente), mientras que el caudal otorgado para riego está mayormente presente entre los sectores 2, 3, 5 y 6.

En base a la campaña de terreno se pudo tener información de 720 pozos, de los cuales la mayor cantidad se encuentran en los sectores 5 y 6, equivalente al 41% del total de caudal otorgado. En cuanto a los pozos con solicitudes en trámite, estos se concentran en el sector 6, y representan el 45% del total del caudal solicitado.

### **"Actualización de la modelación integrada y subterránea del acuífero de la Cuenca del Río Copiapó" (HIDROMAS, 2013).**

Los análisis desarrollados en este estudio indicaron que la oferta media del sector de estudio (La Puerta-Angostura) fue del orden de los 2,0 m<sup>3</sup>/s para el año 2012, con tasas de consumo de almacenamiento que se han incrementado a partir del año 2005 al 2012, desde 1,2 m<sup>3</sup>/s a 1,7 m<sup>3</sup>/s.

La demanda de agua potable presentó una notoria disminución desde antes del año 2008. Las captaciones de la empresa sanitaria en el sector 4 colapsaron, por lo que se tuvo que construir nuevos pozos de bombeo en los sectores 5 y 3. La demanda promedio de los pozos de Aguas Chañar ubicados en Copiapó varió desde los 600 a 660 L/s entre los años 2007 y 2013.

Respecto la demanda de agua de proyectos mineros y utilizando información que las mismas empresas proporcionaron a la DGA, se constató que su distribución mensual desde el año 2007 al 2012 se ha mantenido en el orden de los 500 y 800 L/s y está concentrada principalmente en el sector 4.

#### **2.1.2 Construcción base de datos catastro**

En una primera etapa se cruzó la información de los derechos subterráneos otorgados y solicitudes en trámite contenida en el registro del CPA, con la información del catastro realizado por DICTUC (2010).

En este proceso se detectó que 155 expedientes de la base del DICTUC no estaban en el registro del CPA, 51 estaban identificados con artículo 5<sup>to</sup> transitorio y 3 no tenían información de expediente. Se solicitó a la DGA revisar la situación de los 155 expedientes, concluyendo que 123 de ellos no están en el registro de CPA dado que fueron eliminados por transacción, mientras que 31 están en el sistema pero no han sido traspasados a derechos concedidos.

En una segunda etapa se revisó la información del CPA correspondiente a las solicitudes en trámite que fueron denegadas o desistidas. Al cruzar la información, se tiene un total de 240 solicitudes en el área de estudio que están en situación de denegada o desistida, por lo que fueron eliminadas de la base.

En la base resultante se tienen 266 expedientes que no pudieron ser georreferenciados ya que no cuentan con información de coordenadas, equivalentes a 8.919 L/s otorgados y 462 L/s solicitados.

En la etapa final se cruzó la información del catastro realizado en el estudio "Capacitación y apoyo a comunidades de aguas subterráneas en el Valle de Copiapó, Región de Atacama" (PUC, 2014). En este cruce se depuró la información de derechos y se actualizaron las coordenadas.

Finalmente, en el área de estudio se tiene que hay 590 usuarios de agua con derecho otorgado, equivalente a 14.822 L/s, como se observa en la Tabla 2-1.

Tabla 2-1. Cruce final de derechos de aprovechamiento y solicitudes en trámite de agua subterránea en área de estudio

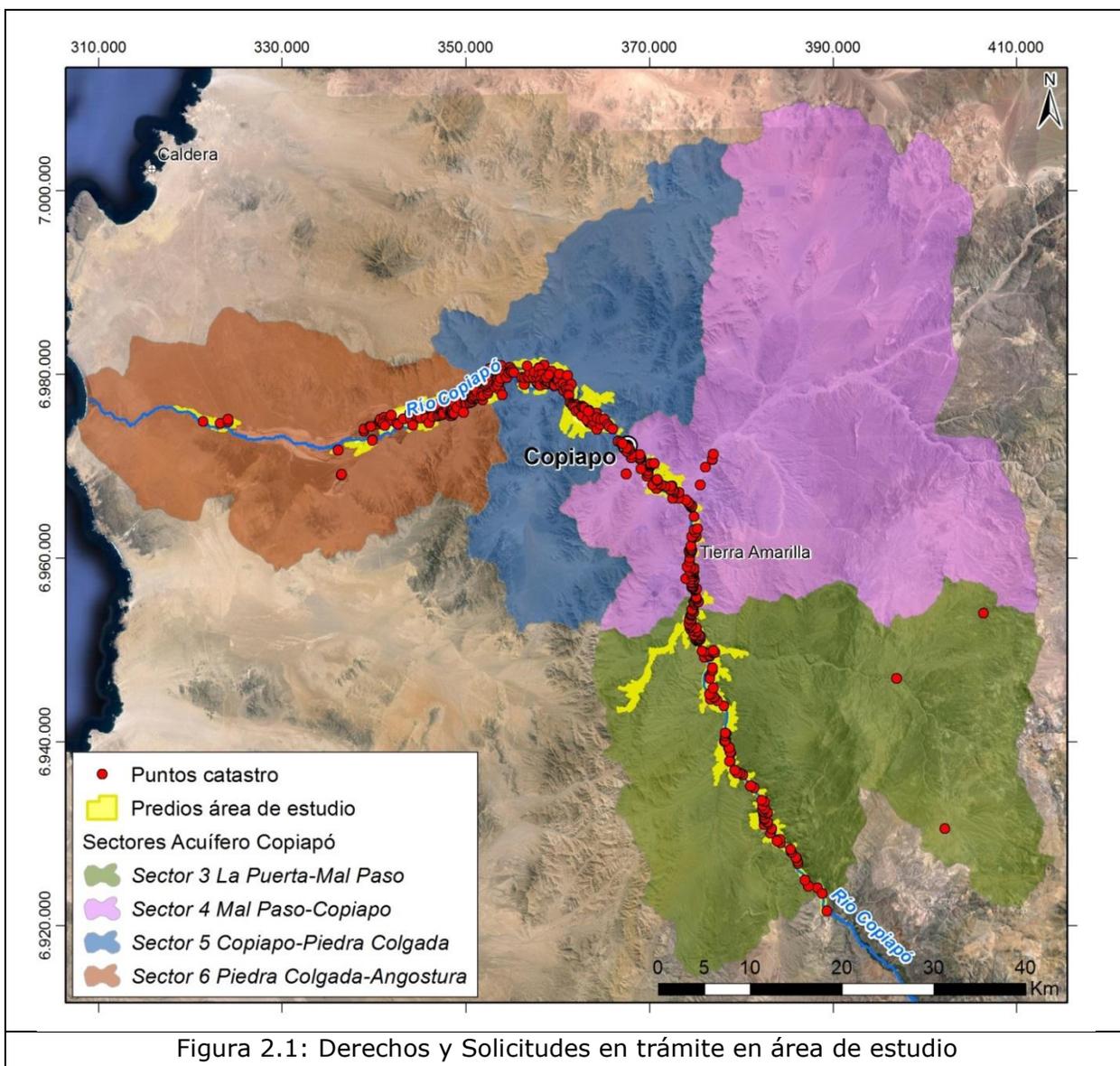
Sector	Derechos Otorgados			Solicitudes en Trámite		
	Nº	Q (L/s)	% Q	Nº	Q (L/s)	% Q
Sector 3	108	4.128	28%	20	415	40%
Sector 4	118	4.919	33%	6	48	5%
Sector 5	210	3.777	25%	6	115	11%
Sector 6	154	1.999	13%	15	472	45%
Total	590	14.822	100%	47	1.050	100%

Fuente: Elaboración Propia

Cabe señalar que en este cruce final se detectó que algunos titulares pertenecientes a la CASUB (PUC, 2014) no tenían información de expediente, por lo que se realizó un cruce con información del CPA en base al titular para así obtener coordenadas faltantes.

En la Figura 2.1 se presentan los derechos y solicitudes en trámite en el área de estudio y los predios digitalizados. Además se contabilizaron 29 pozos sin información de situación.

La base de datos generada se presenta como anexo en el Informe Final (Anexo A: Base catastro Copiapó).



### 2.1.3 Reuniones con actores relevantes del agua

Se contactó a los actores relevantes relacionados con el uso del agua de la cuenca con el objetivo de recabar información para el catastro, como por ejemplo número de usuarios por sector y contactos para coordinar las visitas a terreno.

### 2.1.4 Revisión de expedientes con información de CPA

Esta actividad consistió en comparar la información de los expedientes administrativos en digital (CIRH) con la información contenida en el CPA, y digitalizar pruebas de bombeo y estratigrafía de aquellos expedientes que no se encontraron digitalizados.

**Revisión de expedientes:** Se revisaron 513 expedientes digitalizados de los cuales sólo se logró identificar 136 en la base de datos del CPA.

De los 136 expedientes identificados, se determinó lo siguiente:

- 28 expedientes presentes en la base del CPA no tienen el mismo caudal respecto a su expediente digital. Esta situación se incorporó a la base de datos de derechos (Anexo A: Base Catastro Copiapó)
- 9 expedientes presentes en el CPA no corresponden con el expediente digitalizado.
- 7 expedientes presentes en el CPA no presentan la resolución constituyente escaneada, por lo tanto no es posible revisar en detalle la información.
- 128 expedientes contenían información de pruebas de bombeo y 113 de estratigrafía.

**Digitalización de pruebas de bombeo y estratigrafía:** Se digitalizaron 21 pruebas de bombeo y estratigrafía. Esta información se presenta en el SIG final a través de un hipervínculo (Anexo B: SIG).

### **2.1.5 Revisión información de derechos CBR, Juzgado de Letras y SAG**

Esta actividad comprendió el levantamiento de la información de los derechos de aprovechamiento de aguas constituidos en los Conservadores de Bienes Raíces competentes, esto es Copiapó y Caldera.

La información procesada, resultante de esta actividad, se incorporó en la base de datos de derechos. Los estudios de título se entregan como anexo del Informe Final (Anexo A: Base de datos).

#### **a. Levantamiento del Registro de Propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces de Copiapó.**

El Registro de Propiedad de Aguas de este Conservador comienza el año 1942. Los libros correspondientes a los Registros de Agua de los años 1942 a 1950 se encuentran actualmente en el Archivo Nacional, y los correspondientes a los años 1951 en adelante, se encuentran en el Conservador de Bienes Raíces de Copiapó.

##### **a. i. Trabajo desarrollado en el Conservador de Bienes Raíces de Copiapó.**

Se revisaron los libros de registro de propiedad de aguas existentes a partir del año 1951. En una primera etapa se levantó toda inscripción de derechos de aprovechamiento de agua o de mercedes de agua en forma anual. La información recopilada era enviada diariamente al equipo de trabajo situado en Santiago, para revisar las transferencias del derecho de aprovechamiento y poder establecer las inscripciones correspondientes a las transferencias o transmisiones de derecho parciales, para así determinar todos los derechos vigentes y su historia.

En una segunda etapa, se efectuó una revisión de los derechos en donde se detectó algún error o incongruencia, de forma tal que detectado el error por el equipo en Santiago, se comunica al equipo situado en la Región, para que verifique anotaciones marginales y títulos correspondientes.

##### **a. ii. Trabajo desarrollado en el Archivo Nacional.**

Se revisó en el Archivo Nacional todos aquellos registros de propiedad de aguas que, por su antigüedad, habían sido enviados desde el Conservador de Bienes Raíces de Copiapó al Archivo. Este es el caso de los libros de Registro correspondientes a los años 1942 a 1951, los cuales fueron revisados y levantados año por año.

#### **b. Levantamiento del Registro de Propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces de Caldera.**

Como se señaló precedentemente, el Conservador de Bienes Raíces de Caldera fue creado en el año 1995. Por lo que la información contenida en su Registro de Aguas es escasa y proviene de aquellos derechos que en conformidad a lo establecido por el artículo 118 del Código de Aguas les corresponde estar inscritos en dicho Conservador.

**c. Información de Derechos de Aprovechamiento de Aguas Regularizadas a través del artículo 2º Transitorio del Código de Aguas o en trámite de regularización.**

El artículo segundo transitorio del Código de Aguas establece un procedimiento encaminado a regularizar derechos de aprovechamiento no inscritos, como también derechos inscritos a nombre de un tercero, cuando el solicitante ha utilizado estos derechos por un determinado período, cumpliendo también con los demás requisitos establecidos en la Ley.

Del levantamiento de la información se determinaron los expedientes administrativos correspondientes a regularización en los que se había emitido informe técnico y remitido los antecedentes a los tribunales ordinarios. De acuerdo a ello, se procedió a determinar los juzgados en que se radicaron las causas de regularización, y el estado de tramitación de ellas. La información levantada en tribunales da cuenta del estado de tramitación de las causas judiciales, distinguiendo entre: **a.** Causas actualmente en tramitación; **b.** Causas archivadas; **c.** Causas con sentencia y **d.** Sentencias inscritas en el Registro de Propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces.

De la información levantada, es posible concluir que de un total de 60 solicitudes de regularización, sólo 19 obtuvieron sentencia favorable e inscripción.

**d. Información de Derechos de Aprovechamiento de Aguas provenientes de planes de distribución de aguas, de predios expropiados total o parcialmente por la Corporación de Reforma Agraria.**

Se levantó información en las oficinas del departamento de Tenencia de Tierras y Aguas del Servicio Agrícola y Ganadero, en relación a los planes de distribución de aguas correspondientes a predios expropiados total o parcialmente existentes en el área en estudio.

Los Estudios Técnicos de Distribución de Derechos de Agua efectuados en el área en estudio, son los aprobados por Resoluciones SAG N°s 1907 y 1919, ambas de 9 de septiembre de 1987, que se refieren a los derechos de agua expropiados en conjunto con los predios Amolanas y terrenos adjuntos de Amolanitas, Hacienda Hornitos, Hacienda Bodega y parte del resto de la Hacienda El Carmen, Fundo Toledo, Fundo San Pedro y Fundo El Marquesado; y que distribuyen y asignan derechos al Proyecto de Parcelación Chañarillo y a los Proyectos de Parcelación "Hacienda Bodega y parte del Resto de la Hacienda El Carmen"; "Fundo Toledo" y "Piedra Colgada".

**e. Cruce de la información levantada en el CBR, Juzgados de Letras y SAG, con la información de los expedientes digitalizados con que cuenta la DGA versus la información que entrega el CPA.**

La información levantada en el Conservador de Bienes Raíces correspondió a los títulos de derechos de agua inscritos. Cada título podía contener uno o más derechos de agua subterránea y/o superficial. De acuerdo a lo precedentemente señalado, el número total de títulos inscritos originalmente, en el Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Copiapó, entre los años 1942 a 2014 inclusive, son 614 inscripciones, y el número total de títulos inscritos originalmente en el Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Caldera entre los años 1995 a 2014 inclusive, son 3 inscripciones.

Para determinar los derechos de aprovechamiento que no se encuentran inscritos en el Catastro Público de la Dirección General de Aguas, se efectuó un cruce, el cual se detalla a continuación:

- De la información levantada en los Registros de Propiedad de Aguas de los Conservadores de Copiapó y Caldera, existen 608 derechos de aprovechamiento "originales" inscritos a partir de 1942. Se observa que del total de inscripciones originales efectuadas, 511 fueron efectuadas a partir de 1980 en adelante y 97 desde 1942 a 1979.
- El CPA registra un total de 355 resoluciones constitutivas, el mayor volumen de ellas se sitúa a partir de los años 1980 en adelante.
- De los 355 derechos registrados en el CPA, sólo 205 tienen información de Registro Propiedad, debiendo ser incorporada al CPA la información faltante que mediante el presente estudio se ha levantado.
- Las 19 regularizaciones con sentencia favorable, han sido inscritas en el Registro de Propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces respectivo.
- Los derechos distribuidos y asignados por Resoluciones SAG N°s 1907 y 1919, ambas de 9 de septiembre de 1987, se encuentran inscritos.

#### **f. Información relativa a mutaciones de los derechos de aprovechamiento de aguas inscritos en los Registros de Propiedad de Aguas de los Conservadores de Bienes Raíces de Copiapó y Caldera.**

Existe un universo de 608 derechos de agua inscritos "originalmente", los cuales después de las diversas transmisiones y transferencias de dominio (mutaciones totales y/o parciales de los derechos en el tiempo) arrojan un universo actual total de 2.346 inscripciones de derechos de aprovechamiento de aguas existentes, de las cuales 1.738 corresponden a mutaciones en el dominio.

Lo anterior, se debe a que el 70% de los derechos inscritos originalmente, en su cadena de posesión inscrita han sufrido mutaciones en el dominio entre 4 a 5 veces por cada derecho. Las mutaciones producidas por transferencias parciales en el dominio, se desarrollaron exponencialmente a partir de 1985 en adelante.

#### **2.1.6 Análisis crítico de derechos de agua**

En este acápite se realizó un análisis de los derechos de aprovechamiento de agua subterránea en la cuenca a partir de la información del CPA.

Para este análisis es importante señalar que la cuenca del Río Copiapó fue declarada zona de prohibición para nuevas explotaciones de aguas subterráneas en el año 1993. Esta situación fue cambiada en el año 2001, en donde se determinó el alza de la zona de prohibición y se declaró zona de restricción en los sectores 5 y 6. Por esta razón, posterior a esta fecha se han otorgado derechos provisionales.

Las Figura 2-2 a Figura 2-7 muestran los gráficos que representan la tendencia en el otorgamiento de derechos, situación de los expedientes VPC, situación de las solicitudes en trámite y de las solicitudes denegadas.

En general hay una tendencia al alza en los derechos otorgados, la cual comienza a disminuir a partir del año 2008. En cuanto a los derechos relacionados a cambios de punto de captación presentan un alza importante en los últimos años.

Con respecto a las solicitudes en trámite, hay una tendencia leve al alza de solicitudes ingresadas desde el año 2010, situación que se refleja principalmente en las solicitudes de cambio de punto de captación.

Por último, en el año 2004 se observa que se denegaron más de 3.000 L/s. En el año 2014 se han denegado más de 180 solicitudes, considerando información hasta el mes de agosto, por lo que se observa una tendencia al alza de solicitudes en esta situación.

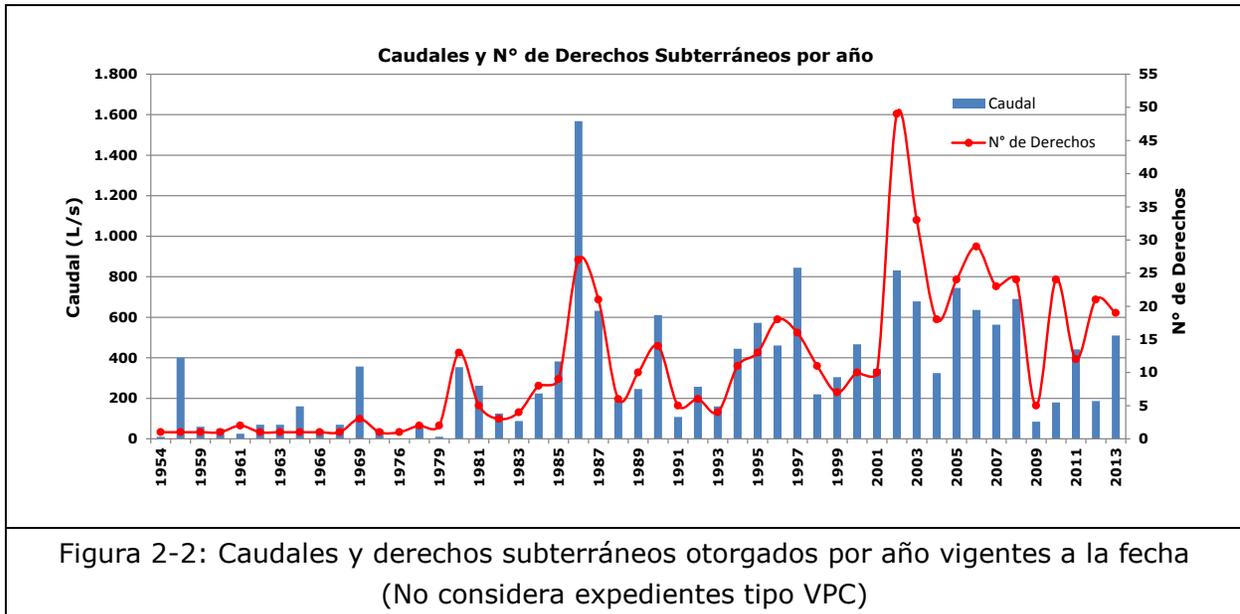


Figura 2-2: Caudales y derechos subterráneos otorgados por año vigentes a la fecha (No considera expedientes tipo VPC)

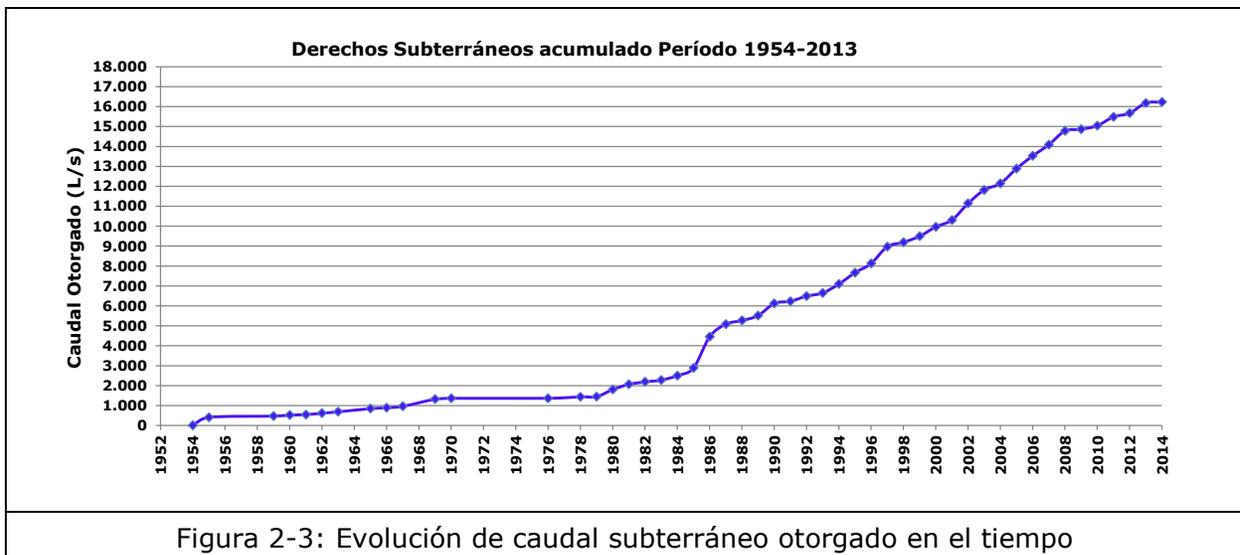


Figura 2-3: Evolución de caudal subterráneo otorgado en el tiempo

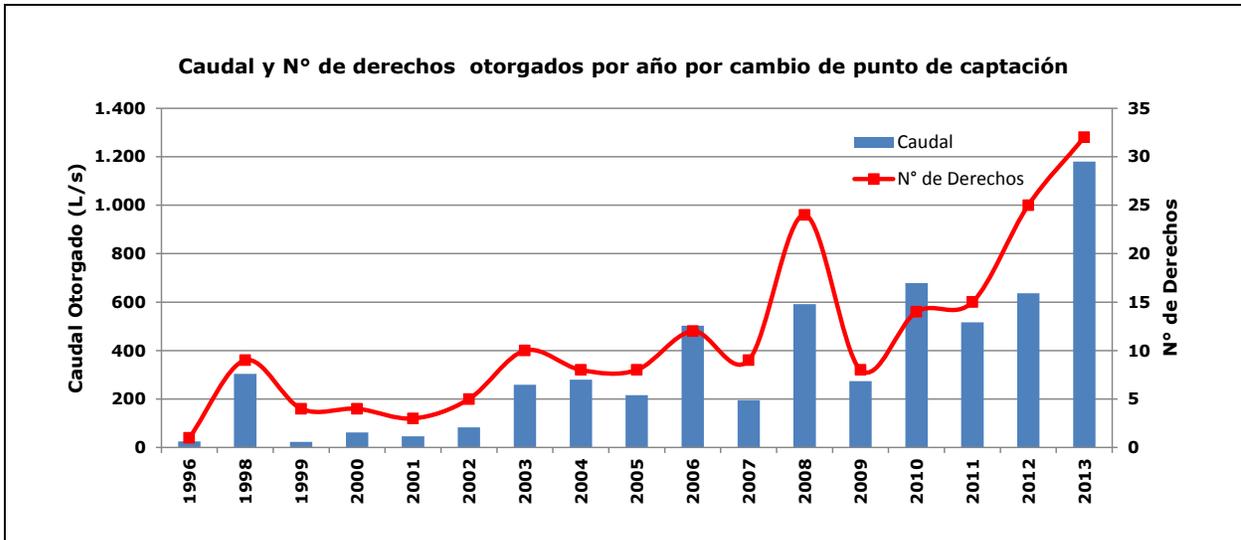


Figura 2-4: Caudal y número de derechos otorgados expedientes VPC

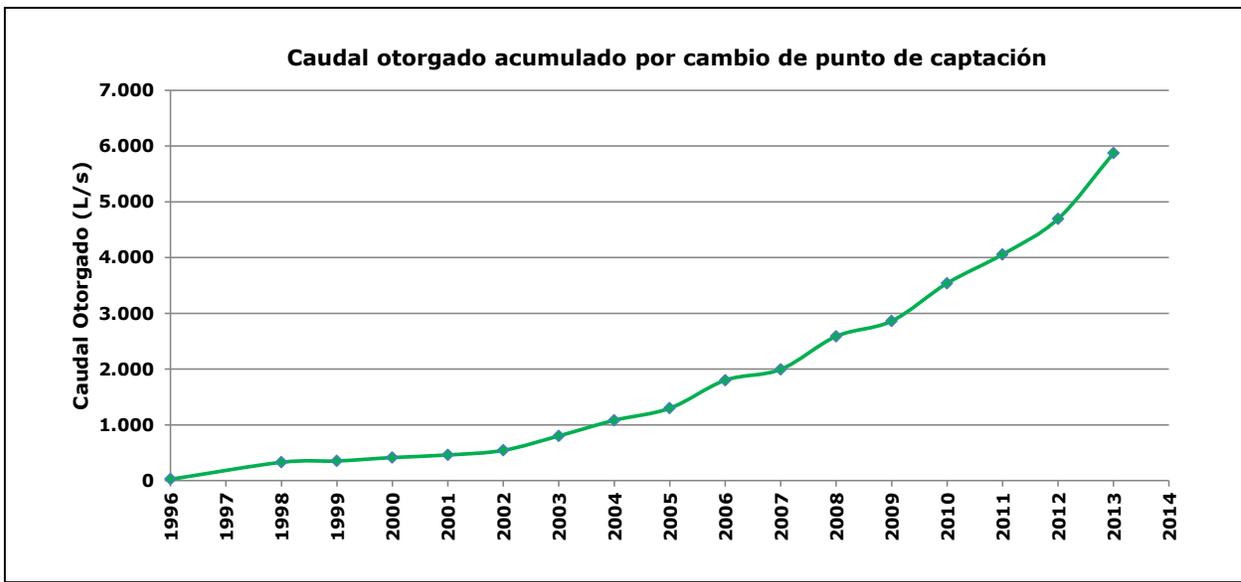


Figura 2-5: Evolución de caudal subterráneo otorgado expedientes VPC

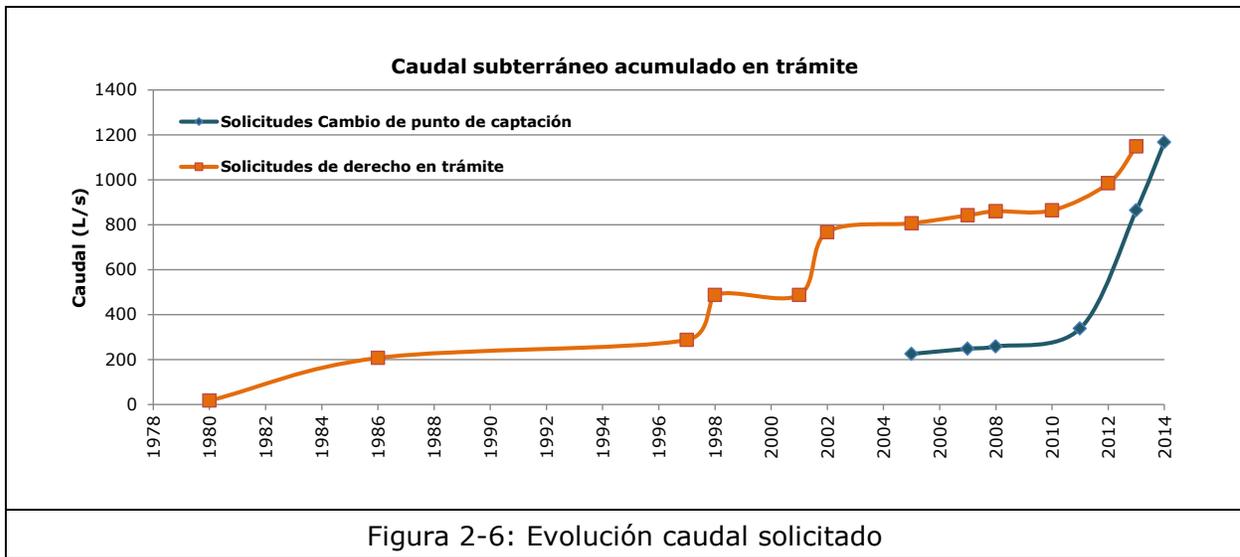


Figura 2-6: Evolución caudal solicitado

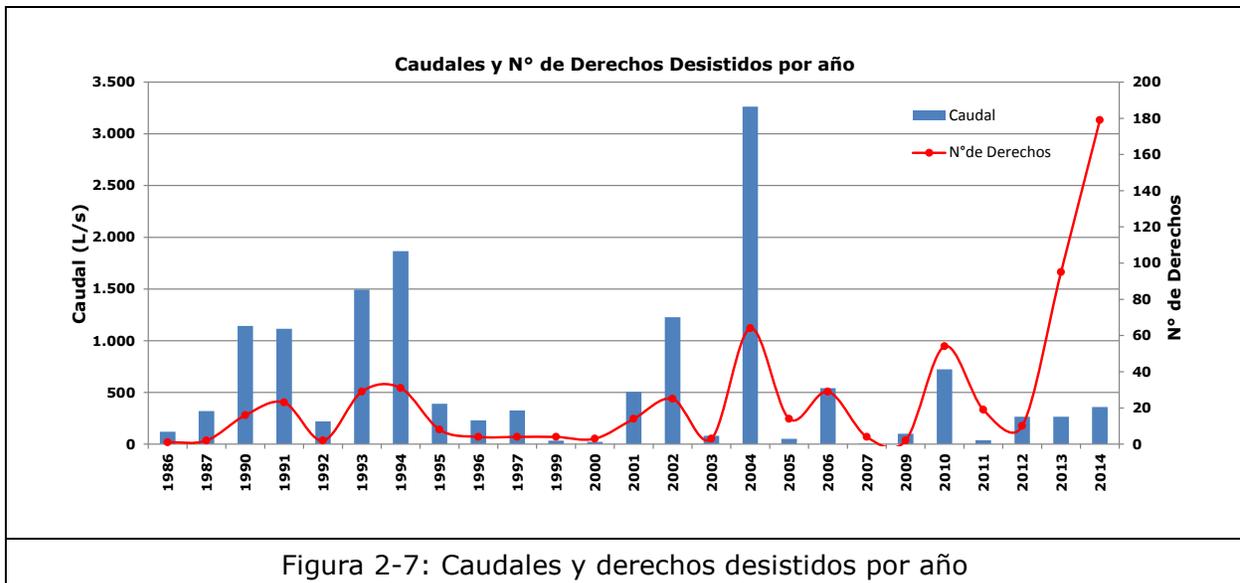


Figura 2-7: Caudales y derechos desistidos por año

## 2.2 REVISIÓN DE INFORMACIÓN FALTANTE EN TERRENO

En el trabajo en terreno se complementó la información recopilada en gabinete, en relación al expediente asociado a las captaciones, uso del agua, tipo de cultivo regado, sistema de riego y fuente de abastecimiento. Además se encuestaron captaciones en uso que no estaban en la base de datos original.

## 2.3 DESARROLLO DE SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

El proyecto SIG desarrollado en este estudio contiene un shape de derechos y solicitudes de agua subterránea, generado en base al cruce de información, con 646 registros. Además se generó una cobertura con 2.199 predios digitalizados.

El proyecto SIG se entrega en Anexo B.

### 3 ETAPA II: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN EN TERRENO

El objetivo principal de esta etapa fue establecer el número de captaciones, tanto superficiales como subterráneas, que existen en la zona de estudio e identificar el número de usuarios y uso efectivo actual de las aguas.

#### 3.1 TRABAJOS DE GABINETE

##### 3.1.1 Base de datos sistematizada y analizada

En la base de datos generada en la Etapa I habían 266 expedientes que no pudieron ser georreferenciados por no contar con información de coordenadas. Para corregir esta situación, se realizó una nueva revisión y cruce de información. A continuación se detalla lo realizado:

- En base a la información del estudio de DICTUC (2010), se lograron obtener coordenadas de 4 expedientes del CPA.
- En base a la información del estudio de PUC (2014), se lograron identificar las coordenadas de 13 expedientes del CPA.
- Se procedió a revisar la información del campo "Referencia a puntos conocidos de captación" de la base de datos del CPA, para determinar en qué sector acuífero se encuentran estos expedientes. Para eso, se identificaron sectores, asentamientos, poblados, ciudades o cercanía a alguna referencia conocida. Con este tipo de información, se logró establecer:
  - 35 expedientes para el sector acuífero 2
  - 30 expedientes para el sector acuífero 3
  - 16 expedientes para el sector acuífero 4
  - 15 expedientes para el sector acuífero 5
  - 1 expediente para el sector acuífero 6

En la Tabla 3-1 se presenta el resumen de los derechos otorgados y solicitudes en trámite en la cuenca del Río Copiapó. Se observa que 148 derechos otorgados no pudieron ser localizados, equivalente a 5.451 L/s, y 4 solicitudes en trámite, equivalente a 176 L/s.

Tabla 3-1: N° de derechos y solicitudes en trámite de agua subterránea

Sector	Derechos Otorgados		Solicitudes en Trámite		Total
	Nº	Q (L/s)	Nº	Q (L/s)	
Sector 1 y 2	127	3.632	20	705	147
Sector 3	97	3.630	18	415	115
Sector 4	105	4.608	5	48	110
Sector 5	209	3.814	6	115	215
Sector 6	155	2.064	15	472	170
Total	693	17.748	64	1.755	757

Finalmente, en el área de estudio hay 566 derechos otorgados, cuyo caudal total corresponde a 14.115 L/s, y 44 solicitudes en trámite, las cuales corresponden a un caudal de 1.051 L/s.

### 3.1.2 Elaboración de material de apoyo

Se confeccionaron los siguientes elementos que sirvieron como apoyo a los técnicos de terreno, todo previamente consensuado con la Inspección Fiscal:

- Carta de apoyo
- Credenciales
- Encuesta de Uso
- Encuesta de Bocatoma
- Protocolo de terreno

El detalle del material de apoyo se presenta en Anexo C.

### 3.1.3 Coberturas SIG

Las coberturas generadas fueron:

- Captaciones subterráneas (puntos): derechos y solicitudes de agua subterránea en el área de estudio, en base al cruce de información realizada en la Etapa I. Cada punto contiene información relativa al derecho.
- Digitalización de predios (polígono): Actualización de predios digitalizados usando imágenes satelitales de alta resolución obtenidas desde Google Earth (Image© 2013 DigitalGlobe, Image© 2014 DigitalGlobe), llegando a un total de 2.199 predios.
- Trazado de canales (líneas): Se utilizó la cobertura de los canales proveniente del estudio de DICTUC (2010).
- Captaciones superficiales (puntos): Se utilizó una cobertura de bocatomas proveniente del estudio de DICTUC (2010).

---

## 3.2 TRABAJOS DE TERRENO

### Plan de trabajo

El levantamiento de información de las captaciones subterráneas se realizó con dos equipos, las cuales comenzaron a catastrar en el sector de La Puerta (sector acuífero 3) a modo de entrenamiento. En la Tabla 3-2 se muestran las captaciones a catastrar por sector durante el periodo de terreno,

Tabla 3-2: N° de captaciones a visitar por sector

<b>Sector</b>	<b>N° captaciones</b>	<b>N° Derechos</b>
3	97	123
4	104	120
5	130	231
6	111	172
<b>Total</b>	<b>442</b>	

### **Descripción trabajo realizado en terreno**

A cada profesional se le entregó la base de datos con la información de las captaciones. Además, se les entregó una planilla impresa con información de cada expediente y láminas impresas con detalle de predios y captaciones.

Al profesional encargado de catastrar las obras superficiales se le entregó información del diagrama unifilar de la Junta de Vigilancia del Río Copiapó y sus Afluentes.

Para el catastro de los pozos se usó un GPS Diferencial Trimble RTK Modelo R6, el cual permitió obtener coordenadas UTM y cotas más precisas de las captaciones subterráneas alcanzando precisiones milimétricas. Lo anterior constituye un avance significativo respecto de anteriores catastros desarrollados, debido a que las coordenadas obtenidas servirán para actualizar y/o desarrollar modelos numéricos que se acerquen más a la realidad.

En el catastro de los canales y obras superficiales se usó un GPS Movil Geo-XT Serie 6000.

Los trabajos en terreno comenzaron el día 5 de septiembre con una inducción a los equipos. Posterior a la inducción comenzaron las visitas a las captaciones, en el sector denominado La Puerta.

En los casos en que se encontraban captaciones que no estaban contenidas en la base de datos del catastro, se realizaba la encuesta, se consultaba el número de expediente de la DGA, y se verificaba si la captación estaba en uso. Para aquellos pozos en los que no fue posible asignarles un número de expediente, se les denominó de acuerdo a la nomenclatura PZ-00i (i= 1, ..., n). En total fueron 26 captaciones que se encontraban en esta situación, las cuales se presentan en la Tabla 3-3.

Tabla 3-3. N° de captaciones no contenidas en la base de datos del catastro

<b>Sector</b>	<b>N° captaciones</b>	<b>En funcionamiento</b>	<b>Fuera de servicio</b>
3	3	3	-
4	9	7	2
5	13	4	9
6	1	1	-
<b>Total</b>	<b>26</b>	<b>15</b>	<b>11</b>

La información recolectada en la encuesta se ingresaba a la base de datos de terreno y luego era enviada para chequear el avance.

En la Figura 3-1 se presentan algunas fotografías tomadas durante los trabajos en terreno, y en la Figura 3-2 se presenta un ejemplo de Monografía del levantamiento topográfico de un pozo.



Figura 3-1: Trabajos en terreno

## VPC-0302-325

### Pozo



Coordenada UTM WGS 84

Norte (m): 6951559,502

Este (m): 375383,321

Cota (m): 604,121

### Terreno



Coordenada UTM WGS 84

Norte (m): 6951556,798

Este (m): 375376,101

Cota (m): 603,616

Figura 3-2: Ejemplo Monografía topografía de pozos.

Con respecto a las captaciones superficiales se comenzaron los trabajos basados en el diagrama unifilar de la Junta de Vigilancia del Río Copiapó. El punto de partida fue en la Estación Fluviométrica "La Puerta" de la DGA, Sector la Puerta, donde comienza el canal La Turbina. En terreno se registraron bocatomas, compuertas de admisión, obras de desvío, obras de toma, sección de control y vértices.

Uno de los resultados de este trabajo es la actualización del diagrama unifilar de la Junta de Vigilancia (Anexo G).

En la Figura 3-3 se muestran unas fotos tomadas en terreno a modo de ejemplo. Es importante mencionar que estas fotografías fueron georreferenciadas y se pueden visualizar en el SIG del proyecto.



Figura 3-3: Fotografías de captaciones superficiales

### **Actividades en terreno**

#### a) Captaciones Subterráneas

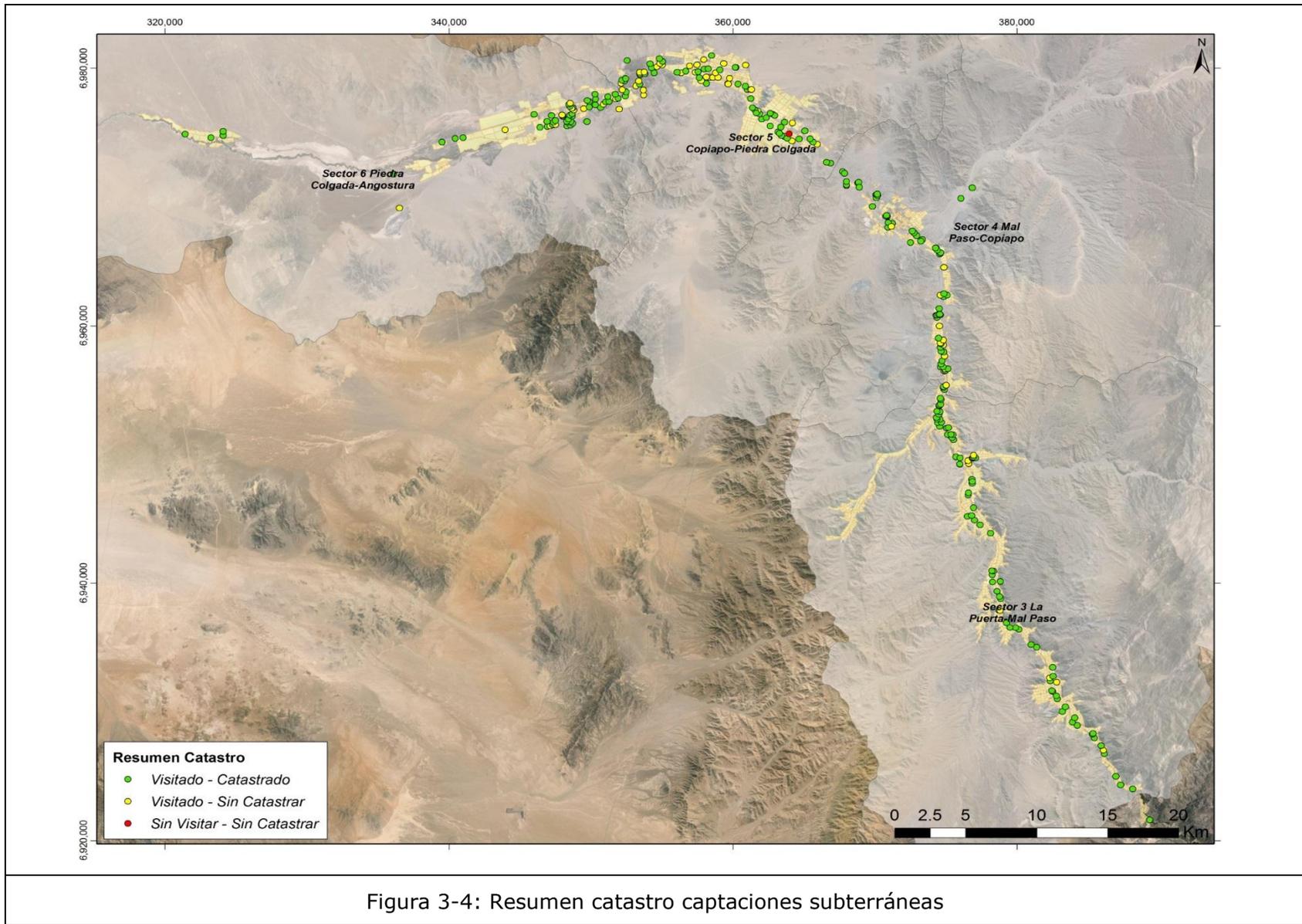
Hasta el día 21 de noviembre se visitaron 423 captaciones de un total de 442, de las cuales 299 pudieron ser catastradas. En la Tabla 3-4 se muestra un resumen del trabajo realizado en terreno. Se observa que en todos los sectores se visitó sobre el 99% del total de las captaciones. En cuanto a las captaciones catastradas, se logró completar el 68% del total.

Cabe señalar que en los sectores 3 y 4, se visitaron 200 captaciones equivalentes a 240 usuarios. Por su parte, en los sectores 5 y 6, se visitaron 241 captaciones, equivalentes a 301 usuarios.

Tabla 3-4: Catastro de captaciones

<b>Sector</b>	<b>Total captaciones</b>	<b>Captaciones visitadas</b>	<b>% Captaciones visitadas</b>	<b>Captaciones catastradas</b>	<b>% Captaciones catastradas</b>
3	97	96	99	86	89
4	104	104	100	89	86
5	130	130	100	78	60
6	111	110	99	59	53
<b>Total</b>	<b>442</b>	<b>423</b>	-	<b>299</b>	-

En la Figura 3-4 se puede visualizar el resumen del catastro de las captaciones, en donde se muestra que en el sector 5 y 6 se concentraron las captaciones que fueron visitadas pero que no pudieron ser catastradas.



## b) Captaciones Superficiales

Desde el Sector La Puerta hasta el fin de la jurisdicción de la Junta de Vigilancia del Río Copiapó se catastraron un total de 53 canales, de los cuales 8 no estaban operativos. En la Tabla 3-5 se muestra un resumen de las obras catastradas. Es importante mencionar que en su mayoría las obras se encontraban en buen estado, aun cuando algunos canales estaban sin revestimiento.

Tabla 3-5: catastro de captaciones superficiales Junta de Vigilancia

<b>Tipo de Obra</b>	<b>Nº</b>	<b>Estado General</b>
Bocatomas	17	Bueno
Compuerta de admisión	57	Bueno
Obra de desvío	1	Bueno
Obra de toma	4	Bueno
Sección de control	37	Bueno
Vértices	38	Bueno
<b>Total</b>	<b>514</b>	

Respecto a los sectores 5 y 6, el escenario era totalmente opuesto fundamentalmente por la falta de información. Se lograron encontrar 6 canales, de los cuales 2 estaban en regulares condiciones y otros 4 tenían indicios de haber sido un canal (huella).

### **Dificultades en actividades de terreno**

Las principales dificultades encontradas en terreno, y que influyeron en que no se pudiera catastrar el total esperado, fueron:

- No se encontraron las captaciones debido a posibles traslados de punto de captación.
- Encargados del predio no tenían la información de todas las captaciones a su cargo.
- No se encontraron moradores en los predios. Se realizaron dos visitas y no se tuvo respuesta. Este problema se presenta especialmente en los sectores 5 y 6, dado que hay muchas parcelas de agrado.
- A pesar de las coordinación con las empresas, existieron ocasiones que se logró visitar sólo 3 pozos en el día.
- Algunos usuarios no dieron información de uso de las aguas de los canales, ya que se enfocaban más a las captaciones subterráneas.
- En sector 5 y 6 la coordinación con la CASUB fue más lenta de la esperada, no pudieron entregar información de sus usuarios.

En cuanto al catastro de los canales, los principales problemas detectados son:

- Muchos canales de los sectores 3 y 4 se encontraron entubados no teniendo claridad de su trazado.
- En otros sectores la vegetación es muy densa y no se logró hacer un seguimiento continuo del canal.
- Para el canal San Fernando y sus derivados fue necesario recorrerlo en conjunto con el celador. Estos pasan por parcelas y las personas no daban los permisos correspondientes.

- No hay información de los canales de los sectores 5 y 6 dado que no están bajo la administración de la Junta de Vigilancia.

### 3.3 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN CATASTRADA

En este capítulo se presenta la sistematización de la información generada en gabinete. Con la información recolectada en terreno se realizó un análisis del uso del agua y de las brechas que existen entre la información contenida en el CPA con la información recolectada en terreno.

#### 3.3.1 Sistematización información Etapa I y catastro en terreno

Se procedió a realizar un cruce de información entre la base generada en la Etapa I y el catastro en terreno. Al realizar el cruce, y en base a las observaciones de terreno, se pudo depurar la base generada en la Etapa I.

##### Uso del agua subterránea

De acuerdo a los datos recolectados en terreno, se tiene información de uso de agua de 320 captaciones. Del total, el 38% de las captaciones se usan para riego, mientras que el 12% es usado para minería. Además, el 43% está sin uso actualmente (Tabla 3-6).

Tabla 3-6: Uso del agua subterránea por sector acuífero

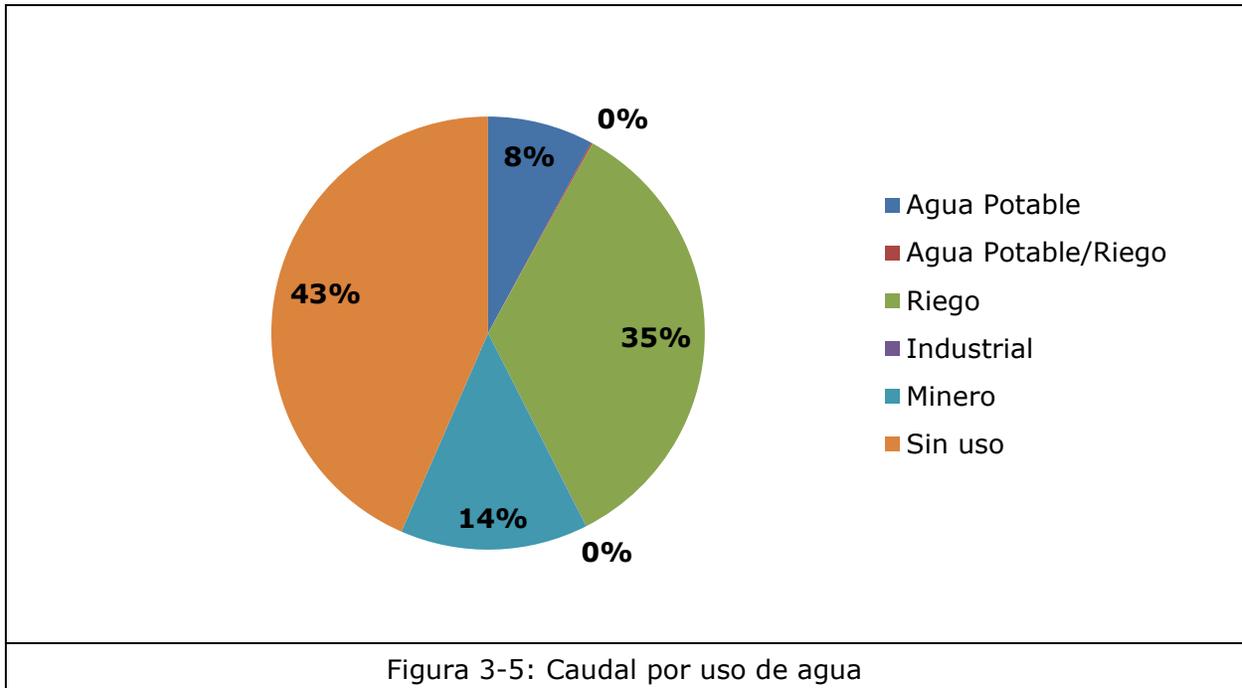
Uso	N° de captaciones					
	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Sector 6	Total	% Total
Agua Potable	4	7	6	1	18	6%
Agua Potable/Riego				3	3	1%
Riego	45	6	34	38	123	38%
Industrial		1			1	0%
Minero	8	28	3		39	12%
Sin uso y/o abandonado	25	43	44	24	136	43%
Total	82	85	87	66	320	100%

En la Tabla 3-7 se muestra el caudal otorgado y en trámite por uso del agua para cada sector. El sector 4 es el que tiene más caudal otorgado, principalmente para uso minero. Cabe señalar que el 54% del caudal en el sector 4 no está en uso. En cuanto al uso riego, éste se concentra en el sector 3, equivalente a un 55% del total del caudal destinado a riego.

Tabla 3-7: Caudal por uso del agua

Uso	Caudal Otorgado (L/s)				Caudal en trámite (L/s)			
	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Sector 6	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Sector 6
Agua Potable	184	575	133	4				
Agua Potable/Riego				13				
Riego	2.132	238	820	685	162			13
Industrial		2						
Minero	250	1.113	72		93	40	23	
Sin uso	648	2.226	1.361	431				341
Total	3.214	4.154	2.386	1.133	255	40	23	354

En la Figura 3-5 se muestra la distribución del caudal por uso de agua. En la zona de estudio el 35% del agua está destinada a uso riego, mientras que el 14% a uso minero. Además el 43% está sin uso, principalmente porque los pozos están secos.



### 3.3.2 Identificación de brechas y/o errores en el catastro Público de Aguas

Para concluir, se identificaron brechas y errores que fueron encontrados en el CPA, además de algunas consideraciones respecto al levantamiento de información de terreno y el levantamiento en el CBR, SAG y Juzgado de Letras.

#### Identificación de brechas y/o errores en el CPA:

- 28 expedientes contenidos en el CPA tenían información de caudal distinta a la Resolución de constitución del derecho.
- En la base del CPA se identificaron varios cambios de punto de captación (expedientes VPC), lo que significa que hubo un reemplazo total o parcial de un derecho original (ND). De acuerdo a lo anterior, es importante contar con una base de datos que detalle el historial de los derechos, de manera de tener claridad en las captaciones que debieran estar actualmente en uso.
- El CPA entrega información original de la solicitud ingresada y por lo tanto, al realizarse una revisión y posterior trabajo de actualización, no es posible reflejarlo en el sistema porque escapa a su función. Por lo anterior, es importante que la DGA cuente con un sistema más amigable que permita utilizar la información actualizada en estudios realizados.

**Del levantamiento de información en terreno se observa lo siguiente:**

- Las personas manifestaron su descontento por la cantidad de estudios realizados en la zona y que, pese a esto, no se observan cambios sustanciales en la gestión del recurso hídrico. Por lo anterior, al principio del estudio no existía buena disposición para atender al consultor, teniendo que recurrir a las comunidades de agua de los sector 3, 4, 5 y 6.
- Entre las empresas que no se logró contacto para realizar el catastro se encuentran Anglo American Norte y Soc. Agroindustrial e Inmobiliaria Los Mamoros Ltda.
- Existieron empresas con las cuales se logró contacto, pero cuando se realizó la visita no contaban con toda la información relevante y necesaria para la encuesta (profundidad de la captación, diámetro, año de construcción, entre otros), por lo que el compromiso adquirido fue enviarla vía email. Las empresas que no enviaron esta información fueron Aguas Chañar S.A. y Frutícola Exportadora Atacama Ltda.
- Se encontraron 33 captaciones que no lograron asociarse con alguno de los expedientes contenidos en el CPA. Esta información está detallada en el ANEXO A: Sistematización Información Catastrada y CPA.
- Existen 3 captaciones que actualmente se encuentran denegadas y una de ellas está en uso. Asimismo, existen 2 captaciones con derechos provisorios/caducados, en los cuales uno de ellos está actualmente en uso.

**De la información en el CBR y Juzgado de Letras se menciona lo siguiente:**

- Existen 608 derechos de aprovechamiento "originales" inscritos a partir de 1942. Se observa que, del total de inscripciones originales efectuadas, 511 fueron efectuadas a partir de 1980 en adelante y 97 desde 1942 a 1979.
- El CPA registra un total de 355 resoluciones constitutivas. El mayor volumen de ellas se sitúa a partir de los años 1980 en adelante.
- De los 355 derechos registrados en el CPA, sólo 205 tienen información de Registro Propiedad, debiendo ser incorporada al CPA la información faltante que mediante el presente estudio se ha levantado.
- 19 regularizaciones con sentencia favorable han sido inscritas en el Registro de Propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces respectivo.
- Los derechos distribuidos y asignados por Resoluciones SAG N°s 1907 y 1919, ambas de 9 de septiembre de 1987, se encuentran inscritos.
- Existe un universo de 608 derechos de agua inscritos "originalmente" los cuales, después de las diversas transmisiones y transferencias de dominio, arrojan un universo actual total de 2.346 inscripciones de derechos de aprovechamiento de aguas existentes. 1.738 de ellos corresponden a mutaciones en el dominio.
- El 70% de los derechos inscritos originalmente han sufrido mutaciones en el dominio entre 4 a 5 veces por cada derecho.