TRABAJANDO PARA USTED

Gestión hídrica para el desarrollo agrícola

Dirección General de Aguas

Hipólito Zañartu Rosselot

Asesor Dirección General de Aguas

Arica, 29 de octubre de 2026

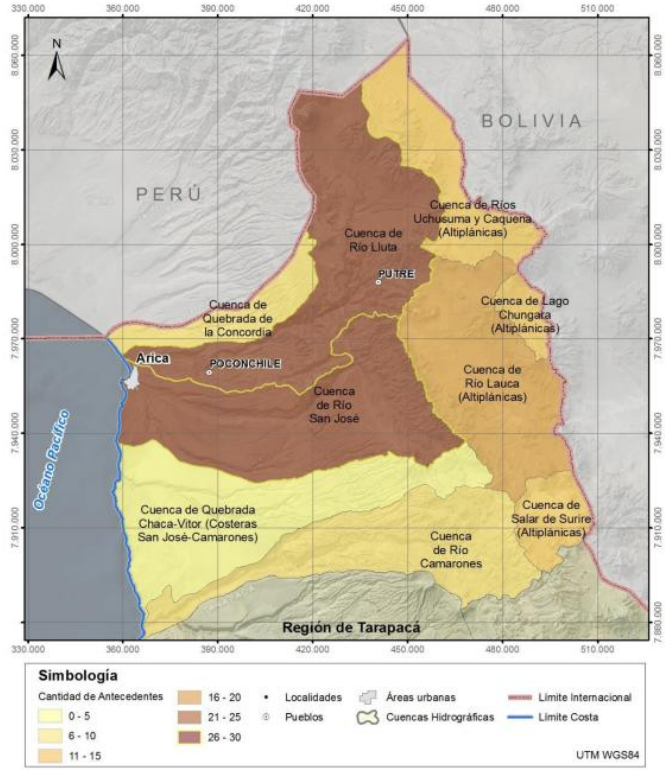
Gobierno de Chile
gob.cl

TRABAJANDO PARA USTED

Dirección General de Aguas
Ministerio de Obras Públicas
Gobierno de Chile

CUENCAS REGIÓN ARICA Y PARINACOTA

- Quebrada Concordia
- Lluta
- Azapa
- Vitor-Codpa
- Camarones
- Altiplánicas

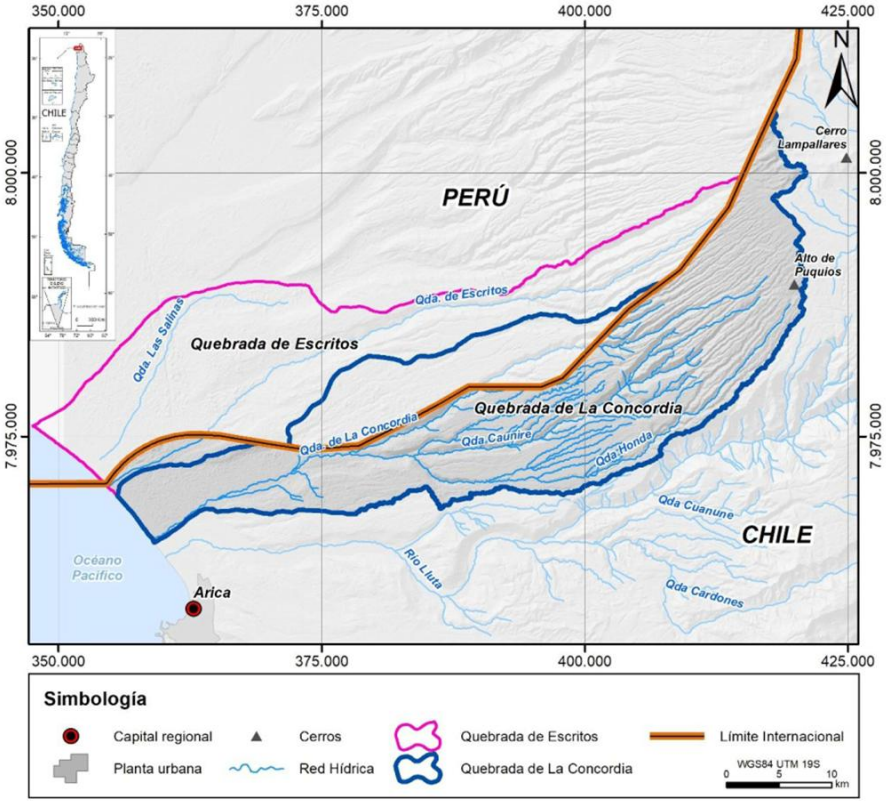


Cuenca de la quebrada de La Concordia

Ubicación: Limita al Norte con Perú, Al sur y Este con cuenca del río Lluta y al Oeste con el océano Pacífico.

Superficie: Área total 2.880 km2, en Chile sólo 697 km^2, representando el 4,1% de la superficie de la cuenca en la región de Arica.

Zona de restricción: Declarada mediante Res. DGA N°22 del 23 de junio de 2021.



Cuenca de la quebrada de Concordia

El **principal uso del agua en la cuenca corresponde al riego, con un 97,7%** de la demanda al año 2021

Riego (350 há)	**2,365 hm^3/año**	**Agricultura**
Consumo humano	**0,060 hm^3/año**	**Población local**
Uso Industrial	**0,034 hm^3/año**	**DGAC, Aduana y ZOFRI**

El **aprovechamiento de las aguas subterráneas en la zona de estudio, se realiza desde los años 70** con las perforaciones realizadas por la CORFO. Al momento se han perforado más de 20 pozos según antecedentes, de los cuales algunos han quedado abandonados o tapados, entre otras situaciones.

La DGA ha **concedido un total de 100 l/s de DAA.** La extracción subterránea se centra **en 9 puntos**, los cuales son manejados principalmente por el **INIA** (7 pozos, los cuales son arrendados a agricultores), la **ZOFRI** tiene 1 pozo al igual que la **DGAC**.

Fuente PEGH Concordia 2022



Análisis : NCh409/1.Of2005 - N°1.333/1978 (Riego)

Cloruro: Pozos B1, B8, B10 exceden umbral permisible de la normativa de agua potable. Pozos B1, B4, B8, B10 y D7 están por sobre la normativa de riego.

Sulfato: Pozos B8 y B10 superan norma de agua potable y riego.

pH: El pozo B4 se encuentra fuera de rangos permitidos por las normas de agua potable y riego.

Acumulación hídrica – Concordia

- **Inexistencia de Infraestructura de Almacenamiento:**

La Quebrada de La Concordia no cuenta con embalses superficiales, tranques reguladores, canales matrices ni obras de control aluvional.
Tampoco existen sistemas de recarga artificial gestionada de acuíferos.

- **Restricción Físico-Geográfica:**

Cuenca hiperárida con escorrentía superficial efímera o nula en su lecho principal, lo que imposibilita embalses de regulación convencionales.

- **Estrategia de Reemplazo a la Acumulación:**

Al no ser viable acumular agua propia dentro de la cuenca, la planificación estratégica sustituye el concepto tradicional de acumulación por la **incorporación de nuevas fuentes externas** (tratamiento de aguas servidas, desalación y trasvase).

Fuente PEGH Concordia 2022

Acuíferos Subterráneos – Concordia

- **Evaluación de Sustentabilidad al 2050 (MODFLOW-USG):**

Condición actual: El acuífero se clasifica como NO SUSTENTABLE.
Falla el criterio DGA de pozos secos (supera el umbral máximo de 5% al 2050 bajo escenario RCP 8.5).

- **Vulnerabilidad y Flujo Transfronterizo:**

Fuerte dependencia del flujo lateral desde Perú (0,63 hm3/año histórico).
A mayor bombeo futuro, el flujo desde Perú sube a 53,2 l/s (52% de extracciones), generando incertidumbre técnica e intrusión salina.

- **Calidad de Aguas Subterráneas:**

Pozos B1, B4, B8, B10 y D7 exceden normas NCh409 (agua potable) y NCh1.333 (riego) en cloruros, sulfatos y pH.

- **Soluciones propuestas:**

Exploración geofísica para medir el avance de la cuña salina
Manejo del Plan de Alerta Temprana

Fuente PEGH Concordia 2022

Cuenca del río Lluta

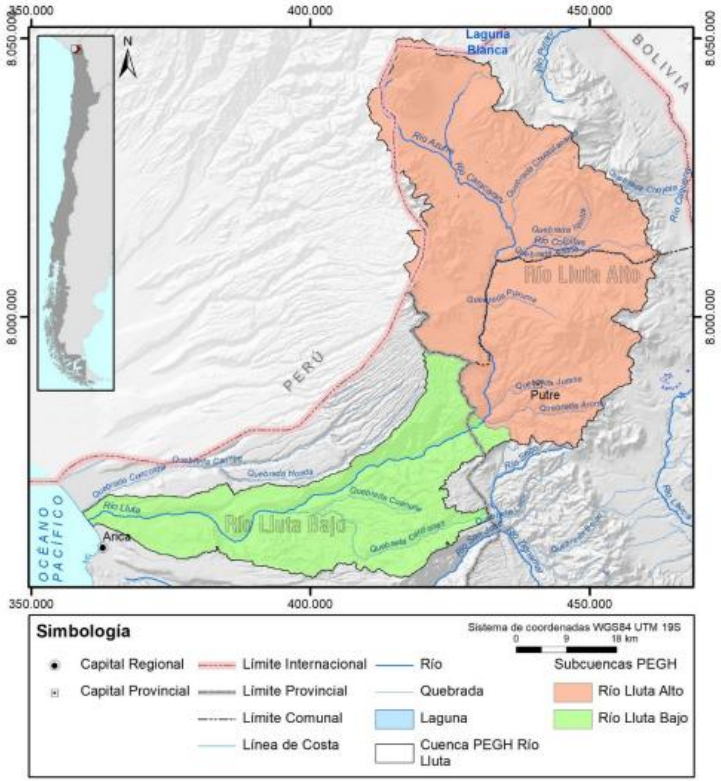
Ubicación: Limita al Norte con la cuenca de la quebrada Concordia y la frontera con Perú, al Este con la cuenca del río Caquena, al Sur con la cuenca del río San José y al Oeste con el océano Pacífico.

Superficie: 3.479 km2.

Zona de restricción: Declarada mediante Res. DGA N°169 del 15 de noviembre de 2012.

Decreto de Escasez: Mediante Res. DGA N°17 del 22 de enero de 2025, prorrogada por las Res. DGA N°78 del 21 de julio de 2025 y Res. DGA N°184 del 24 de julio de 2026, con vigencia **hasta el 25 de julio de 2027.**

Fuente: PEGH Lluta 2021



Fuente: elaboración propia.

Acuíferos Subterráneos – Lluta

1. Acuíferos de Lluta Alto (Cabecera / Altiplano):

- Depósitos fluviales someros que alimentan vegas y bofedales.
- Recarga por lluvias estivales. Declarados **3 acuíferos protegidos** por la DGA (vegas de Iscajoco, Japocota y Paucarani).

2. Sector Medio (Cañón encajonado):

- No se desarrollan acuíferos de importancia.

3. Acuífero de Lluta Bajo (Valle agrícola - SHAC Lluta Bajo):

- Área de 974 km^2. Posee 2 sistemas: acuífero superior (fluvial) e inferior (Fm. Concordia).
- Recarga: Depende en 73% de la infiltración del río (1,0 m^3/s) y retornos de riego (0,3 m^3/s).
- El déficit real actual es de -320 l/s, los Derechos de Aprovechamiento (DAA) permanentes otorgados ascienden a **9.239 l/s**. Si se ejercieran en su totalidad, el déficit legal proyectado sería de **-7.729 l/s**, evidenciando un sobreotorgamiento insostenible frente a la oferta.

Fuente PEGH Lluta 2021

Acumulación hídrica – Lluta

EMBALSE CHIRONTA

- **Capacidad y Diseño:**
  - Almacenamiento total: 17 millones de m^3 (17 hm^3).
  - Ejecutado por MOP/DOH con vida útil estimada de 50 años.
  - Asegura y amplía la superficie de riego a 2.800 hectáreas en el valle.

- **Objetivos de Regulación:**
  - Control de crecidas torrenciales del invierno altiplánico (caudales punta de hasta 270 m^3/s para período de retorno de 100 años).
  - Abastecimiento continuo en meses de estiaje (abril a noviembre).

Acuíferos Subterráneos – Lluta

- **Evaluación de sustentabilidad al 2050 (Lluta Bajo):**
  - Clasificado como no sustentable: Falla el criterio DGA de pozos secos (30% proyectado frente al máximo de 5%) y afectación al caudal del río.
  - Restricción de calidad: Aguas cloruradas con alta salinidad, boro y arsénico; no aptas para consumo humano sin tratamiento avanzado.

- **Impacto de la acumulación superficial en el acuífero:**
  - Al almacenar el agua en el embalse, hay menos caudal por el cauce, reduciendo en un 28% la infiltración natural que recarga el acuífero.

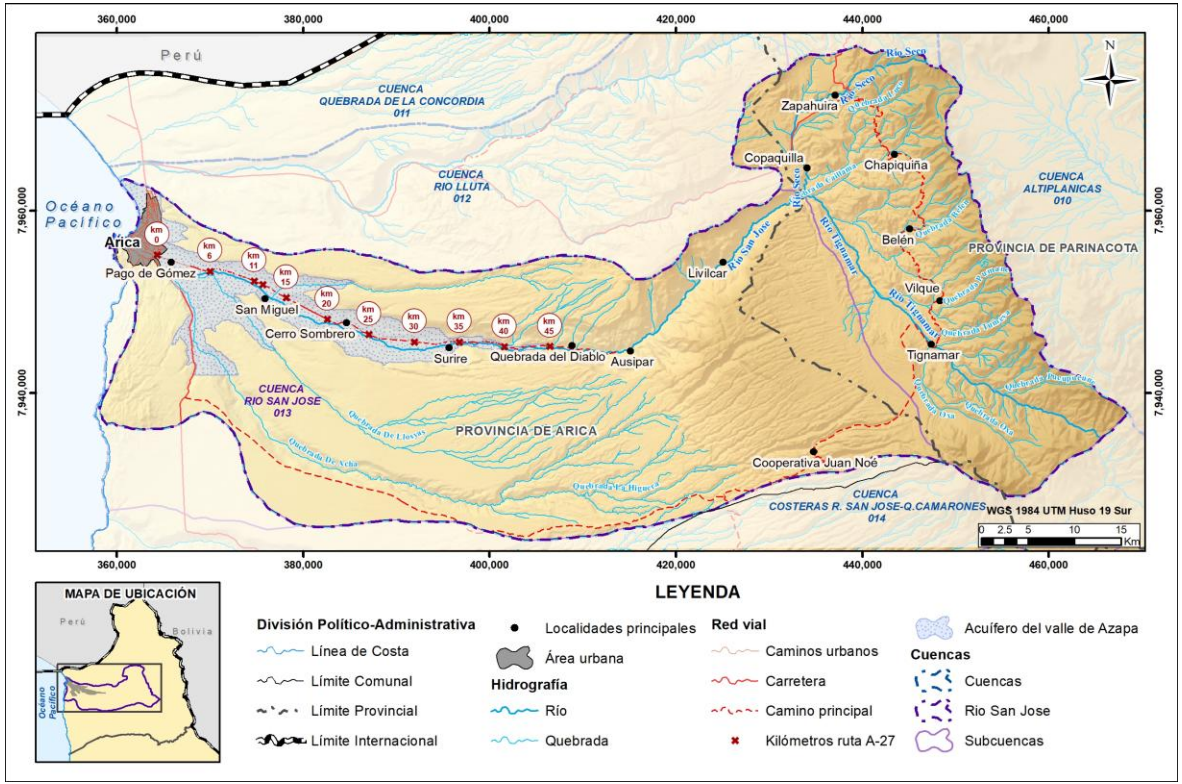
- **Soluciones propuestas:**
  - Estudio de conexión hidrogeológica con Perú
  - Modelación conceptual y numérica hidrogeoquímica

Cuenca Río San José – Acuífero Azapa

Ubicación: limita al norte con la cuenca del río Lluta, al sur con la cuenca de la quebrada Chaca-Vítor, al oriente con la
cuenca del río Lauca y al poniente con el océano Pacífico

Superficie: 3.187 km2

Marco legal y derechos: SHAC Azapa declarado zona de prohibición mediante Res. DGA N° 202 del 19 de marzo de 1996.
Límite sustentable de 700 l/s) y ampliado a toda la subcuenca en 2021. Existen 433 derechos subterráneos otorgados que suman 2.496 l/s (sobreotorgamiento) para un volumen sustentable de 700 l/s.



Acuíferos Subterráneos – Acuífero Azapa (San José)

- **Balance hidrogeológico histórico (1986-2018):**
  - Entradas: 1.050,9 l/s (el 48,5% proviene de pérdidas de riego y canal Azapa).
  - Salidas: 1.199,3 l/s (bombeo de pozos: 840,2 l/s).
  - Balance negativo: -148,4 l/s (-4,6 hm^3/año), con descenso continuo del nivel piezométrico.

- **Condición proyectada al 2050:**
  - No sustentable: No cumple ningún criterio DGA. La intrusión marina aumentaría un 793% (a 156,9 l/s), amenazando la calidad del agua (ICA=3 Regular).

Fuente PEGH Acuífero Valle de Azapa 2022

Acumulación hídrica – Acuífero Azapa (San José)

- **Situación actual:** No existen embalses de gran capacidad en la cuenca. La regulación se limita a 3 tranques menores de riego: Sobraya (30.000 m^3), Juan Noé (15.000 m^3) y Bellavista (800 m^3).

- **Proyecto principal (Embalse Livílcar):** Obra de regulación superficial de 10 hm^3 en la parte alta.

- **Soluciones propuestas:**
  - Barreras de goma / piscinas de recarga
  - Microtranques comunitarios de regulación corta para mejorar la distribución y administración de las aguas de manera eficiente.

Fuente PEGH San José 2021

Cuenca de la Codpa Vítor

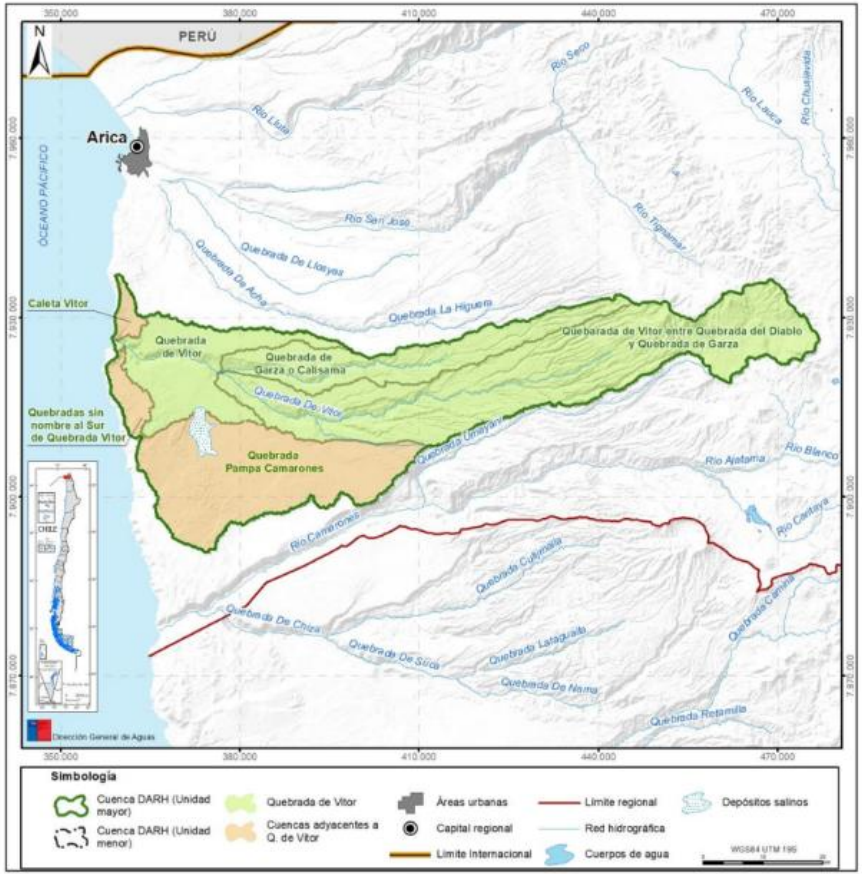
Ubicación: Limita al Norte con la cuenca del río San José, al Sur con la cuenca del río Camarones, al Oriente con la cuenca del río Lauca y al Poniente con el océano Pacífico.

Superficie: 2.354 km^2.

Balance Físico Real: Presenta un frágil superávit actual de **+37,5 l/s** (Entradas: 2.126,8 l/s vs. Salidas: 2.089,2 l/s).

Balance Legal: Los DAA otorgados suman **695,15 l/s** (superando entre 8 a 10 veces la extracción real). Si se ejercieran todos, se pasaría a un déficit crítico de **-568 l/s**.

Condición Administrativa: El SHAC Quebrada Vítor fue declarado **Zona de Prohibición** mediante Res. DGA N° 1 del 31 de mayo de 2024



Acuíferos Subterráneos – Acuífero de Vítor

- El río escurre con agua superficial permanente solo en la parte alta y media (hasta Ofragía).
- Aguas abajo el caudal se infiltra y el cauce queda seco. Por ello, entre **Chaca y Caleta Vítor la agricultura depende al 100% de aguas subterráneas**

- La modelación indica que **el acuífero no es sustentable al largo plazo**: el bombeo agrícola intensivo genera descensos continuos y riesgo de pozos secos.

- Calidad: **Agua salobre con alta presencia de sulfatos, boro y sales**. En Caleta Vítor existe una **cuña de intrusión marina de 50 m de espesor**.

Soluciones propuestas:

- Fiscalización de uso y gestión del recurso (Chaca - Vitor)
- Ampliación de la red de monitoreo DGA de aguas subterráneas

Fuente PERHC Vitor – Codpa

Acumulación hídrica – Cuenca Codpa – Vítor

- La población de la cuenca tiene el anhelo de un **embalse en la zona alta de Umirpa, estableciendo una priorización de este en el PERHC de la cuenca.**

- Los estudios hidrológicos indican que, en lugar de una sola megaobra (imposible de llenar y con tasas de evaporación demasiado altas), es **recomendable construir 3 embalses escalonados más pequeños en la parte alta-media**. Este sistema sí lograría dar seguridad hídrica al valle de Codpa.

Cuenca del río Camarones

Ubicación: se ubica al sur de la región. Limita al norte con la cuenca de la quebrada Chaca-Vítor, al sur con la región de Tarapacá, al oriente con la cuenca del salar de Surire y al poniente con el océano Pacífico.

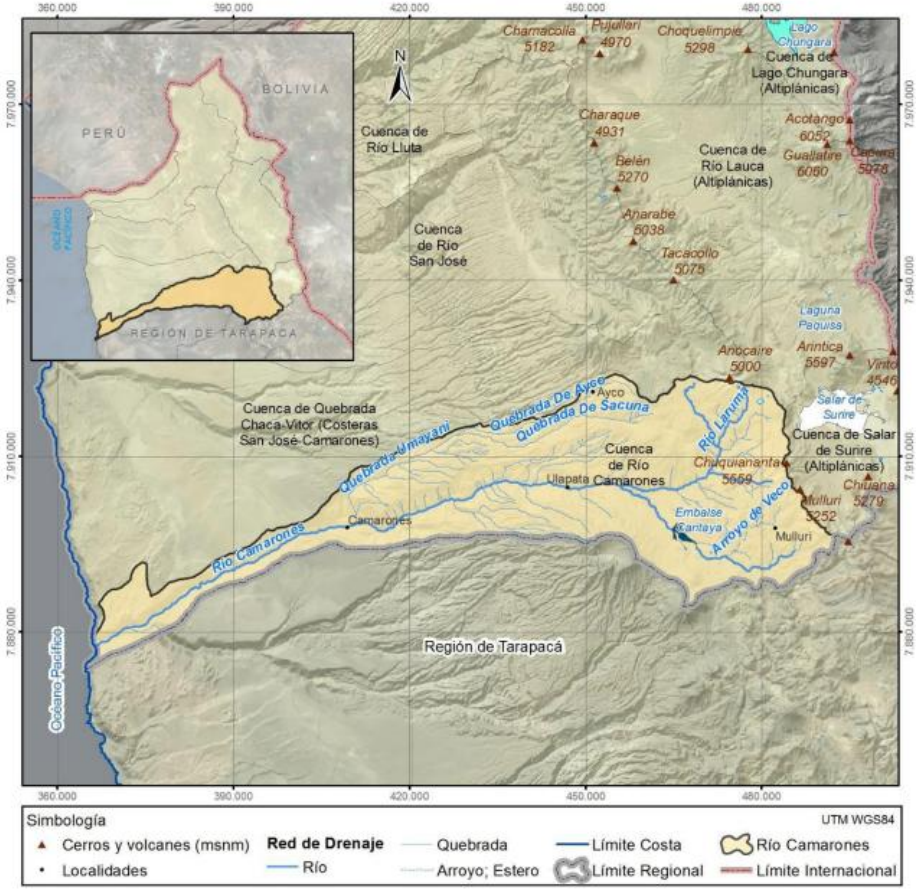
Superficie: 2.386 km^2 (sin considerar Quebrada de Chiza).

Balance Físico Real: Superávit histórico a nivel de cuenca de **+431,4 l/s**. Sin embargo, la oferta neta proyectada al 2060 cae un 20%, reduciendo el superávit a apenas **+42,5 l/s**.

Balance Legal: Existen DAA otorgados por **1.653,5 l/s**.

Problemática: Escasez crítica estacional en el valle bajo. Vulnerabilidad futura por fuerte dependencia de la agricultura frente a la baja proyectada de precipitaciones.

Superficial y Subterránea ambas sin resolución (agotamiento, restricción o prohibición)



Acuíferos Subterráneos – Camarones

- En el **sector bajo (Cuya) la napa está muy superficial**, a menos de 10 m de profundidad (pozo APR Cuya a 22 m), con espesor saturado de 80 a 120 m.

- **Existen 163 l/s de derechos subterráneos concedidos en la cuenca**, usados como respaldo ante la escasez superficial.

- **Balance histórico del sistema:** Recarga por lluvia de 2.205 l/s, bombeo de pozos de 163 l/s y descarga subterránea al mar de 275 l/s.

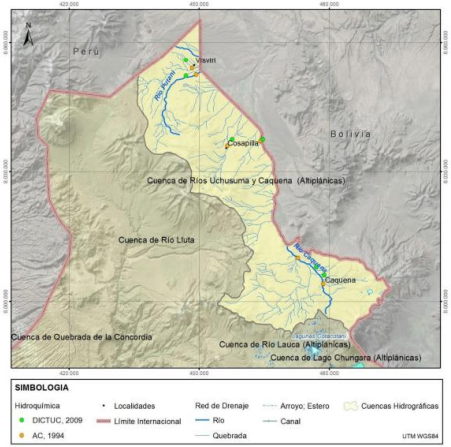
- **Proyección crítica:** Por efecto del cambio climático la oferta hídrica caerá un 20% al 2050, reduciendo el excedente neto de la cuenca de 431 l/s histórico a solo 20 a 42 l/s hacia 2041-2060.

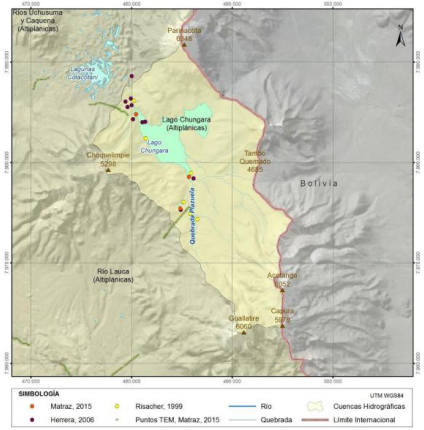
Cuenca altiplánicas

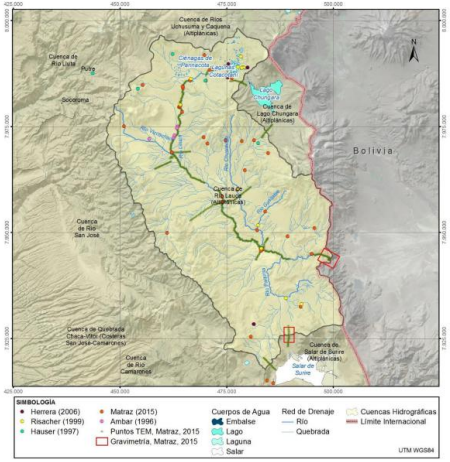
Superficie en Chile: 2.350 km^2.

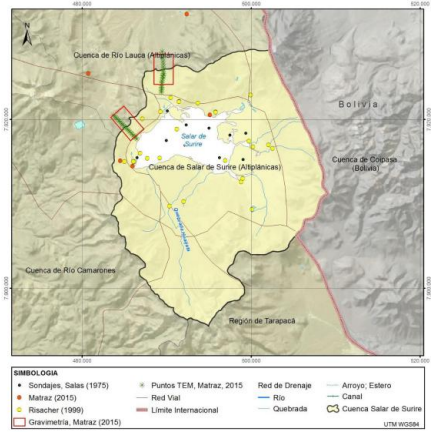
Balance Físico Real: Sistema en delicado equilibrio natural (Entradas y salidas por **~23.007 l/s**). El caudal superficial que fluye hacia Bolivia es de 2.653 l/s.
Extracciones Efectivas: 764 l/s (trasvase histórico hacia Azapa mediante el Canal Lauca).
Balance Legal: DAA otorgados superan los **4.621 l/s**. Su ejercicio total secaría el cauce hacia el límite internacional.
Condición: Alta protección ambiental (Res. 909/1996 prohíbe explotación en acuíferos que alimentan vegas y bofedales).

Superficial y Subterránea ambas sin resolución (agotamiento, restricción o prohibición)









Acumulación hídrica – Cuencas altiplánicas.

- **Acuíferos de gran espesor** (más de 300 m en Parinacota) alojados en depósitos volcánicos y sedimentarios con napas surgentes y niveles freáticos a menos de 10 m.

- **El río Lauca es de carácter "ganador":** recibe aportes subterráneos continuos a lo largo de su curso (1.078 l/s de salida subterránea al cierre).

- **Uso local:** 147 usuarios indígenas para ganadería tradicional de camélidos y bofedales (2.387 l/s que recirculan e infiltran en la cuenca).

- **Trasvase estratégico:** El Canal Lauca capta en Parinacota un promedio histórico de 764 l/s para exportar agua dulce hacia el valle de Azapa.

- La **cuenca está protegida casi en su totalidad** bajo el Parque Nacional Lauca y la Reserva Nacional Las Vicuñas. - Acuíferos protegidos por ley (Res. DGA N°909/1996): Prohibida la constitución de nuevos derechos comerciales para no secar vegas y bofedales.

- **La acumulación es 100% natural a través de grandes cuerpos de agua:** Lago Chungará, Lagunas de Cotacotani y la ciénaga de Parinacota (28 km^2 de bofedales que actúan como esponja reguladora de crecidas y caudales). No existen ni se proyectan embalses artificiales en la cuenca, debido a la estricta protección ecológica del Parque Nacional y sitios Ramsar.

Fuentes: Diagnóstico de disponibilidad hídrica de la cuenca Lauca, Región de Arica y Parinacota 2015 y Tesis Recursos hídricos de la cuenca hidrográfica del Salr de Surire, Valeria Tort Montes, U. de Chile, 2017

TRABAJANDO PARA USTED

DESALINIZACIÓN COMO SECTOR ESTRATÉGICO NACIONAL

Desalinización como sector estratégico nacional

- **"Agua para el desarrollo"** es el tercero de los cinco ejes de acción del MOP para el periodo 2026-2030 y en este eje avanzar en desalación es prioritario.
- Chile es el país de América Latina con **mayor capacidad instalada** de desalinización.
- Al 6 de julio de 2026, el país contaba con **26 plantas desalinizadoras** de tamaño industrial (capacidad de producción nominal instalada superior a 20 l/s) en operación, con una capacidad instalada de 13.736 l/s.
- Además hay **23 proyectos** en distintas etapas de desarrollo con una capacidad de producción proyectada en 22.812 l/s.



Desalinización como sector estratégico nacional

- Asimismo, en 2025, **Antofagasta** se convirtió en la primera ciudad de América Latina con más de 500.000 habitantes en abastecerse en un **100% con agua desalinizada** .

- Con todo, ese desarrollo se ha concentrado en la minería y en el abastecimiento de agua para consumo humano y saneamiento, mientras que **el uso agrícola del agua desalinizada es todavía marginal**.



Ley 21.813 "Sobre el Uso del Agua de Mar para Desalinización"

- El objeto de la **Ley N°21.813** es regular el desarrollo sostenible de iniciativas y proyectos de desalinización de agua de mar, posibilitando distintos usos y contribuyendo a mejorar la seguridad hídrica de Chile, a una mejor adaptación al cambio climático y al resguardo de la biodiversidad y el uso sostenible de ecosistemas marinos y costeros.

- La ley **otorga a DGA un rol central**: emitirá un informe técnico vinculante en el proceso de otorgamiento de la concesión; podrá exigir un aporte de agua para consumo humano y/o saneamiento; deberá autorizar los cambios de uso de aguas desalinizadas; mantendrá un inventario de plantas en el Catastro Público de Aguas y ejercerá facultades de fiscalización y sanción.



Rol de la DGA en Desalinización

- Tras la publicación de la **Ley N°21.813** "Sobre el Uso de Agua de Mar para Desalinización", la DGA creó su nueva **Unidad de Desalinización, Acumulación, Reúso y Eficiencia (UDARE),** parte del Departamento de Organizaciones de Usuarios.

- La UDARE lidera técnicamente la **elaboración de los reglamentos** que harán operativa esta ley y conducirá la formulación de la primera **Estrategia Nacional de Desalación**.

- La nueva unidad especializada agrupó los cinco mandatos reglamentarios de la ley en tres reglamentos, para asegurar su coherencia.

Rol de la DGA en Desalinización

- Su cronograma contempla tener listos, antes del plazo de mayo de 2027, el reglamento que regula el **ciclo de vida de la concesión** y el del **aporte para consumo humano y saneamiento**, de modo que el nuevo régimen opere desde su entrada en vigencia, que es el 13 de noviembre de 2027.

- Asimismo, se convocará a **mesas de trabajo** con la industria, la academia y las comunidades, y los borradores de reglamentos serán sometidos a un **proceso de consulta.**



Desalinización para agricultura

- Rezago de la desalación para agricultura (**brechas económicas e institucionales**).
- A diferencia de la minería y el agua potable, en Chile aún no existen plantas de desalinización de escala comercial destinadas principalmente al riego.
- **Valles agrícolas se ubican tierra adentro** y sobre la cota del mar: si desalinizar cuesta del orden de US$0,5 por m³, transportar el agua puede duplicar o triplicar ese costo, hasta US$1,5–2 por m³, según la distancia y la pendiente , en circunstancias que el riego requiere grandes volúmenes a bajo precio.



Oportunidades para la desalinización en agricultura

- **Proyectos multipropósito:** Permiten compartir infraestructura y costos entre distintos usuarios.
- **Proyectos de menor escala:** experiencia de Pullally muestran que escala pequeña es técnicamente viable.
- **Participación en el diseño del marco:** SNA está invitada y confirmada en mesas de trabajo para la redacción reglamentos convocadas por la DGA.




Gobierno de Chile
gob.cl
TRABAJANDO
PARA USTED
Dirección General de Aguas
Ministerio de Obras Públicas
Gobierno de Chile