



**ACTUALIZACIÓN**  
**PLAN NACIONAL DE ESTUDIOS ACUÍFEROS**

REALIZADO POR:  
**DIVISIÓN DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN**

S.D.T. N° 381

SANTIAGO, JUNIO DE 2015

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1-3</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>2-4</b>
2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	2-4
<b>3. DIAGNÓSTICO DEL PLAN ANUAL DE EVALUACIÓN DE FUENTES DE AGUAS (2010).....</b>	<b>3-5</b>
3.1. AVANCES PERÍODO 2010 - 2015.....	3-10
3.2. BRECHAS DE INFORMACIÓN VIGENTES .....	3-19
<b>4. ACTUALIZACIÓN DEL PLAN 2010.....</b>	<b>4-25</b>
4.1. CRITERIOS Y METODOLOGÍA DE PRIORIZACIÓN DE ACUÍFEROS .....	4-25
4.1.1. <i>Tipos de acuíferos a considerar .....</i>	<i>4-25</i>
4.1.2. <i>Criterios de valoración .....</i>	<i>4-26</i>
4.2. NÓMINA DE LOS PRINCIPALES ACUÍFEROS CON REQUERIMIENTOS DE INFORMACIÓN.....	4-34
4.2.1. <i>Acuíferos considerados en el Plan 2010.....</i>	<i>4-34</i>
4.2.2. <i>Acuíferos no considerados en el Plan 2010 .....</i>	<i>4-35</i>
4.2.3. <i>Nomina actualizada de acuíferos con requerimientos de estudios .....</i>	<i>4-37</i>
4.3. TIPOS DE ESTUDIOS REQUERIDOS .....	4-38
<b>5. PLAN DE ACCIÓN PERÍODO 2016 - 2020 .....</b>	<b>5-43</b>

## **1. INTRODUCCIÓN**

La División de Estudios y Planificación (DEP) es una unidad técnica transversal al quehacer de la Dirección General de Aguas (DGA) cuyos principales ámbitos de acción son la evaluación de fuentes de agua, el análisis de proyectos específicos que impactan los recursos hídricos y el medioambiente, y la revisión de los instrumentos y criterios institucionales de la Dirección para proponer mejoras y orientar lineamientos, tanto de ámbito técnico, normativo y legal.

Con respecto a la evaluación de fuentes de agua, en 2010 la División publicó el Plan Anual de Evaluación de Fuentes de Aguas, cuyo objetivo central fue el establecimiento de un programa de carácter indicativo para la mejora del conocimiento de los recursos hídricos subterráneo del país, específicamente.

Durante los últimos años se han llevado a cabo diferentes estudios, según las directrices establecidas en el Plan (2010) y según los nuevos requerimientos de información asociados, principalmente, a la resolución de solicitudes de aprovechamiento de aguas. Así, gran parte de las brechas identificadas en 2010 han sido cubiertas total o parcialmente.

No obstante, considerando la actual realidad hídrica nacional, los nuevos requerimientos de información y los aspectos ambientales asociados a la explotación de aguas subterráneas, entre otras cosas, se hace imprescindible actualizar el Plan, proporcionando nuevas directrices para avanzar en el estudio de los acuíferos del país de manera ordenada y optimizando los recursos disponibles.

En esta Actualización del Plan Nacional de Estudios Acuíferos se establece un marco general a partir del cual se formulará un programa o plan de acción de carácter indicativo para la mejora del conocimiento de los recursos hídricos subterráneos de país, con un horizonte de 5 años (período 2016-2020).

## **2. OBJETIVOS**

El objetivo principal de la Actualización del Plan Nacional de Estudios Acuíferos es establecer un marco general a partir del cual se formule un programa o plan de acción de carácter indicativo para la mejora del conocimiento de los recursos hídricos subterráneos de país, con un horizonte de 5 años.

### **2.1. Objetivos específicos**

Para alcanzar el objetivo general de la Actualización del Plan Nacional de Estudios Acuíferos se plantean los siguientes objetivos específicos.

- i) Disponer de un diagnóstico sobre el estado actual del conocimiento de los acuíferos de Chile.
- ii) Disponer de una herramienta de planificación para el desarrollo de estudios de acuíferos para el período 2016-2020.

### **3. DIÁGNOSTICO DEL PLAN ANUAL DE EVALUACIÓN DE FUENTES DE AGUAS (2010)**

En 2010 la División de Estudios y Planificación (DEP) de la Dirección General de Aguas (DGA) publicó el Plan Anual de Evaluación de Fuentes de Aguas, cuyo objetivo central fue el establecimiento de un programa de carácter indicativo para la mejora del conocimiento de los recursos hídricos subterráneo del país. En él se establecieron cuatro tipos de sistemas acuíferos, según sus características hidrogeológicas, importancia ambiental, nivel de explotación y la necesidad de estudios para avanzar en el conocimiento de su funcionamiento.

**Tabla 1.** Tipos de acuíferos considerados en el Plan Anual de Evaluación de Fuentes de Aguas (2010)

<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
Acuíferos Tipo 1	Acuíferos con escasa información y baja explotación
Acuíferos Tipo 2	Cuencas con cierto nivel de explotación y criticidad media
Acuíferos Tipo 3	Acuíferos con alto nivel de explotación
Acuíferos Tipo 4	Sistemas sujetos a monitoreo derivada de condicionamientos

A continuación, se describen los 4 tipos de acuíferos considerados, junto a los requerimientos de información establecidos en el Plan.

#### **Acuíferos Tipo 1: Acuíferos con escasa información y baja explotación**

Los acuíferos Tipo 1 se asociaron a las cuencas que hasta 2010 no poseían explotación y donde, sin embargo, se previó un alto interés por explotación futura que eventualmente generaría impactos ambientales importantes. Los acuíferos que cumplían con estas características fueron principalmente las cuencas altiplánicas de la zona norte (19 acuíferos priorizados, Figura 1).

Los requerimientos de información se restringieron a estudios que aportaran con antecedentes generales, inicialmente, siguiendo con una estimación de la recarga en forma simplificada y, posteriormente, con evaluaciones más detalladas.

### **Acuíferos Tipo 2: Cuencas con cierto nivel de explotación y criticidad media**

Hasta 2010, algunas de las cuencas del país habían avanzado en el otorgamiento de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas sólo de acuerdo a un análisis local, que involucraba la evaluación de la disponibilidad a nivel de la fuente a través de una prueba de bombeo. Este procedimiento es válido para acuíferos que presentan montos de explotación moderada, donde no existen potenciales impactos ambientales producto de la explotación de aguas subterráneas, ya que no existen zonas de alto valor ambiental (9 acuíferos priorizados, Figura 1).

El requerimiento de información para este tipo de acuíferos se restringió al desarrollo de un balance hídrico que permitiera establecer los montos de recarga asociados. Esto último, con el fin de poner una restricción al otorgamiento de derechos de agua subterránea y generar una situación sustentable para el acuífero y la explotación de terceros.

### **Acuíferos Tipo 3: Acuíferos con alto nivel de explotación**

Hasta 2010 se había identificado un número importante de cuencas con una alta explotación de aguas subterráneas, principalmente en el norte del país (6 acuíferos priorizados, Figura 2). En estos sectores el otorgamiento de nuevos derechos puede generar afectación de derechos a terceros o impactos ambientales en zonas de alto valor ambiental. En general, en estas zonas no es posible el otorgamiento de nuevos derechos de aprovechamiento de agua en carácter definitivo y/o provisional, dado que se encuentran al límite de la explotación.

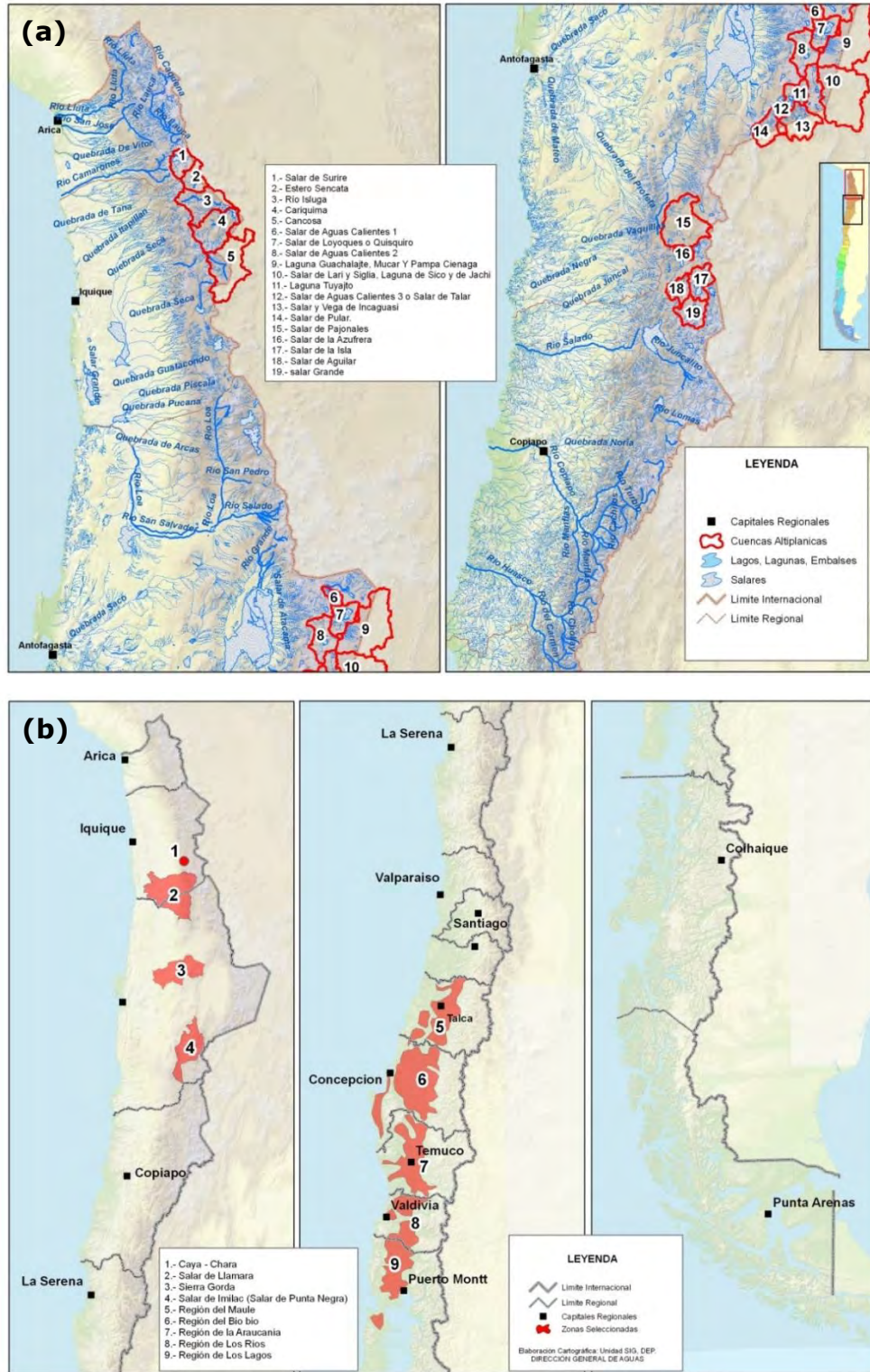
El análisis de este tipo de acuíferos se enfocó en el desarrollo de modelos de gestión que permitieran modificar o flexibilizar la forma de extracción del recurso, buscando lograr sustentabilidad de largo plazo.

#### **Acuíferos Tipo 4: Sistemas sujetos a monitoreo derivado de condicionamientos**

Se denominó como acuíferos Tipo 4 a aquellos acuíferos con explotación intensiva, donde se identificó una demanda ambiental de zonas sensibles que, además, fueron protegidas mediante algún tipo de instrumento de seguimiento ambiental (6 acuíferos priorizados, Figura 2). Este tipo de seguimientos se han requerido principalmente en la zona norte de Chile. En este tipo de acuíferos, la DGA ha participado estableciendo umbrales ambientales que limitan la explotación de los acuíferos, de acuerdo a 2 tipos de instrumento:

- i) En el marco del sistema de evaluación de impacto ambiental (SEIA), donde a través de una Resolución de Calificación Ambiental (RCA) se establece los umbrales de explotación de agua subterránea y las medidas de compensación y mitigación de los potenciales impactos.
- ii) A través del otorgamiento de derechos de agua subterránea supeditados a la implementación de un Plan de Alerta Temprana (PAT). Este es un instrumento de carácter operativo que se emplea en el manejo de acuíferos bajo explotación intensiva.

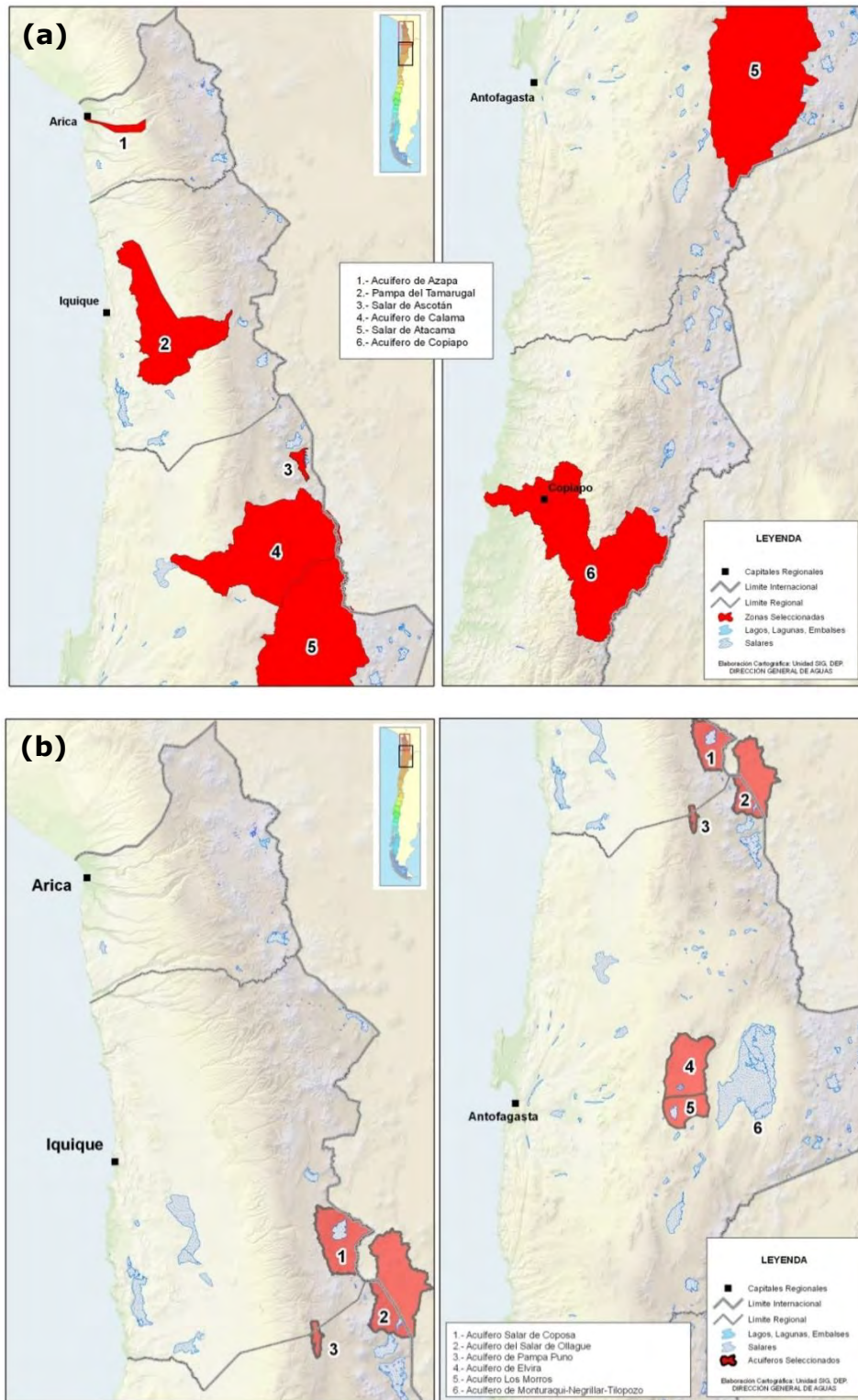
En estos acuíferos se estableció la necesidad de sistematizar y procesar la información generada con el objeto de lograr un seguimiento más oportuno y a su vez aprovechar la información para la mejora de los criterios e hipótesis técnicas de trabajo.



**Figura 1.** Delimitación de acuíferos Tipo 1 (a) y Tipo 2 (b).

**Fuente:** Plan de evaluación de fuentes de aguas (DGA/DEP, 2010)





**Figura 2.** Delimitación de acuíferos Tipo 3 (a) y Tipo 4 (b).

**Fuente:** Plan anual de evaluación de fuentes de aguas (DGA/DEP, 2010)

### 3.1. Avances período 2010 - 2015

Durante el período 2010-2015 se realizó una serie de estudios que permitieron avanzar en el conocimiento de los sistemas acuíferos priorizados en el Plan Anual de Evaluación de Fuentes de Aguas (2010).

En los acuíferos del **Tipo 1** (acuíferos con escasa información y baja explotación) se determinó la recarga asociada a 3 de los 19 acuíferos identificados (río Isluga, Cariquima y Cancosa) y se realizó un levantamiento de información hidrogeológica en otros 3 (Salar de Aguas Calientes 1, Salar de Aguas Calientes 2 y laguna Tuyajto). Además, actualmente, se encuentran en estudio las cuencas alto-andinas de la región de Atacama (instalación de estaciones hidrometeorológicas, estimación de flujos subterráneos, etc.), de las cuales los salares de La Azufrera, La Isla, De Aguilar y Grande, corresponden al Tipo 1 (Tabla 2).

En los acuíferos del **Tipo 2** (cuencas con cierto nivel de explotación y criticidad media) se registraron los mayores avances. En las regiones VII a X se realizaron campañas de terreno que permitieron, entre otras cosas, contar con una descripción hidrogeológica preliminar de los principales sistemas acuíferos. Además, se desarrollaron los primeros modelos conceptuales que permitieron la implementación de modelos numéricos en acuíferos de interés. Se evaluó la mejora de la red piezométrica y se definieron Sectores Hidrogeológicos de Aprovechamiento Común, según la evolución de las solicitudes de derechos de aprovechamiento de aguas (Tabla3).

En los acuíferos del **Tipo 3** (acuíferos con alto nivel de explotación) se avanzó en el conocimiento hidrogeológico de los sistemas de Azapa, Calama, Pampa del Tamarugal, Salar de Atacama y Copiapó, principalmente en lo referido a levantamientos de información y actualización del balance hídrico. Además, se definieron Sectores Hidrogeológicos de Aprovechamiento común en el valle de

Azapa y se avanzó en herramientas de gestión del recurso hídrico en las regiones de Tarapacá, Antofagasta y Atacama, que albergan a los principales acuíferos del Tipo 3 (Tabla4).

Finalmente, en los acuíferos del **Tipo 4**, se sistematizó la información contenida en los PAT de los acuíferos de Elvira - Los Morros, Ollagüe, Pampa Puno y Monturaqui-Negrillar-Tilopozo (Tabla 5).

A continuación, se sintetizan los avances del Plan Anual de Evaluación de Fuentes de Aguas, según el tipo de acuíferos considerados.

**Tabla 2.** Estudios realizados en acuíferos Tipo 1.

	<b>ACUÍFEROS</b>	<b>AVANCES</b>	<b>ESTUDIOS ASOCIADOS</b>
1	Salar de Surire	Sin avances relevantes	---
2	Estero Sencata	Sin avances relevantes	---
3	Río Isluga	Estimación preliminar de recarga media anual	Estimación de recargas en cuencas altiplánicas y precordilleranas de vertiente pacífica (2011)
4	Cariquima	Estimación preliminar de recarga media anual	Estimación de recargas en cuencas altiplánicas y precordilleranas de vertiente pacífica (2011)
5	Cancosa	Estimación preliminar de recarga media anual	Estimación de recargas en cuencas altiplánicas y precordilleranas de vertiente pacífica (2011)
6	Salar de Aguas Caliente 1	Levantamiento hidrogeológico e implementación de estaciones meteorológicas	Levantamiento hidrogeológico para el desarrollo de nuevas fuentes de agua en áreas prioritarias de la zona norte de Chile (2009)
7	Salar de Loyoques o Quisquiro	Sin avances relevantes	---
8	Salar de Aguas Calientes 2	Levantamiento hidrogeológico e implementación de estaciones meteorológicas	Levantamiento hidrogeológico para el desarrollo de nuevas fuentes de agua en áreas prioritarias de la zona norte de Chile (2009)
9	Laguna Guachalajte, Mucar y Pampa Ciénaga	Sin avances relevantes	---

**Tabla 2 (continuación).** Estudios realizados en acuíferos Tipo 1.

	<b>ACUÍFEROS</b>	<b>AVANCES</b>	<b>ESTUDIOS ASOCIADOS</b>
10	Salar de Lari y Sigila, Laguna de Sico y de Jachi	Sin avances relevantes	---
11	Laguna Tuyajto	Levantamiento hidrogeológico e implementación de estaciones meteorológicas	Levantamiento hidrogeológico para el desarrollo de nuevas fuentes de agua en áreas prioritarias de la zona norte de Chile (2009)
12	Salar de Aguas Calientes 3 (Salar de Tara)	Sin avances relevantes	---
13	Salar y Vega de Incaguasi	Sin avances relevantes	---
14	Salar de Pular	Sin avances relevantes	---
15	Salar de Pajonales	Implementación de estaciones meteorológicas	Levantamiento hidrogeológico para el desarrollo de nuevas fuentes de agua en áreas prioritarias de la zona norte de Chile (2009)
16	Salar de La Azufrera	Instalación de sensores hidrometeorológicos; muestreo y análisis isotópico; catastro de pozos; estimación de flujos subterráneos;	Diagnóstico de disponibilidad hídrica en las cuencas alto-andinas de la Región de Atacama, Fase I y II (2013, 2015);
17	Salar de La Isla	Instalación de sensores hidrometeorológicos; muestreo y análisis isotópico; catastro de pozos; estimación de flujos subterráneos;	Diagnóstico de disponibilidad hídrica en las cuencas alto-andinas de la Región de Atacama, Fase I y II (2013, 2015);
18	Salar de Aguilar	Instalación de sensores hidrometeorológicos; muestreo y análisis isotópico; catastro de pozos; estimación de flujos subterráneos;	Diagnóstico de disponibilidad hídrica en las cuencas alto-andinas de la Región de Atacama, Fase I y II (2013, 2015);
19	Salar grande	Instalación de sensores hidrometeorológicos; muestreo y análisis isotópico; catastro de pozos; estimación de flujos subterráneos;	Diagnóstico de disponibilidad hídrica en las cuencas alto-andinas de la Región de Atacama, Fase I y II (2013, 2015);

**Tabla 3.** Estudios realizados en acuíferos Tipo 2.

	<b>ACUÍFEROS</b>	<b>AVANCES</b>	<b>ESTUDIOS ASOCIADOS</b>
1	Caya - Chara	Sin avances relevantes	---
2	Salar de Llamara	Actualización de la recarga y disponibilidad de agua	Reevaluación de los recursos hídricos subterráneos del salar de Llamara (2009)
3	Sierra Gorda	Actualización de la recarga y disponibilidad de agua	Evaluación de los recursos hídricos subterráneos del acuífero de Sierra Gorda (2012)
4	Salar de Imilac (Salar de Punta Negra)	Sin avances relevantes	---
5	Región del Maule	i) Propuesta de red de aguas subterráneas; ii) Modelación conceptual y balance hídrico acuífero del río Maule; iii) Modelo numérico acuífero del río Maule; iv) Levantamiento de información hidrogeológica y modelación numérica río Mataquito v) Levantamiento de información hidrogeológica y modelación numérica en estero Los Puercos; vi) Levantamiento de información hidrogeológica y modelación numérica acuífero río Cauquenes; vii) Disponibilidad en esteros Belco y el Arenal; viii) Definición de SHAC y estimación preliminar de la recarga; ix) Diagnóstico Plan Regional de Recursos Hídricos;	i) Mejoramiento y ampliación de red de aguas subterráneas, VII a X 2010); ii) Balance hídrico preliminar acuífero río Maule (2011); iii) Modelación hidrogeológica cuenca río Maule (DGA, 2011); iv) Estudio hidrogeológico cuenca del río Mataquito (2012) v) Modelación hidrogeológica cuenca estero Los Puercos (2013); vi) Modelación hidrogeológica de la cuenca del río Cauquenes (2013); vii) Estimación de la oferta hídrica en las cuencas de los esteros Belco y El Arenal (2013); viii) Estimación de la recarga y determinación de SHAC - regiones VII a X (2014); ix) Diagnóstico Plan Regional de Recursos Hídricos (2015);
6	Región del Biobío	i) Propuesta red de aguas subterráneas; ii) Levantamiento de información hidrogeológica, estimación de la recarga y modelación conceptual acuíferos de los ríos Itata y Biobío; iii) Levantamiento de información hidrogeológica y modelación numérica del Itata-bajo; iv) Levantamiento de información hidrogeológica y modelación conceptual en cuencas pluviales y modelación numérica en acuífero de Talcahuano; v) Definición de SHAC y estimación preliminar de la recarga;	i) Mejoramiento y ampliación de red de aguas subterráneas, VII a X (2010); ii) Estudio hidrogeológico cuencas Biobío e Itata (2011); Estudio hidrogeológico cuenca Biobío (2012); iii) Modelación hidrogeológica cuenca Itata bajo (2013); iv) Levantamiento hidrogeológico en cuencas pluviales costeras en la VI y VIII (2013); v) Estimación de la recarga y determinación de SHAC - regiones VII a X (2014);

**Tabla 3 (continuación).** Estudios realizados en acuíferos Tipo 2.

	<b>ACUÍFEROS</b>	<b>AVANCES</b>	<b>ESTUDIOS ASOCIADOS</b>
7	Región de la Araucanía	i) Propuesta aguas subterráneas; ii) Definición de SHAC y estimación preliminar de la recarga iii) Levantamiento de información hidrogeológica; calidad de aguas; modelación conceptual y numérica;	i) Mejoramiento y ampliación de red de aguas subterráneas, VII a X (2010); ii) Estimación de la recarga y determinación de SHAC - regiones VII a X (2014) iii) Estudio Hidrogeológico Región de la Araucanía (2015 - en desarrollo);
8	Región de Los Ríos	i) Propuesta red aguas subterráneas; ii) Levantamiento de información hidrogeológica, modelación conceptual y modelación numérica del acuífero del río Bueno; iii) Definición de SHAC y estimación preliminar de la recarga; iv) levantamiento Geofísica; sectorización de acuíferos; desarrollo de modelos conceptuales y numéricos;	i) Mejoramiento y ampliación de red de aguas subterráneas, VII a X (2010); ii) Estudio cuencas principales región de Los Ríos (2012); iii) Estimación de la recarga y determinación de SHAC - regiones VII a X (2014); iv) Investigación modelación hidrogeológica en acuíferos prioritarios, Región de Los Ríos (2015 - en desarrollo);
9	Región de Los Lagos	i) Propuesta red aguas subterráneas; ii) Definición de SHAC y estimación preliminar de la recarga;	i) Mejoramiento y ampliación de red de aguas subterráneas, VII a X (2010); ii) Estimación de la recarga y determinación de SHAC - regiones VII a X (2014);

**Tabla 4.** Estudios realizados en acuíferos Tipo 3.

	<b>ACUÍFEROS</b>	<b>AVANCES</b>	<b>ESTUDIOS ASOCIADOS</b>
1	Acuífero de Azapa	i) estrategias de manejo sustentable; ii) mejora del modelo conceptual; iii) definición de SHAC.	i) Definición de estrategias de manejo sustentable para el acuífero de Azapa (2009); ii) Evaluación de recursos incrementales aportados al valle de Azapa derivados de aguas subterráneas del acuífero del río Lauca (2011); iii) Determinación del sector hidrogeológico de aprovechamiento común, zona de prohibición valle de Azapa (2014);
2	Acuífero de Calama	i) Levantamiento de información hidrogeológica, hidroquímica, modelo conceptual y número del Loa medio; ii) levantamiento de información geofísica;	i) Estudio acuífero de Calama sector medio del río Loa (2012); ii) Levantamiento de información hidrogeológica región de Antofagasta (2013)



**Tabla 4 (continuación).** Estudios realizados en acuíferos Tipo 3.

	<b>ACUÍFEROS</b>	<b>AVANCES</b>	<b>ESTUDIOS ASOCIADOS</b>
3	Salar de Ascotán	Sin avances relevantes	---
4	Pampa del Tamarugal	i) Levantamiento de información hidrogeológica, modelación conceptual y recomendaciones de monitoreo; ii) Levantamiento de información geofísica; iii) Levantamiento de información, instalación de estaciones meteorológicas y modelo hidrológico; iv) Plan Maestro; v) Levantamiento de información hidrogeológica, estimación preliminar de la recarga y diseño de red de monitoreo en quebradas aportantes.	i) Levantamiento de información hidrogeológica para la modelación del acuífero de Pica - Pampa del Tamarugal (2012); ii) Levantamiento de información geofísica en la Región de Tarapacá (2013); iii) Análisis de los recursos hídricos de la quebrada de Aroma (2013); iv) Plan Maestro de Recursos Hídricos (2013); v) Investigación y análisis de los mecanismo de recarga de la Pampa del Tamarugal (2014).
5	Salar de Atacama	i) balance hídrico de las cuencas aportantes al salar; ii) Sectorización y determinación de la oferta hídrica; iii) actualización del balance hídrico; iv) levantamiento de información hidrogeológica, instalación de lisímetros y modelación conceptual;	i) Actualización de la evaluación de la disponibilidad de recursos hídricos para constituir derechos de aprovechamiento en las subcuencas aportantes al Salar de Atacama (2010); ii) Evaluación de los recursos hídricos subterráneos del acuífero del Salar de Atacama (2012); iii) Análisis de la oferta hídrica Salar de Atacama (2013); iv) Análisis de los mecanismos de evaporación y evaluación de los recursos hídricos del Salar de Atacama (2014).
6	Acuífero de Copiapó	i) Plan de Gestión de Cuenca; ii) Análisis integrado de gestión; iii) Análisis red de aguas subterráneas; iv) Catastro de usos y usuarios;	i) Plan de gestión de la cuenca del río Copiapó (2010); ii) Análisis Integrado de Gestión en Cuenca del Río Copiapó (2010); iii) Análisis crítico de la red de aguas subterráneas acuífero Copiapó (2012); Delimitación SHAC, Áreas de Restricción y Zonas de Prohibición, Acuífero del Río Copiapó (2012); iv) Catastro de usos y usuarios del agua de Copiapó, Sector La Puerta - Angostura (2015);

**Tabla 5.** Estudios realizados en acuíferos Tipo 4.

	<b>ACUÍFEROS</b>	<b>AVANCES</b>	<b>ESTUDIOS ASOCIADOS</b>
1	Salar de Coposa	Sin avances relevantes	---
2	Acuífero de Elvira-Los Morros	Sistematización de información generada en los PAT y diagnóstico preliminar de su estado.	Análisis preliminar de Planes de Alerta Temprana con Condicionamiento de Derechos (2012)
3	Salar de Ollagüe	Sistematización de información generada en los PAT y diagnóstico preliminar de su estado.	Análisis preliminar de Planes de Alerta Temprana con Condicionamiento de Derechos (2012)
4	Acuífero Pampa Puno	Sistematización de información generada en los PAT y diagnóstico preliminar de su estado.	Análisis preliminar de Planes de Alerta Temprana con Condicionamiento de Derechos (2012)
5	Acuífero de Monturaqui-Negrillar-Tilopozo	Sistematización de información generada en los PAT y diagnóstico preliminar de su estado.	Análisis preliminar de Planes de Alerta Temprana con Condicionamiento de Derechos (2012)

### **Otros acuíferos estudiados**

El Plan Anual de Evaluación de Fuentes de Agua sentó las directrices para la formulación de estudios de aguas subterráneas en el período 2010-2015. No obstante, el Plan fue actualizado anualmente en virtud de dar cumplimiento a los requerimientos del Servicio, principalmente provenientes de las diferentes Direcciones Regionales y del Departamento de Administración de Recursos Hídricos (DARH). Los criterios que promovieron el estudio de nuevos acuíferos se fundamentan, principalmente, en la constitución de nuevos derechos de aprovechamiento de aguas (y solicitudes en tramitación), declaración de zonas de restricción/prohibición, identificación de brechas no detectadas en 2010 y la necesidad de mejorar el conocimiento de las aguas subterráneas del país para una adecuada toma de decisiones en el contexto de una Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH), todo esto dentro de un marco presupuestario acotado.



A modo de ejemplo, en la Tabla 6 se muestra la priorización de las iniciativas definidas en la planificación 2010-2013 de la DGA/DEP dentro del área de estudios orientados a la gestión de acuíferos.

**Tabla 6.** Actualización año 2012 del Plan Anual de Evaluación de Fuentes del Agua (M\$)

<b>Nombre Estudio</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>Total</b>
Metodología para la estimación de la recarga de cuencas altiplánicas y precordilleranas de vertiente pacífica en el norte de Chile, XV, I, II y III	35,000				<b>35,000</b>
Levantamiento de información hidrogeológica para Modelación integrada, cuenca río Maule	48,500				<b>48,500</b>
Análisis preliminar de niveles de aguas subterráneas	12,000				<b>12,000</b>
Análisis crítico de la red de niveles de acuíferos de Copiapó			34,300		<b>34,300</b>
Determinación de recarga de acuíferos altiplano y quebradas precordilleranas entre regiones XV y III		49,614	Informe Técnico		<b>49,614</b>
Investigación procesos hidrológicos cuencas representativas para desarrollo de modelos conceptuales			54,990		<b>54,990</b>
Análisis de balance hídrico en sectores acuíferos de mediana criticidad (5 acuíferos)				39,800	<b>39,800</b>
Análisis y seguimiento sectores acuíferos sujetos a condicionamiento de derechos (5 casos)			Informe Técnico	Informe Técnico	<b>0</b>
Desarrollo modelación integrada río Huasco				39,000	<b>39,000</b>
Modelación hidrogeológica detallada para gestión de 5 acuíferos críticos entre regiones XV y IV			56,000	42,581	<b>98,581</b>
Estudio hidrogeológico (modelación) río Maule		Informe Técnico			<b>0</b>
Estudio hidrogeológico (modelación) río Cauquenes				70,000	<b>70,000</b>
Estudio hidrogeológico estero Los Puercos				53,536	<b>53,536</b>
Estudio hidrogeológico sector seco costero, Región del Biobío				80,000	<b>80,000</b>
Estudio hidrogeológico (modelación) río Mataquito			59,875		<b>59,875</b>
Estudio hidrogeológico (modelación) río Biobío		41,505	49,000		<b>90,505</b>
Estudio hidrogeológico (modelación) río Itata		41,505			<b>41,505</b>
Estudio hidrogeológico (modelación) Región de Los Ríos			105,543		<b>105,543</b>
Modelación integrada para gestión Cuenca Río Maule					<b>0</b>
Modelación integrada para gestión Cuenca Río Mataquito					<b>0</b>
Modelación integrada para gestión Cuenca Biobío					<b>0</b>
Modelación integrada para gestión Cuenca Río Itata					<b>0</b>
<b>Total</b>	<b>95,500</b>	<b>132,624</b>	<b>359,708</b>	<b>324,917</b>	<b>912,749</b>

**Fuente:** Plan priorizado para gestión de acuíferos (DGA/DEP, diciembre 2012).

Dentro de los estudios adicionales identificados en las actualizaciones anuales del Plan del 2010 se encuentran los siguientes:

- i) **Acuífero de la cuenca del estero Casablanca:** Actualización de la modelación hidrogeológica e integrada de los acuíferos de la cuenca del estero Casablanca (2014).
- ii) **Cuencas alto-andinas de la región de Atacama:** Diagnóstico de disponibilidad hídrica en las cuencas alto-andinas de la Región de Atacama, Fase I y II (2013, 2015).
- iii) **Acuífero Isla de Pascua:** Caracterización hidrogeológica de Isla de Pascua (2010); Estudio Geofísico de TEM y nanoTEM Isla de Pascua (2010); Condiciones hidrogeológicas de Isla de Pascua (2011); Levantamiento topográfico y parámetros físico-químicos de fuentes de Agua Potable en Isla de Pascua (2012).
- iv) **Acuífero ríos Qulimarí-Choapa:** Investigación recarga artificial de acuíferos cuencas del río Choapa y Qulimarí, Región de Coquimbo (2012).
- v) **Acuífero de Ligua-Petorca:** Identificación de aguas subterráneas y estructuras de derivación de aguas en la zona de Ligua – Petorca (2011); Programa de diagnóstico de titulares de derechos de aprovechamiento de aguas de los acuíferos de los ríos La Ligua y Petorca (2012); Modelación hidrogeológica de los acuíferos de Ligua y Petorca (2014); Determinación de los Sectores Hidrogeológicos de Aprovechamiento Común, Áreas de Restricción, de los acuíferos de Ligua y Petorca (2014);

- vi) **Acuíferos de las cuencas pluviales costeras entre VI y VIII Región:** Levantamiento hidrogeológico de cuencas pluviales costeras en la Región del Libertador Bernardo O'Higgins y Región del Biobío (2013);
- vii) **Acuífero del río Lauca:** Evaluación de recursos incrementales aportados al valle de Azapa derivados de aguas subterráneas del acuífero del río Lauca (2011); Estimación de recargas en cuencas altiplánicas y precordilleranas de vertiente pacífica (2011).

### **3.2. Brechas de información vigentes**

A partir de la revisión de antecedentes (acápites 3.1 "Avances período 2010-2015), y en contraste con los requerimientos de información definidos en el Plan del 2010, se identificaron las brechas de información que, a la fecha, no han sido cubiertas.

#### **Acuíferos Tipo 1**

Las principales brechas de información se observan en los acuíferos del Tipo 1. Preliminarmente, los acuíferos identificados en 2010 mantendrán su carácter prioritario, a excepción de las cuencas alto-andinas de la región de Atacama, cuyo estudio se encuentra en una tercera etapa de avance (salares de La Azufrera, La Isla, De Aguilar y Grande).

#### **Acuíferos Tipo 2**

Los acuíferos del Tipo 2 (cuencas con cierto nivel de explotación y criticidad media) han sido estudiados intensivamente durante el período 2010-2015, especialmente los acuíferos de las regiones VII a X. Las brechas de información se concentran en los acuíferos del Norte Grande (Caya-Chara, Salar de Llamara, Sierra Gorda y Salar de Imilac), donde aún se requiere establecer la

recarga, o bien actualizar los montos estimados previamente. En los acuíferos de la zona sur la principal brecha consiste en consolidar la red piezométrica existente, que, a la fecha, es insuficiente para el quehacer de la DGA. Además, es importante mejorar la información hidrogeológica de los acuíferos de la Región de Los Lagos.

### **Acuíferos Tipo 3**

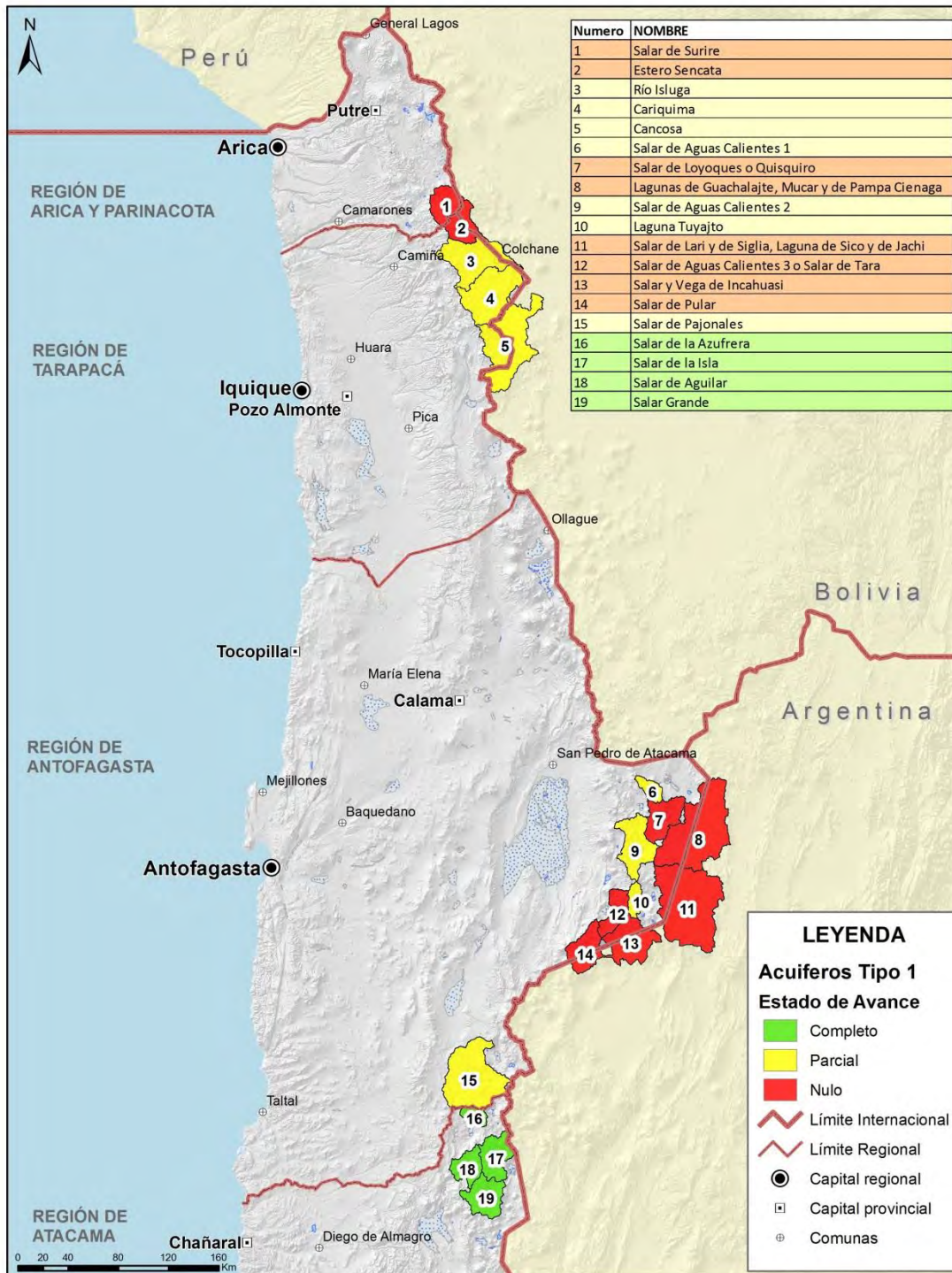
En los acuíferos del Tipo 3 (acuíferos con alto nivel de explotación) se ha avanzado en la actualización de la información hidrogeológica disponible; sin embargo, sólo en el acuífero de Azapa se definieron estrategias específicas para un manejo sustentable. En las regiones de Tarapacá y Atacama se han desarrollado planes regionales para mejorar la gestión de los recursos hídricos; asimismo, en la región de Antofagasta se trabaja actualmente en un plan regional con objetivos similares. Sin embargo, en los acuíferos con alto nivel de explotación aún es necesario establecer herramientas específicas que permitan una explotación sustentable en el largo plazo.

Dada la situación hídrica del país, es esencial actualizar la lista de los acuíferos considerados dentro de esta clasificación.

### **Acuíferos Tipo 4**

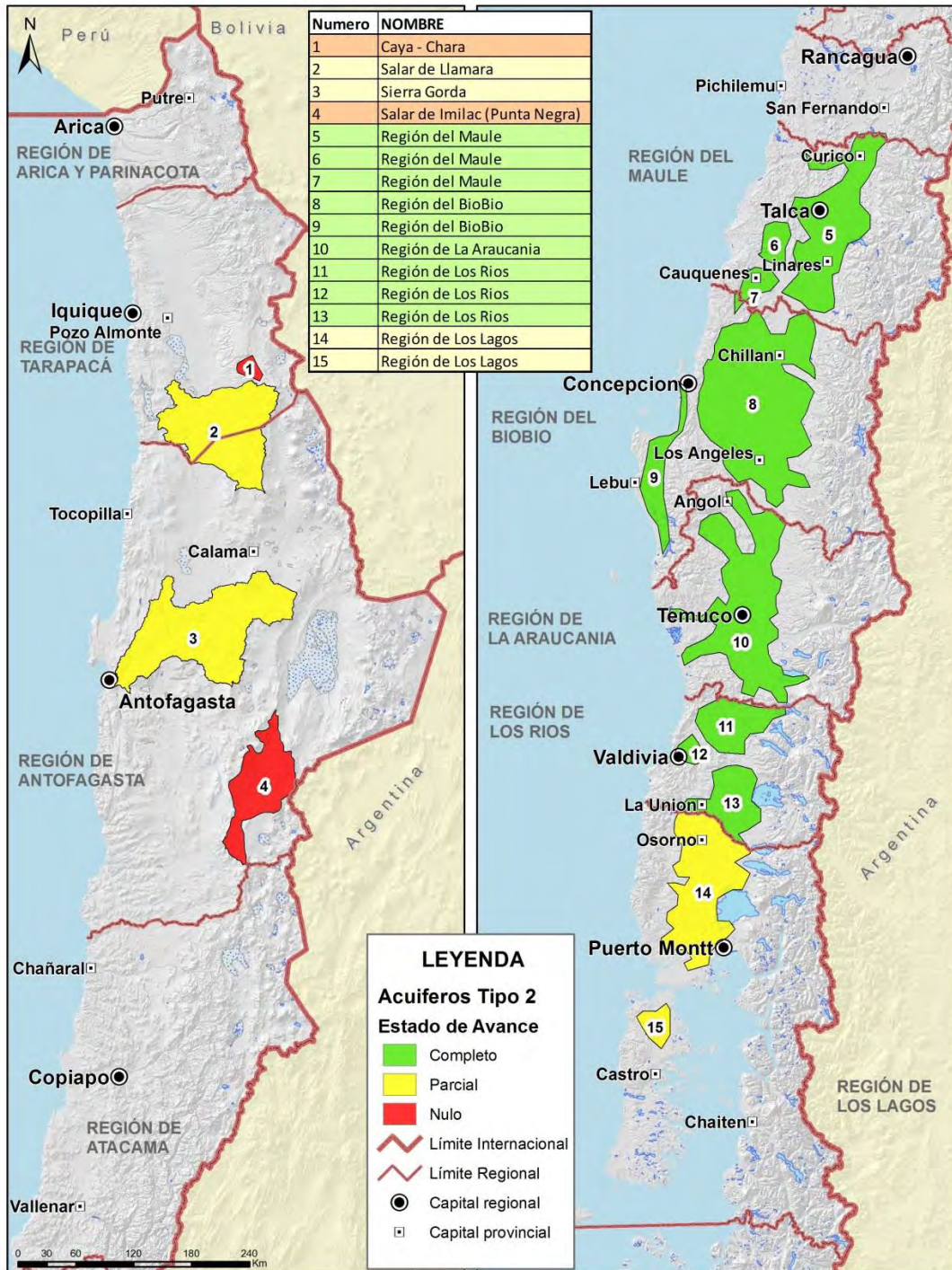
En el período 2010-2015 se realizaron importantes esfuerzos para sistematizar la información contenida en los Planes de Alerta Temprana (PAT). No obstante, se requiere integrar esta información con la asociada al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, donde a través de una RCA se establece los umbrales de explotación de agua subterránea y las medidas de compensación y mitigación de los potenciales impactos.

A continuación se muestran los acuíferos seleccionados el Plan 2010, identificando las brechas de información vigentes respecto a los requerimientos establecidos en el Plan.

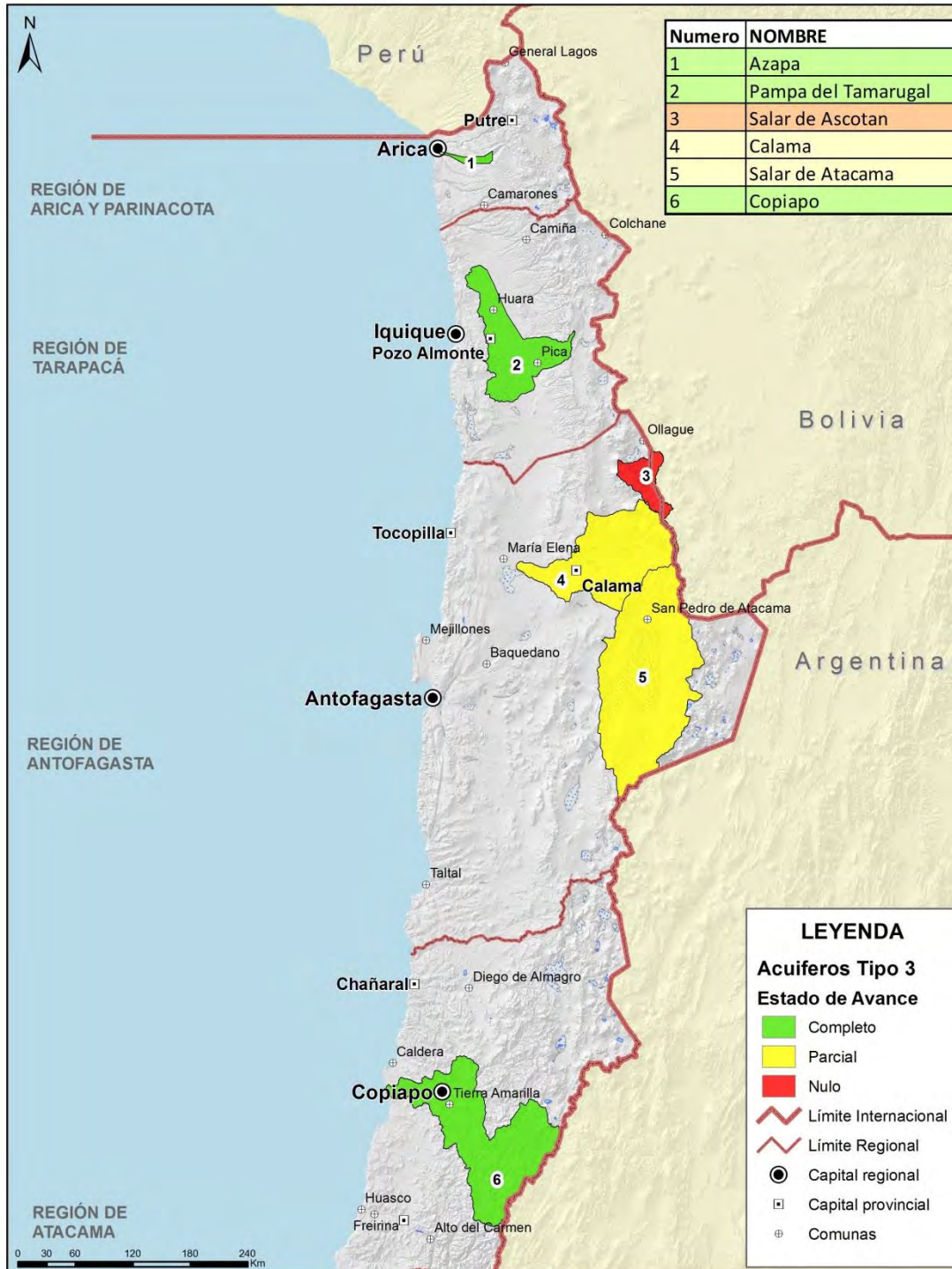


**Figura 3.** Avances en estudios de acuíferos Tipo 1, respecto a los requerimientos de información establecidos en el Plan 2010.



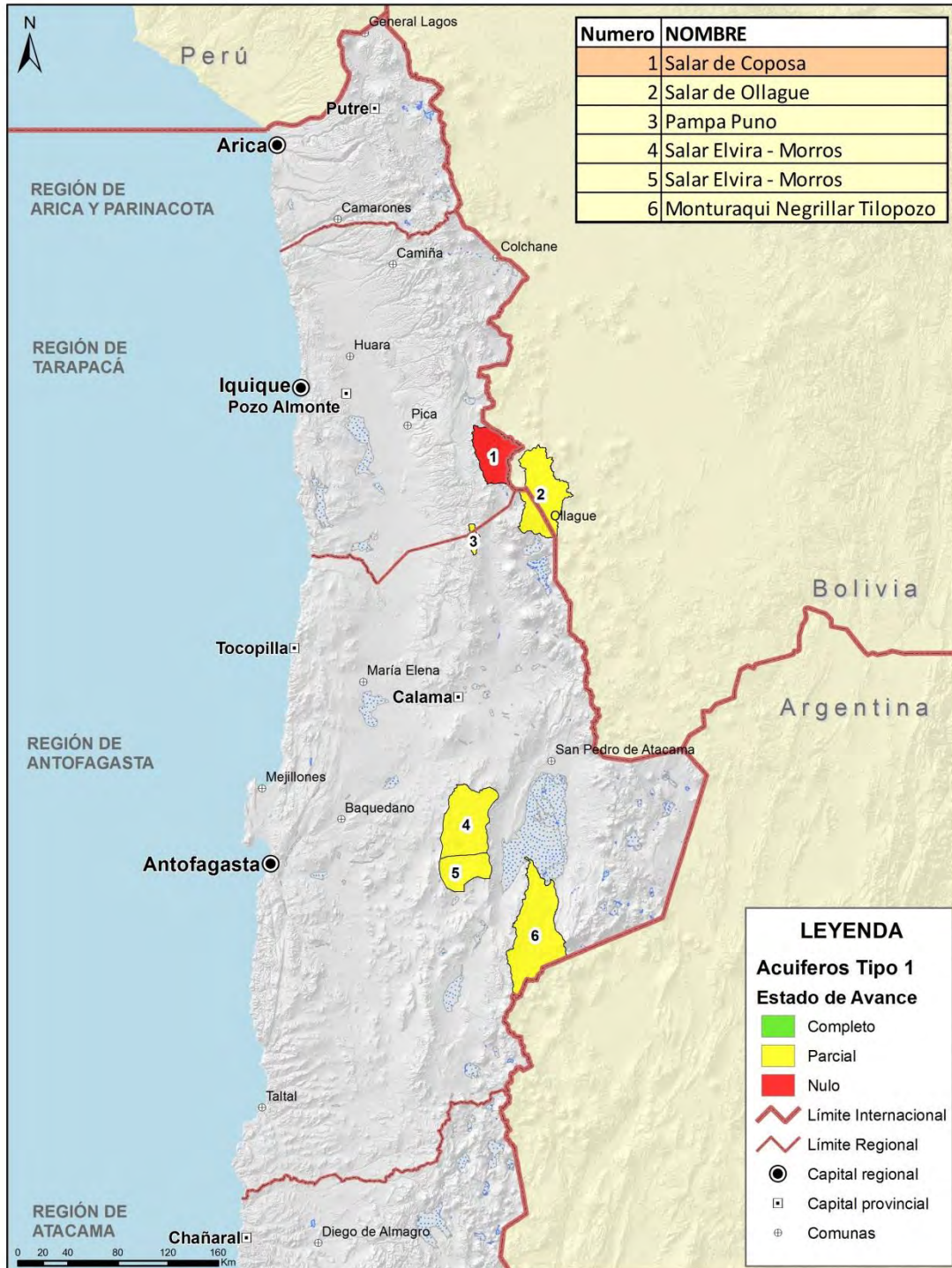


**Figura 4.** Avances en estudios de acuíferos Tipo 2, respecto a los requerimientos de información establecidos en el Plan 2010.



**Figura 5.** Avances en estudios de acuíferos Tipo 3, respecto a los requerimientos de información establecidos en el Plan 2010.





**Figura 6.** Avances en estudios de acuíferos Tipo 4, respecto a los requerimientos de información establecidos en el Plan 2010.



## **4. ACTUALIZACIÓN DEL PLAN 2010**

En la actualidad, los factores que condicionaron la priorización de acuíferos en el pasado han variado substancialmente en algunos casos, y marginalmente en otros. Por ejemplo, un aumento progresivo de la demanda de aguas subterráneas sumado a la disminución de los montos de recarga han obligado a la autoridad a decretar áreas de restricción en varios sectores acuíferos, principalmente en el centro y norte del país. Asimismo, el aumento de la demanda de aguas subterráneas en cuencas alto-andinas podría, eventualmente, poner en riesgo ecosistemas que en 2010 se encontraban fuera de peligro. Estos y otros ejemplos evidencian la necesidad de actualizar el listado de los acuíferos con mayor requerimiento de información.

En este apartado se definen los criterios a considerar en la identificación de los acuíferos críticos desde un punto de vista de sustentabilidad en el mediano y largo plazo. Luego, se propone una nómina de acuíferos críticos, que será validada y reevaluada sistemáticamente, atendiendo a una realidad nacional fuertemente dinámica. Finalmente, se presenta una propuesta de estudios a realizar para suplir las brechas de información en los acuíferos identificados.

### **4.1. Criterios y metodología de priorización de acuíferos**

#### **4.1.1. Tipos de acuíferos a considerar**

Los tipos de acuíferos a considerar serán los establecidos en el Plan Anual de Evaluación de Fuentes de Aguas (2010), es decir:

- Tipo 1: Acuíferos con escasa información y baja explotación
- Tipo 2: Cuencas con cierto nivel de explotación y criticidad media
- Tipo 3: Acuíferos con alto nivel de explotación
- Tipo 4: Sistemas sujetos a monitoreo derivado de condicionamientos

#### 4.1.2. Criterios de valoración

Para identificar los acuíferos del territorio nacional de acuerdo a la clasificación propuesta, se deberán evaluar, al menos, los criterios resumidos en la Tabla 7.

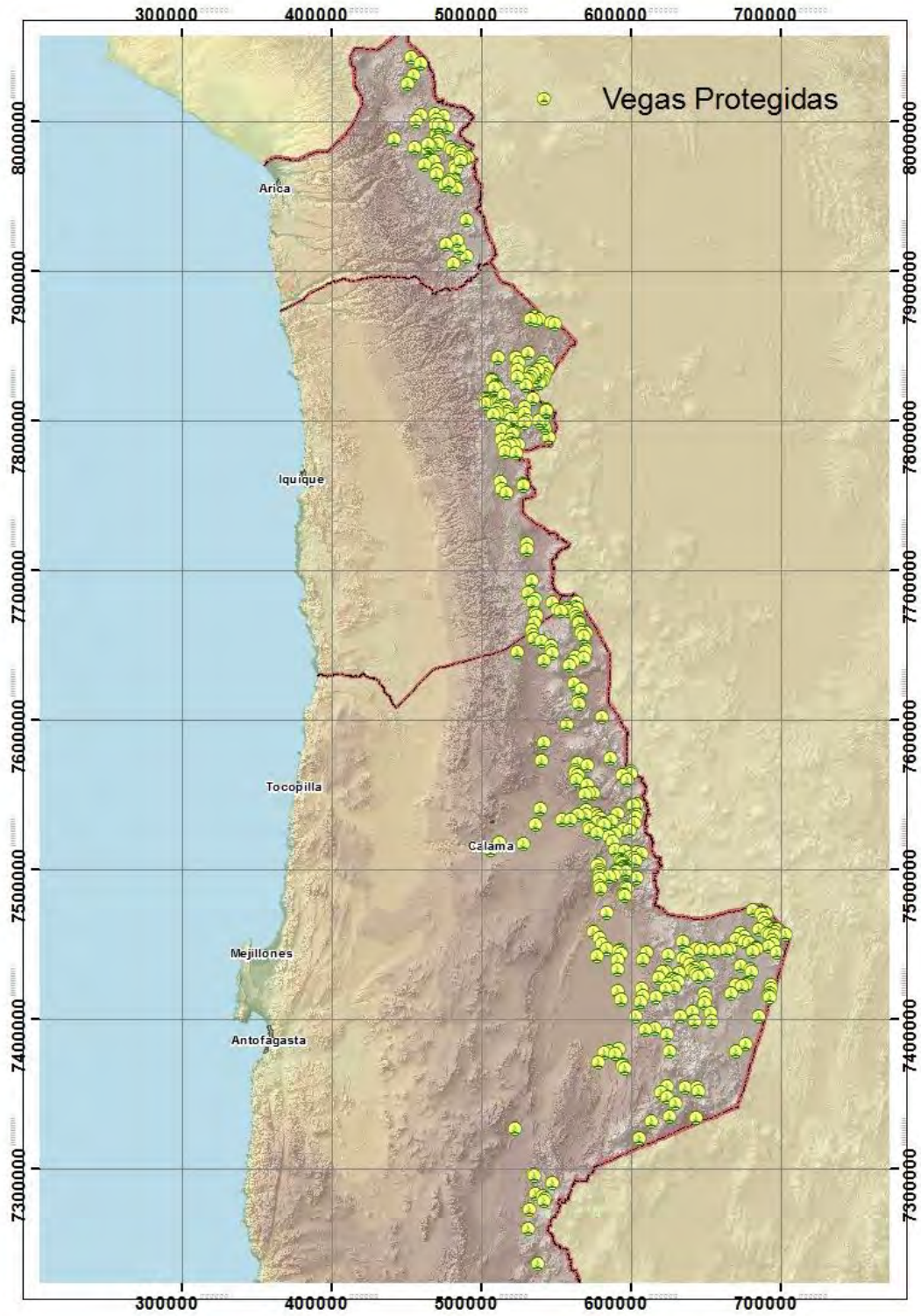
**Tabla 7.** Criterios de valoración de acuíferos.

Áreas Protegidas	Existencia de Vegas y Bofedales
	Sitios RAMSAR
	SNASPES
Requerimientos DARH	Derechos de aprovechamiento de aguas (constituidos y en trámite)
	Sectores Hidrogeológicos de Aprovechamiento Común (SHAC)
	Áreas de Restricción y Zonas de Prohibición
Requerimientos Direcciones Regionales	
Red Hidrométrica disponible	
Planes Hídricos / Directores disponibles	
Modelos numéricos disponibles	
Información complementaria (SEIA / PAT / APR)	
Otros	

A continuación, se describen los principales criterios de valoración propuestos, en base a los cuales se definirá la nómina de acuíferos con requerimientos de información relevantes para el período 2016-2020.

#### **Existencia de áreas protegidas**

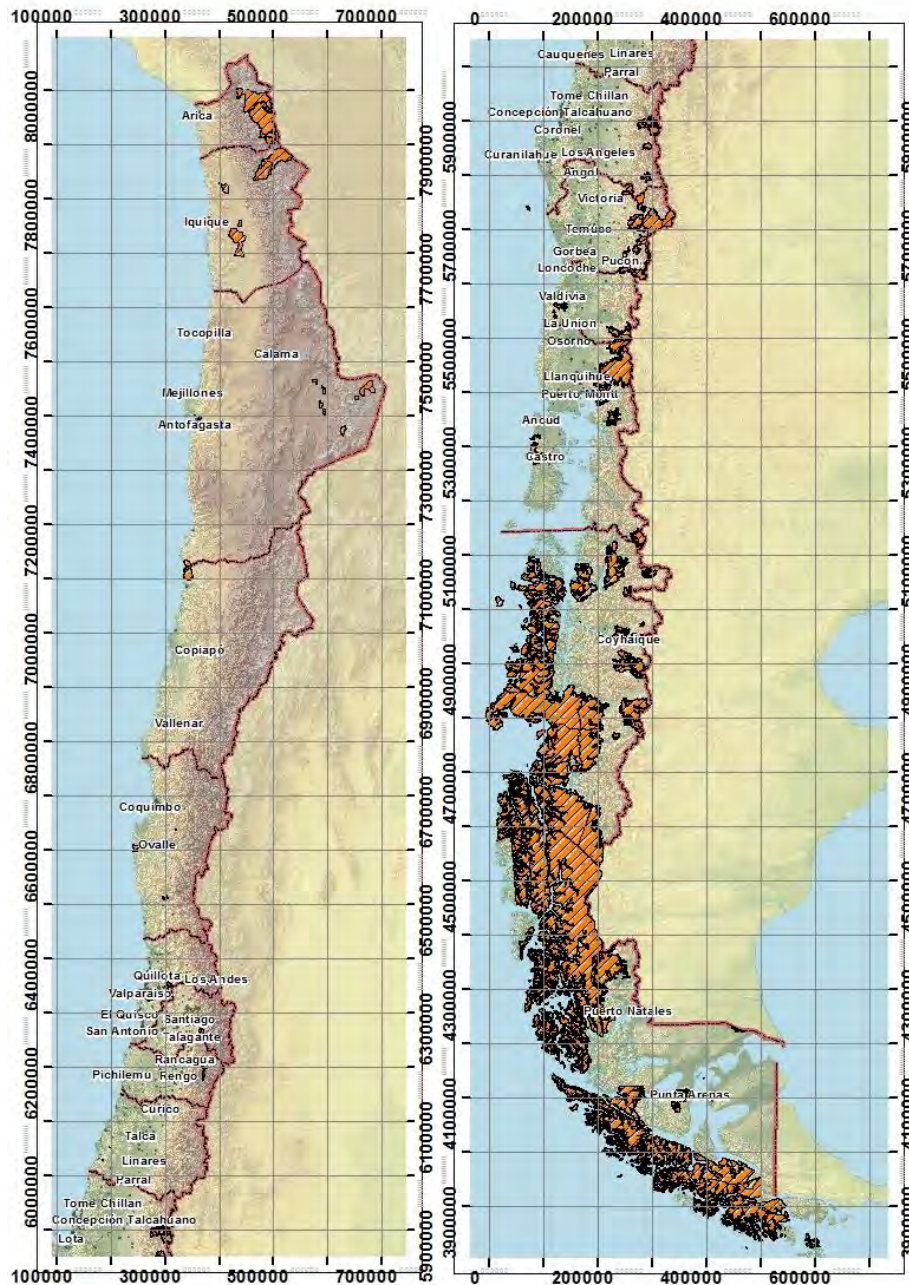
Vegas y Bofedales: En 1992 el Código de Aguas fue modificado, incorporando a los artículos 58 y 63 la protección y conservación de los humedales del altiplano de las regiones de Tarapacá y Antofagasta, mediante la prohibición de explotar y explorar los recursos subterráneos. En consecuencia, la Dirección General de Aguas identificó y delimitó dichos acuíferos.



**Figura 7.** Vegas y Bofedales Protegidos de las regiones XV, I y II.



Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNASPES): La riqueza natural de Chile está protegida dentro del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado, administrado por la Corporación Nacional Forestal, CONAF. El Sistema tiene en la actualidad 100 unidades, distribuidas en 36 Parques Nacionales, 49 Reservas Nacionales y 15 Monumentos Naturales.



**Figura 8.** Sistema Nacional de Áreas Protegidas.

Sitios RAMSAR: La inclusión de un sitio en la lista de sitios RAMSAR conlleva para el gobierno el compromiso de tomar las medidas necesarias para asegurar el mantenimiento de sus características ecológicas. Los humedales incluidos en la lista pasan a formar parte de una nueva categoría en el plano nacional y la comunidad internacional, es decir, se reconoce que tienen un valor significativo no solo para el país o los países donde se encuentran, sino también para la toda la humanidad.

## **Requerimientos del Departamento de Administración de Recursos Hídricos (DARH)**

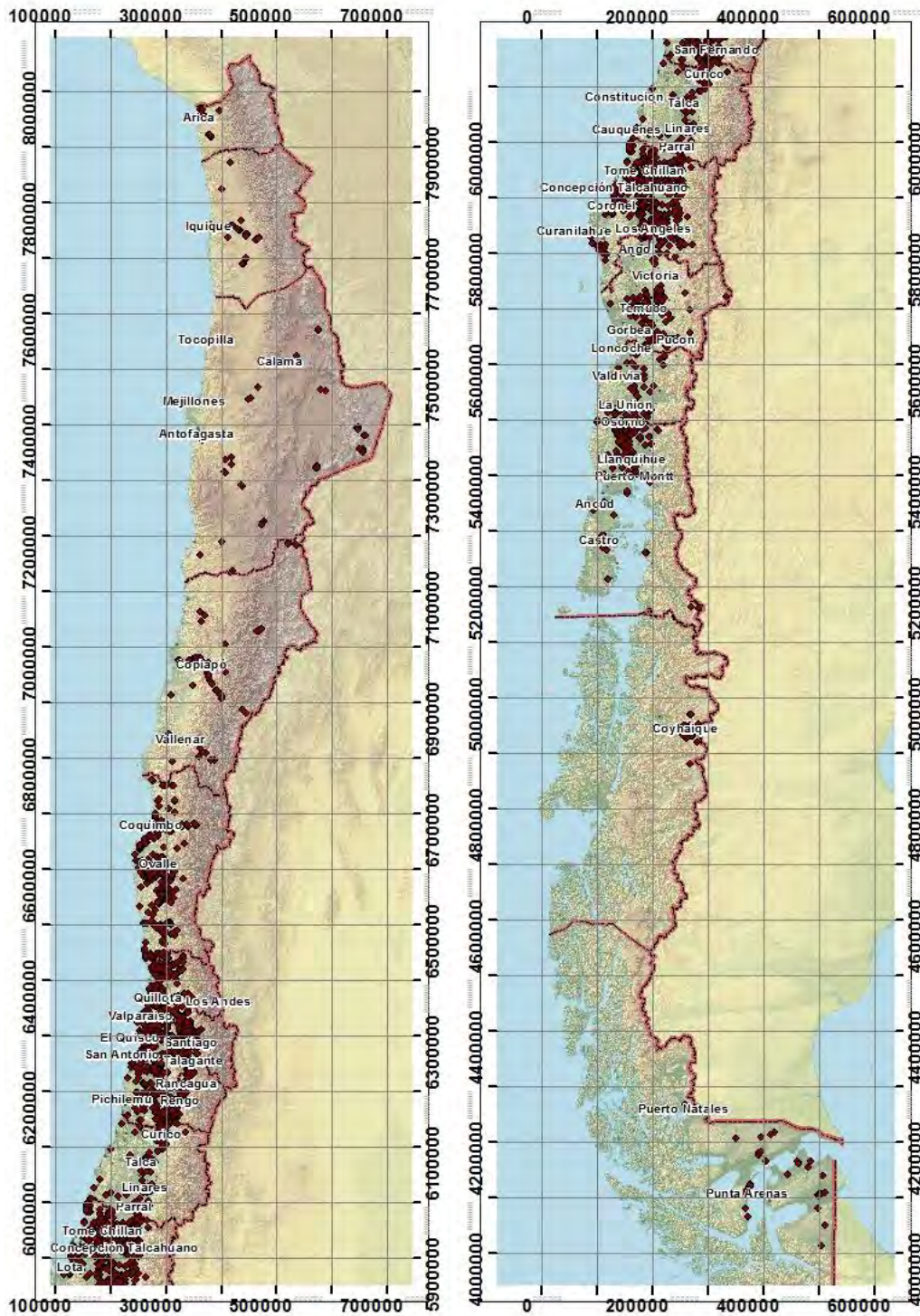
### **i) Derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas**

El principal objetivo del Departamento de Administración de los Recursos Hídricos (DARH) es dirimir técnicamente las materias de administración de recursos hídricos que se someten a pronunciación de la DGA, especialmente relacionadas con otorgamiento de derechos de aprovechamiento (Figura 9) y uso efectivo del recurso, sea en forma individual o por medio de organizaciones. Para resolver las solicitudes de derechos de aprovechamiento, el DARH debe basarse en estudios técnicos que fundamente su determinación, por lo que sus requerimientos de información deberán ser considerados, estudiados y actualizados constantemente.

### **ii) Sectores Hidrogeológicos de Aprovechamiento Común**

La definición del concepto sólo se hizo explícita en el DS N°203 de 2013, donde en el Art. 54, **letra g)**, se establece: “Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento Común: Acuífero o parte de un acuífero cuyas características hidrológicas espaciales y temporales permiten una delimitación para efectos de su **evaluación hidrogeológica o gestión en forma independiente.**”





**Figura 9.** Derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas concedidos.

### **iii) Existencias de Áreas del Restricción / Zonas de Prohibición**

La declaración de áreas de restricción o zonas de prohibición representan la criticidad de un sector acuífero determinado, desde el punto de vista de la disponibilidad del recurso hídrico.

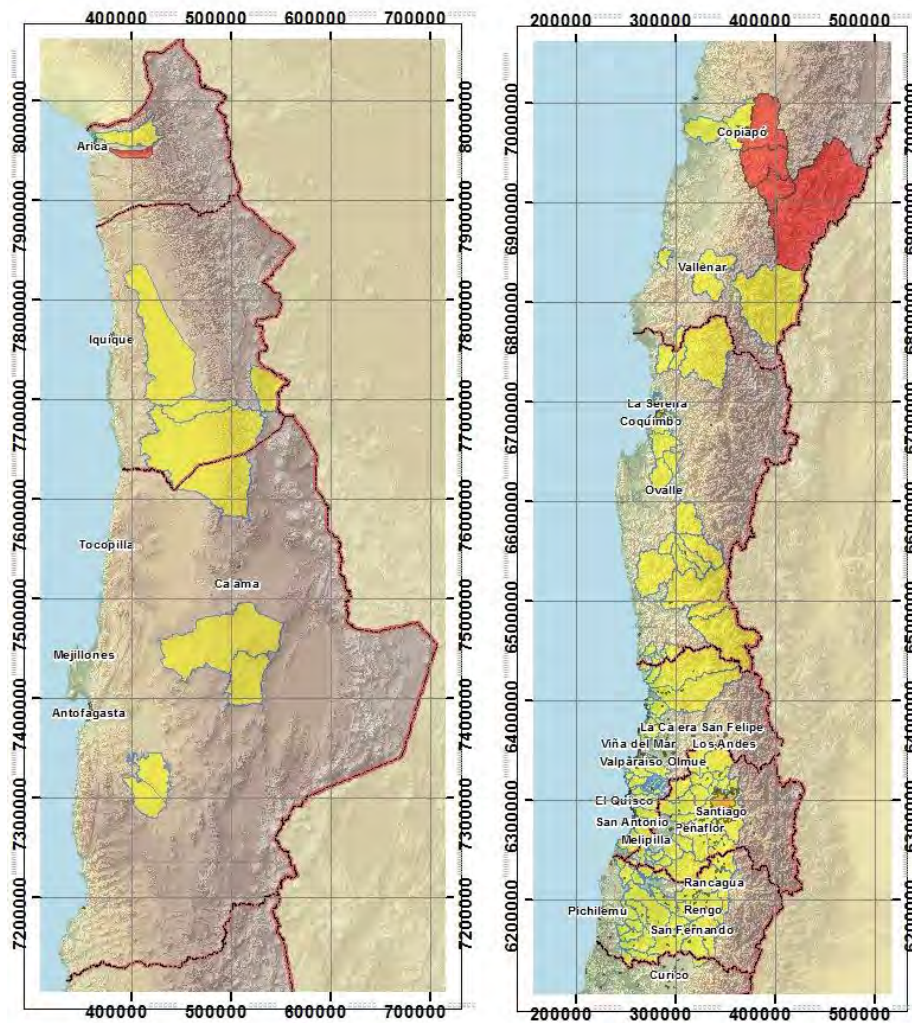
La DGA deberá declarar un determinado Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento Común como área de restricción para nuevas explotaciones de aguas subterráneas cuando ocurra al menos una de las siguientes situaciones:

- Cuando los antecedentes den cuenta de la existencia del riesgo de descenso de los niveles en una zona del Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento Común que pueda afectar la extracción de aguas subterráneas de derechos de aprovechamiento existentes en ella.
- La demanda comprometida sea superior a la recarga de éste, ocasionando riesgo de grave disminución de los niveles del sector acuífero, con el consiguiente perjuicio de derechos de terceros ya establecidos en él.
- Los estudios técnicos demuestren que la demanda comprometida provocará una reducción superior al cinco por ciento del volumen almacenado, en un plazo de cincuenta años.
- Los estudios técnicos indiquen que la demanda comprometida producirá una afección a los caudales de los cursos de aguas superficiales en más de un diez por ciento del caudal asociado al ochenta y cinco por ciento de probabilidad de excedencia.
- El aumento de extracciones en un Sector hidrogeológico de aprovechamiento común, afecten la disponibilidad sustentable de otro sector.
- Exista riesgo de contaminación por desplazamiento de aguas contaminadas o de la interfaz agua dulce-salada.



La DGA podrá declarar zona de prohibición para nuevas explotaciones, en conformidad con lo dispuesto en el artículo 63 del Código de Aguas, cuando se hayan constituido derechos de aprovechamiento de aguas que comprometen toda la disponibilidad determinada por la DGA para la constitución de derechos de aprovechamiento tanto definitivos como provisionales.

En la Figura 10 se muestran las zonas de Restricción y Prohibición declaradas por la DGA.



**Figura 10.** Áreas de Restricción (Amarillo) y Zonas de Prohibición (Rojo).  
2013.



### **Requerimientos Direcciones Regionales**

En su calidad de representante regional de la DGA, cada Dirección Regional tiene por objetivo, en otras cosas, el dirimir técnicamente las materias de administración de recursos hídricos que se someten a pronunciación de la DGA, especialmente relacionadas con otorgamiento de derechos de aprovechamiento y uso efectivo del recurso. Para resolver las solicitudes de derechos de aprovechamiento, las Direcciones Regionales deben basarse en estudios técnicos que fundamente su determinación, por lo que sus requerimientos de información deberán ser considerados, estudiados y actualizados constantemente. Además, las Direcciones Regionales deben propender a la mejora del conocimiento de zonas sin información donde se prevé, entre otras cosas, nuevos polos de desarrollo y problemas ambientales.

### **Requerimientos establecidos en planes hídricos**

Durante el período 2010-2015 se llevaron a cabo los Planes Hídricos de las Regiones de Tarapacá y Coquimbo. En estas iniciativas se identificó una serie de necesidades de información que deben ser cubiertas con estudios técnicos (Tabla 8).

**Tabla 8.** Estudios identificados en las carteras de proyectos de los Planes Hídricos desarrollados en el período 2010-2015.

<b>Plan</b>	<b>Estudio</b>
Plan de Coquimbo	Usar aguas excedentarias en recarga artificial Culebrón
	Recarga inducida o artificial Acuíferos Punitaqui, Graneros, La Chimba, Camarico (limari)
	Recarga acuífero Canela con aguas excedentarias Choapa
Plan de Tarapacá	Caracterización del funcionamiento hidrogeológico de los sectores Pampa del Tamarugal, Colchane, Camiña, Huara, Cuencas costeras y Salar de Huasco
	Caracterización del funcionamiento hídrico de sectores acuíferos que alimentan vegas y bofedales protegidos por la DGA.
	Diseño e implementación de una red de monitoreo ambiental de los acuíferos que alimentan vegas y bofedales protegidos por la DGA, basados en los resultados del estudio anterior
	Caracterización de la calidad química de los cuerpos de agua (superficiales y subterráneos) principales de la región
	Programa de medición de la sostenibilidad de fuentes naturales críticas del recurso hídrico subterráneo
	Análisis de riesgo de contaminación de acuíferos por pasivos ambientales mineros

## **4.2. Nómina de los principales acuíferos con requerimientos de información**

En base a los criterios de valoración y a la metodología propuesta se presenta una nómina de acuíferos con requerimientos de información. En primer lugar se evalúan los acuíferos clasificados en el Plan del 2010, considerando su recategorización o descarte, según aplique. Luego se evalúan los acuíferos no considerados en el Plan 2010, según los criterios de valoración descritos anteriormente.

### **4.2.1. Acuíferos considerados en el Plan 2010**

En el Plan del 2010 se identificó una serie de acuíferos críticos en cuanto a requerimientos de información: 19 acuíferos del Tipo 1; 9 acuíferos del Tipo 2; 6 acuíferos del Tipo 3; y 6 acuíferos del Tipo 4. Sin embargo, las condiciones hidrogeológicas actuales no son las observadas hace 5 años, es decir, los criterios de valorización definidos en el acápite 4.1 han evolucionado. Por otro lado, en algunos acuíferos se han obtenido avances notables, dando respuesta a prácticamente la totalidad de los requerimientos de información establecidos en 2010.

En la Tabla 9 se identifican los acuíferos que fueron recategorizados, en base a los criterios de valorización propuestos. Otros acuíferos, en cambio, han sido descartados, ya que los avances obtenidos en el período 2010-2015 son suficientes y se podrá dar prioridad a acuíferos adicionales cuyo estado de conocimiento es aún deficiente.

**Tabla 9.** Acuíferos a reclasificar en la Actualización del Plan Nacional de Estudios Acuíferos.

ACUÍFERO	Región	CRITERIOS	ACCIÓN
Salar de la Azufrera	Cuencas Alto-andinas Región de Atacama	Avances importantes Estudios Tipo 1 (Tabla 2)	Se descartan
Salar de la Isla			
Salar de Aguilar			
Salar Grande			
Acuíferos Región del Maule		Avances importantes Estudios Tipo 2 (Tabla 3)	Se descartan
Acuíferos Región del Biobío			
Acuíferos Región de la Araucanía			
Acuíferos Región de Los Ríos			
Azapa	Región de Arica y Parinacota	Avances importantes Estudios Tipo 3 (Tabla 4)	Se descartan
Pampa del Tamarugal	Región de Tarapacá		
Copiapó	Región de Atacama		
Calama	Región de Antofagasta	Existencia de PAT (se requiere sistematizar)	Cambiar de Tipo 3 a Tipo 4
Salar de Llamara	Región de Tarapacá	Declaración de Área de Restricción	Cambiar de Tipo 2 a Tipo 3
Sierra Gorda	Región de Antofagasta	Declaración de Área de Restricción	Cambiar de Tipo 2 a Tipo 3

#### 4.2.2. Acuíferos no considerados en el Plan 2010

En base a los criterios de valoración propuestos, se identificó una serie de acuíferos que, dada su condición actual, deberán ser considerados en la nómina de acuíferos con requerimientos de información.

**Tabla 10.** Acuíferos adicionales a considerar en la Actualización Plan Nacional de Estudios Acuíferos.

ACUÍFERO	Región	CRITERIOS	ACCIÓN
Lluta Bajo	Arica y Parinacota	Declarado como Área de Restricción en 2013	Incluir a Tipo 3
Lluta Alto	Arica y Parinacota	Pocas solicitudes de derechos de aprovechamiento; existencia de vegas y bofedales; superposición con Parque Nacional Lauca	Incluir a Tipo 1
Concordia	Arica y Parinacota	Nuevos derechos otorgados; acuífero limítrofe (Chile – Bolivia)	En evaluación
Salar Sur Viejo	Tarapacá	Pocas solicitudes de derechos de aprovechamiento; sin áreas protegidas cercanas	En evaluación
Aguas Blancas	Antofagasta	Declarado como Área de Restricción	Incluir a Tipo 3
Agua Verde	Antofagasta	Nuevos derechos otorgados	Incluir a Tipo 2

**Tabla 10 (continuación).** Acuíferos adicionales a considerar en la Actualización Plan Nacional de Estudios Acuíferos.

<b>ACUÍFERO</b>	<b>Región</b>	<b>CRITERIOS</b>	<b>ACCIÓN</b>
Quebrada de Pan de Azúcar	Antofagasta y Atacama	Pocas solicitudes de derechos de aprovechamiento; superposición con Parque Nacional Pan de Azúcar	Incluir a Tipo 1
Salar de Maricunga	Atacama	Nuevos derechos otorgados; Superposición con Parque Nacional Nevado Tres Cruces	Incluir a Tipo 1
Salar de cerro blanco	Atacama	Nuevos derechos otorgados	Incluir a Tipo 1
Carrizal	Atacama	Nuevos derechos otorgados	En evaluación
Huasco	Atacama	Algunos SHAC declarados como Área de Restricción	Incluir a Tipo 3
Los Choros	Coquimbo	Declarado como Área de Restricción	Incluir a Tipo 3
Elqui	Coquimbo	Declarado como Área de Restricción	Incluir a Tipo 3
Culebrón Lagunillas	Coquimbo	Declarado como Área de Restricción	Incluir a Tipo 3
Limarí	Coquimbo	Nuevos derechos otorgados; declarado como Área de Restricción	Incluir a Tipo 3
Quebrada de Camarones	Coquimbo	Solicitudes pendientes	Incluir a Tipo 1
Choapa	Coquimbo	Declarado como Área de Restricción; superposición con Reserva Nacional Las Chinchillas	Incluir a Tipo 3
Ligua-Petorca	Valparaíso	Declarado como Área de Restricción	Incluir a Tipo 3
Aconcagua	Valparaíso		En evaluación
Estero Laguna Verde	Valparaíso	Declarado como Área de Restricción; Superposición con Reserva Nacional Lago Peñuelas	Incluir a Tipo 3
Casablanca	Valparaíso	Declarado como Área de Restricción	Incluir a Tipo 3
Maipo-Mapocho	Metropolitana	Declarado como Área de Restricción	Incluir a Tipo 3
Yali	RM - V	Declarado como Área de Restricción; nuevos derechos otorgados; superposición con Sitio RAMSAR	Incluir a Tipo 3
Maintenlahue	RM - V		En evaluación
Estero Topocalma	O'Higgins	Nuevos derechos otorgados	En evaluación
Tinguiririca, Alhue, Cachapoal	O'Higgins	Declarado como Área de Restricción	Incluir a Tipo 3
Estero Nilahue	O'Higgins	Declarado como Área de Restricción	Incluir a Tipo 3
Cauquenes	O'Higgins	Nuevos derechos otorgados	En evaluación
Isla de Pascua	Valparaíso		Incluir a Tipo 1
Magallanes	Magallanes	Nuevas solicitudes de derechos de aprovechamiento; necesidad de investigación	Incluir a Tipo 1

### 4.2.3. Nomina actualizada de acuíferos con requerimientos de estudios

A continuación, se muestra la nómina definitiva de los acuíferos (o sectores acuíferos) que requieren ser abordados con mayor prioridad, acorde a las necesidades propias del Servicio y a la detección de zonas potencialmente críticas.

**Tabla 11.** Resumen nómina de acuíferos con requerimientos de información.

Categoría	Nómina acuíferos con requerimientos	
	Acuífero (o sector acuífero)	Región
<b>Tipo 1</b> Acuíferos con escasa información y baja explotación	Salar Surire	XV
	Estero Sencata	I
	Río Isluga	I
	Cariquima	I
	Cancosa	I
	Salar de Aguas Calientes 1	II
	Salar de Loyoques o Quisquiro	II
	Salar de Aguas Calientes 2	II
	Laguna Guachalajte, Mucar y Pampa Ciénaga	II
	Salar de Lari y Sigila, Laguna Sico y de Jachi	II
	Laguna Tuyajto	II
	Salar de Aguas Calientes 3 (Salar de Talar)	II
	Salar y Vega de Incaguasi	II
	Salar de Pular	II
	Salar de Pajonales	II
	Lluta Alto	I
	Quebrada Pan de Azúcar	II y III
	Salar de Maricunga	III
	Salar de Cerro Negro	III
Quebrada de Camarones	IV	
Isla de Pascua	V	
Acuíferos de la Región de Magallanes	XII	
<b>Tipo 2</b> Cuencas con cierto nivel de explotación y criticidad media	Caya – Chara	I
	Salar de Imilac (Salar de Punta Negra)	II
	Región de Los Lagos	X
	Agua Verde	II

**Tabla 11 (continuación).** Resumen nómina de acuíferos con requerimientos de información.

Categoría	Nómina acuíferos con requerimientos	
	Acuífero (o sector acuífero)	Región
<b>Tipo 3</b> Acuíferos con alto nivel de explotación	Salar de Ascotán	II
	Salar de Atacama	II
	Lluta Bajo	I
	Aguas Blancas	II
	Río Huasco	III
	Los Choros	IV
	Río Elqui	IV
	Culebrón Lagunillas	IV
	Río Limarí	IV
	Choapa	IV
	Ligua Petorca	V
	Estero Laguna Verde	V
	Casablanca	V
	Maipo – Mapocho	RM
	Yali	V
	Tinguiririca, Cachapoal, Alhué	VI
	Estero Nilahue	VI
Salar de Llamara	I	
Sierra Gorda	II	
<b>Tipo 4</b> Sistemas sujetos a monitoreo derivado de condicionamientos	Salar de Coposa	I
	Acuífero del Salar de Ollagüe	II
	Acuífero de Pampa Puno	I y II
	Acuífero de Elvira-Los Morros	II
	Acuífero de Monturaqui-Negrillar-Tilopozo	II
Acuífero de Calama	II	

### 4.3. Tipos de estudios requeridos

Para la nómina de acuíferos con requerimientos de información se ha identificado una serie de estudios generales que permitirán avanzar en el conocimiento de los sistemas. Entre los principales estudios se encuentran los siguientes:

#### **Estudios básicos**

Este tipo de estudios corresponde al levantamiento de información hidrogeológica, establecimiento del modelo conceptual (funcionamiento general del sistema acuífero), balance hídrico y determinación de la recarga, uso de técnicas isotópicas e hidrogeoquímicas en aguas subterráneas. Los estudios

básicos deben realizarse, principalmente, en los acuíferos del Tipo 1 y 2, teniendo en cuenta los avances parciales que presente cada sistema en particular.

### **Implementación de estaciones hidrometeorológicas y monitoreo de niveles**

Este tipo de estudios se fundamentan en la generación de información hidrometeorológica y de niveles en sistemas acuíferos sin control. Para esto se deberán tener en cuenta los análisis críticos de la red hídrica realizados en los últimos años, y establecer una coordinación con las Divisiones de Hidrología y Conservación de los Recursos Hídricos, de la DGA. Este tipo de estudios deben realizarse, principalmente, en los acuíferos del Tipo 1, teniendo en cuenta la disponibilidad de estaciones en cada sistema particular. La generación de nueva información hidrométrica permitirá, además, la calibración de futuros modelos numéricos en acuíferos en donde se prevé un alto grado de explotación.

### **Sectorización de acuíferos**

Estos estudios deben permitir la determinación de sectores acuíferos en sistemas con alta demanda de aguas subterráneas, o con un creciente número de solicitudes en tramitación.

### **Herramientas de gestión para el manejo sustentable**

Estos estudios deben proveer al Servicio de herramientas que le permitan gestionar los recursos hídricos, principalmente en acuíferos con alta explotación (Tipo 3) y en acuíferos donde se prevé un aumento en la demanda de aguas subterráneas (Tipos 1 y 2). Entre las herramientas de gestión consideradas se encuentran:

- i) Modelos integrados (MAGIC, Aquatool, etc.)
- ii) Modelos numéricos de aguas subterráneas

- iii) Planes Directores/Hídricos: Estos instrumentos permiten diagnosticar la situación hídrica general, detectando brechas de información y problemáticas asociadas al uso del recurso. Además, permiten generar planes de acción específicos provistos de una cartera de proyectos.
- iv) Sistematizar información APR
- v) Sistematizar información RCA

### **Sistematización de información derivada de condicionamientos PAT y RCA**

Este tipo de estudios permiten sistematizar la información generada en los sistemas sujetos a monitoreo derivado de condicionamiento, principalmente asociados al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, específicamente en las Resoluciones de Calificación Ambiental, y a los Planes de Alerta Temprana (derechos provisionales). Este tipo de estudios son específicos de los acuíferos del Tipo 4.

### **Estudios especiales**

- i) Actualización de la delimitación de acuíferos que alimentan vegas y bofedales;
- ii) Generación de plataformas de información;
- iii) Sistematización de control de extracciones;
- iv) Investigación: usos de sistemas de percepción remota para la detección de extracciones ilegales de aguas subterráneas;
- v) Inventario Nacional de Acuíferos (transversal).



A continuación se sintetizan los estudios requeridos según el tipo de acuífero considerado.

**Tabla 12.** Estudios requeridos por tipo de acuífero.

Acuíferos	Estudios Requeridos
<p><b>Tipo 1</b>                      Salar Surire                      Estero Sencata                      Río Isluga                      Cariquima                      Cancosa                      Salar de Aguas Calientes 1                      Salar de Loyoques o Quisquiro                      Salar de Aguas Calientes 2                      Laguna Guachalajte, Mucar y Pampa Ciénaga                      Salar de Lari y Sigila, Laguna Sico y de Jachi                      Laguna Tuyajto                      Salar de Aguas Calientes 3 (Salar de Talar)                      Salar y Vega de Incaguasi                      Salar de Pular                      Salar de Pajonales                      Lluta Alto                      Quebrada Pan de Azúcar                      Salar de Maricunga                      Salar de Cerro Negro                      Quebrada de Camarones                      Isla de Pascua                      Acuíferos de la Región de Magallanes</p>	<p>i) Estudios básicos                      ii) Sistematización de información APR                      ii) Actualización Vegas y Bofedales (acuíferos)                      iv) Implementación de estaciones de monitoreo</p>
<p><b>Tipo 2</b>                      Caya - Chara                      Salar de Imilac (Salar de Punta Negra)                      Región de Los Lagos                      Agua Verde</p>	<p>i) Estudios básicos                      ii) Sistematización de información APR                      iii) Sectorización de acuíferos                      iv) Implementación de estaciones de monitoreo</p>
<p><b>Tipo 3</b>                      Salar de Ascotán                      Salar de Atacama                      Lluta Bajo                      Aguas Blancas                      Río Huasco                      Los Choros                      Río Elqui                      Culebrón Lagunillas                      Río Limarí                      Choapa                      Ligua Petorca                      Estero Laguna Verde                      Casablanca                      Maipo - Mapocho</p>	<p>i) Herramientas de gestión para el manejo sustentable                      ii) Sistematización de información APR                      iii) Sectorización de acuíferos                      iv) Detección de extracciones ilegales                      v) Generación de plataformas de información</p>

Yali Tinguiririca, Cachapoal, Alhué Estero Nilahue Salar de Llamara Sierra Gorda	
<b>Tipo 4</b> Salar de Coposa Acuífero del Salar de Ollagüe Acuífero de Pampa Puno Acuífero de Elvira-Los Morros Acuífero de Monturaqui-Negrillar- Tilopozo Acuífero de Calama	i) Sistematización de información derivada de condicionamientos PAT y RCA ii) Sistematización de información APR iii) Detección de extracciones ilegales iv) Generación de plataformas de información

## 5. PLAN DE ACCIÓN PERÍODO 2016 - 2020

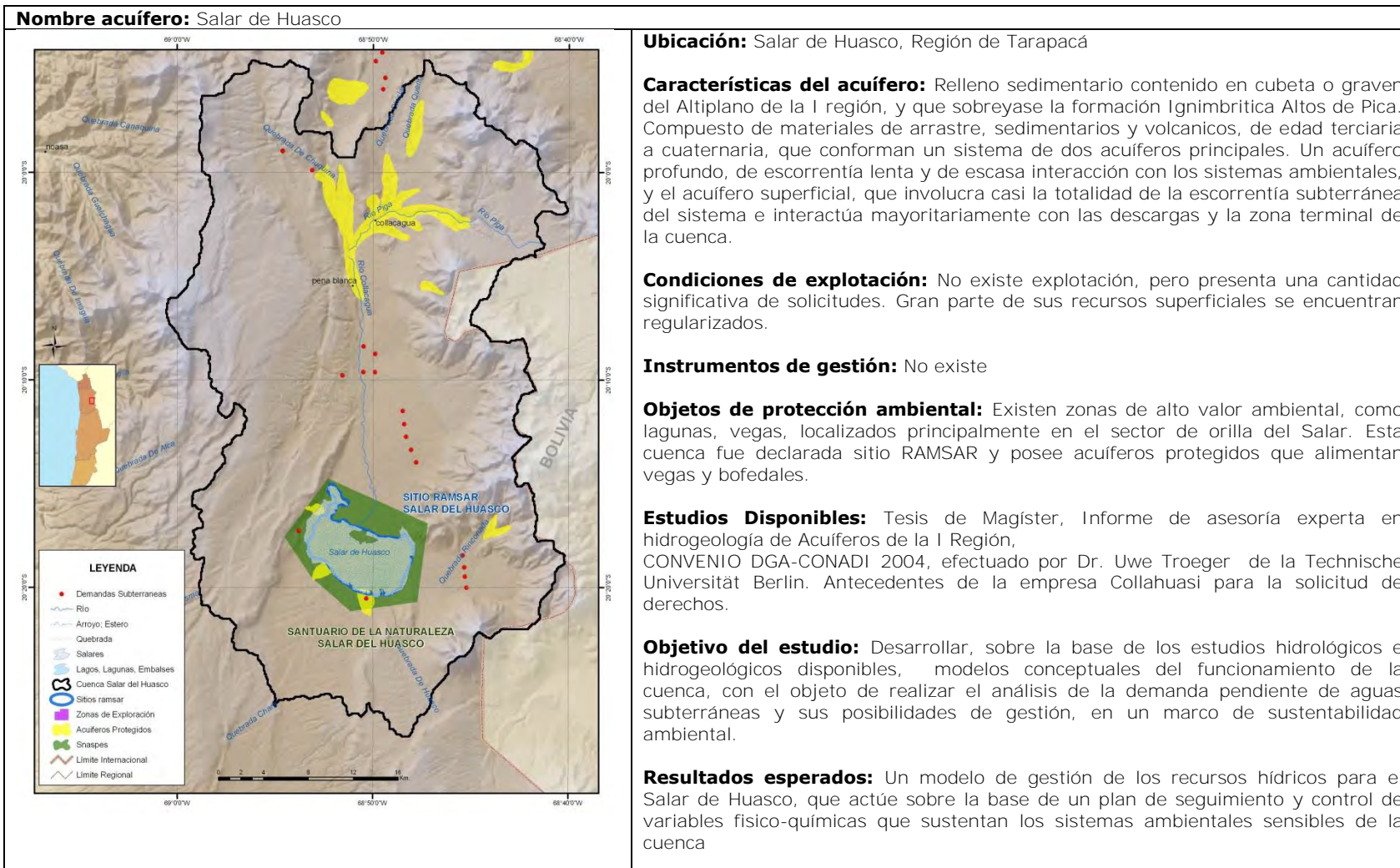
En base a los requerimientos de información y al presupuesto anual disponible, se deberá realizar una priorización de los acuíferos seleccionados preliminarmente (nómina de acuíferos del acápite 4.2). Se deberá construir una ficha para cada acuífero, que considere, al menos, los siguientes aspectos:

- i) Características generales;
- ii) Condiciones de explotación;
- iii) Instrumentos de gestión disponibles;
- iv) Objetos de protección ambiental;
- v) Estudios disponibles;
- vi) Objetivos del estudio;
- vii) Resultados esperados.

En la Figura 11 se muestra un ejemplo de la ficha técnica que se generará para cada acuífero priorizado.

Al finalizar cada año se evaluarán los resultados obtenidos y se concertarán reuniones con el Departamento de Administración de los Recursos Hídricos con el fin de recoger sus requerimientos para el año siguiente. Asimismo, se deberán realizar reuniones con los Directores Regionales de Aguas, con el mismo fin.

Dentro de las atribuciones que recaen sobre la Dirección General de Aguas se encuentra la investigación de los recursos hídricos del país, por lo que durante la evaluación anual del Plan se revisará la posibilidad de investigar acuíferos poco explotados que no dispongan de información. Para esto se coordinarán reuniones con centros de investigación, universidades, etc., con el fin de conocer el estado del arte en la investigación hidrogeológica a nivel nacional.



**Figura 11.** Ficha tipo acuífero priorizado