



**REPUBLICA DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS**

**LEVANTAMIENTO HIDROGEOLÓGICO PARA EL
DESARROLLO DE NUEVAS FUENTES DE AGUA
EN ÁREAS PRIORITARIAS DE LA ZONA NORTE
DE CHILE, REGIONES XV, I, II Y III**

ETAPA 1

INFORME FINAL PARTE I

Hidrografía Regional del Altiplano de Chile

REALIZADO POR:

**Departamento de Ingeniería Hidráulica y Ambiental
Pontificia Universidad Católica de Chile**

S.I.T. N° 157

Santiago, Diciembre de 2008

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

Ministro de Obras Públicas

Ingeniero Civil Sr. Sergio Bitar C.

Director General de Aguas

Abogado Sr. Rodrigo Weisner L.

Departamento de Estudios y Planificación

Ingeniero Civil Sr. Pedro Rivera I.

Inspector Fiscal

Ingeniero Civil Sr. Luis Rojas B.

EQUIPO TÉCNICO

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA HIDRÁULICA Y AMBIENTAL
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE**

Director de Proyecto

Ing. Sr. José Muñoz P.

Jefe de Proyecto

Ing. Sr. Pablo Rengifo O.

Ingeniero a Cargo

Ing. Sr. José Yáñez L.

Especialistas y Profesionales

Sr. Bonifacio Fernández	Especialista en Hidrología (PhD)
Sr. José Francisco Muñoz	Especialista en Hidrogeología (PhD)
Sra. Laura Vitoria	Especialista en Hidrogeoquímica (PhD)
Sr. Pablo Rengifo	Especialista en Hidrogeología (MSc)
Sr. José Yáñez	Ing. de Proyecto, Hidrogeología
Sr. Gustavo Calle	Ing. de Proyecto, Hidrología (PhD)
Sr. Marcelo Solari	Geol. de Proyecto, Geología
Sr. Axel Herzog	Geol. de Proyecto, Hidrogeoquímica
Srta. Victoria Flores	Ing. de Proyecto, Hidrogeología
Srta. Milena Calvo	Ing. de Proyecto, Hidrogeoquímica
Sr. Victor Pérez	Ing. de Proyecto, Hidrología

EQUIPO TÉCNICO – CONTINUACIÓN
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA HIDRÁULICA Y AMBIENTAL
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE

Tesistas, Memoristas y Ayudantes

Sr. Juan Johnson	Ing. Tesista MSc, Hidrogeología
Srta. Mariana Cervetto	Geol. Memorista, Hidrogeología
Sra. Isidora Arriagada	Geol. Memorista, Hidrogeología
Srta. Yohana Ahumada	Ayudante Ingeniero, Cartografía
Sr. Eduardo Wunderlich	Ayudante Ingeniero, Hidrología
Sr. Cristóbal Valderrama	Ayudante Ingeniero, Hidrología
Sr. Pedro Reinoso	Ayudante Terreno
Sr. Francisco del Solar	Ayudante Terreno
Sr. Sebastián Rojas	Ayudante Terreno
Sr. Fernando Díaz	Ayudante Terreno
Sr. Tomás Latorre	Ayudante Terreno



Pontificia Universidad Católica de Chile
Escuela de Ingeniería
Dirección de Investigaciones Científicas
y Tecnológicas de la Universidad Católica



“LEVANTAMIENTO HIDROGEOLÓGICO PARA EL DESARROLLO DE NUEVAS FUENTES DE AGUA EN ÁREAS PRIORITARIAS DE LA ZONA NORTE DE CHILE, REGIONES XV, I, II Y III”

INFORME N^o: 460625

FECHA: 15 DE DICIEMBRE 2008

“DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS, MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS”



1. Tipo Informe Informe Técnico Final	2. Cuerpo del Informe 75 páginas (incluye portada)
3. Título del Proyecto LEVANTAMIENTO HIDROGEOLÓGICO PARA EL DESARROLLO DE NUEVAS FUENTES DE AGUA EN ÁREAS PRIORITARIAS DE LA ZONA NORTE DE CHILE, REGIONES XV, I, II Y III	4. Fecha Informe 15 de Diciembre 2008
5. Autor (es) Director de Proyecto: José Francisco Muñoz Pardo Jefe de Proyecto: Pablo Rengifo Oyarce Ingeniero a Cargo: José Yáñez López	6. Contrato MOP – DGA N° 235
6. Nombre y Dirección de la Organización Investigadora DICTUC; Pontificia Universidad Católica de Chile Vicuña Mackenna N° 4860, Casilla 306 – Correo 22, Macul - Santiago	7. Período de Investigación Julio 2007 – Diciembre 2008
8. Antecedentes de la Institución Mandante Nombre: Dirección General de Aguas, MOP. Dirección: Morande 59, 8° Piso RUT: 61.202.200-0 Teléfono: (02) 633 9940	9. Contraparte Técnica Nombre: Luis Rojas Badilla Cargo: Inspector Fiscal
10. Resumen El estudio de los recursos hídricos del altiplano chileno consideró los aspectos hidrográficos, hidrológicos, hidrogeoquímicos, isotópicos e hidrogeológicos de las cuencas cerradas que se ubican en esta franja del norte de Chile. El levantamiento de información sumado a trabajos de terreno y de gabinete orientados a complementar aquellos temas considerados más relevantes son reportados en los 10 tomos de documentos.	

Sr. José Francisco Muñoz P.
Director de Proyecto

Jaime Retamal
DICTUC

Nota: "La información contenida en el presente informe no podrá ser reproducida total o parcialmente, para fines publicitarios, sin la autorización previa y por escrito de Dictuc S.A.

PRESENTACIÓN

El presente estudio, realizado entre los años 2007 y 2009, se enmarca en un convenio de cooperación e investigación científica aplicada entre la Dirección General de Aguas (DGA) del Ministerio de Obras Públicas (MOP) y el Departamento de Ingeniería Hidráulica y Ambiental (DIHA) de la Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC).

La investigación o acción de apoyo tuvo como objetivo fundamental el levantamiento, generación y análisis de información hidrogeológica para avanzar en el estudio de los recursos hídricos del sector chileno del Altiplano. En este contexto, este estudio pretende ser un apoyo concreto para el desarrollo de nuevas fuentes de agua subterránea en áreas prioritarias del norte de Chile.

El estudio consistió en el desarrollo de una serie de trabajos de terreno y gabinete, tanto a nivel regional como local. Los resultados obtenidos se presentan en 10 informes o partes independientes, cuyos contenidos son los siguientes:

- **Parte I** Hidrografía Regional del Altiplano del Chile.
- **Parte II** Geología Regional del Altiplano de Chile.
- **Parte III** Hidrología Regional del Altiplano de Chile.
- **Parte IV** Hidrogeoquímica e Isotopía Regional del Altiplano de Chile.
- **Parte V** Implementación de Estaciones Meteorológicas.
- **Parte VI** Campañas de Muestreo Geoquímicos e Isotópicos.
- **Parte VII** Medición de la Evaporación Mediante Método del “Domo”.
- **Parte VIII** Sistema Piloto I Región: Salar del Huasco.
- **Parte IX** Sistema Piloto II Región: Salares El Laco y Aguas Calientes 2, Laguna Tuyajto y Pampas Puntas Negras, Las Tecas y Colorada.
- **Parte X** Sistema Piloto III Región: Salares de Maricunga y Pedernales.

Cada parte está estructurada de manera de ser autocontenida y poder ser utilizada para fines y materias específicas. Sin perjuicio de lo anterior, las Parte VIII, IX y X que consideran el estudio de sistemas pilotos, hacen referencias y utilizan resultados de los estudios a nivel regional (Partes I, II, III y IV) y de los trabajos de terreno (Partes V, VI y VII).

La información y resultados de este estudio, junto a las actividades de difusión y formación que se realizaron en el marco de su desarrollo, se encuentran disponibles en el sitio web www.recursoshidricosaltiplano.cl.

El presente informe corresponde a la **Parte I** del estudio, denominada “**Hidrografía Regional del Altiplano de Chile**”.

460625
COPIA

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer en especial a las distintas instituciones y personas que contribuyeron al desarrollo de este estudio, en la forma de aportes de información, apoyo en trabajos de terreno y logística, aportes para la realización de actividades de difusión y formación, y sugerencias para el avance de esta investigación. En especial se agradece a:

- Oficinas DGA Regiones de Tarapacá, Antofagasta y Copiapó.
- Carabineros de Chile.
- Servicio Agrícola y Ganadero.
- Policía de Investigaciones.
- Servicios de Aduana.
- GeoAguas Consultores.
- Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi.
- SQM.
- Profesores Uwe Tröger (U. Técnica de Berlín), Michel Vauclin (LTHE-CNRS Grenoble, Francia) y Scott Tyler (U. de Reno – Nevada, USA).
- Los siguientes profesionales que aportaron en el comienzo del presente estudio: Luciano Achurra (Geología), Francisca Chadwick (Hidrología).

460625
COPIA

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	MARCO GENERAL DEL ESTUDIO	1
2	INTRODUCCIÓN.....	3
3	METODOLOGÍA.....	5
4	CUENCAS HIDROGRÁFICAS DEL ALTIPLANO.....	11
	4.1 Región I de Tarapacá y Región XV de Arica y Parinacota	11
	4.2 Región II de Antofagasta	21
	4.3 Región III de Atacama.....	38
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
6	REFERENCIAS	55

460625
COPIA

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1. Mapa hidrográfico de Chile (1:6.000.000), recortado en la zona de interés.....	7
Figura 3.2. A la izquierda, vista en planta de las cuencas del salar de Huasco y de Lagunillas. A la derecha arriba zona de potencial conexión entre ambas cuencas (punto más bajo del límite Huasco - Lagunillas), abajo derecha perfil trazado entre ambas por la zona en cuestión.	8
Figura 3.3: Delineación de cuencas del salar de Huasco y de Lagunillas usando WMS. 1. Ubicación de los <i>outlet point</i> , 2. Trazado de escurrimientos superficiales en el área de drenaje y 3. Delimitación de las cuencas.....	9
Figura 4.1. Cuencas altiplánicas de las Regiones XV y I con su número ID.....	20
Figura 4.2. Cuencas altiplánicas II Región. Algunas de ellas con su número ID.	36
Figura 4.3. Todas las cuencas de la II Región representadas en tres bloques con su número ID asignado en este Estudio. Las imágenes de esta Figura están a escala 1:1.500.000.....	37
Figura 4.4. Cuencas altiplánicas de la III Región con su número ID.....	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1. Información utilizada para la definición de las cuencas.....	5
Tabla 4.1. Resumen de características de cuencas altiplánicas Regiones I y XV. Las cuencas compartidas, como se explica en el texto, se han definido como aquellas que tienen un 10% o más de su superficie en un país vecino o cuando su drenaje natural cruza la frontera, perteneciendo a un sistema mayor.....	19
Tabla 4.2. Resumen de características de cuencas altiplánicas II Región.....	34
Tabla 4.3. Resumen de características de cuencas altiplánicas III Región.	50

460625
COPIA

1 MARCO GENERAL DEL ESTUDIO

El Altiplano o Puna es una región de América del Sur que comprende el norte de Chile, el centro y sur del Perú, la parte occidental de Bolivia y el noroeste de Argentina. Básicamente son cuencas sedimentarias formadas en altura, en su mayoría sobre los 3.500 msnm, debido al tectonismo y a la actividad volcánica existente en estas latitudes.

Debido a la morfología de la zona (cuencas endorreicas en un clima de bastante aridez) se han formado numerosas lagunas y salares. Las precipitaciones en estas cuencas son de origen tropical, y ocurren durante el verano del hemisferio sur, lo que es conocido como el 'Invierno Boliviano' o 'Invierno Altiplánico'. Estas precipitaciones son de carácter convectivo, con una alta variabilidad espacial, y se concentran en los meses de enero y febrero. Este fenómeno desaparece más al sur, teniendo una mínima influencia en la Región de Atacama.

Las condiciones extremas sólo permiten que subsista una vegetación especializada, con pocos requerimientos hídricos y capaces de soportar amplias oscilaciones térmicas. Los bofedales conforman sistemas adaptados a estas condiciones, conocidas como vegetación de estepa o esteparia, que minimizan la transpiración debido a la reducida superficie de sus hojas, algunas de las cuales han evolucionado transformándose en espinas.

En Chile, las principales actividades que se desarrollan en la zona de interés son la minería y el turismo, así como también la ganadería y agricultura por parte de los pueblos originarios.

El estudio surge de la necesidad de satisfacer la demanda de agua existente y proyectada para los próximos 20 años en esta zona del norte del país. Esta demanda se refleja en actuales solicitudes de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas, solicitudes de áreas de exploración y de regularizaciones.

Dada la etapa de desarrollo en que se encuentra la zona de estudio, ésta presenta una oportunidad casi única para la elaboración y evaluación de planes de gestión y aprovechamiento del agua de manera sustentable.

En este contexto, el objetivo general del estudio es implementar un programa de investigación que permita establecer el estado actual del conocimiento sobre el funcionamiento hidrogeológico de los sistemas altoandinos. La información levantada y analizada ha sido complementada con trabajos de terreno y gabinete.

El estudio considera un análisis a escala regional y otro a nivel local o sistemas pilotos. En ambas escalas de trabajo se abordan, fundamentalmente, aspectos geológicos, hidrológicos, hidrogeoquímicos e hidrogeológicos. Los sistemas piloto son unidades seleccionadas a nivel de cuencas hidrográficas en conjunto con personal de la DGA, actores locales e instituciones

de la zona, en base a criterios de carácter ambiental, demanda comprometida e información disponible.

Como parte de los trabajos de terreno, en estas zonas se han efectuado campañas de reconocimiento, instalación de estaciones meteorológicas, muestreos de agua para análisis químicos e isotópicos y mediciones de evaporación desde el agua subterránea somera.

Las campañas de reconocimiento estuvieron orientadas a recorrer el terreno a través de sus principales rutas de acceso y caminos que conectan las cuencas del Altiplano, además de seleccionar potenciales lugares para la instalación de estaciones meteorológicas.

Uno de los aspectos fundamentales de esta investigación lo constituye la instalación de 12 estaciones meteorológicas en el Altiplano entre la I y III Región, las que miden precipitación y en algunos casos otras variables como temperatura y humedad del aire y del suelo.

Adicionalmente, se realizaron en todos los sistemas, mediciones in-situ de evaporación desde la napa, utilizando la metodología del domo o semiesfera acrílica propuesta por el Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS). Estos datos son importantes para realizar el balance hídrico de los sistemas y de especial relevancia para la estimación de la recarga en cuencas cerradas.

Las campañas de muestreo de aguas, tanto superficial como subterránea, permitieron complementar la información existente en reparticiones fiscales, estudios y publicaciones científicas, en particular en los sistemas pilotos estudiados.

Finalmente, cabe señalar que el uso de los recursos hídricos en el Altiplano debe considerar por una parte su importancia para el desarrollo económico y social del país y las Regiones y por otra, la protección y cuidado de los sistemas ambientales sensibles que allí existen. En este sentido, es fundamental entender la extracción de aguas subterráneas y la gestión misma de los acuíferos como un proceso dinámico, tanto espacial como temporalmente. Asimismo, se deben considerar adecuados planes de monitoreo y contingencia.

Por lo mismo, el uso sustentable del agua, la explotación, y en particular la exploración de los recursos hídricos, debe vincularse desde su origen a variables de interés ambiental y cultural de la zona.

2 INTRODUCCIÓN

Las cuencas hidrográficas de interés para este estudio se han definido como aquellas que se encuentran en el límite oriental de las Regiones XV, I, II y III de Chile, en su mayoría de características endorreicas. Un número importante de este grupo tiene como base de equilibrio salares y lagunas, otras, presentan un aspecto uniforme, sin alumbramientos superficiales de agua. El área de estudio definida a partir del trazado descrito en este capítulo considera hoyas hidrográficas ubicadas completamente dentro del territorio nacional, pero hay otras que Chile comparte con los países vecinos del este¹ y en un caso también con Perú.

El trazado de las hoyas hidrográficas se hizo utilizando como referencia los estudios previos hechos en la zona, donde se considera como límite oeste de las cuencas a las altas cumbres de la Cordillera Occidental, que separan la zona de estudio de la Cordillera de Domeyko y la Depresión Preandina. En efecto, las cuencas hidrográficas delineadas, se encuentran en su mayoría insertas en la ladera occidental de la Cordillera de los Andes, exceptuando aquellas que están al Este del Salar de Atacama, situadas realmente en el Altiplano o Puna.

Bajo este escenario, no se han considerado algunas cuencas endorreicas que pertenecen a zonas de elevación intermedia, como fueron descritas por Niemeyer & Cereceda (1984, ver Figura 3.1). Tal es el caso del salar de Atacama y el salar de Punta Negra, cuya mayor proporción se encuentra en una depresión pre-Andina.

¹ Desde Visviri hasta el hito de Zapaleri con Bolivia y desde ahí al sur con Argentina.

3 METODOLOGÍA

La delimitación de las divisorias de agua se realizó utilizando distintas fuentes de información, siendo la principal los Modelos de Elevación Digital (*DEM*, por sus siglas en inglés) del *USGS*. Otras fuentes de información utilizadas fueron las coberturas digitales (*SIG*) provistas por la DGA, las coberturas digitales (*SIG*) generadas por la PUC para otros estudios, el Mapa Hidrográfico de Chile del IGM (Niemeyer & Cereceda, 1984), la definición de cuencas hecha en el Convenio de Cooperación DGA - UCN - IRD (S.I.T. N° 51, 1999), el Mapa Hidrográfico de Chile del Departamento de Recursos Hidráulicos de CORFO (1971), imágenes satelitales Landsat (1990) y las imágenes satelitales observadas con Google Earth. En la Tabla 3.1 se sintetiza la información usada y el origen de ésta.

Los *DEMs* son una estructura rígida de datos, que contienen un arreglo bidimensional de espaciamiento constante. En el caso de Chile, y los países distintos de Estados Unidos, el espaciamiento disponible (la dimensión de un cuadro de la grilla) es de 90 metros por lado. Cada uno de estos bloques tiene una cota asignada en su punto central, correspondiente a la altura media sobre el nivel del mar del área de 90 x 90 metros barrida.

La delineación usando los *DEMs* se hizo de manera automática con el software *Watershed Modeling System* (*WMS*, www.scisoftware.com). En el caso de las cuencas cerradas, el programa considera que éstas son lagunas, generando un efluente por él o los puntos más bajos. Dichos puntos de salida (*outlet point*) fueron corregidos, utilizando las demás fuentes de información disponible.

Tabla 3.1. Información utilizada para la definición de las cuencas.

Fuente de información	Origen
Modelo de Elevación Digital (DEM)	USGS (http://seamless.usgs.gov/)
Coberturas digitales (SIG)	DGA (DEP) y DICTUC – PUC
Mapa Hidrográfico de Chile	Geografía de Chile, Tomo VIII (IGM)
Cuencas Cerradas del Norte de Chile	Geoquímica de Aguas en Cuencas Cerradas (DGA - UCN - IRD, S.I.T. N° 51)
Mapa Hidrográfico de Chile	Dpto. de Recursos Hidráulicos CORFO (1971)
Cartografía escala 1: 250.000	Instituto Geográfico Militar (IGM)
Imágenes Landsat	NASA, satélite Landsat ETM+
Google Earth	http://earth.google.com/

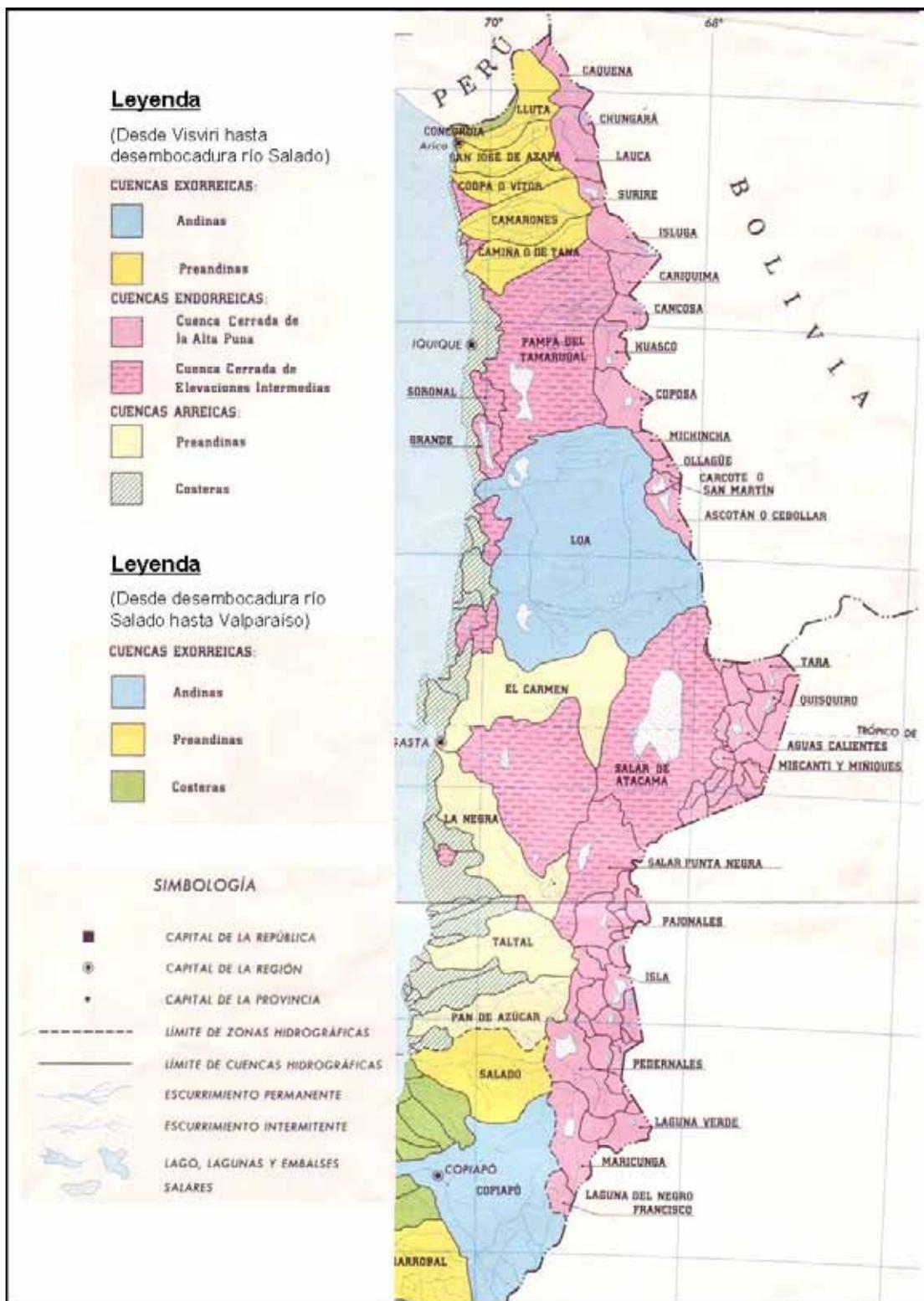
Para la ubicación inicial de los *outlet point* y las posteriores correcciones a la delineación original, se utilizó la información presentada en la Tabla 3.1. La mayoría de estos antecedentes fueron montados en plataformas SIG, superponiendo y comparando capas para obtener un mejor resultado. Los programas utilizados para estos efectos fueron *ArcGis* y *Global Mapper*.

Un ejemplo de la metodología empleada es presentado a continuación.

Las cuencas del salar de Huasco y la de Lagunillas, han sido consideradas por Niemeyer & Cereceda (1984), entre otras de las fuentes mencionadas, como un único sistema hidrográfico, asumiendo que están conectadas superficialmente. Usando los Modelos de Elevación Digital y las cuencas del Estudio “Geoquímica de Aguas en Cuencas Cerradas” se observó la división existente.

En la Figura 3.2 se muestra la delineación de las cuencas en cuestión. Trazando líneas de isocota representadas por áreas inundadas a una determinada altura, se observó que las cuencas no se conectaban superficialmente antes de 40 metros de “llenado”. Esa diferencia puede apreciarse en la misma Figura 3.2, en un perfil trazado en la zona donde ambas cuencas se estarían conectando.

La Figura 3.3 presenta la delineación definitiva de las cuencas endorreicas del salar de Huasco y de Lagunillas usando *WMS*, donde se muestra la ubicación de los puntos de salida, el trazado de la red de drenaje afluente a éstos y la divisoria de aguas resultante.



Fuente: [Niemeyer & Cereceda, IGM (1984)]

Figura 3.1. Mapa hidrográfico de Chile (1:6.000.000), recortado en la zona de interés.

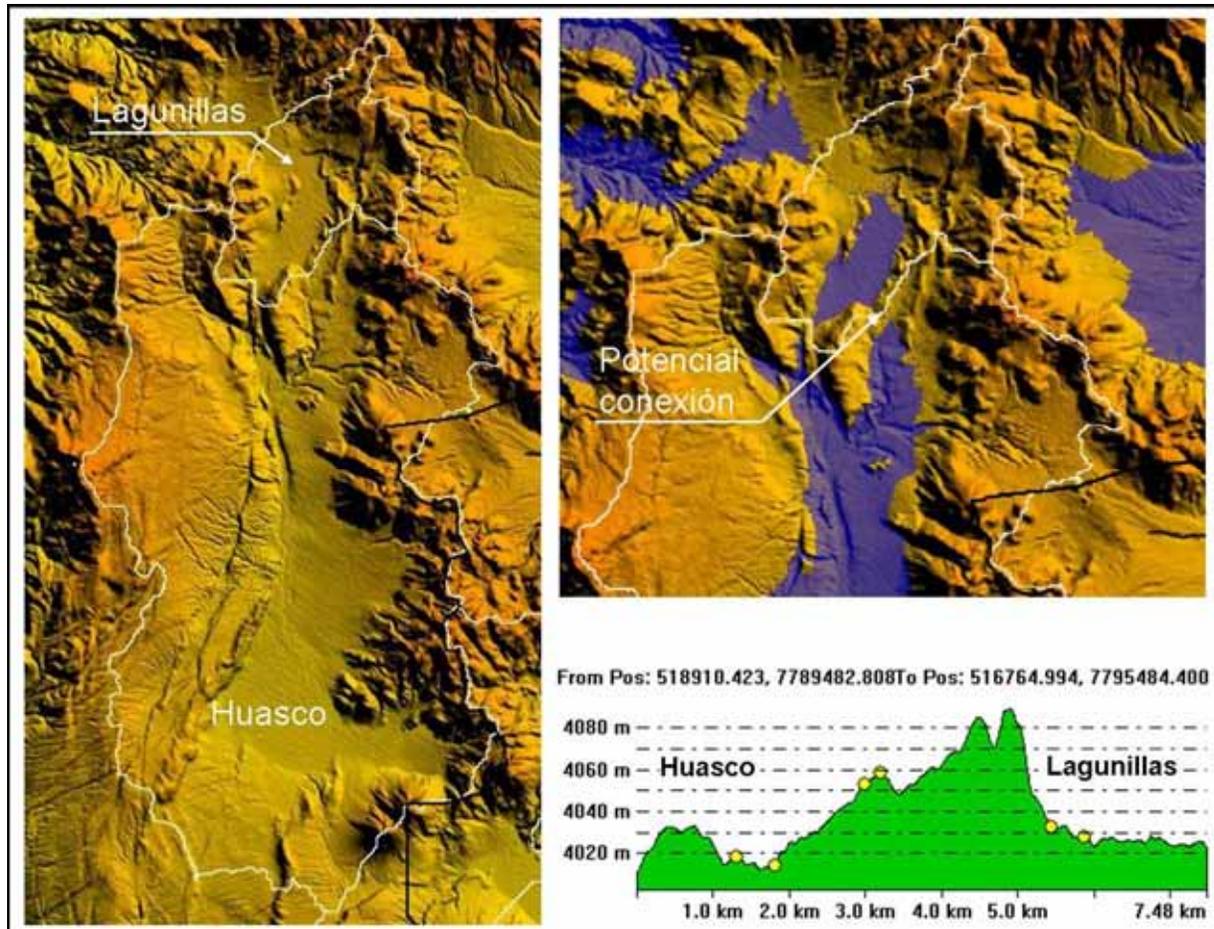


Figura 3.2. A la izquierda, vista en planta de las cuencas del salar de Huasco y de Lagunillas. A la derecha arriba zona de potencial conexión entre ambas cuencas (punto más bajo del límite Huasco - Lagunillas), abajo derecha perfil trazado entre ambas por la zona en cuestión.

El análisis se efectuó para todas las cuencas de la zona de estudio, verificando las posibles conexiones entre ellas a nivel de superficie. El resultado de este proceso muestra que algunas de las hoyas hidrográficas trazadas coinciden con las definidas por las otras fuentes de información, o bien presentan pequeñas diferencias. Sin embargo, existen otros casos en que se discrepa lo suficiente como para plantear la división de una en dos o más, o agrupar algunas que aparecían como separadas.

La delimitación final representa en la mayoría de los casos una cuenca endorreica con su mayor superficie en territorio chileno. En otros son sólo subcuencas de un sistema mayor, que se desarrolla también en otros países.

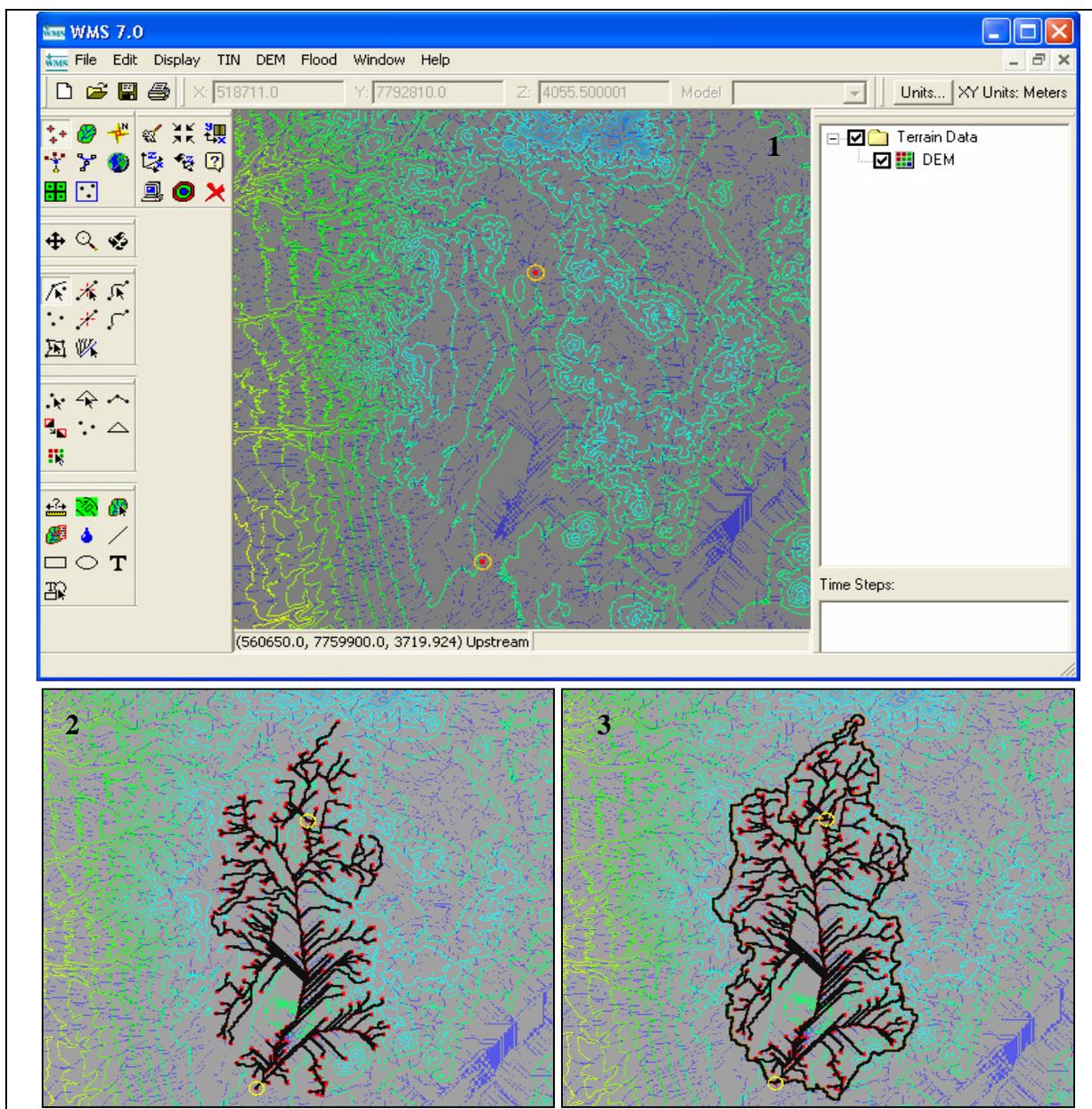


Figura 3.3: Delineación de cuencas del salar de Huasco y de Lagunillas usando WMS. 1. Ubicación de los *outlet point*, 2. Trazado de escurrimientos superficiales en el área de drenaje y 3. Delimitación de las cuencas.

Las cuencas que se señalan como compartidas en el informe corresponden a aquellas que 1. Son o no endorreicas, y que, teniendo una parte en Chile, drenan hacia Bolivia o Argentina (ej.: cuenca del río Lauca en la XV Región), o 2. Siendo endorreicas, tienen más del 10% de su superficie en un país distinto de Chile (p. ej.: cuenca del salar de Las Parinas, en la III Región). Este es un criterio arbitrario que permite entregar un dato adicional sobre la zona.

4 CUENCAS HIDROGRÁFICAS DEL ALTIPLANO

Como se describe más arriba, las cuencas fueron dibujadas utilizando la grilla de un Modelo de Elevación Digital, cuya precisión es equivalente a la de un mapa con una escala 1:250.000. En una escala menor podrían percibirse varias unidades más de este tipo, sin embargo, carece de sentido en este apartado del estudio profundizar a este nivel de detalle.

A continuación viene una breve descripción de las cuencas delimitadas por Región administrativa; su hidrografía y principales características de relieve, a lo que se acompaña los mapas adjuntos en este informe.

4.1 Región I de Tarapacá y Región XV de Arica y Parinacota

En el Altiplano de las Regiones de Tarapacá y de Arica y Parinacota se distinguieron 14 cuencas. Algunas de éstas se encuentran completamente en territorio chileno y otras están compartidas con los países vecinos. Salvo la cuenca del río Uchusuma – Caquena, que es compartida con Perú y Bolivia, todo el resto de las que se desarrollan más allá de la frontera corresponden a cuencas chileno – bolivianas.

4.1.1 Ríos Uchusuma y Caquena

Estas cuencas han sido agrupadas por pertenecer a un sistema mucho más grande y complejo, que se desarrolla casi totalmente en Bolivia y que drena hacia el lago Poopó.

El río Uchusuma nace al sureste de Perú y atraviesa territorio chileno antes de pasar a Bolivia y desembocar en el río Mauri. En territorio boliviano recibe como afluentes que nacen en Chile a la Quebrada Coipacoipani y el río Putani, en las cercanías de la localidad de Charaña. En el tramo chileno, el río Uchusuma escurre en dirección O – E, con una leve inclinación N – S; en territorio boliviano, se curva hacia el norte, antes de juntarse con el río Caquena.

El río Caquena por su parte, nace en los nevados de Payachata, y hace su recorrido de sur a norte, sirviendo en un tramo como frontera entre Chile y Bolivia, donde recibe por su ribera izquierda al río Cosapilla. Luego de esto cambia su nombre a Cosapilla y se interna en territorio boliviano donde, unos 20 km aguas abajo, se junta con el río Uchusuma.

La subcuenca Uchusuma – Caquena de la cuenca del lago Poopó, fue definida considerando como punto de salida la desembocadura, después de su junta, en el río Mauri.

4.1.2 Río Lauca

Al igual que en el caso de los ríos Uchusuma y Caquena, el río Lauca corresponde a una subcuenca de un sistema mayor, en este caso el del salar de Coipasa, ubicado en Bolivia.

De acuerdo a lo establecido por el IGM (Niemeyer & Cereceda, 1984), la parte superior de la cuenca pertenecería al altiplano chileno, mientras que su zona media e inferior estaría en territorio boliviano.

El río Lauca nace en el río Desaguadero, efluente de la laguna Cotacotani ubicada a unos 4 km al norponiente del lago Chungará, que descarga junto a otras vertientes (Chacurpujo, Copapujo y Chubire, entre otras) en los bofedales o ciénagas de Parinacota. Esta laguna se caracteriza por los islotes que interrumpen la continuidad de su superficie, morfología debida al tipo de actividad volcánica que existió en la zona.

Dado la diferencia de cota y la composición de las rocas que separan a las lagunas de Cotacotani y Chungará se habla de una conexión subterránea entre éstos (Niemeyer & Cereceda, 1984).

Aguas abajo de las ciénagas de Parinacota, el río Lauca toma dirección sur, con una leve inclinación al oeste, por unos 19 km, donde recibe un importante afluente por su ribera derecha, el río Vizcachani. Dicho afluente proviene de la ladera oriental de la cordillera de Chapiquiña, desviándolo para tomar dirección SE hasta su encuentro con la quebrada Chuba. Allí vuelve a tomar la dirección sur, con una leve inclinación al este que se va incrementando para drenar a Bolivia con una orientación completamente O-E.

Los afluentes más importantes del Lauca son: por la ribera izquierda los ríos Chusjavidá y Guallatiri, mientras que por la ribera derecha los ríos Ancochalloanes, Vizcachani y Quiburcanca.

4.1.3 Lago Chungará

La cuenca del Lago Chungará es la primera cuenca de norte a sur en el Altiplano que se encuentra completamente en territorio chileno. Es una cuenca de características endorreicas, alongada en la dirección norte – sur, y rodeada por el poniente por la cuenca del Lauca. Su límite oriental es parte de la frontera con Bolivia.

La principal alimentación del lago proviene del río Chungará (quebrada Plazuela), que drena un área oriental a los pies de los nevados de Quimsachata (cerros Acotango, Capurata y Umarata). Es un río de poca longitud, al igual que varios de los ríos que se desarrollan en el altiplano, debido a que los grandes volcanes o cerros de esta zona caen abruptamente a los valles donde se forman lagunas y salares.

También hay tributarios de menor envergadura, que caen al lago desde los cerros que lo rodean desde el este (cerros de Quisiquisini), al igual que los afluentes desde los pies del cerro Choquelimpie al poniente y por el sur (estero Sopocolane y vertientes Mal Paso y Ataja).

4.1.4 Salar de Surire

Es una cuenca cerrada, ubicada en la línea de las cuencas altiplánicas de la XV Región de Chile, al sur del río Lauca. Su superficie se encuentra casi completamente en Chile, a excepción de una pequeña proporción correspondiente a la cabecera de los afluentes que descienden desde la ladera noroccidental del cerro Lliscaya y el cerro Quilhuiri.

La cuenca está bien delimitada por varios cerros que la rodean, los que aportan sus aguas a través de quebradas y cursos menores. El principal afluente es el río Surire. Una buena parte del área de la cuenca es ocupada por el salar, zona en la que encuentran algunas lagunas de poca profundidad y extensión variable.

Otras características de esta cuenca que la hacen distintiva son la explotación de Bórax, los géiseres de Polloquire y su categoría de sitio Ramsar debido a su alta biodiversidad.

4.1.5 Río Todosantos

La cuenca del río Todosantos corresponde a una subcuenca cuyos cursos superficiales drenan hacia el este en Bolivia. El sistema al que pertenece es el de la cuenca del lago Coipasa, al igual que el río Lauca, su mayor tributario.

Esta subcuenca se encuentra al norte de la cuenca del río Isluga y al sur de la cuenca del salar de Surire, donde el punto de salida para su trazado (donde convergen los flujos delimitados por la superficie definida) se encuentra a poco menos de tres kilómetros al sur de la estancia Carcanchuni en el río Todosantos. Una referencia que puede ayudar de mejor manera a orientarse con este punto, dada la cantidad de estancias en el sector, es la línea que une las cumbres de los cerros Tamachuma y Curamane o Curamaya, a unos pocos kilómetros de la frontera con Chile.

4.1.6 Río Isluga

Esta cuenca usualmente se representa unida a la del río Cariquima ubicada al sur de ésta, dado que ambas son subcuencas del lago Coipasa en Bolivia al igual que otras cuencas del altiplano de las Regiones XV y I. Las aguas de estos ríos se mezclan en la Laguna Mucalliri, donde desembocan formando deltas que alimentan las vegas previas.

El río nace al pie del cerro Alpajeres, donde convergen dos ramas de sus vertientes norte y sur, recibiendo el nombre de Arabilla. De ahí corre en dirección al este con una pequeña tendencia

hacia el sur recibiendo algunas quebradas que tributan por el norte desde la ladera del volcán Isluga que da su nombre a la cuenca. Frente a este volcán el río aparece identificado (Cartografía IGM) con el nombre de Isluga y aguas abajo del cerro Perán, entre los volcanes Isluga y Cabarai, se señala con el nombre de río Sitani. Poco antes de cruzar la frontera y desembocar, el río corre cercano a los poblados de Sitani, Colchane y Pisiga.

La Laguna Parinacota también es parte del sistema hidrográfico de la cuenca, y se encuentra en la cabecera de ésta, al sur del cerro Alpajeres, drenando el sector más occidental.

4.1.7 Río Cariquima

Morfológicamente, esta cuenca aparece como complementaria a la de Isluga, como dos tributarios del Lago Coipasa, aunque están separadas por pequeñas lomas que determinan la independencia de sus escurrimientos hasta su desembocadura.

Casi en el centro de la cuenca se encuentra el cerro Cariquima, aguas abajo del cual tienden a juntarse, sin hacerlo, los dos cauces más importantes de la cuenca; por el norte el río Grande – río Cariquima y por el sur el estero Montecarbai – quebrada Seca. Aguas arriba del cerro que da el nombre a esta hoya hidrográfica, los mencionados cursos comparten el drenaje del área de cabecera de la cuenca tomando los aportes de numerosas quebradas.

El primer tributario del curso principal nace en la vertiente Puljahua, al pie del cerro Sojalla, y corre hacia el sur hasta pasar el cerro Mesa donde después de rodearlo toma dirección este, al igual que las demás quebradas en esta zona. Después de la confluencia de estas quebradas, a la altura del cerro Cariquima por el norte, recibe otro grupo de afluentes por el norte y toma el nombre de río Grande. Más al este recibe otro afluente septentrional (cerro Saucana), a partir del cual se llama río Cariquima.

Al oeste de esta cuenca se encuentra la Pampa del Tamarugal, cuya división corresponde a varios cerros, entre ellos el cordón Alto de Chuncara y los cerros de Quimsachata.

4.1.8 Quebrada de Umo Kahuo

Esta cuenca se ubica al sureste de la cuenca de Cariquima, abarcando una pequeña área de drenaje hacia el lago de Coipasa. Una proporción menor de ésta se encuentra en territorio chileno, donde nace la quebrada que da el nombre que se ha puesto a esta subcuenca.

En el sur de esta hoya hidrográfica se encuentra la laguna de Livis Khota, que recibe todos sus aportes desde territorio boliviano. Al este y norte de la laguna la pendiente es baja y la zona es húmeda, lo que sustenta algunas vegas que se forman antes de desembocar al Coipasa.

4.1.9 Río Cancosa

Es otra de las subcuencas que pertenecen al sistema del Coipasa y se ubica al sur de las cuencas de Cariquima y Umo Kahuo y al este de las cuencas de Lagunillas y Huasco. De manera similar a como ocurre a las subcuencas aportantes a este gran sistema, la superficie en territorio chileno es sólo una parte del área total dibujada. La proporción restante se desarrolla en territorio boliviano, donde fue ubicado el punto de salida para su definición, en la desembocadura del río Cancosa en el lago Coipasa.

Es una subcuenca de gran extensión norte – sur (de unos 80 kilómetros aproximadamente), cuyo límite más septentrional es un ramal que desemboca en la ribera sur del salar de Coipasa. Hasta el límite sur de la cuenca de Cariquima, entre los cerros Picavilque y Alto Toroni, la cuenca se desarrolla al este de la frontera. Lo mismo ocurre a partir de la línea que une a los cerros Piga y Challacollo (Hitos XLV y XLVIII) al sur, donde la superficie de la cuenca se encuentra en Bolivia, definiendo la frontera. En el tramo central, al este de la cuenca de Laguna Lagunillas y de la parte norte de la del Salar de Huasco, la cuenca del río Cancosa se desarrolla en ambos países en proporciones similares.

El río Cancosa se forma en las proximidades del pueblo del mismo nombre cerca de la frontera chileno – boliviana, a partir de la junta de los ríos Ocacucho, proveniente del noroeste, y del Sacaya, proveniente desde el sur con un mayor aporte de caudal. Aguas abajo del pueblo de Cancosa el río escurre entre bofedales y arenas, en los que va perdiendo parte de su caudal principalmente por efecto de la infiltración. Posteriormente corre encajonado para atravesar la frontera, donde paulatinamente comienza a abrirse nuevamente en una zona de menor pendiente, hasta su desembocadura.

4.1.10 Laguna Lagunillas

Esta cuenca se ha considerado usualmente como parte de la cuenca del salar de Huasco, ubicada al sur, sin embargo, se ha delimitado de acuerdo a la revisión completa de los antecedentes expuestos como una cuenca endorreica independiente, al menos a nivel de superficie. Otros estudios indican que hay evidencia de conexión hidrogeológica entre ambas (S.I.T. N° 51, DGA).

La laguna es pequeña, aunque de superficie variable, con una única vertiente superficial proveniente del norte y que la alimenta por su borde oriente (quebrada Talpiguano).

4.1.11 Salar del Huasco

Es una cuenca endorreica que se encuentra al este de la localidad de Pica y al oeste del salar de Empexa en Bolivia. En su interior alberga el valle de Collacagua, que tiene por base de equilibrio al salar de Huasco propiamente tal.

En el punto denominado El Tojo se juntan los tributarios del río Collacagua, dando origen a este. Por el norte llega la quebrada Chaquina de bajo caudal y pendiente suave, que se asemeja a una larga ciénaga, mientras por el oriente llega el Piga, su principal alimentación, y que nace en los Ojos de Piga, en una zona cubierta de bofedales.

A partir de El Tojo, el río Collacagua se desarrolla con baja pendiente en dirección recta al sur, formando en algunos sectores displays de aguas bajas cubiertas de algas. Después de recorrer un buen trayecto en esta dirección, unos 15 km, las aguas se infiltran para alimentar subterráneamente al salar (Niemeyer & Cereceda, 1984). El lecho del río continúa seco y arenoso por otros 10 km hasta desembocar en el salar en época de crecidas.

El salar y la laguna son el punto más bajo de la cuenca, donde se produce la acumulación y la evaporación de los recursos hídricos superficiales que descargan tanto el río Collacagua como numerosos manantiales adyacentes al salar.

La mayor parte del área ocupada por el salar corresponde a limos y costra salina. Las lagunas superficiales son de un tamaño considerable, de variable extensión y poca profundidad. Algunos importantes estudios relacionados con los recursos hídricos se han realizado en este sector tales como los de JICA (1985), Grilli y Vidal (1986), Niemeyer, H. (1964) y el Convenio de Cooperación establecido entre DGA – UCN – IRD (1999).

Una característica que hace particularmente interesante a esta cuenca es que fue declarada como sitio Ramsar (1996), que resguarda específicamente el ecosistema del salar (6.000 ha). La DGA también ha reconocido su importancia al incluirla dentro de los sitios protegidos que otorga el Código de Aguas en algunas áreas con presencia de vegas y bofedales.

4.1.12 Quebrada Carcas

Esta quebrada nace en el Cordón Carcanal, que separa las cuencas de los salares de Huasco y de Coposa, y se dirige hacia el este a Bolivia para descargar sus aportes en el sur del salar de Empexa, aportando a la quebrada Carcanal de Istma. De este mismo Cordón descienden numerosas quebradas en territorio chileno, que se activan durante las lluvias, y que son conducidas al mismo punto de la quebrada Carcas, a través de la quebrada de Napa.

Esta subcuenca se desarrolla en su mayoría en territorio boliviano, entre el cerro Napa y los cerros Redondo y Huaylla Kahua. El primero de estos se encuentra en la frontera chileno – boliviana, mientras que los otros dos se encuentran en Bolivia. La parte chilena se encuentra en el sur de esta subunidad hidrográfica, al oeste de la línea que une los cerros Huaylla Oriental y Napa, también parte de la frontera entre ambos países.

4.1.13 Salar de Coposa

Esta cuenca se encuentra en el extremo sur del altiplano de la I Región, separada de su límite con la Región de Antofagasta por la cuenca del salar de Michincha. Al este se encuentra la cuenca del salar de Empexa (centro - norte) y la de La Laguna (centro – sur), ambas en territorio boliviano.

La cuenca tiene una forma alargada en la dirección norte – sur, con una cuña que rompe la simetría hacia el este, tomando los escurrimientos de los cerros Ocaña y Copa. Todo el límite este de la cuenca define también la separación con el país vecino. A la misma latitud de estos cerros se encuentra, en la zona baja de la cuenca, el salar de Coposa propiamente tal, compuesto en gran parte por limos salinos y arenosos.

El salar recibe numerosos pequeños tributarios en todo su perímetro, siendo el más importante el llamado quebrada del Pabellón, que nace en la ladera norte del cerro Pabellón del Inca, dirigiéndose sensiblemente al NNW, hasta desembocar en el extremo sur del salar tras un recorrido poco mayor a 20 km.

La laguna principal (Jachucoposa) se encuentra al surponiente del área del salar, sustentando varios bofedales y actividad ganadera desde la época prehispánica.

4.1.14 Salar de Michincha

Esta cuenca es la más meridional de las altiplánicas de la I Región y colinda al sur con la parte alta de la cuenca del río Loa. De la misma manera que la cuenca del salar de Coposa, su límite oriental define la frontera entre Chile y Bolivia.

La cuenca es relativamente pequeña en comparación con las de esta Región, ocurriendo de manera proporcional lo mismo con su salar. Debido a estas características, su vulnerabilidad a la explotación resulta ser mayor. De acuerdo a Risacher et al. (1999), la laguna del salar se ha visto afectada por las explotaciones que se han hecho desde el acuífero.

Los principales aportes al salar y a la laguna provienen de las quebradas que caen a la Pampa Pabellón y a los Carcanales de Ujina y de Michincha, las que se activan en la estación húmeda. Los cerros de Michincha, Alconcha y Yarbicoyita son las laderas que ofrecen mayor despliegue para los aportes a estos sectores.

La Tabla 4.1 resume algunas de las características de las cuencas altiplánicas de las Regiones XV y I. Además del número ID asignado en este estudio, se muestra el nombre, área y perímetro, junto a sus alturas máximas, medias y mínimas de acuerdo al trazado. Esto corresponde a las características del límite determinado en este estudio, y que se presenta en la Figura 4.1.

Las alturas medias fueron determinadas de acuerdo a los *DEM*s. Las alturas máximas y mínimas fueron observadas en los mapas IGM, el estudio de Cuencas Cerradas del Norte de Chile o el *DEM*, dependiendo de cuál información se encontraba especificada.

Tabla 4.1. Resumen de características de cuencas altiplánicas Regiones I y XV. Las cuencas compartidas, como se explica en el texto, se han definido como aquellas que tienen un 10% o más de su superficie en un país vecino o cuando su drenaje natural cruza la frontera, perteneciendo a un sistema mayor.

Id	Nombre cuenca	H Mín (msnm)	H Máx (msnm)	H Med (msnm)	Compartida	Perímetro (km)	Área (km²)	N° CORFO	Nombre CORFO	N° en Inf. S.I.T. N° 51
101	Ríos Uchusuma - Caquena	3.958	6.342	4.386	SI	482	3.150	501	Cosapilla	-
102	Río Lauca	3.892	6.342	4.460	SI	348	2.438	502	Lauca	3
103	Lago Chungará	4.530	6.342	4.807	NO	107	271	602	Chungará	2
104	Salar de Surire	4.256	5.780	4.512	NO	144	580	603	Surire	4
105	Río Todosantos	4.103	5.616	4.550	SI	159	572	503	Parajalla	-
106	Río Isluga	3.651	5.869	4.187	SI	302	1.360	504	Isluga	-
107	Río Cariquima	3.645	5.982	4.139	SI	267	1.486	504	Isluga	-
108	Qda. Umo Khauo	3.662	4.431	3.877	SI	111	265	-	-	-
109	Río Cancosa	3.659	5.972	4.173	SI	419	2.048	505	Cancosa	-
110	Laguna Lagunilla	3.900	4.844	4.253	NO	98	191	505	Cancosa	6
111	Salar del Huasco	3.772	5.220	4.165	NO	282	1.471	605	L. del Huasco	7
112	Qda. Carcas	3.725	5.099	4.165	SI	154	382	506	Carcas	-
113	Salar de Coposa	3.713	5.220	4.087	NO	212	1.120	606	Coposa	8
114	Salar de Michincha	4.118	5.407	4.382	NO	106	278	607	Michincha	9

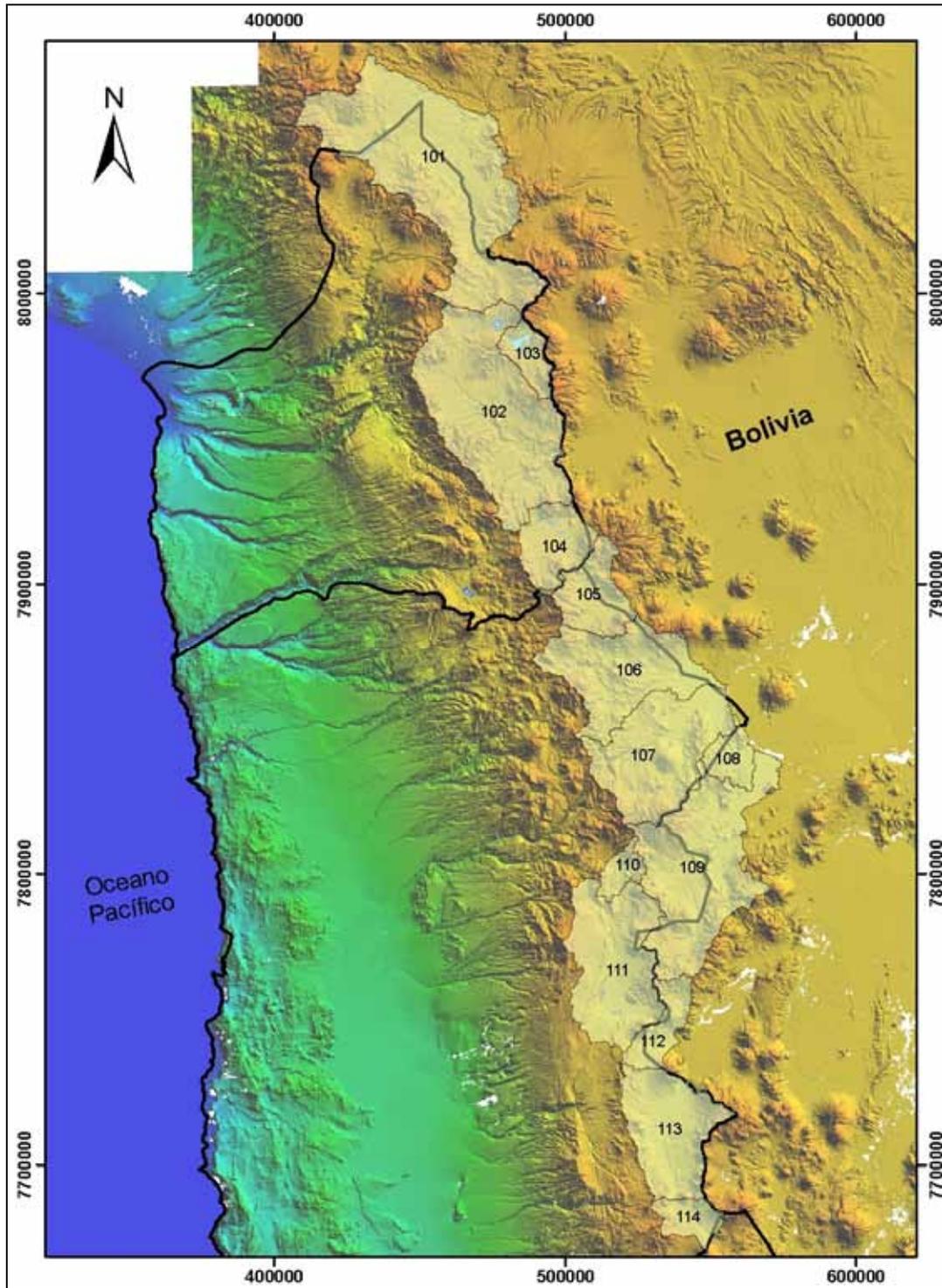


Figura 4.1. Cuencas altiplánicas de las Regiones XV y I con su número ID.

4.2 Región II de Antofagasta

El análisis de los *DEMs*, la red de drenaje y la topografía, da como resultado una serie de cuencas endorreicas que no fueron encontradas en la revisión bibliográfica. El entramado de la cordillera de los Andes en esta zona daría pie para definir algunos otros sectores de características endorreicas, sin embargo se consideraron únicamente los que se distinguían como unidades que pudiesen representarse en una escala apropiada de un mapa o plano de trabajo.

De acuerdo a lo anterior, en la II Región de Antofagasta se trazaron los límites de 41 hoyas hidrográficas cerradas, con áreas que van desde unos 7 km² hasta 2.800 km². La mayoría de éstas se encuentra al este del salar de Atacama, ocupando casi la misma extensión norte – sur de su superficie, entre los 22° 45' y los 24° 30' de latitud sur, zona que corresponde al bloque central de las cuencas de la Región. Dos bloques más que se desarrollan en esta Región Administrativa, uno en el norte, separadas del centro por la parte alta del río Loa, y otro en el sur, separadas del centro por parte de las cuencas del salar de Atacama y el salar de Punta Negra.

Algunas de las cuencas más importantes se encuentran en el bloque central, donde destacan por su tamaño las cuencas de los salares de Aguas Calientes 2, Pujsa y Loyoques en Chile y las cuencas compartidas con Argentina de los salares de Rincón (en la pampa de Lari), de Jama, Tara e Incahuasi, todas estas últimas con más de 1.000 km² de superficie.

A continuación se presenta una descripción de las principales hoyas hidrográficas con desarrollo en la Región de Antofagasta, basada en las citadas fuentes de información de la Tabla 3.1 y las visitas de inspección y reconocimiento realizadas en terreno durante los meses de septiembre y octubre de 2007. En particular, los porcentajes del área de los salares respecto al área total de la cuenca se obtuvo usando la cartografía IGM escala 1:250.000.

En la Tabla 4.2 se presenta un resumen con las principales características de las cuencas estudiadas en esta Región.

4.2.1 Salares de Ollagüe - Laguani

De acuerdo a lo observado en las referencias, esta cuenca es parte de un sistema de mayor superficie, correspondiente al salar de Chiguana, ubicado en Bolivia. La definición de sus límites considera todos los flujos que convergen al sector de La Carillana, entre los cerros Arena y Pilaya, al este de la frontera con el país vecino.

Dentro de los bordes definidos se encuentra la zona chilena de Ollagüe, el salar de Laguani (o Pajancha) junto a su afluente norte ubicado al sur del salar de Empexa, y el salar de Porcos. Estos últimos dos se encuentran en Potosí, Bolivia. En la parte chilena, los escurrimientos

hacia el salar de Ollagüe tienen por principal tributario a la quebrada Amincha (18 km), que corre de poniente a oriente. Otro tributario, poco menos importante, es la quebrada del Inca (12 km). En territorio boliviano, el salar de Laguni y su afluente tienen una inclinación de norte a sur, lo mismo que el salar de Porcos.

4.2.2 Salar de Alconcha

La cuenca del salar de Alconcha se encuentra en la Cordillera de los Andes al extremo norte de la II Región, en el límite con la Región de Tarapacá. Colinda al este con la cuenca de Michincha y al sur con el nacimiento del río Loa.

El salar está parcialmente recubierto por una laguna salada poco profunda y de superficie variable. Ambos se alimentan de algunas vertientes que van desde la ladera norte (cerro Paroma Norte) a la ladera sur (cerro Alconcha), en el recorrido por el lado Este (cerro Tres Moños), y que se infiltran alimentando napas alrededor del salar. Los importantes bofedales aquí presentes en su orilla sur-oeste se reconocen como de las mayores fuentes de evaporación de esta cuenca, además de su única alimentación visible.

4.2.3 Salar de Carcote o San Martín

Esta cuenca endorreica colinda al sur y al este con la cuenca del salar de Ascotán y al oeste con la cuenca del río Loa. De acuerdo a Niemeyer & Cereceda (1984) esta cuenca ocupa el centro del eje paleohidrográfico que unió varios ambientes paleolacustres desde el lago Poopó hasta el salar de Ascotán. Toda esta unidad hidrográfica está constituida de estrato-volcanes andesíticos y dacíticos y los dos más importantes son el Ollagüe y el Aucanquilcha.

El salar es de tipo playa, constituido de limos salinos y costras de sales. Cercanas a la orilla se encuentran varias lagunas superficiales, alimentadas por las vertientes que a éste confluyen, siendo la más importante la Laguna Verde. Los principales afluentes provienen desde las laderas de los cerros La Campana, El Almendro, Pabellón (Quebrada Amarilla) y Chela, además del volcán Aucanquilcha.

4.2.4 Salar de Ascotán o Cebollar

Corresponde al más grande y más meridional de los salares de lo que hemos llamado el bloque norte del altiplano de la II Región. Estando al sur del salar de Carcote, ambos salares se implantan en la parte más baja de una depresión flanqueada al este y al oeste por cadenas volcánicas terciarias y cuaternarias de orientación general norte-sur. Al sur del límite de esta cuenca se encuentra la subcuenca del Silala, afluente al río Loa, que nace en Bolivia.

La superficie de esta hoya hidrográfica se encuentra casi completamente en Chile (más del 70% del total), pero tiene algunos de sus tributarios naciendo al otro lado de la frontera. Tal es

el caso de las laderas occidentales de los cerros de Cañapa y cerro Araral, en el centro y norte de la cuenca, y del cerro Bayo por el sur, al oeste de la boliviana Laguna Khara.

La alimentación del salar proviene de una decena de quebradas que bajan tanto desde el cordón occidental como del oriental. Estas últimas penetran en el área de la costra, sustentando un sistema de lagunas superficiales que en su mayoría mantienen una forma alargada en la dirección del escurrimiento de sus afluentes. Otras lagunas menores se encuentran cercanas a la orilla poniente del salar.

Al igual que el salar de Carcote, Ascotán se sitúa en el eje paleohidrográfico que unió varios ambientes paleolacustres puneños de mayor desarrollo.

4.2.5 Laguna Verde (Bolivia)

Se encuentra en el norte del bloque central de las cuencas altiplánicas de la Región de Antofagasta y es casi netamente una cuenca boliviana, con una pequeña área de drenaje dentro de Chile. Dichos aportes bajan por las laderas norte de los cerros Guayaques y Toco Toco, entrando en la Pampa El Vallecito y el Llano de Toco, respectivamente. Estos escurrimientos siguen una dirección sur – norte.

Al oriente del volcán Licancabur y norte del volcán Juriques se encuentra en territorio boliviano la laguna propiamente tal. La mayoría de los aportes que la alimentan vienen desde el norte y del este. Su color verde se debe al alto contenido de Magnesio que tienen sus aguas.

4.2.6 Laguna Blanca

Esta cuenca, al igual que la anterior, tiene su superficie casi completamente en territorio boliviano. Es una cuenca endorreica, ubicada al este de la cuenca de la Laguna Verde, donde la superficie que se encuentra en Chile hace sus aportes al sur de las pampas Loma Blanca, Redonda y Guayaques. Sin embargo, los principales aportes a la laguna provienen del norte, este y oeste, todo en territorio del país vecino.

La laguna se encuentra en el límite de ambos países y es la base de equilibrio de esta cuenca.

4.2.7 Salar de Tara

Dentro del altiplano hay sólo 2 cuencas que contienen parte de su superficie en 3 países, siendo el salar de Tara una de ellas. Su territorio lo comparten las repúblicas de Bolivia, Argentina y Chile. Como la mayoría de las unidades con una superficie importante, la cuenca del salar de Tara forma un salar en la parte más baja, que constituye su base de equilibrio. De su extensión total (unos 1.800 km²), más de la mitad está en territorio chileno.

La fuente principal de alimentación del salar y de su laguna remanente es el río Zapalero, que proviene del norte. Este río se origina en Bolivia en la serranía del Dulce Nombre, pasa por Argentina y luego entra en territorio chileno. En el recorrido de sus 20 km por territorio boliviano recibe buena parte de su caudal aportado por numerosos cursos de agua que descienden por la falda oeste de la serranía nombrada. En Chile el Zapalero recorre unos 20 km en un lecho de escasa pendiente sobre suelos arenosos, donde presenta un desarrollo meándrico en un curso con una dirección orientada inicialmente de N a S y luego de NE-SW. Se considera generalmente que el río Zapalero es el único aporte relevante al salar de Tara y su caudal es excepcional en el ámbito árido de los Andes del norte chileno, sin embargo, existen otros aportes que no son despreciables. Por la ribera oriente el salar recibe algunos arroyos que provienen del nevado de Poquis y de la falda occidental de los cerros San Pedro, siendo el principal el Estero Cueva Blanca. Además de las alimentaciones nombradas, la Laguna de Tara recibe vertientes de aguas dulces y tibias a los pies del portezuelo de Tara.

4.2.8 Pampa La Bola y Pampa El Vallecito

Esta zona endorreica, ubicada en el llano de Chajñator al sur de la Laguna Verde en Bolivia y al norte del salar de Pujsa, se ha considerado en algunos estudios como parte de esta última unidad morfológica.

Corresponde a una zona de baja pendiente, con poco relieve y escasa en escurrimientos, de hecho no forma laguna ni salar. Estas características, además de su importante altura media (4.859 msnm), hacen suponer porque se han instalado conocidos observatorios astronómicos aquí.

4.2.9 Salar de Pujsa

Se ubica en el bloque central de las cuencas cerradas de la II Región, siendo una de las de mayor superficie en esta zona con desarrollo completamente en Chile. Limita al oriente con la cuenca del Salar de Aguas Calientes 1 y al poniente con la cuenca del salar de Atacama. Su punto más alto es el cerro Pili con 6.046 m.s.n.m.

El salar propiamente tal es de tipo “playa” y tiene algunas lagunas superficiales. En este existen antiguas islas de hielo que proveen aguas diluidas a las lagunas al derretirse (Hurlbert and Chang, 1984). Su alimentación principal es por el norte, y está dada por la quebrada Quepiaco que recibe aporte de las quebradas Agua Amarga y Peña Blanca antes de llegar al salar. También en el curso de esta quebrada se encuentra con las vegas de Pujsa o de Quepiaco, cuando el curso principal tiene orientación oeste-este antes de tomar su orientación definitiva y encontrarse con la quebrada Agua Amarga. Otros manantiales difusos llegan al salar por el nororiente y suroriente. En el sur poniente de la hoya se encuentra un pequeño

cuerpo de agua llamado Laguna Hedionda o Helada, que también es parte del sistema hidrográfico.

4.2.10 Salar de Aguas Calientes 1

Se encuentra al norte del salar de Loyoques y en algunas de las referencias usadas se presentan como una única cuenca endorreica.

La cuenca está flanqueada por dos cadenas de cerros: el cordón de Quilapana (cerros de Losloyo y Negro) por el este, que la separan de la cuenca del salar de Tara, y cerros de La Pacana por el oeste, que la separan del salar de Pujsa. Por el norte tiene su límite en los cerros de Guayaques y el cerro Incahuasi.

La alimentación principal del salar es a través de las quebradas que descienden de las laderas del cerro Incahuasi (quebrada Peña Negra) por el norte y, por el este, la quebrada que corre entre el cerro Losloyo y la Pampa del Morado. Esta última forma importantes vegas en su desembocadura y alimenta la laguna de este extremo. La otra laguna destacable se encuentra al suroeste del área del salar.

4.2.11 Laguna Helada

La cuenca de laguna Helada se encuentra en el bloque central altiplánico de la II Región y está flanqueada por el norte y el oeste por el salar de Tara. Es la cuenca endorreica completamente en territorio chileno que se encuentra más al oriente en todo el norte del país. Su punto más alto es el Nevado de Poquis con 5.745 msnm y su litología es exclusivamente volcánica.

La pequeña laguna en el lado poniente de la cuenca recibe aportes de quebradas provenientes desde el norte. Existen otros afloramientos y pozas de menor importancia, que están dispersos en puntos altos de la cuenca, al norte y al este de la laguna.

4.2.12 Salar de Loyoques

Esta cuenca también conocida como Quisquiro se encuentra al sur del salar de Tara y del de Aguas Calientes 1, tiene una altura media de 4.430 msnm y su mayor elevación es el cerro Purifica con 5.285 msnm en su límite poniente. En algunos estudios se define en una sola unidad junto a la cuenca del salar de Aguas Calientes 1.

El sistema está compuesto por un salar de unos 80 km² que contiene un gran número de lagunas en su interior y dos lagunas fuera de éste en la parte sur de la cuenca. Estas últimas son las lagunas Trinchera y Chivato Muerto, además de los ojos del río Salado, todas tienen relativamente poca superficie (menor a 50 ha). Estas lagunas son pequeñas depresiones con agua salada en las pampas que prolongan la cuenca del salar de Loyoques al sur (pampa del

río Salado, pampa Trinchera y pampa Chivato Muerto) y se podrían considerar sus cuencas como subcuencas del salar de Loyoques.

Los principales aportes superficiales son el río Salado en el sur, que nace en las vegas Ojos del Salado, y el estero Loyoques en el norte. Además hay aportes de tres quebradas por el poniente que son (de norte a sur) Quebrada de Agua Escondida, Quebrada de Tauna y Quebrada de Quisquiro.

4.2.13 Salar de Jama (Lag. Guachalajte, de Mucar y de Pampa Cien)

Corresponde a una de las cuencas del altiplano más grandes que se desarrollan en Chile y Argentina, junto a la cuenca del salar del Rincón (Pampa del Lari). Al poniente comparte límites con las cuencas de la Laguna Helada, salar de Loyoques y Aguas Calientes 2.

El principal patrón de drenaje de esta cuenca en territorio chileno es de oeste a este, formando las lagunas de Guachalajte, de Mucar y de Pampa Cien (o Ciénaga) en las depresiones que se encuentran casi alineadas a la frontera en toda su extensión longitudinal. El cordón de Ceja Alta, que separa esta cuenca de la parte sur del salar de Loyoques, da paso a las pampas Mucar y El Pedregal hacia el oriente, las que reciben numerosas quebradas provenientes de este sector.

En Argentina el patrón de flujos cambia, orientándose en su mayoría de norte a sur, tomando las aguas que convergen desde los aportes por el este y el oeste. El salar de Jama es el principal sumidero de los escurrimientos, formando la laguna de mayor superficie de la cuenca. También se encuentran otras lagunas menores al sureste del salar de Jama, alimentadas por afluentes que provienen principalmente del lado argentino.

El límite sur de la cuenca en el lado argentino, que cierra los escurrimientos en este país en la forma de punto de salida de la cuenca trazada, es la Laguna Ana.

4.2.14 Laguna Lejía

Limita con las cuencas del salar de Atacama al oeste y al sur y la del salar Aguas Calientes 2 al este y al norte, de esta última está separada por el cordón montañoso Alto de Toro Blanco. Su superficie es de 197 km² y su cota más elevada es el Volcán Simbao o Aguas Calientes (5.924 msnm), en el límite norte de la cuenca, donde también se encuentra el activo volcán Lascar.

La cuenca de drenaje está conformada por una pequeña laguna de unos 2 km² que recibe aportes de quebradas que provienen principalmente del norte y del oeste.

Esta alongada hoya en dirección norte – sur, presenta otras señales de erosión, producidas por aportes de agua que se observan en las ladera este de los cerros que rodean la laguna (Cordón Alto de Toro Blanco).

4.2.15 Salar de Aguas Calientes 2

Esta cuenca se encuentra al sur del Salar de Pujsa y al poniente de Laguna Lejía en el bloque central de las cuencas endorreicas de la II Región. Abarca una superficie cercana a los 1.000 km² y tiene una altura media de 4.562 msnm. Su punto más alto es el volcán Acamaranchi o cerro Pili ubicado en la línea del límite norte (6.046 msnm).

Al norte del salar se encuentra el aporte superficial más importante, el río Pili, que baja por la ladera del cerro del mismo nombre. Otros aportes se producen por el vértice NO del salar, paralelo al cordón Alto de Toro Blanco, y por el oriente (quebrada de Chamaca), al sur del cerro Chamaca o Chivato Muerto, que forma unas vegas poco menos importantes que las del Pili antes de desembocar.

El salar es de tipo playa y representa casi un 12% del área de la cuenca con varias lagunas de extensión variable, siendo la más importante la que se encuentra al surponiente, alimentada por vertientes que surgen al pie del cerro Overo y que da vida a los bofedales aquí presentes. Otras fuentes intermitentes desde el sur (pampa Loma Amarilla) también harían sus aportes en los periodos húmedos.

4.2.16 Puntas Negras

Al sur de la cuenca del salar de Aguas Calientes 2, se desarrolla esta cuenca endorreica que no forma laguna ni salar. Al igual que otros casos en que ocurre esta situación, los estudios tienden a vincularla con alguna de sus vecinas, en este particular con la del norte. La revisión de los antecedentes presentados y las visitas a terreno efectuadas indican que ambas cuencas están desconectadas, al menos a nivel superficial.

Otra confusión que puede producirse es relacionarla con la cuenca de elevación intermedia del Salar de Punta Negra, ubicado al sur del Salar de Atacama y que ocupa el espacio que separa a las cuencas que hemos llamado del bloque central con las del sur del altiplano de la II Región. La cuenca de Puntas Negras recibe su nombre por el cordón de cerros que la cruza, donde el Volcán Puntas Negras ubicado en el límite sur es el de mayor altura (5.852 msnm).

Su forma cuadrada y su tamaño son similares a las de la Laguna Helada, ubicada más al norte. A pesar de haber diferencias en la magnitud de las precipitaciones anuales entre ambas, puede pensarse que la inexistencia de una base de equilibrio (salar o laguna) se debe a una mayor infiltración en este sector, posiblemente alimentando a la cuenca del salar de Aguas Calientes 2 de manera subterránea.

4.2.17 Laguna Miscanti

Esta cuenca de 268 km² tiene como vecina por el oeste y el norte a la cuenca del salar de Atacama de la que está separada por el cordón Chuculaqui, una cadena de cerros NS y que luego continúa hacia el sur con el nombre de Callejón de Varela. Al sur limita con la cuenca de la pequeña laguna Miñiques y el salar de Aguas Calientes 3 o Talar. Algunos estudios definen ambas cuencas, Miscanti y Miñiques como una sola debido a que la primera se encuentra unos 10 metros más arriba que la segunda. Esta última es una laguna salada y se supone que las aguas drenarían subterráneamente por gravedad de una hacia otra.

En la cuenca, la alimentación se hace sobre todo por descarga de napas subterráneas en la laguna, que provendrían de la zona de mayor captación de la cuenca, en el oriente.

4.2.18 Laguna Miñiques

Limita en su borde occidental con la cuenca del salar de Atacama, separada de éste, al igual que la cuenca de la laguna Miscanti, por el Cordón de Chuculaqui, una cadena angosta que corre de norte a sur en esta zona dividiendo a la cuenca de elevación intermedia del Altiplano. Hacia el sur limita con la Pampa Varela, separada por un portal que parece ser un antiguo desagüe. Al norte y al oeste la cuenca está flanqueada con la cuenca de la laguna Miscanti.

La cuenca de Laguna Miñique, Meñique o Menique, como ha sido llamada, es de las más pequeñas de las que se desarrollan en el altiplano con sólo 17 km². Tiene una elevación máxima de 5.910 msnm en el cerro Miñiques y la alimentación a la laguna se hace sobre todo por descarga de napas subterráneas.

4.2.19 Salar del Rincón (Pampa de Lari)

Esta cuenca tiene una característica que comparte con la del salar de Jama, que es una de las mayores que Chile comparte con Argentina en esta Región. Otra similitud está en que dentro de los límites definidos la mayor parte de la superficie cae en territorio del país vecino, en particular su base de equilibrio, el salar del Rincón. La superficie en territorio chileno (Pampa de Lari) contribuye con el drenaje, cuyo patrón de escurrimiento es de oeste a este y de noroeste a sureste. El patrón de escurrimiento en territorio argentino se mantiene, recibiendo algunos aportes de las cadenas de cerros ubicados en el límite oriental de la cuenca.

4.2.20 Pampa Varela

Esta cuenca endorreica es otra de las que no forma laguna ni salar. Se encuentra al sur de la laguna Miñiques y tiene al oeste la cuenca del salar de Atacama, de la que la separa el Callejón de Varela, la continuación sur del Cordón de Chuculaqui ubicado más al norte.

4.2.21 Salar de Aguas Calientes 3

La hoya del salar de Aguas Calientes 3, también llamada salar de Talar, se encuentra al sur de la cuenca de la laguna Miscanti. Esta cuenca recibe ambos nombres debido al angostamiento del salar, donde la parte sur ha recibido el nombre de Talar (IGM).

Esta cuenca tiene una forma alargada de norte a sur, terminando con una leve inclinación hacia el oeste. Los mayores aportes de agua a la zona del salar y sus lagunas provienen del norte, en las quebradas intermitentes que bajan entre los cerros Miñiques y Tuyajto y por el sur las laderas del cordón de Puruchare, que llegan a la pampa del mismo nombre. Las lagunas principales también se forman en los extremos norte y sur del salar.

La altura máxima, cuya característica también comparten las cuencas de la laguna Miñiques, Miscanti y Pampa Varela, se encuentra en el límite norte de la cuenca y es el cerro Miñiques con 5.910 msnm. El salar propiamente tiene un área de 46 km² (9 % de la cuenca) con varias lagunas en su interior.

4.2.22 Laguna Tuyajto

Esta cuenca se encuentra en el sur del bloque central del Altiplano de la II Región, con su forma de riñón al igual que la cuenca del salar de El Laco ubicado más al oriente, ‘envuelven’ a las cuencas menores de Pampa Colorada y Pampa Las Tecas. Al poniente de ésta se encuentra la Laguna Miscanti por el norte y el salar de Aguas Calientes 3 por el centro y sur.

Su superficie es de 249 km² y la altura máxima en su área aportante es el cerro Tuyajto de 5.480 msnm. La única alimentación visible a la laguna es un río en bofedal con varias ramas que drenan el sector norte (quebrada Río Blanco) y oriente de la cuenca.

4.2.23 Salar de El Laco

El salar de El Laco se encuentra en el rincón sureste del bloque central del Altiplano de la II Región, limita al oriente con la gran hoya del salar del Rincón, ubicado en Argentina y con área aportante desde Chile. Al poniente limita con las cuencas de Tuyajto (norte), Pampa Colorada (centro) y Pampa las Tecas (sur). Junto a la cuenca de la laguna Tuyajto tiene una forma parecida a un riñón en su vista en planta.

La cuenca completa tiene una superficie de 207 km², y alcanza su cota máxima en los 5.852 msnm en su límite norte (volcán Puntas Negras). El salar ubicado en el centro es de tipo playa con una laguna poco profunda y es alimentado por la quebrada del Hueso desde el norponiente y la Quebrada de la Astilla por el poniente.

4.2.24 Pampa Colorada y Pampa Las Tecas

Corresponden a cuencas endorreicas de un tamaño medio a bajo en comparación a las demás hoyas hidrográficas definidas en este estudio, del orden de 60 y 110 km², respectivamente. Como se menciona en la descripción anterior, estas cuencas se encuentran rodeadas por la laguna Tuyajto (oeste) y el salar de El Laco (este).

La cuenca de Pampa Colorada está sitiada por un anfiteatro de cerros, algunos de los cuales superan los 4.500 msnm, destacando en la dirección suroeste el cerro Las Tecas con 4.747 m de altitud. La red hidrográfica de la cuenca es bastante reducida debido a su pequeña superficie y está compuesta principalmente por pequeñas quebradas que funcionan bajo condiciones de tormenta. Entre estas se encuentra la quebrada La Astilla, que conduce las aguas desde el noreste de la cuenca hacia el valle.

La cuenca de Pampa las Tecas limita al norte con el cerro las Tecas (4.747 msnm) y al sur con los cerros Incahuasi (5.676 msnm), Casliri (5.233 msnm) y Lomas de Jече (4.887 msnm). A la igual que Pampa Colorada, la red hidrográfica de la cuenca es bastante reducida debido a su naturaleza endorreica y a su pequeña superficie, estando compuesta por pequeñas quebradas y arroyos que terminan su curso infiltrándose en la pampa.

4.2.25 Pampa de Tunco

Corresponde a una depresión que separa las cuencas a los salares de Capur y Pular del salar de Atacama. Es una cuenca endorreica, con una forma similar a una punta de flecha elongada apuntando hacia el sur, con pequeña inclinación hacia el poniente. Las quebradas que bajan de los cerros de Coransoques alimentan a la zona baja de la cuenca en toda su longitud, la que tiene una inclinación en sentido opuesto a la mencionada flecha, es decir, de sur a norte.

4.2.26 Salar de Capur

El salar de Capur se encuentra en el bloque central del Altiplano de la II Región al oeste del Salar Aguas Calientes 3 y al sur de Pampa Varela. Una parte de la cuenca también limita con el salar de Atacama, al poniente.

La forma de la cuenca es alargada de norte a sur, aunque con una leve inclinación hacia el oeste. Los aportes al salar y las lagunas superficiales son de carácter subterráneo, como en la mayoría de estos casos de cuencas cerradas, presentándose en forma de afloramientos pocos metros antes de caer en las zonas bajas de cada unidad hidrográfica.

Dada la morfología de la cuenca, el salar de tipo playa con lagunas superficiales, ocupa más de un 20% de su superficie de 122 km². El punto más alto es el Cerro Capur con 5.204 msnm. Esta zona es muy poco conocida por su difícil acceso.

4.2.27 Salar de Pular

Ubicada en el bloque central de las cuencas cerradas de la Región de Antofagasta, al sur-este de los salares Capur y Talar, la cuenca del Salar de Pular es una cuenca compartida con Argentina.

Su superficie alcanza los 728 km², y tiene una altura media de 4.342 msnm, alcanzando la cota más elevada en el Cerro Pular (6.233 msnm) por el poniente. El salar específicamente tiene un área de 30 km² y desde territorio chileno llegan a él dos quebradas principales: Agua Delgada, que alimenta al salar por el norte, y Pular que lo hace por el poniente.

La laguna que tiene esta cuenca se encuentra en el lado chileno, mientras que el salar es compartido casi en proporciones iguales por ambos países en que se desarrolla.

4.2.28 Salar de Incahuasi

Al igual que la cuenca del salar de Pular, con la cual limita al poniente, ésta es una cuenca compartida con Argentina, aunque de mayor extensión (1.066 km²). La mayor parte de la superficie del salar se encuentra en territorio argentino, contrario a lo que ocurre con su mencionada vecina. En territorio chileno, la cuenca tiene mayor pendiente pues contiene una cadena de cerros que cae al sur, a la parte baja que alberga al salar, cuya mayor parte se encuentra en territorio argentino.

Las quebradas que alimentan al salar por el lado chileno tienen por nombres Leoncito, Puruchare, Corichico y Medanito, y provienen desde el norte y el noroeste.

4.2.29 Laguna Jече

Esta cuenca pertenece al grupo de aquellas que son compartidas con Argentina. Su posición geográfica es entre las cuencas de los grandes salares de Incahuasi y del Rincón y sus aguas se mueven desde la zona más alta ubicada en Chile a las más bajas en territorio argentino, donde se desarrolla la Pampa y la Laguna Jече.

La forma de la cuenca es alargada de norte a sur, con una leve inclinación hacia el este. Es más ancha en la cabecera (zona más alta), angostándose conforme se va perdiendo cota y convergiendo a un cajón bastante cerrado. De acuerdo a los antecedentes revisados y la metodología aplicada es también una cuenca endorreica.

4.2.30 Salar de Aguas Calientes 4

Esta cuenca se ubica en el bloque sur de las cuencas endorreicas de la Región de Antofagasta y colinda con las cuencas Laguna de la Azufrera al sureste y salar de Pajonales al oeste. Su

superficie abarca 536 km² con una altura media de 4.224 msnm y el imponente volcán Llullaillaco (6.739 msnm) como su máxima altura, que cierra la cuenca al norte.

Su sistema hidrográfico está compuesto por un salar, también de tipo playa, en el centro sur de la cuenca y 3 pequeños cuerpos de agua denominados Lagunillas de San Eulogio ubicados al oeste de la cuenca. La alimentación al salar está dada por vertientes, principalmente por el norte y el este, que alimentan algunas lagunas conectadas entre sí. La quebrada más importante es la de Aguas Calientes, que fluye de norte a sur desde la ladera sur del volcán Llullaillaco y pasa entre los cerros Del León y el de Aguas Calientes antes de caer en el salar.

4.2.31 Sub Aguas Calientes 4 (Alt: Pedregal)

Se encuentra entre las cadenas de cerros Corrida de Cori, por el este en el límite con Argentina, y el Cordón Aguas Calientes por el oeste, que establece la división de esta cuenca con la del salar de Aguas Calientes 4.

Se piensa que es una subcuenca del Salar de Aguas Calientes 4 ya que la ausencia de una laguna o de un salar en el fondo de la depresión indica que las aguas que drenan a ella no se acumulan en su fondo, sino que se infiltran en las formaciones superficiales llegando a su vecina.

Alternativamente se ha llamado a esta cuenca Pedregal, tomando el nombre del cerro que se encuentra en el centro del área ocupada por ésta.

4.2.32 Laguna de la Azufrera

Cuenca endorreica que no hay que confundir con el salar de la Azufrera en la III Región. Esta hoya, constituida de rocas volcánicas con abundante azufre, se encuentra al este de la cuenca de Aguas Calientes 4 pegada a la frontera con Argentina. Su superficie es poco mayor a los 200 km² con una altura máxima de 5.789 msnm en el Cerro Negro o Volcán que está en el límite de Chile con el país vecino.

Al oeste es un salar de tipo “playa” con sedimentos salinos recubiertos por la laguna de poca profundidad en este sector. Al este la laguna es más profunda, casi un lago con un bofedal en su orilla. El nombre de la laguna se debe a un importante yacimiento de azufre en el volcán Azufre o Lastarria al sur de la laguna, del cual emanan constantes fumarolas.

La alimentación hídrica está dada por pequeñas quebradas que en su mayoría drenan desde el norte y el este.

4.2.33 Salar de Pajonales

Ubicada en el bloque sur de la Región de Antofagasta constituye la cuenca altiplánica más extensa de esta Región (descontando las que son compartidas con Argentina), con cerca de 2.000 km². Sus límites son al sur con la III Región de Atacama y al este con la cuenca del Salar de Aguas Calientes 4, al oeste y al norte está flanqueada por la cuenca de elevación intermedia del salar de Punta Negra.

La cuenca de drenaje del salar de Pajonales es principalmente volcánica. También existen en la cuenca terrenos sedimentarios, pero son de poca extensión, por lo menos superficialmente. Tiene una cota media de 3.909 msnm y su cota máxima es de 5.488 msnm en el cerro del Azufre.

El salar tiene una superficie de aproximadamente 103 km², se ubica en el centro de la cuenca y posee una serie de pequeñas lagunas en los bordes y “ojos” en el centro, con altas concentraciones de sal. La quebrada La Burda drena por el norponiente, y algunos afluentes esporádicos bajan por la falda de los cerros Pajonales y de la Pena. También se tiene alimentación por la ladera oriental del cerro El Pampa, la pampa de Pajonales, al oeste de la cuenca. Lo mismo en el sur, con afluentes esporádicos que cruzan el Llano Dos Hermanos. No hay afluentes de importancia al salar por el este, a pesar de que la magnitud anual promedio de las lluvias en este sector es mayor.

Tabla 4.2. Resumen de características de cuencas altiplánicas II Región.

Id	Nombre cuenca	H MÍN (msnm)	H MÁX (msnm)	H Med (msnm)	Compartida	Perímetro (km)	Área (km²)	N° CORFO	Nombre CORFO	N° en Inf. S.I.T. N° 51
201	Ollagüe - Laguari	3.668	6.176	4.075	SI	318	1.957	507	Cosca - Oyahue	-
202	Salar de Alconcha	4.109	5.407	4.384	NO	74	130	607	Michincha	10
203	Salar de Carcote	3.686	6.176	4.038	NO	139	483	608	Ascotán	11
204	Salar de Ascotán	3.689	6.023	4.260	SI	330	1.791	608	Ascotán	12
205	Laguna Verde (Bolivia)	4.314	5.971	4.728	SI	190	834	508	Cajón	-
206	Laguna Blanca	4.458	5.595	4.707	SI	161	479	-	-	-
207	Salar de Tara	4.310	5.838	4.648	SI	378	1.814	610	Sapaleri	14
208	Pampa La Bola y Pampa El Vallecito	4.589	5.703	4.858	NO	86	161	609	Purico	-
209	Salar de Pujsa	4.500	6.046	4.778	NO	167	633	613	L. Helada	17
210	Salar de Aguas Calientes 1	4.215	5.370	4.556	NO	99	263	614	Quisquiuro	16
211	Laguna Helada	4.297	5.745	4.460	NO	87	210	610	Sapaleri	15
212	Salar de Loyoques o Quisquiuro	4.150	5.217	4.430	NO	196	749	614	Quisquiuro	18
213	Sub Salar de Jama (Lag. Guachalajite, de Mucar y de Pampa)	4.266	4.499	4.369	NO	47	34	509	Lari	18
214	Salar de Jama (Lag. Guachalajite, de Mucar y de Pampa Cien)	4.061	5.745	4.362	SI	374	2.547	509	Lari	-
215	Laguna Lejía	4.324	5.924	4.611	NO	90	197	616	L. Lejía	21
216	Salar de Aguas Calientes 2	4.165	6.046	4.562	NO	234	975	615	Aguas Calientes	20
217	Cerro Coquema	4.377	5.109	4.606	NO	28	29	614	Quisquiuro	-
218	Puntas Negras	4.353	5.852	4.644	NO	90	201	615	Aguas Calientes	20
219	Laguna Miscanti	4.120	5.910	4.692	NO	99	268	618	Miscanti	22
220	Laguna Miniques	4.120	5.758	4.420	NO	23	18	618	Miscanti	23
221	Sub Miscanti (Alt: Esquina Amarilla)	5.088	5.668	5.325	NO	20	15	618	Miscanti	22
222	Sub Aguas Calientes 2	5.091	5.780	5.300	NO	20	13	619	Tuyajto	22

Tabla 4.2. Resumen de características de cuencas altiplánicas II Región (Continuación).

Id	Nombre cuenca	H MÍN (msnm)	H MÁX (msnm)	H Med (msnm)	Compartida	Perímetro (km)	Área (km ²)	Nº CORFO	Nombre CORFO	Nº en Inf. S.I.T. Nº 51
223	Salar del Rincón (Pampa de Lari)	3.710	5.608	4.156	SI	364	2.763	509	Lari	-
224	Pampa Varela	3.956	5.910	4.322	NO	48	85	-	-	-
225	Salar de Aguas Calientes 3 o Salar de Talar	3.908	5.910	4.312	NO	154	501	621	Capur	26
226	Laguna Tuyajto	4.010	5.852	4.596	NO	110	249	619	Tuyajto	25
227	Salar del Laco	4.219	5.852	4.518	NO	121	271	620	Laco	24
228	Pampa Colorada	4.256	5.269	4.472	NO	43	58	619	Tuyajto	-
229	Pampa Las Tecas	4.181	5.685	4.567	NO	59	109	619	Tuyajto	-
230	Pampa de Tunco	3.702	6.233	4.219	NO	117	253	-	-	-
231	Salar de Capur	3.903	5.204	4.166	NO	65	122	621	Capur	27
232	Salar de Pular	3.566	6.233	4.342	SI	170	728	511	Pular	-
233	Laguna Aracar	4.074	6.095	4.475	SI	52	96	510	Incahuasi	-
234	Salar de Incahuasi	3.456	6.095	3.909	SI	230	1.067	510	Incahuasi	-
235	Sub Laguna Jече	4.403	5.564	4.594	NO	35	33	510	Incahuasi	-
236	Laguna Jече	4.239	5.608	4.530	SI	83	182	510	Incahuasi	-
237	Salar de Aguas Calientes 4	3.665	6.739	4.223	NO	209	536	624	Azufre	30
238	Sub Aguas Calientes 4 (Alt: Pedregal)	4.287	5.395	4.645	NO	86	204	624	Azufre	30
239	Laguna de la Azufre	4.235	5.697	4.596	NO	87	213	624	Azufre	31
240	Salar de Pajonales	3.526	5.488	3.909	NO	299	1.977	625	Pajonales	32
241	Sub Salar de Pajonales	4.886	5.488	5.092	NO	30	25	512	Atalaya	32

J

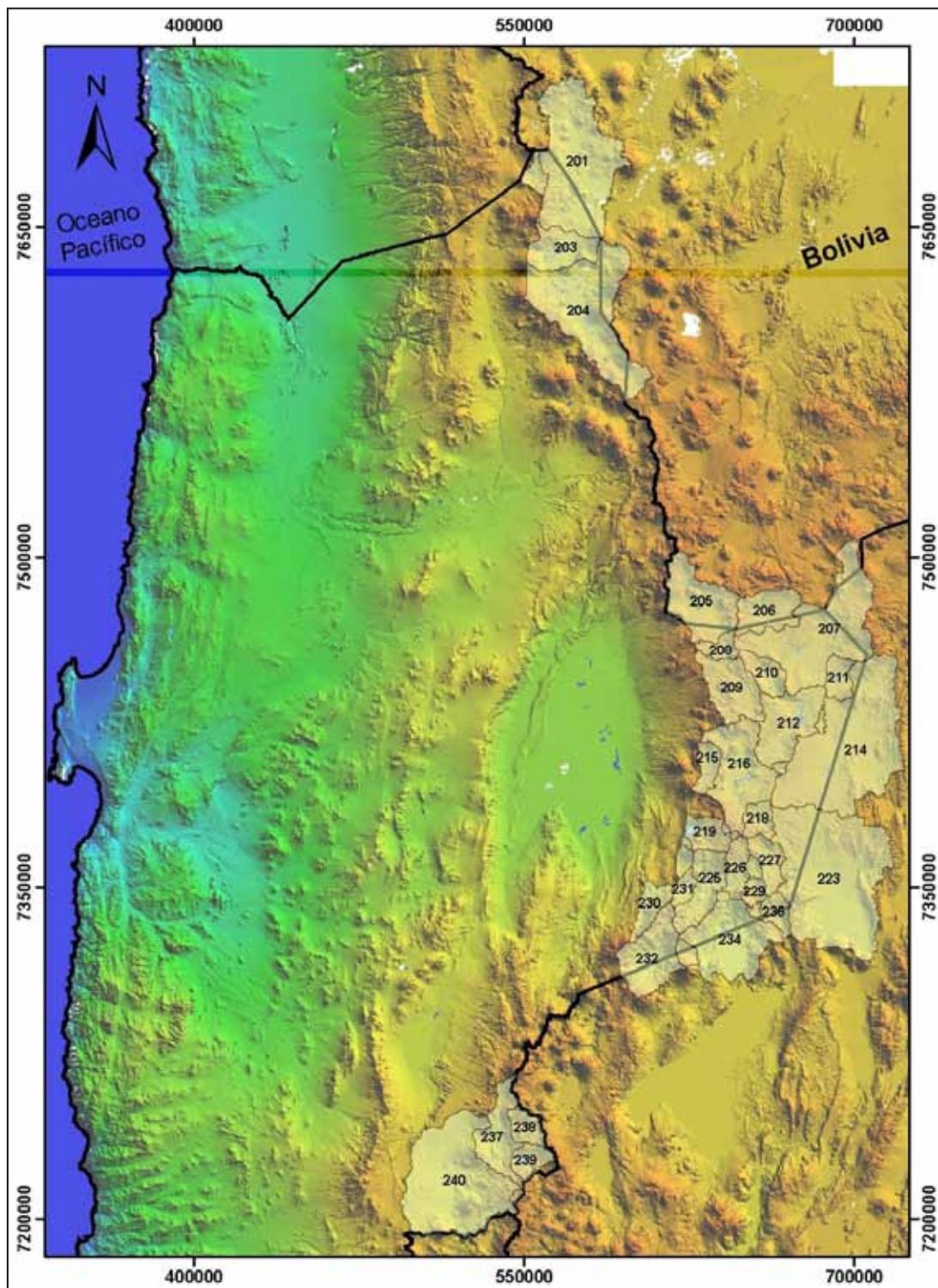


Figura 4.2. Cuencas altiplánicas II Región. Algunas de ellas con su número ID.

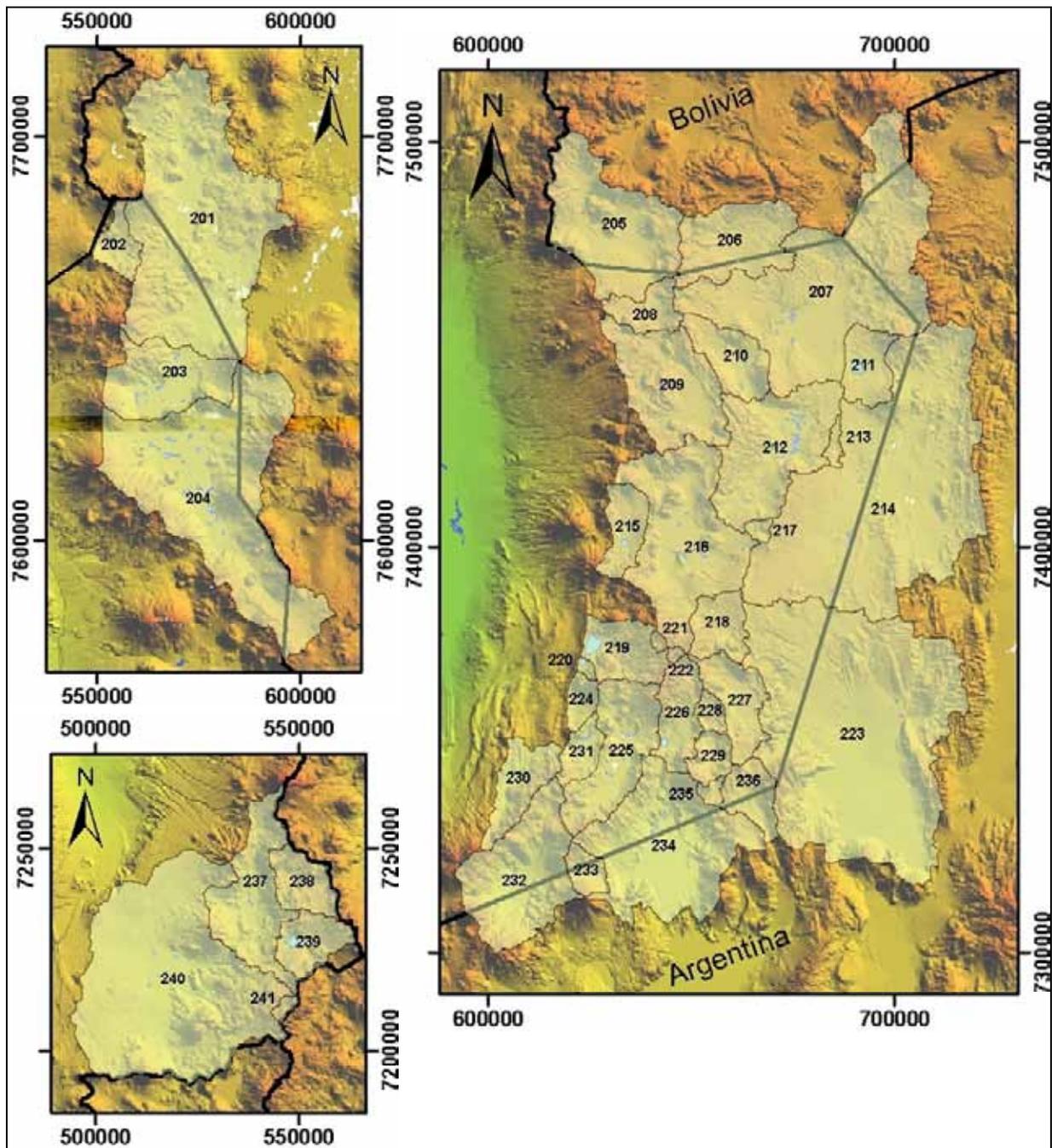


Figura 4.3. Todas las cuencas de la II Región representadas en tres bloques con su número ID asignado en este Estudio. Las imágenes de esta Figura están a escala 1:1.500.000.

4.3 Región III de Atacama

A lo largo de la Tercera Región del país se distinguen 32 cuencas de características endorreicas en la franja del Altiplano o Puna. En el extremo norte, colindando con la cuenca del salar de Pajonales, se encuentran las cuencas de los salares de Gorbea, de la Azufrera y de Agua Amarga. En el extremo sur, situada al oriente de la cuenca exorreica del río Copiapó y representando el último exponente de este tipo de cuencas a lo largo del país, se ubica la Laguna del Negro Francisco. Entre el primer grupo y esta última cuenca de la Puna chilena existe un gran número de unidades de variada extensión y morfología.

Dentro de las cuencas con mayores dimensiones en la Región están las de los salares de Pedernales, Maricunga, Grande y la Isla, además de las de Laguna Verde, Lagunas Bravas, Piedra Pómez y Laguna del Negro Francisco, todas con más de 700 km² de superficie.

De las cuencas existentes en la Tercera Región de Atacama, algunas poseen un desarrollo compartido con la República Argentina, siendo la cuenca del Salar de las Parinas la de mayor extensión. De las hoyas hidrográficas descritas sólo la Laguna de Colorados posee una pequeña parte de su superficie en territorio chileno, similar a lo que ocurre con Laguna del Bayo. Otras hoyas (Quebrada la Trinchera, Lagunas Bravas, Sierra Nevada) se desarrollan casi en forma íntegra en territorio nacional, con una pequeña extensión más allá de los límites fronterizos. Por último, las cuencas de Quebrada Las Amarillas, Laguna Escondida y Salar de las Parinas comparten su área en proporciones similares en ambos países.

A continuación se presenta una descripción de las principales hoyas hidrográficas con desarrollo en la III Región del país. En la Tabla 4.3 se presenta un cuadro resumen con las principales características de la totalidad de las cuencas estudiadas en esta zona.

4.3.1 Salar de Agua Amarga

Hoya hidrográfica situada en el extremo norte de la Región de Atacama, en el límite con la Región de Antofagasta y al sur del salar de Pajonales. Tiene una superficie de 462 km² y una altura media de 4.039 msnm.

Al sur limita con los salares de Aguilar y de la Isla y al oeste tiene la cuenca cerrada de Cerro Blanco, las que están separadas por el cordón de la Cordillera Domeyko, en el que se encuentra inserta esta última. La cuenca exorreica de Tal Tal también se encuentra al oeste del salar de Agua Amarga, desembocando en la localidad que le da su nombre.

Según el mapa geológico, la cuenca es casi enteramente volcánica. El salar ubicado al centro es una costra de yeso con "ojos" al norte y pequeñas lagunas superficiales mal definidas en las orillas este y sur. Según los mapas del IGM el salar rodea una laguna de gran extensión, sin

embargo de acuerdo a visitas a terreno realizadas por el Convenio IRD – DGA – UCN la laguna no existe, correspondiendo a parte de la costra teñida de marrón por la tierra.

De acuerdo a la cartografía revisada, el Llano Blanco ubicado al norponiente del salar recibiría los aportes de varias quebradas intermitentes provenientes del norte de la cuenca, además de la quebrada Cerro Blanco que cae baja desde el oeste.

4.3.2 Salar de la Azufrera

Se encuentra en el límite norte de la Cordillera de los Andes en la Tercera Región, también limitando con la Región de Antofagasta al norte, específicamente con la cuenca del salar de Pajonales. Al poniente de la cuenca se encuentra el Salar de Agua Amarga. El salar de la Azufrera puede ser confundido por su nombre con la cuenca de la Laguna Azufrera, ubicada en la II Región.

Esta cuenca endorreica tiene una superficie de 250 km² y una elevación media de 3.995 msnm. El salar está ubicado hacia el sur de la cuenca y corresponde a una costra de yeso, en el que se desarrollan dos pequeñas lagunas en la orilla oeste. Desde el este desciende la quebrada Azufre Quemado, cayendo en el salar al sur del llano Plato de Sopa. En su orilla oeste recibe muy poca agua superficial a través de una vertiente difusa.

4.3.3 Salar de Gorbea

Corresponde a la cuenca endorreica cuyo límite se encuentra más al norte entre las de la Región de Atacama, limitando entonces por el norte con la Región de Antofagasta, al oriente con Argentina y al poniente con la hoya del Salar de la Azufrera. Esta hoya hidrográfica posee una superficie de 364 km², que en su mayoría corresponde a sectores rocosos y de lava, con una elevación media 4.444 msnm.

El salar propiamente tal tiene una superficie de 27 km² y se encuentra en el sector poniente de la cuenca. Su alimentación hídrica es a través de varias quebradas intermitentes que descienden desde el este y desde el sur. En su interior se encuentran una serie de lagunas que son casi todas "ojos" de unos metros de profundidad. Más al sur existe un pequeño salar, de nombre Salar Ignorado, que aparece casi como una sub-cuenca del salar de Gorbea.

4.3.4 Cerro Blanco

Está ubicada al sur y poniente de la cuenca del salar de Agua Amarga, en plena Cordillera Domeyko; al oeste de ésta se encuentra la cuenca exorreica de Tal Tal. La hoya hidrográfica de Cerro Blanco tiene una superficie de 379 km² y su altura media es de 4.023 msnm. Su nombre se debe al cerro que la separa del salar con el que colinda en el norte.

La cuenca no forma salar ni laguna en su interior, sin embargo su hidrografía está conformada por numerosas quebradas que fluyen por las laderas de las cumbres occidentales y desde el sur hacia la cota de la depresión principal. Estas quebradas aparecen normalmente inactivas y según la cartografía desaparecen en el llano ubicado en el centro.

4.3.5 Quebrada La Rosa

Esta cuenca endorreica es una pequeña hoya ubicada entre los salares de Gorbea por el norte y el salar de la Isla por el sur. Su superficie alcanza los 129 km² y tiene una altura media de 4.454 msnm, con una forma alargada oeste – este. Al oriente limita con Argentina.

La quebrada La Rosa, de carácter intermitente, baja por la ladera del cerro del mismo nombre en el poniente de la cuenca y cae en el llano que queda al oeste de esta hoya hidrográfica.

4.3.6 Cerro El Encanche

Se encuentra en el borde occidental de la franja altiplánica de la III Región de Atacama, al sur de la cuenca de Cerro Blanco y al norte del salar de Infieles. Por estar en esta posición limita al poniente con las cuencas de la quebrada Pan de Azúcar y del Río Salado, que caen bajan por la depresión central y desembocan en el mar.

Tiene una forma alargada de norte a sur, con poca diferencia de cota entre su valor mínimo y máximo en relación a las otras cuencas de su tipo; su altura mínima está en los 4.065 msnm y la media en 4.266 msnm. Es por esta misma razón la que tiene una pendiente media menor (es más homogénea en términos de relieve) en toda la Región, zona que corresponde al sur del llano de Domeyko.

4.3.7 Salar de Aguilar

Es una cuenca endorreica que forma un importante salar en esta Región, tiene una superficie de 514 km² y una altura media de 3.918 msnm. Se encuentra inserta entre otras cuencas de la franja que conforman la Puna de Atacama, limitando con otros de los salares más importantes de esta zona, como son el de la Isla y Grande.

La depresión que aloja al salar se encuentra ocupando la parte baja de la cuenca, ubicada en el centro de una hoya hidrográfica que no tiene una forma geométrica definida. La costra de sal ocupa cerca del 15% del área total y es rugosa con un color marrón.

El salar de Aguilar recibe algunos aportes intermitentes de quebradas, principalmente provenientes del sector noreste y este donde destaca la quebrada Juan de la Vega. Por el oeste destaca la quebrada El Enganche.

4.3.8 Salar de la Isla

Al oriente del Salar de Aguilar y limitando por el este con la frontera con Argentina, en la Sierra de Aguas Blancas, y con la cuenca compartida denominada Salar de las Parinas, se encuentra esta hoya hidrográfica. Con una superficie de 736 km², esta cuenca alcanza alturas que sobrepasan los 5.700 msnm, teniendo una elevación media de 4.325 msnm.

La cuenca de drenaje del salar de la Isla es exclusivamente volcánica con importantes yacimientos de azufre al noreste. Respecto de su alimentación podemos decir que la gran mayoría de sus tributarios provienen del sector norte, descendiendo desde los cordones montañosos existentes a ambos lados del salar. La costra propiamente tal se orienta en dirección norte sur, con un angostamiento en el centro y la parte norte más ancha. Su superficie compromete poco más del 20% del área total de la cuenca.

De acuerdo a la cartografía y las otras referencias revisadas, existen algunas lagunas de considerable extensión en la zona al norte del angostamiento del salar, las que son alimentadas por afloramientos permanentes en el borde del área del salar.

4.3.9 Salar de las Parinas

Es una cuenca compartida con Argentina ubicada en el sector norte de la Región, al este del Salar de la Isla y del Salar Grande, tiene una superficie de 614 km² y una altura media de 4.381 Km2. Su base de equilibrio o salar, de unos 40 km², se encuentra en territorio nacional, y a él convergen las quebradas que lo alimentan en su mayoría desde el cordón del este (cerros de León Muerto y cerro Aguas Blancas).

No hay evidencia de aportes al salar desde zonas altas, todos estos afloran en la orilla donde alimentan lagunas someras y de extensión variable. El sur y este de la zona donde se encuentra la costra son según las imágenes satelitales donde se concentran estas pozas superficiales.

4.3.10 Salar de Infieles

Esta cuenca cerrada se ubica al norte del Salar de Pedernales, su altura media se estimó en los 4.037 msnm y su superficie es de 305 km². Al igual que la cuenca de Cerro El Encanche, que se encuentra al norte de ésta, tiene al poniente las cuencas de la quebrada Pan de Azúcar y del Río Salado, que se desarrollan en la depresión central.

La geología de la cuenca está constituida exclusivamente por formaciones volcánicas. Su pequeño salar de casi 7 km² es una costra de yeso, con pocas y pequeñas pozas, que aparentan ser más afloramiento de napa que lagunas.

La depresión ubicada en el centro – poniente de la hoya hidrográfica es alimentada por pequeñas quebradas que descienden desde el Cordón Conito de los Infieles proveniente desde el oriente.

4.3.11 Cerro Conito de los Infieles

También es una cuenca cerrada, rodeada por los salares de Aguilar, Grande y de Infieles, con una superficie de 76 km² y una altura media de 4.291 msnm. Es pequeña en comparación con sus vecinas y no forma salar ni laguna. La depresión aparece rellena con sedimentos que se ordenan de acuerdo al sencillo patrón de drenaje, de sur a norte.

La cadena de cerros Cordón Conito de los Infieles es el relieve más importante, que define el límite poniente de su hidrografía y separa a esta cuenca de los salares de los Infieles (sur) y del de Aguilar (norte).

4.3.12 Salar Grande

Se encuentra en la Cordillera de los Andes de la Tercera Región, a diferencia del otro salar Grande existente en la Cordillera de la Costa de la Primera Región. Su extensión es de 781 km² y limita al norte con los salares de la Isla y de Aguilar. El resto de su perímetro está cercado en su mayoría por cuencas endorreicas menores, que se desarrollan en la Puna de la Región de Atacama.

La elevación media de la cuenca es de 4.399 msnm y su depresión se desarrolla al oriente del Cerro del salar Grande. El salar propiamente tal es una “lengua” que tiene orientación norte – sur por unos 11 km de longitud y unos 3 km de ancho, y corre entre el Cerro Negro y el Cerro que lleva el nombre del salar. Esta “costra” es de tipo playa, con sedimentos salinos recubiertos en la parte sur por un sistema complejo de lagunas superficiales.

Al poniente de éste y al norte del Cerro del Salar Grande se desarrolla una planicie que corresponde a un relleno sedimentario (Formación Gravas de Atacama), donde se infiltran las quebradas intermitentes que bajan desde el norponiente. Las quebradas más importantes en esta hoya hidrográfica son la quebrada Morales, Blanda y Ancha por el norte, y la quebrada las Pircas por el oriente. Varios otros afluentes al salar se distinguen en el relieve, sin embargo son todos intermitentes, que no existen como cursos superficiales durante la estación seca.

4.3.13 Laguna de Colorados

La cuenca de Laguna de Colorados se encuentra casi completamente en Argentina, al este de las cuencas del salar de las Parinas y de Quebrada la Trinchera. Una pequeña parte de la cuenca se encuentra en territorio chileno (menor al 10%), con la quebrada Honda que drena hacia el este.

La cuenca tiene una forma alargada en dirección norte - sur, en que la parte chilena está en el centro - sur. Su mayor altura define el límite entre ambos países y corresponde al Cerros Colorados (Cumbre Negra), con 6.080 msnm.

El salar también recibe el nombre de León Muerto.

4.3.14 Quebrada Los Maranceles

Se encuentra rodeada por grandes cuencas de la Puna de Atacama (salares de Pedernales, Infieles y Grande), siendo ésta de un tamaño menor en comparación. Esto ha hecho que en algunas referencias haya sido incluida como parte de alguna de sus vecinas. Su superficie es de 107 km² y tiene una altura media de 4.388 msnm.

Aquí no se forma laguna ni salar, sin embargo en la cartografía IGM aparece la presencia de un salar en el sector poniente de la depresión de la cuenca. De acuerdo a las imágenes satelitales este sector corresponde a un relleno sedimentario con forma de delta, creado por el desplaye de la quebrada Los Maranceles, que a su vez recibe a la quebrada La Punilla. Estas tienen una dirección este – oeste.

4.3.15 Quebrada El Llano

Es una cuenca cerrada de 104 km², con una altura media de 4.761 msnm, cuyo relieve más característico es el Nevado León Muerto que separa esta cuenca del salar de las Parinas. Debido a su elevada altura media y a su latitud, su cobertura nival es más frecuente que en otras de las cuencas endorreicas descritas.

En esta hoya hay tres quebradas que son identificadas en la cartografía IGM y que convergen a la depresión que está a los pies del cerro Gemelos o Dos Puntas al nororiente. Estas quebradas son Tres Puntas (S – N), Los Medanos (SO – NE) y El Llano (O – E).

4.3.16 Quebrada La Trinchera

La cuenca de la quebrada La Trinchera se encuentra cercana al límite con Argentina, al este de la cuenca de la Quebrada El Llano. Una proporción menor de esta hoya hidrográfica pertenece al país vecino.

Al igual que la cuenca anterior, de la quebrada El Llano, ésta no forma laguna ni salar, en particular porque cuenta con una depresión con poca superficie en relación a su área total de 112 km². Esta depresión se encuentra al norte de la cuenca, y recibe los aportes de las quebradas intermitentes de El Bajo y La Trinchera. Esta última es la de mayor longitud, que tiene su cabecera en territorio argentino y drena el sector sur de la cuenca, desarrollándose con una dirección sur – norte.

4.3.17 Laguna de las Parinas

Esta cuenca está rodeada por las cuencas del salar Grande (norte y oeste), la quebrada El Llano (norte y este) y la de Lagunas Bravas (sur). Su superficie alcanza los 96 km² y su elevación media es de 4.663 msnm.

Usualmente las altas cumbres que rodean esta cuenca se encuentran nevadas, lo que permitiría sustentar a la pequeña laguna de unas 9 há que da el nombre a la cuenca. Las principales quebradas que convergen a la concavidad en el centro de esta unidad son Tres Puntas y Ancha, que bajan de las laderas del Nevado León Muerto (5,754 msnm).

4.3.18 Salar de Pedernales

La hoya del salar de Pedernales es la cuenca cerrada de mayor superficie en la III Región, con una extensión de 3.588 km². Ubicada al oriente de la cuenca exorreica del río Salado, está separada de ésta por la Cordillera de Domeyko, que en esta zona tiene unos 200 m de espesor. Desde hace unos 70 años (década del '30) la cuenca cuenta con una obra de descarga hacia la parte alta de la hoya del río Salado, por lo que en rigor ya no es una cuenca endorreica. Otra unidad morfológica que la separa de las cuencas de la depresión central es la Sierra Bora, que constituye el límite más al sur.

La altitud media de esta unidad es de 3.992 metros, siendo sus más altas cumbres superiores a los 6.000 msnm. Como ocurre con todas las grandes cuencas, ésta se caracteriza por importantes variaciones morfológicas, climatológicas y geológicas. Su geología es una mezcla de terrenos sedimentarios, de formaciones volcánicas y de rocas plutónicas. El salar mismo es también el más grande de esta Región, cubre una superficie de unos 326 km² y corresponde a una costra de yeso y halita, con pocas y pequeñas lagunas generalmente pegadas a las orillas. Las lagunas ubicadas al noreste son profundos “ojos” en la costra de sal, las demás son superficiales.

El salar se encuentra pegado al límite occidental de la cuenca, en su extremo norte. La pendiente general de esta hoya hidrográfica conduce a esta depresión, con el río La Ola como su tributario superficial más importante corriendo de sur a norte y, desde el llano La Ola, con una inclinación de unos 45° hacia el este. Aguas arriba de este cambio de dirección ubicado al oriente del cerro Punta Negra, el río recibe algunos tributarios, principalmente desde el este, donde destacan el río Leoncito y el río Juncalito, ambos de escurrimiento permanente.

4.3.19 La Laguna

Esta cuenca endorreica se encuentra al este de la parte norte del salar de Pedernales, la separa de ésta los cerros Portezuelo del Bajo y La Nuez (Salar Norte). Su superficie es de 457 km² y tiene una altura media de 4.200 msnm.

El salar se encuentra al poniente de la cuenca, ocupando la mitad más septentrional donde se encuentra el punto más bajo de esta hoya hidrográfica. Desde el oriente (Cordón Azufrera Tres Puntas y Panteón) bajan numerosas quebradas que convergen a esta zona de baja pendiente. Destacan la quebrada Honda de las Pircas por el norte, la quebrada del Burro Norte por el centro y la quebrada Panteón de Aliste por el sur, que luego de caer al valle se alinea en dirección al norte para caer en el salar.

4.3.20 Cerro Agua de Morales

Esta es una cuenca de 89 km² ubicada al este de La Laguna y al sur del salar Grande. Tiene una altura media de 4.792 msnm y una forma alargada SE – NO.

La quebrada La Azufrera nace en el Cordón Azufrera Tres Puntas, en el límite norponiente, y cae en la depresión a los pies del cerro Agua de Morales, donde se encuentra la depresión principal. Otra depresión se encuentra en la parte norte de la cuenca, separada de la sur por la ladera del cerro Punta del Viento.

4.3.21 Lagunas Bravas

Se encuentra limitando con Argentina al este, donde tiene una parte de su superficie, y al sur del salar Grande y el salar de las Parinas. Su área es de 408 km² y tiene una altura media de 4.612 msnm. Al interior de la cuenca hay varios cerros islas, que interfieren o definen en definitiva los patrones de escurrimiento. Algunos de estos son Pajonales, Morado y Lagunas Bravas.

Las 3 lagunas que se desarrollan en esta cuenca están conectadas y alineadas de norte a sur, misma dirección que la pendiente de la cuenca. La mayor de ellas es la que se encuentra más meridional, con una superficie cercana a los 8 km², mientras la que la sigue en tamaño bordea apenas el km².

Algunas quebradas bajan durante la época húmeda desde el norte de la cuenca para infiltrarse en el sector de la Pampa Amarilla. La más importante de éstas es la quebrada Barrancas Blancas, seguida de la quebrada Pedregosa.

4.3.22 Salar de Piedra Parada

Se ubica limitando al poniente con las cuencas de La Laguna y del salar de Pedernales, con esta última también limita al sur. Tiene un área de 381 km² y una altura media de 4.501 msnm.

El salar se encuentra en el centro – oriente de la cuenca y tiene una superficie aproximada de 27 km², tiene una forma alargada O – E y parece haber estado conectada con Lagunas del Jilguero en el oriente.

El drenaje al salar es por el oeste, norte y sur. La única quebrada con nombre que aparece en la cartografía del IGM es por este último flanco y se llama quebrada del Negrito.

4.3.23 Lagunas del Jilguero

La cuenca de Lagunas del Jilguero se encuentra al oriente de la del salar de Piedra Parada y, como se menciona en la descripción de ésta, sus lagunas parecen haber estado conectadas en algún momento. Al sur de esta cuenca se encuentra el salar de Pedernales, que se extiende hacia el oriente alcanzando un vértice en la Sierra Nevada, punto que hace de límite con Argentina. El área de esta cuenca es de 113 km² y su altura media es de 4.733 msnm.

Al interior de la cuenca se desarrollan 2 lagunas, la más occidental es la que se uniría a la del salar de Piedra Parada. La otra se encuentra muy cercana, al este de la primera. De acuerdo al estudio de geoquímica en cuencas cerradas (SIT N° 51), ambas lagunas se unirían durante épocas de mayor abundancia de precipitaciones, debido al relieve de baja altura que las separa.

4.3.24 Laguna del Bayo

Esta cuenca endorreica se encuentra con una parte en territorio chileno, pero su mayor superficie (cerca del 75%) se encuentra en territorio argentino. La frontera pasa de norte a sur uniendo los cerros Tridente y Sierra Nevada, que también son parte del límite de esta cuenca en el norte y sur, respectivamente. La superficie de esta unidad es de 317 km² y su altura media alcanza los 4.874 msnm.

La laguna propiamente tal se encuentra en territorio chileno, a unos 800 m de la frontera, pero sus aportes provienen en su mayoría desde el lado este, en Argentina. Lejos de ser una laguna somera, la laguna es más similar a un pequeño lago, de mayor profundidad aunque ésta se desconoce.

4.3.25 Sierra Nevada

Esta hoya hidrográfica se encuentra al sur de la Laguna del Bayo y al este de la gran cuenca del salar de Pedernales. La mayor parte de su superficie se encuentra en Chile, siendo una cuenca compartida con una porción en el nororiente ubicada en Argentina. Todo el límite norte de la cuenca está definido por la Sierra Nevada de Lagunas Bravas, un bloque que une la cumbre de dos grandes cerros en este sector, Sierra Nevada y Cumbre del Laudo, separados por poco más de 6 km. La superficie total de la cuenca es de 142 km² y su altura media de 5.101 msnm.

Esta cuenca no tiene laguna ni salar en su depresión. Por su altura media y latitud se encuentra frecuentemente con nieve.

4.3.26 Laguna Escondida

La cuenca de la Laguna Escondida es también una cuenca compartida con Argentina, de características endorreicas, cuya base de equilibrio se encuentra en Chile. Su ubicación es al oriente de la cuenca de Sierra Nevada y de Wheelwright. La superficie de esta hoya hidrográfica es de 217 km² y su altura media de 4.839 msnm.

La laguna se encuentra a los pies del cerro Laguna Escondida, al occidente, en el fondo de una ladera de gran pendiente. Comparte con la Laguna del Bayo la característica de recibir aportes de quebradas que nacen al otro lado de la frontera.

4.3.27 Wheelwright

Se encuentra emplazada al este de la parte más norte de la cuenca del salar de Pedernales, de la que la separa el Cordón del Salar de Eulogio, y al sur de las cuencas de Sierra Nevada y Laguna Escondida, donde se encuentran los relieves Cordón Rayado y Cordón Amarillo. La hoya tiene una superficie de 292 km² y una altura media de 4.668 msnm.

El salar es de tipo “playa” y contiene algunas lagunas de baja profundidad ubicadas en los bordes. Estas son alimentadas por algunas vertientes de características difusas y permanentes que afloran muy próximas a ellas. Destacan las quebradas de la Laguna que fluye de norte a sur, del Camino que lo hace en sentido este – oeste y Pirca de Indio y Ermitaño en sentido sur norte. La laguna recibe también el nombre de Eulogio

4.3.28 Quebrada Las Amarillas

Se ubica en la Cordillera de los Andes de la Región de Atacama, al este de la cuenca Wheelwright y al sur de la cuenca de Laguna Escondida. Su depresión principal se encuentra en Chile y una parte de su superficie en Argentina, donde nace la quebrada Las Amarillas que da nombre a la cuenca.

Esta hoya no forma laguna ni salar y en su depresión, la Pampa de los Amarillos, se infiltran las aguas que bajan desde las laderas de los cerros que la rodean. Esta área se encuentra en el centro – sur de la cuenca, hacia donde drena además la quebrada Los Barriales de norte a sur.

La superficie de la cuenca es de 184 km² y su altura media es de 4.893 msnm.

4.3.29 Salar de Maricunga

La hoya hidrográfica del salar de Maricunga tiene una superficie de 2.195 km², siendo la segunda más importante de la Región de Atacama en este sentido y una de las mayores del Altiplano – Puna de Chile. Se encuentra al sur de Pedernales y se ha considerado en otros estudios incluyendo a su vecina oriental, la cuenca de Piedra Pómez.

Su altura media es de 4.295 msnm y el salar propiamente tal se encuentra ocupando la mitad norte de la cuenca, con su borde occidental a unos 7 km de la divisoria que la separa de la cuenca de Copiapó. La forma del salar es alargada de norte a sur, angostándose considerablemente desde la mitad hacia el sur. Su superficie aproximada casi alcanza los 140 km².

Existen varias quebradas de importancia que alimentan el salar, provenientes en su mayoría desde el sur y sureste de la cuenca, las que infiltran en el Llano de Ciénaga Redonda. Pueden mencionarse entre estas las quebradas La Coipa, Pastillos, Ciénaga Redonda y Colorado, además del río Lamas o Lomas. Al sur del salar se encuentra la Laguna Santa Rosa, que se alimenta de los afloramientos de agua subterránea, y que se desagua a través de un curso superficial que corre por el borde poniente del salar en forma permanente, hasta la laguna que está casi en el centro de la costra. Otras pozas de menor importancia se encuentran en los borde del salar, tanto por el este como por el oeste, alimentadas por afloramientos subterráneos.

4.3.30 Piedra Pómez

La cuenca de Piedra Pómez se encuentra al este de la del salar de Maricunga y se ha considerado en algunos estudios como parte de ésta, dado que no existe otra de su tamaño que no forme laguna ni salar en su depresión. Las aguas que se infiltran en este punto estarían fluyendo hacia su mentada vecina.

Como la delineación que se hace en este capítulo es de tipo superficial, se han puesto de forma separada, dado que los antecedentes revisados indican que existe independencia. El cerro Los Portezuelos se emplaza en la zona de posible conexión superficial, cerrando la divisoria entre el Nevado Tres Cruces y la parte sur de la Cordillera Claudio Gay.

Esta cuenca posee una superficie de 191 km² y una altura media de 4.910 msnm, las alturas de esta unidad fluctúan entre los 4.340 y los 6.749 en el Nevado Tres Cruces. Las más importantes quebradas que desembocan en la depresión son Nevados del Juncalito y Piedra Pómez, que bajan de norte a sur y en la última parte de su recorrido tornan hacia el poniente.

4.3.31 Laguna Verde

La cuenca de Laguna Verde tiene limitando al oeste la de Piedra Pómez y al este con Argentina, definiendo en parte la frontera. Su superficie es de 1.002 km² y tiene una altura media de 4.913 msnm, con la laguna ubicada al norte del cerro Mulas Muertas que se emplaza en el centro de la cuenca. La laguna ocupa el fondo de un profundo valle casi circular, rodeado de volcanes que normalmente están cubiertos de nieve (Nevado Ojos del Salado, El Muerto y el Nevado Incahuasi).

Otra depresión se encuentra al poniente de la laguna y corresponde a un relleno sedimentario donde afloran también parte de las aguas subterráneas infiltradas aguas arriba en el oeste de la cuenca. El río Peñas Blancas nace en esta zona, en la descarga de la quebrada del mismo nombre que cae desde el cerro Peña Blanca al norte. Las aguas corren en la depresión de oeste a este para desembocar en la laguna. El río Peñas Blancas es alimentado además por la quebrada Barrancas (O – E) y la quebrada Ojos del Salado (S - N), que a su vez recibe a la quebrada Mulas Muertas que drena parte del sur de la cuenca.

Otras quebradas y arroyos caen por el oeste a la laguna salada de unos 15 km², como el arroyo Agua Dulce y las quebradas San Francisco y El Fraile, las que se infiltran en la depresión previa y generan afloramientos aguas abajo. A su vez estos sustentan algunas lagunas menores en el borde.

4.3.32 Laguna del Negro Francisco

Es la cuenca más austral del Altiplano – Puna de Chile, cerrando la franja que se ha definido casi continuamente desde la Primera a la Tercera Región. Dos discontinuidades se producen en esta meseta en la parte chilena, la primera abarca la cabecera del río Loa y la segunda el sur del Salar de Atacama y centro del Salar de Punta Negra, ambas en la Región de Antofagasta. Más al sur, todas las cuencas cordilleranas están abiertas hacia el océano Pacífico.

Esta unidad se encuentra inserta en la Cordillera de los Andes de la III Región, al sur de Maricunga, con la que también limita al este en su mitad septentrional. Al poniente de ésta se encuentra la subcuenca del río Figueroa, que pertenece a la cuenca del río Copiapó. La superficie de Laguna del Negro Francisco es de 905 km² y su altura media 4.547 msnm.

Hidrográficamente es una hoya endorreica, con una depresión en el centro que se ha llamado Llano del Negro Francisco (S) y Llano del Azufre (N). En el sector sur-poniente del llano se encuentra la laguna propiamente tal. El relieve de la cuenca está dado por varios cerros y sierras que la cercan a su alrededor; por el lado este se encuentran de norte a sur la Sierra Azufre, la Sierra de la Sal y la Sierra Colorada, mientras todo el borde suroeste de la cuenca es ocupado por el Cordón Darwin.

En el área de la laguna se encuentran dos espejos de agua, separados por un pequeño relieve que tendría un origen aluvial. La laguna norte, de mayor tamaño, es salada y la laguna sur es salobre y tiene pocos centímetros más de cota respecto a su vecina a la que drena a través de una conexión que existe en el sur. De acuerdo a estudios que se han efectuado en el tiempo, ambas lagunas tienen una importante variación histórica en su superficie y profundidad, en particular la norte.

El principal aporte a la laguna es el río Astaburuaga, que drena el sureste de la cuenca, infiltrándose en el llano que la precede para contribuir de forma subterránea.

Tabla 4.3. Resumen de características de cuencas altiplánicas III Región.

Id	Nombre cuenca	H MÍN (msnm)	H MÁX (msnm)	H Med (msnm)	Compartida	Perímetro (km)	Área (km ²)	Nº CORFO	Nombre CORFO	Nº en Inf. S.I.T. N° 51
301	Salar de Agua Amarga	3.553	5.146	4.039	NO	177	462	626	Pedernales	36
302	Salar de la Azufrera	3.578	5.488	3.995	NO	92	250	626	Pedernales	35
303	Salar de Gorbea	3.934	5.467	4.444	NO	120	364	626	Pedernales	33
304	Cerro Blanco	3.629	4.599	4.023	NO	128	379	626	Pedernales	36
305	Qda. La Rosa	4.204	5.001	4.454	NO	93	129	626	Pedernales	38
306	Cerro el Encanche	4.065	5.012	4.266	NO	80	176	626	Pedernales	-
307	Salar de Aguilar	3.306	5.058	3.918	NO	154	514	626	Pedernales	37
308	Salar de la Isla	3.940	5.761	4.321	NO	196	736	626	Pedernales	38
309	Salar de las Parinas	3.947	5.761	4.381	SI	166	614	626	Pedernales	39
310	Salar de Infieles	3.511	5.012	4.037	NO	116	305	626	Pedernales	41
311	Cerro Conito de los Infieles	3.989	4.917	4.291	NO	54	76	626	Pedernales	37
312	Salar Grande	3.950	5.457	4.399	NO	189	781	626	Pedernales	40
313	Laguna de Colorados	3.874	6.080	4.424	SI	150	417	626	Pedernales	-
314	Qda. Los Maranceles	3.907	4.974	4.388	NO	64	107	626	Pedernales	41
315	Qda. El Llano	4.423	5.754	4.761	NO	61	104	626	Pedernales	39
316	Qda. la Trinchera	4.376	5.976	4.799	NO	68	112	626	Pedernales	39
317	Laguna de las Parinas	4.286	5.754	4.663	NO	57	96	626	Pedernales	45
318	Salar de Pedernales	3.282	6.127	3.992	NO	429	3.588	626	Pedernales	42
319	La Laguna	3.494	5.573	4.200	NO	129	457	626	Pedernales	43
320	Cerro Agua de Morales	4.583	5.664	4.792	NO	58	89	626	Pedernales	40
321	Lagunas Bravas	4.216	6.080	4.612	NO	140	408	626	Pedernales	45
322	Salar de Piedra Parada	4.111	5.857	4.501	NO	110	381	626	Pedernales	44

Tabla 4.3. Resumen de características de cuencas altioplánicas III Región (Continuación).

Id	Nombre cuenca	H Mín (msnm)	H Máx (msnm)	H Med (msnm)	Compartida	Perímetro (km)	Área (km²)	N° CORFO	Nombre CORFO	N° en Inf. S.I.T. N° 51
323	Lagunas del Jilguero	4.150	5.905	4.733	NO	71	113	626	Pedernales	46
324	Laguna del Bayo	4.229	6.127	4.874	SI	106	317	626	Pedernales	47
325	Sierra Nevada	4.629	6.127	5.101	SI	74	142	626	Pedernales	48
326	Laguna Escondida	4.353	6.532	4.839	SI	100	217	627	Laguna Escondida	49
327	Wheelwright	4.217	6.146	4.668	NO	100	292	627	Laguna Escondida	48
328	Qda. Las Amarillas	4.542	6.532	4.893	SI	101	184	627	Laguna Escondida	-
329	Salar de Maricunga	3.738	6.749	4.295	NO	351	2.195	630	Maricunga	51
330	Piedra Pómez	4.340	6.749	4.910	NO	217	919	630	Maricunga	51
331	Laguna Verde	4.329	6.893	4.913	NO	203	1.002	628	Laguna Verde	50
332	Laguna del Negro Francisco	4.110	6.052	4.547	NO	192	905	631	Laguna del Negro Francisco	52

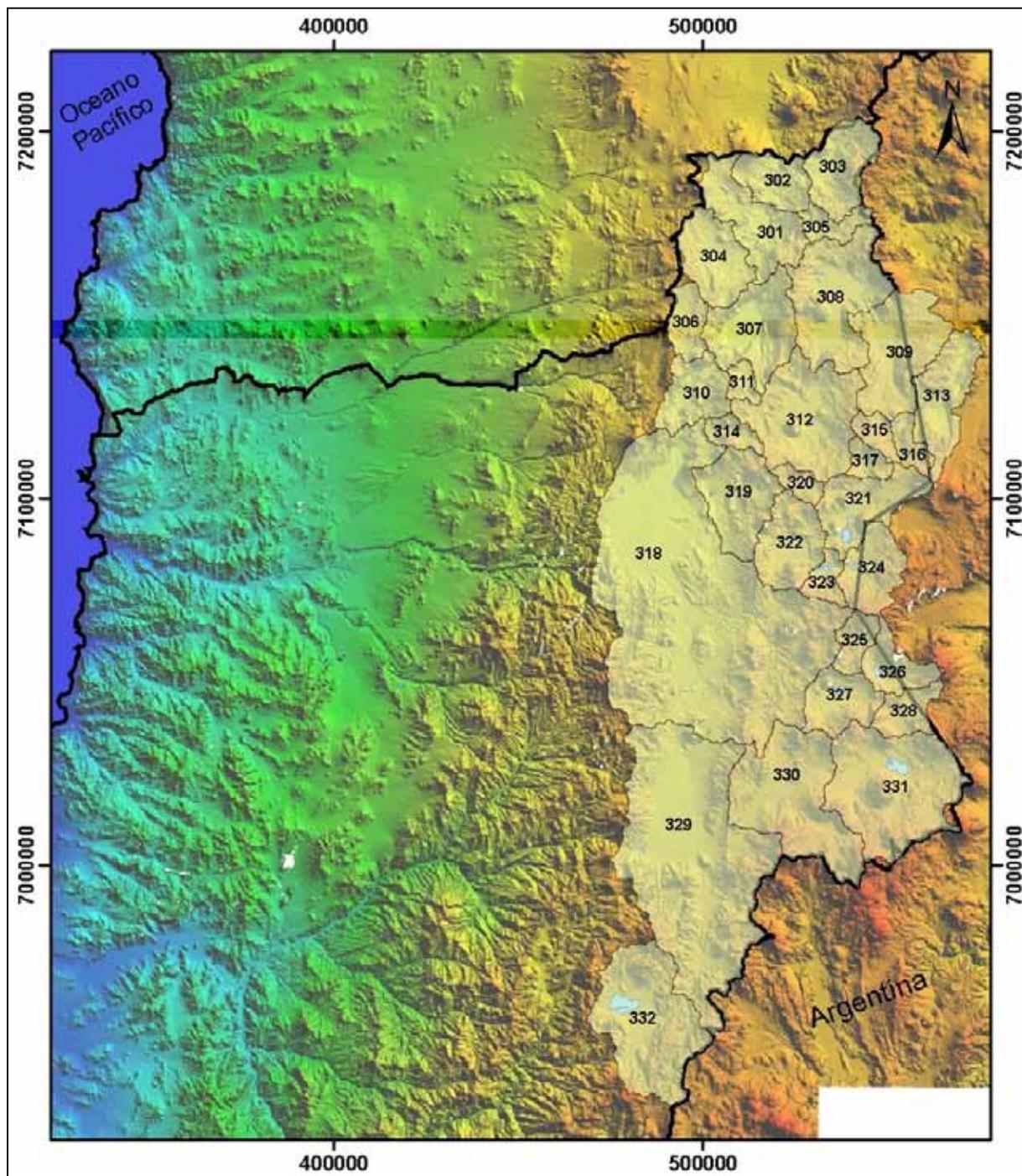


Figura 4.4. Cuencas altiplánicas de la III Región con su número ID.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el marco del proyecto que desarrolla la Pontificia Universidad Católica de Chile como Acción de Apoyo a la Dirección General de Aguas, se ha trabajado en la definición de las cuencas hidrográficas que se encuentran en la zona del Altiplano y la Puna. Las cuencas hidrográficas corresponden a unidades territoriales delimitadas por las divisorias de agua superficial y en la zona de estudio se emplazan en una franja cordillerana paralela a la línea de costa chilena, desde Visviri (cuena de ríos Uchusuma y Caquena) hasta la altura de Copiapó (cuena de la Laguna del Negro Francisco).

Las áreas delimitadas y descritas en este informe de carácter regional se encuentran al oriente de la Cordillera Occidental (frente oeste de la Cordillera de los Andes) y varias de ellas son compartidas con países vecinos (Perú, Bolivia y Argentina). Algunas de estas cuencas tienen drenaje hacia el este, en particular en las Regiones XV y I, mientras que de ahí al sur son cuencas endorreicas cuya superficie definida por su drenaje natural está cruzada por la frontera.

Las cuencas se trazaron usando Modelos de Elevación Digital (DEM), con el apoyo de coberturas digitales SIG, imágenes satelitales y otros estudios realizados en la zona. En total se delinearon 87 hoyas hidrográficas en las 4 Regiones que abarca el estudio. De estas unidades se obtuvo algunas características como área, perímetro, pendiente media y alturas máxima, media y mínima. Además se hizo una breve descripción de cada una de estas unidades, agregando a los antecedentes mencionados la experiencia adquirida en terreno.

La escala de trabajo es equivalente al uso de mapas 1:250.000. Una mayor resolución permitiría encontrar nuevas unidades de menor tamaño, sin embargo, para los propósitos de este estudio, la zona queda bien definida con las herramientas que se dispone.

6 REFERENCIAS

USGS, 2007. Digital Elevation Model (DEM), <http://seamless.usgs.gov/>.

Dirección General de Aguas, 2007. Coberturas digitales SIG.

Instituto Geográfico Militar (Niemeyer, H. & Cereceda, P.), 1984. Geografía de Chile, Tomo VIII, Hidrografía.

Dirección General de Aguas, Universidad Católica del Norte, Institute de Recherche Pour le Développement, 1999. Geoquímica de Aguas en Cuencas Cerradas: I, II y III Regiones – Chile (S.I.T. N° 51).

CORFO, Departamento de Recursos Hidráulicos, 1971. Mapa Hidrográfico de Chile.

Instituto Geográfico Militar, 1987. Cartografía de Chile, escala 1:250.000.

NASA, 1999. Imágenes Satelitales Landsat ETM+.

Google, 2008. Google Earth Plus.