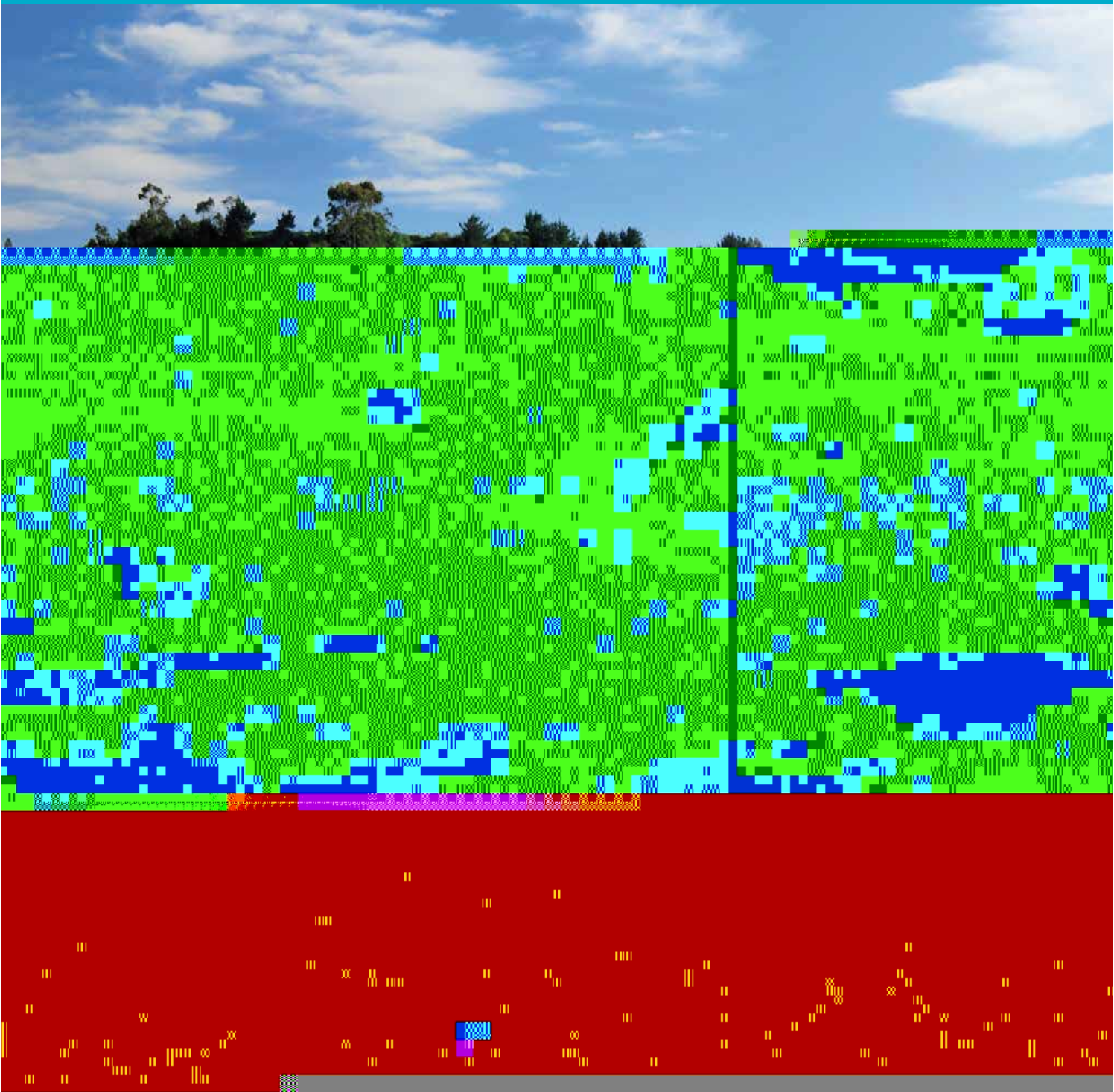


# Capítulo 2

## Nuestra agua



- 2.1** Servicio Hidrométrico Nacional
- 2.2** Precipitación
- 2.3** Glaciares
- 2.4** Ríos y Escorrentía
- 2.5** Lagos y Lagunas
- 2.6** Acuíferos
- 2.7** Niveles de Pozos
- 2.8** Calidad de Aguas



## 2.1 SERVICIO HIDROMÉTRICO NACIONAL

Contar con información pertinente, oportuna y de calidad, así como un adecuado nivel de conocimiento sobre el territorio, constituyen pilares indispensables para una acertada toma de decisiones. De este modo, la Dirección General de Aguas mantiene, desarrolla y opera el Servicio Hidrométrico Nacional que proporciona datos relevantes para un conocimiento adecuado de las aguas.

La información emanada de esta red permite conocer datos hídricos en tiempo real y establecer los patrones de comportamiento histórico de las condiciones hidrológicas a lo largo del país, así como pronosticar caudales de estiaje y gestionar los recursos hídricos en épocas de sequía.

Los datos generados por este Servicio a través de sus estaciones y puntos de monitoreo, se dividen según el tipo de información que recopila. Se cuenta con estaciones fluviométricas, meteorológicas, sedimentométricas, de calidad de aguas, niveles de pozos, monitoreo de niveles de lagos y embalses. En cuanto a puntos de monitoreo, se cuenta con ruta de nieves, glaciares, control de calidad del agua en lagos y normas de calidad secundarias. La Tabla 2.1 presenta el número de estaciones y puntos de monitoreo vigentes por región y la Tabla 2.2 un resumen por macrozona.

Tabla 2.1. Redes hidrométricas vigentes por región

Macrozona	Región	Estaciones Meteorológicas	Estaciones Fluviométricas	Red de Monitoreo de Calidad de Aguas	Estaciones de Nivel Pozos	Estaciones de Monitoreo de niveles de Lagos y Embalses	Estaciones Sedimentométricas	Monitoreo de Ruta de Nieves	Estaciones Glaciológicas	Total
Norte	XV	26	19	26	32	1	1	0	0	105
	I	26	13	24	61	0	1	0	0	125
	II	40	32	32	46	1	3	0	0	154
	III	29	27	60	86	2	3	0	0	207
	IV	66	48	78	116	7	8	6	1	330
Centro	V	62	22	68	123	1	8	3	0	287
	RM	46	22	63	102	3	5	6	7	254
	VI	29	19	51	83	2	2	1	1	188
	VII	62	59	76	4	9	5	1	0	216
Sur	VIII	73	74	78	23	7	10	4	0	269
	IX	54	41	55	7	4	10	0	0	171
	XIV	22	17	62	5	6	2	0	0	114
	X	38	35	57	3	6	1	0	0	140
Austral	XI	40	37	43	0	5	6	0	10	141
	XII	70	42	56	0	14	8	1	3	194
		683	507	829	691	68	73	22	22	2.895

Fuente: División de Hidrología DGA, agosto 2015

Tabla 2.2. Redes hidrométricas vigentes por macrozona

Macrozona	Estaciones Meteorológicas	Estaciones Fluviométricas	Red de Monitoreo de Calidad de Aguas	Estaciones de Nivel Pozos	Estaciones de Monitoreo de niveles de Lagos y Embalses	Estaciones Sedimentométricas	Monitoreo de Ruta de Nieves	Estaciones Glaciológicas	Total
Norte	187	139	220	341	11	16	6	1	921
Centro	199	122	258	312	15	20	11	8	945
Sur	187	167	252	38	23	23	4	0	694
Austral	110	79	99	0	19	14	1	13	335
Total	683	507	829	691	68	73	22	22	2.895

Fuente: División de Hidrología DGA, agosto 2015





Río Juncalito, Región de Atacama. Fotografía: Norberto Seebach



## 2.1.1 ESTACIONES METEOROLÓGICAS

Las estaciones meteorológicas son instalaciones que permiten –dependiendo de la instrumentación– medir y registrar regularmente una serie de variables como temperatura, precipitación, evaporación, velocidad y dirección del viento, humedad y presión, entre otras.

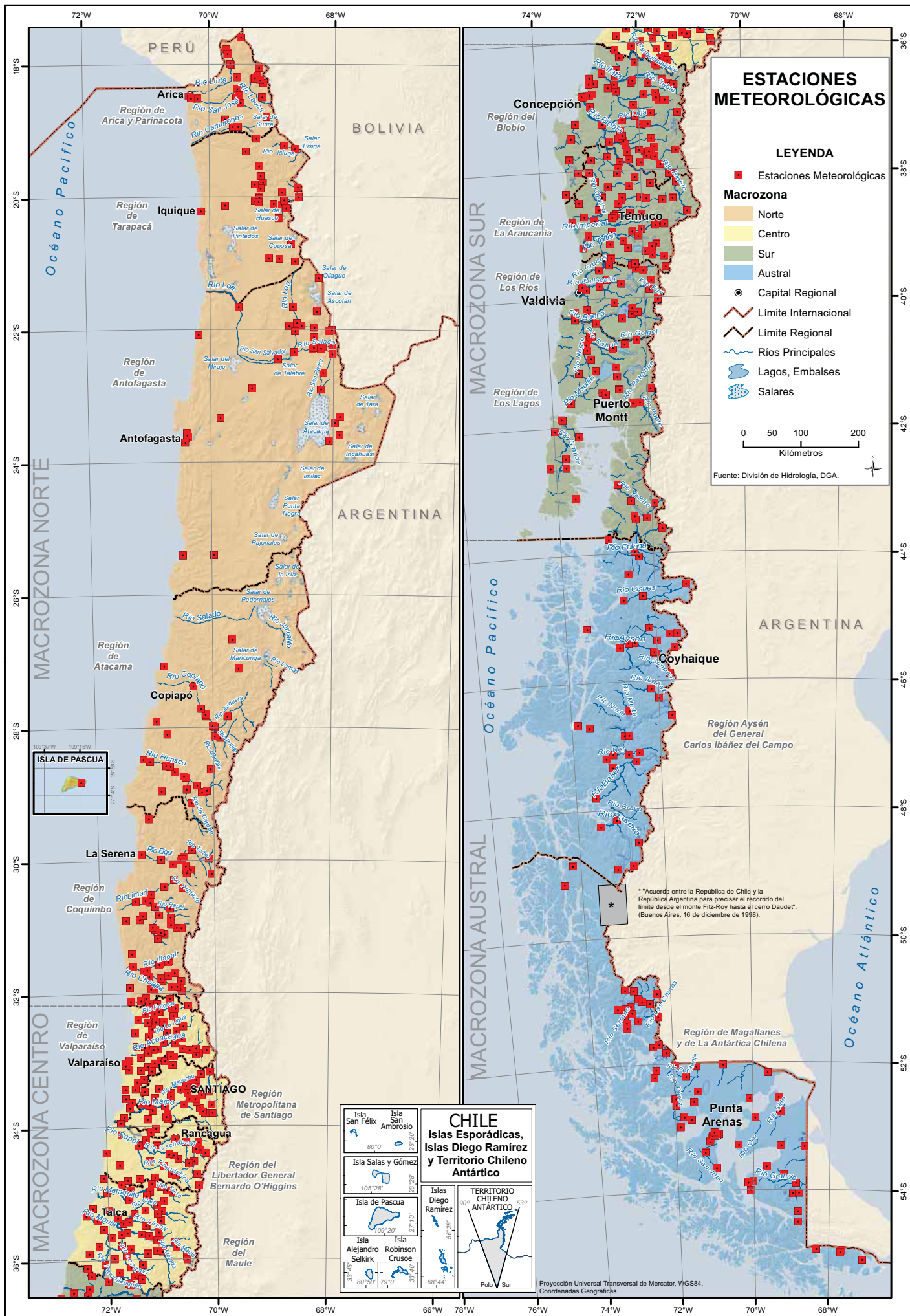
Tabla 2.3. Nombre del instrumento de medición meteorológica y variable que mide

Instrumento	Variables que miden
Termómetro	Temperatura
Barómetro	Presión atmosférica
Pluviómetro	Cantidad de agua caída por unidad de superficie
Higrómetro	Humedad relativa del aire y la temperatura del punto de rocío
Veleta	Dirección del viento
Anemómetro	Velocidad del viento
Piranómetro	Radiación solar

Fuente: División de Hidrología DGA, agosto 2015



Estación Meteorológica San Francisco en Aguas Panimávida, Región Metropolitana de Santiago. Fotografía: Diego González





## 2.1.2 ESTACIONES FLUVIOMÉTRICAS

Las estaciones fluviométricas miden la cantidad de agua que fluye en ríos (caudal) lo que permite conocer la cuantía disponible del recurso en un momento o período de tiempo dado. Los caudales se expresan en unidades de volumen por unidad de tiempo, son medidos y procesados por la DGA y la información se puede entregar a través de diferentes reportes, como por ejemplo, caudales instantáneos, caudales medios diarios, caudales medios mensuales y/o anuales.

Estas estaciones se ubican en los cauces naturales o artificiales. Existen diversos tipos de estaciones fluviométricas, siendo las más comunes aquellas que se encuentran en la ribera natural de los ríos o adosadas a infraestructura vial. Otro tipo de estructura de medición son aquellas ubicadas en ambas orillas unidas por medio de cables que permiten el desplazamiento de un carro de aforo, posibilitando la medición en varios puntos a lo ancho del cauce.

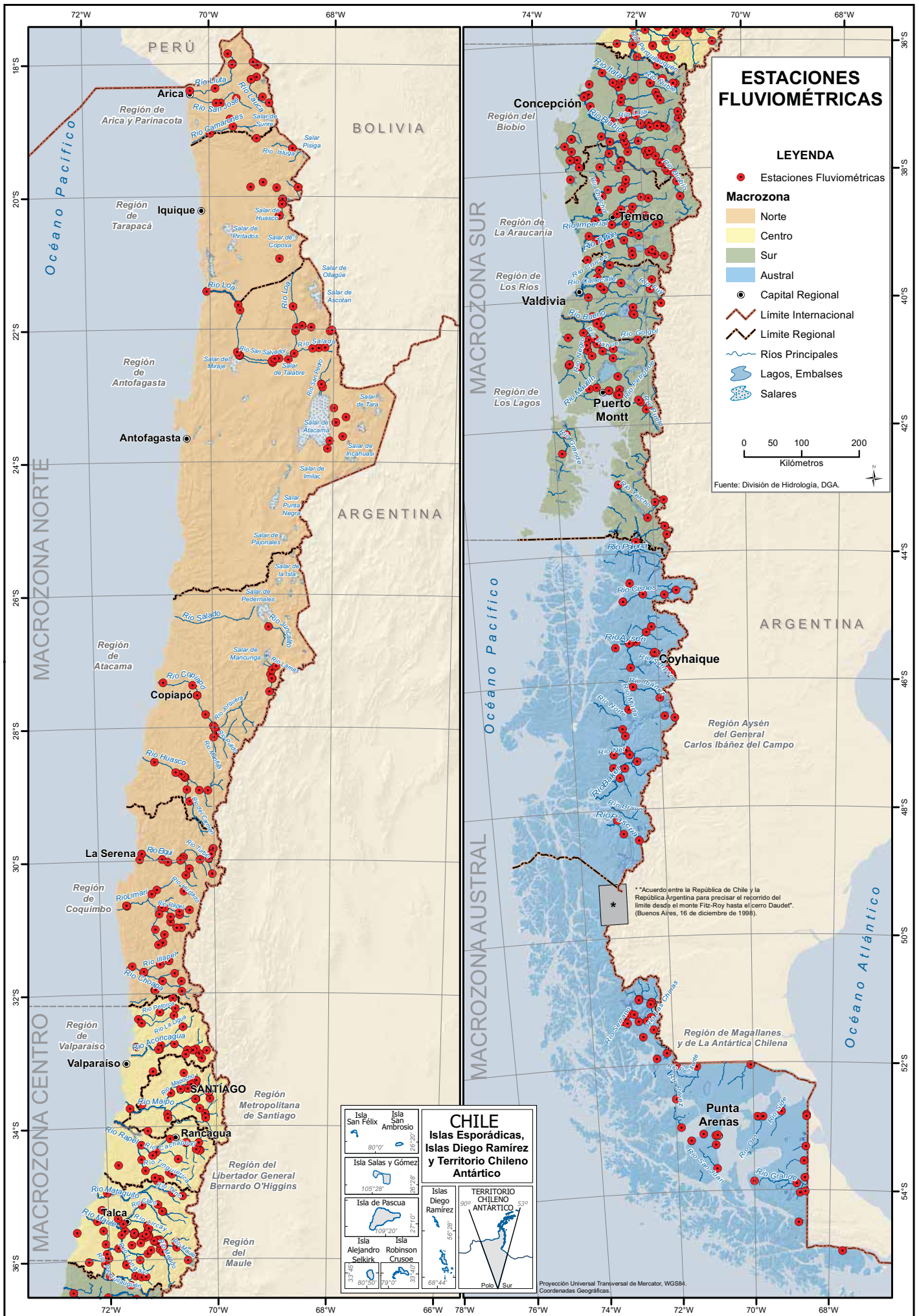


Estación Fluviométrica Río Las Chinas, Región de Magallanes y de la Antártica Chilena



Monitoreo de aguas. Archivo DGA







## 2.1.3 RED DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUAS

En estas estaciones se miden y registran parámetros fundamentales de la calidad del agua, tales como Temperatura del agua, pH, Oxígeno Disuelto, Conductividad Eléctrica y otros que son analizados en laboratorio como Aluminio, Arsénico, Cadmio, Cobalto, Cobre, Cromo, Hierro, Manganeseo, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Plata, Plomo, Selenio, Zinc, Calcio, Cloruro, Magnesio, Potasio, Sodio, Sulfato, Boro, Demanda Química de Oxígeno (DQO), Clorofila “a”, Sílice, Fosfato y Nitrógeno. Esta red permite el monitoreo constante de la calidad de los recursos tanto superficiales como subterráneos.

Al medir frecuentemente la calidad de las aguas se puede:

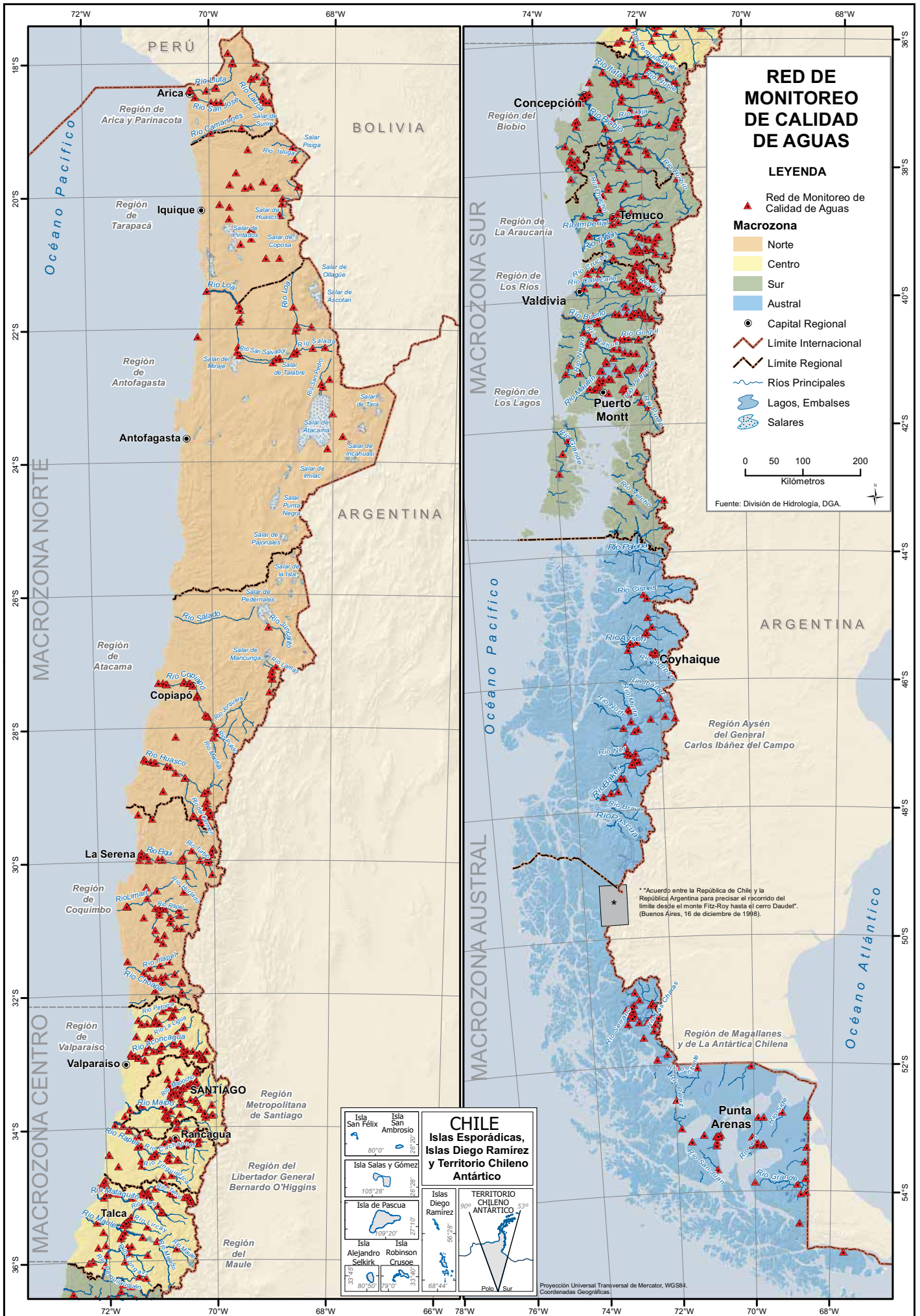
- Caracterizar las aguas e identificar cambios o tendencias en su calidad a través del tiempo.
- Identificar los problemas de calidad del agua específicos existentes o emergentes.
- Reunir información para diseñar programas precisos de prevención o remediación de la contaminación.
- Determinar el cumplimiento de las normativas o si la aplicación de medidas de control de la contaminación se están cumpliendo en forma eficaz.



Medición de parámetros físico-químicos en terreno



Preparación de muestras para análisis químicos en Laboratorio DGA





## 2.1.4 ESTACIONES DE NIVEL DE POZOS

Las estaciones de nivel de pozos o de aguas subterráneas miden la distancia entre la posición de la napa freática hasta la superficie del terreno. Estas estaciones poseen una tubería con una profundidad que sobrepasa el nivel del agua subterránea. Para su protección, cuentan con un sello o tapa que evita la contaminación o colmatación del pozo y una base de concreto que protege la integridad de la tubería. La red de monitoreo está compuesta por pozos de observación (piezómetros) y por pozos de extracción de las aguas.

Los datos de niveles recogidos por esta red permiten estimar la cantidad de agua almacenada en los acuíferos, de manera que se pueda establecer el volumen de agua susceptible a ser entregado como derecho de aprovechamiento. Además, se puede conocer las variaciones temporales de los niveles de las aguas subterráneas a lo largo del país y establecer medidas de restricción o protección en caso de que se produzca una disminución significativa del acuífero a causa de una explotación no sustentable.

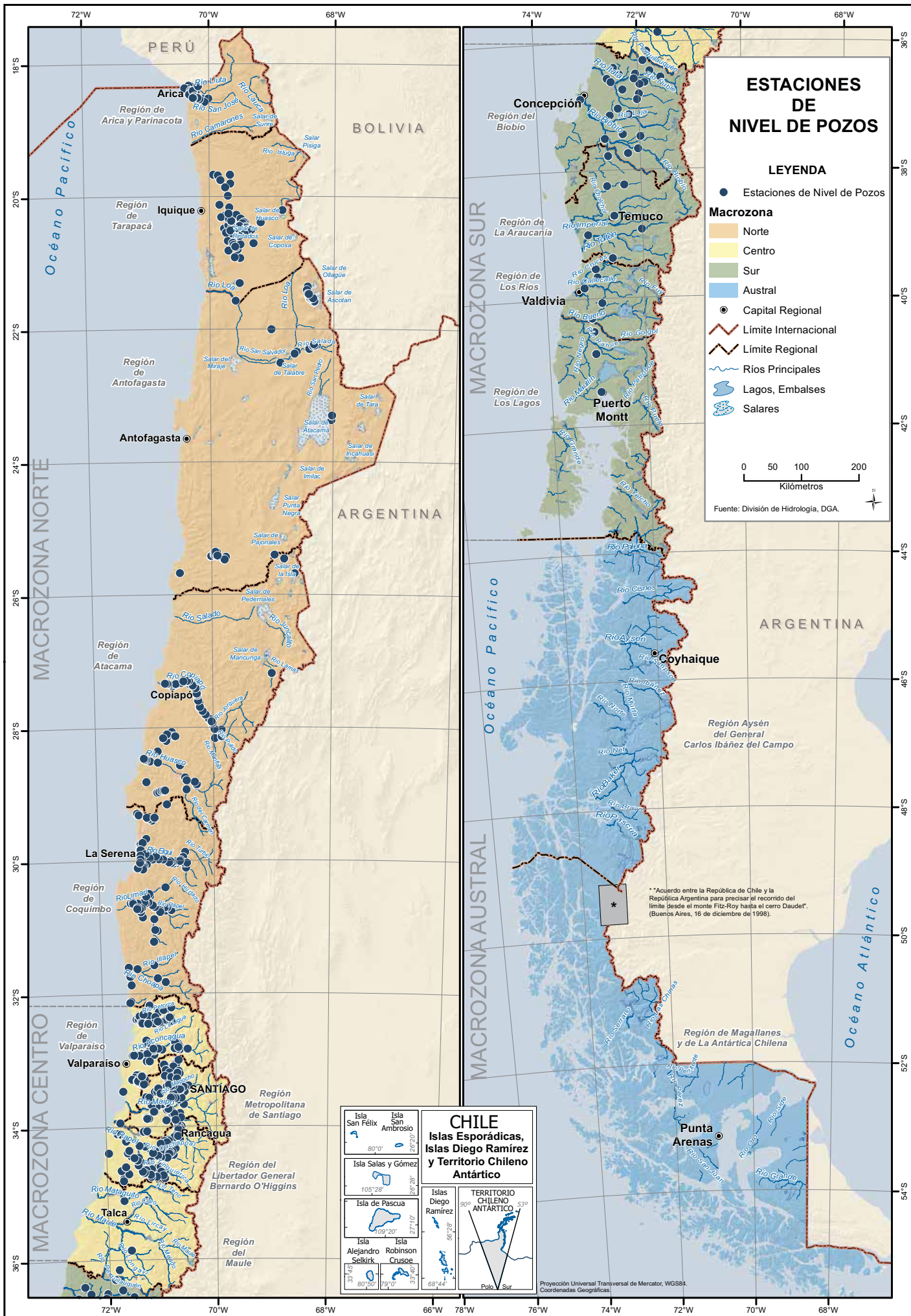


Estación de Monitoreo de Nivel de Pozo en Teodoro Schmidt, Región de La Araucanía



Medición del nivel de la napa en un pozo. Archivo DGA







## 2.1.5 ESTACIONES DE MONITOREO DE NIVELES DE LAGOS

Estas estaciones miden el nivel en los cuerpos de agua, lo que permite conocer su variabilidad y volumen en un determinado período de tiempo. El nivel de agua medido es la altura de la superficie del lago con relación a una determinada referencia. Los instrumentos o dispositivos más comunes en este tipo de estación son el limnógrafo o el limnómetro.

Un limnómetro es una escala graduada en centímetros que mide el nivel que alcanza el agua. Además, el limnógrafo tiene la ventaja de poder medir y registrar los niveles de agua en forma continua ya sea digitalmente, o bien, de manera tradicional, es decir, con un registro en papel especialmente diseñado que gira alrededor de un tambor movido por un mecanismo eléctrico o de relojería.

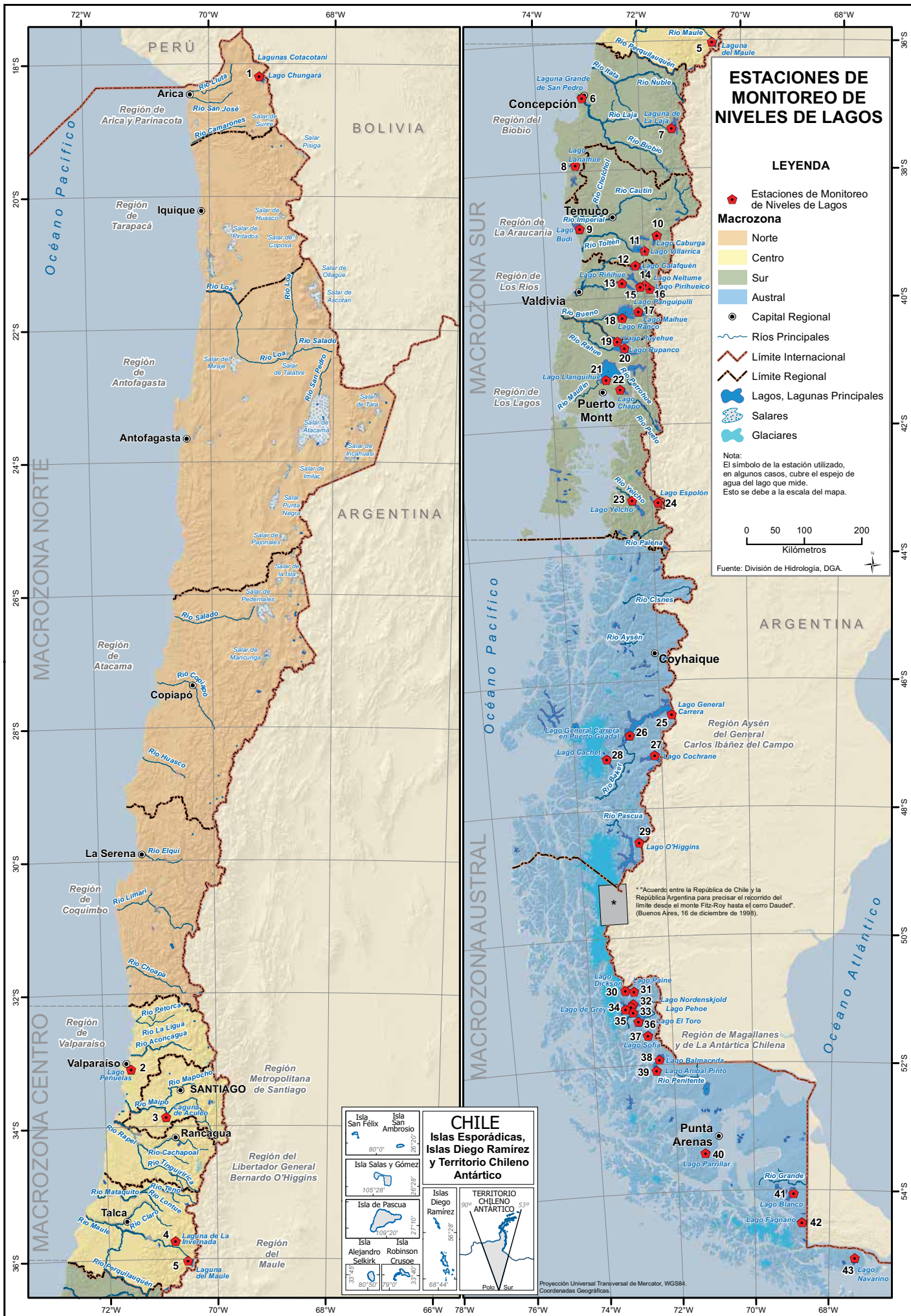
Tabla 2.4. Niveles de lagos y lagunas controlados por la red de monitoreo

Macrozona	Región	Nº Mapa	Nombre
Norte	XV	1	Lago Chungará
	V	2	Lago Peñuelas
Centro	RM	3	Laguna Aculeo Los Castaños
	VII	4	Laguna de La Invernada
	VII	5	Laguna del Maule
	VIII	6	Laguna Grande de San Pedro
Sur	VIII	7	Laguna de La Laja
	VIII	8	Lago Lanathue
	IX	9	Lago Budi
	IX	10	Lago Caburgua
	IX	11	Lago Villarrica
	IX	12	Lago Calafquén
	XIV	13	Lago Riñihue
	XIV	14	Lago Neltume
	XIV	15	Lago Panguipulli
	XIV	16	Lago Pirihueico
	XIV	17	Lago Maihue
	XIV	18	Lago Ranco
	X	19	Lago Puyehue
	X	20	Lago Rupanco
	X	21	Lago Llanquihue
	X	22	Lago Chapo
	X	23	Lago Yelcho
	X	24	Lago Espolón
Austral	XI	25	Lago General Carrera en Chile Chico
	XI	26	Lago General Carrera en Puerto Guadal
	XI	27	Lago Cochrane
	XI	28	Lago Cachet 2 en Glaciar Colonia
	XI	29	Lago O'Higgins en Villa O'Higgins
	XII	30	Lago Dickson
	XII	31	Lago Paine
	XII	32	Lago Nordenskjöld
	XII	33	Lago Pehoe
	XII	34	Lago Grey
	XII	35	Lago El Toro en Estancia Paine
	XII	36	Lago Porteño
	XII	37	Laguna Sofia
	XII	38	Lago Balmaceda
	XII	39	Lago Anibal Pinto
	XII	40	Lago Parrillar
	XII	41	Lago Blanco
	XII	42	Lago Fagnano
	XII	43	Lago Navarino

Fuente: División de Hidrología DGA, agosto 2015



Estación de monitoreo en Lago Cachet 2, Región Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo. Fotografía: Yerin Carvajal





## 2.1.6 ESTACIONES DE MONITOREO DE NIVELES DE EMBALSES

Esta red posee la misma característica que las estaciones de monitoreo de niveles de lagos, vale decir, miden el nivel de agua,

lo que permite conocer su variabilidad y estimar el volumen almacenado en un embalse en un periodo determinado.

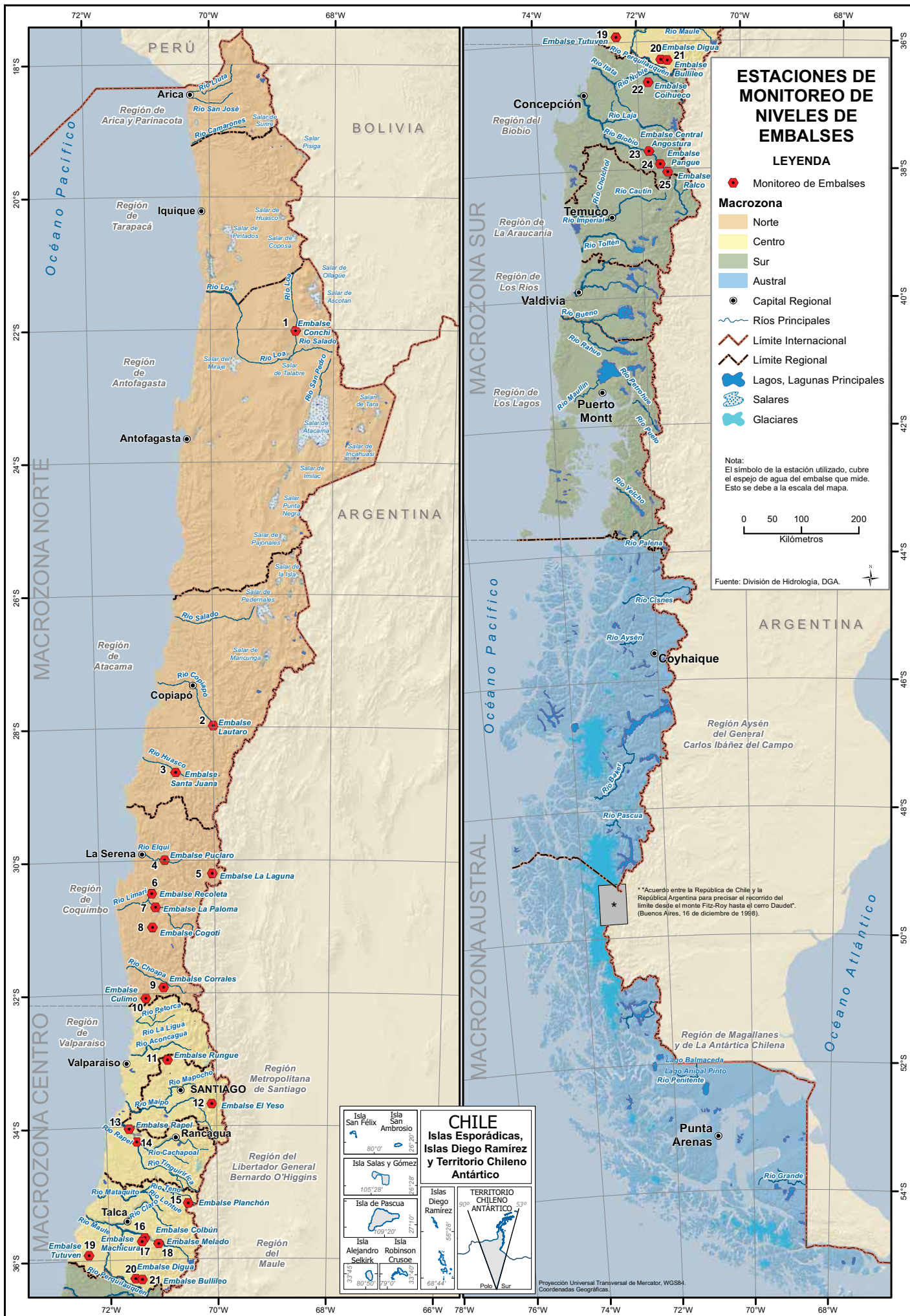
Tabla 2.5. Niveles de embalses controlados por la red de monitoreo

Macrozona	Región	Nº Mapa	Nombre
Norte	II	1	Embalse Conchi
	III	2	Embalse Lautaro
	III	3	Embalse Santa Juana
	IV	4	Embalse Puclaro
	IV	5	Embalse La Laguna
	IV	6	Embalse Recoleta
	IV	7	Embalse La Paloma
	IV	8	Embalse Cogotí
	IV	9	Embalse Corrales
	IV	10	Embalse Culimo
Centro	RM	11	Embalse Rungue
	RM	12	Embalse El Yeso
	VI	13	Embalse Rapel en el muro
	VI	14	Embalse Rapel en Llallauquén
	VII	15	Embalse Planchón
	VII	16	Embalse Colbún
	VII	17	Embalse Machicura
	VII	18	Embalse Melado
	VII	19	Embalse Tutuvén
	VII	20	Embalse Digua
	VII	21	Embalse Bullileo
Sur	VIII	22	Embalse Coihueco
	VIII	23	Embalse Central Angostura
	VIII	24	Embalse Pangue
	VIII	25	Embalse Ralco

Fuente: División de Hidrología DGA, agosto 2015



Estación Embalse Central Angostura, Región del Biobío





## 2.1.7 ESTACIONES SEDIMENTOMÉTRICAS

Los sedimentos son el material sólido acumulado sobre la superficie terrestre derivado de la meteorización (desintegración y descomposición) de las rocas, el que es transportado por diversas acciones, siendo una de las más relevantes el traslado a través de los ríos. Dependiendo del caudal, los ríos tienen la capacidad de transportar gran cantidad de sedimentos.

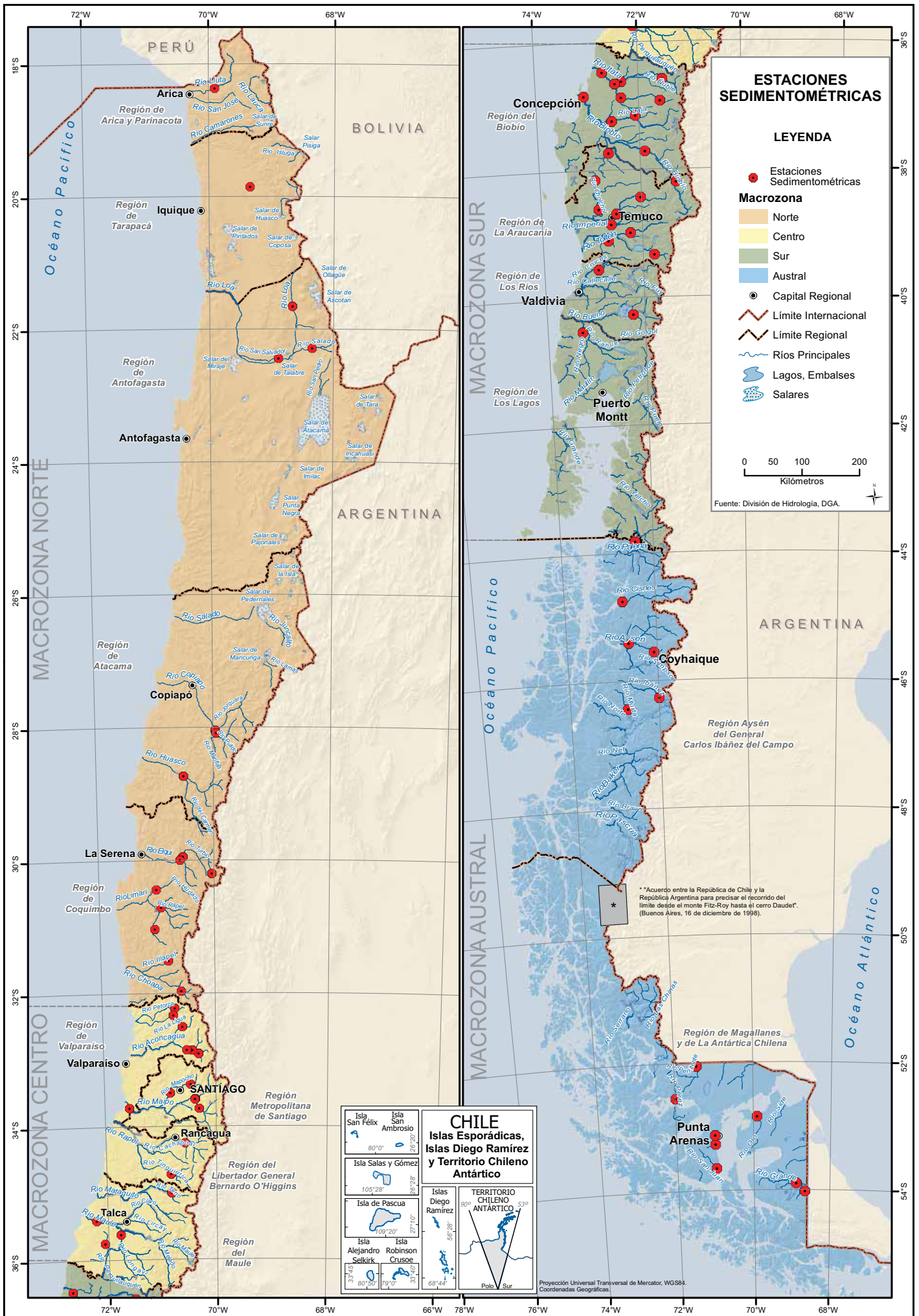
Su medición y cálculo permite estimar la carga total de sedimentos de una corriente, así como la pérdida de suelo por

erosión o la cantidad depositada en el fondo de lagos y embalses. Además, en los sistemas ribereños, el movimiento de sedimentos es un componente importante en la estructura de los hábitats y su dinámica, por lo cual, estimar su cuantía resulta muy importante para conocer el estado de los ecosistemas, incluso, de los ambientes acuáticos costeros.

Usualmente las estaciones sedimentométricas se ubican en la misma infraestructura que las estaciones fluviométricas.



Río Los Sauces antes de Junta Río Ñuble, Región del Biobío





## 2.1.8 MONITOREO DE RUTA DE NIEVES

Estas estaciones tienen el propósito de medir la altura de nieve y el equivalente en agua del manto de nieve a lo largo de una línea preestablecida por un periodo largo de tiempo, de manera de conformar una estadística de relación entre parámetros meteorológicos y sus variaciones en el tiempo con el espesor y densidad de la nieve.

La información recopilada a través de esta técnica en conjunto con mediciones de estaciones meteorológicas (temperatura, radiación solar, viento, entre otras), pozos de nieve, tubo muestreador u otro tipo de observación, permite establecer y evaluar la disponibilidad de los recursos hídricos tanto en el volumen de agua almacenada como también respecto de su aporte hídrico.

## 2.1.9 MONITOREO DE GLACIARES

Los glaciares se constituyen como importantes componentes del ciclo hidrológico global, considerándose como reservas estratégicas de agua en estado sólido y como relevantes indicadores del cambio climático a nivel mundial. La importancia de su medición radica en que Chile contiene cerca del 80% de los glaciares de Sudamérica. Este punto reviste especial interés, ya que en base a las mediciones, se ha podido constatar que la mayor parte de los glaciares chilenos ha experimentado retrocesos, evidenciando un contexto global de incremento en la temperatura.

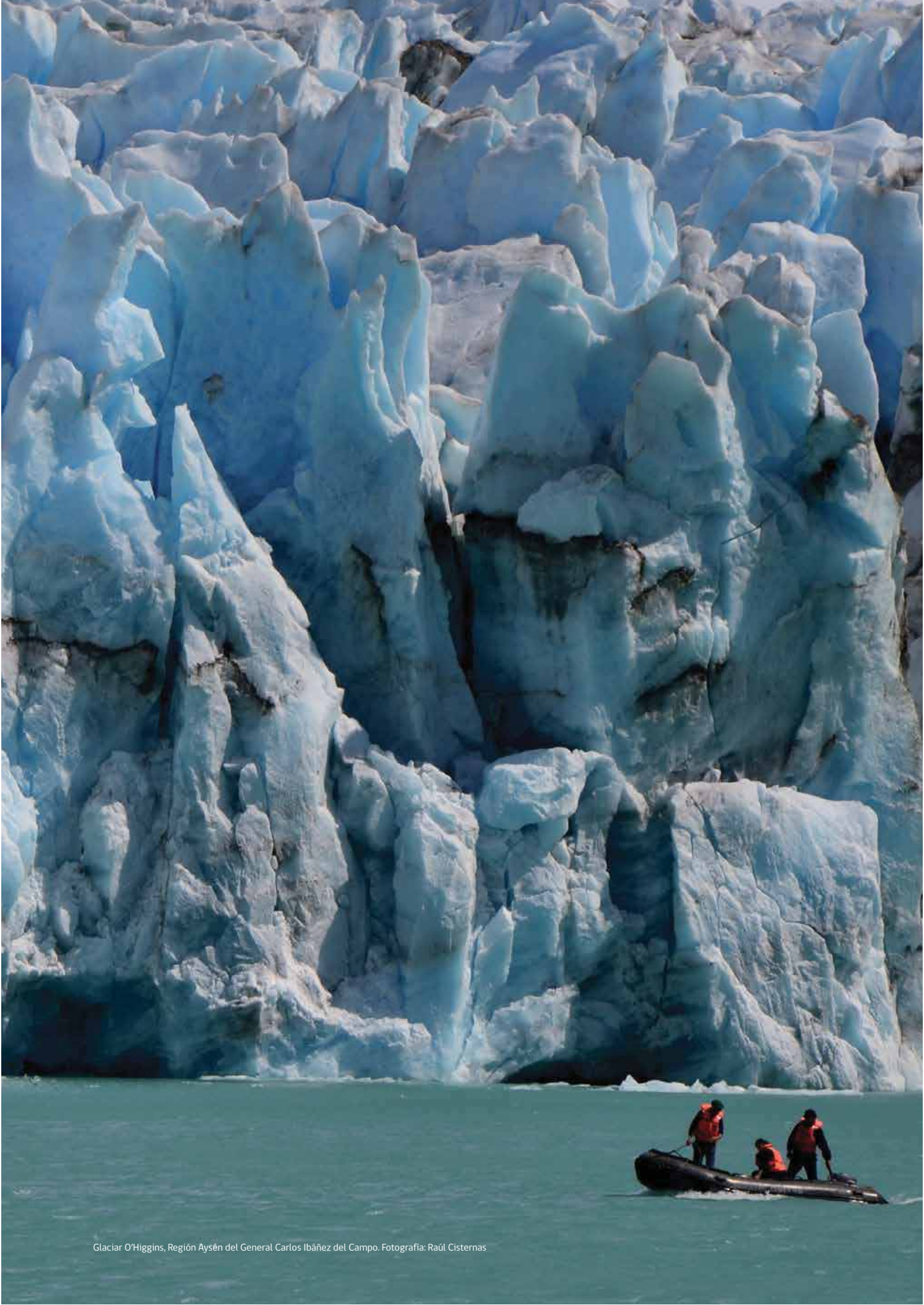
Las variables que se miden en las estaciones glaciológicas permiten estimar variaciones frontales, topografía superficial,

espesor del hielo, balances de masa y energía, modelos de caudal como a su vez la dinámica, estructura y proyección hidrológica, entre otros factores, que determinan la cantidad de agua almacenada y el equilibrio del glaciar.

La Dirección General de Aguas, a través de la Unidad de Glaciología y Nieves, desarrolla la Estrategia Nacional de Glaciares (ENG) cuya implementación a largo plazo apunta a conocer su cantidad y superficie por cuenca hidrográfica, el volumen de hielo equivalente en agua, su aporte hídrico en términos de escorrentía superficial y su evolución en un contexto de cambio climático.



Estación móvil en Glaciar Bello, Región Metropolitana de Santiago. Fotografía: Gonzalo Barcaza



Glaciar O'Higgins, Región Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo. Fotografía: Raúl Cisternas



## 2.1.10 RED DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUAS EN LAGOS Y LAGUNAS

Esta red considera un total de 20 cuerpos de agua ubicados en las macrozonas Centro y Sur que son monitoreados periódicamente para determinar su condición de trofia, la que se establece a partir de tres parámetros: Fósforo, Nitrógeno y Clorofila.

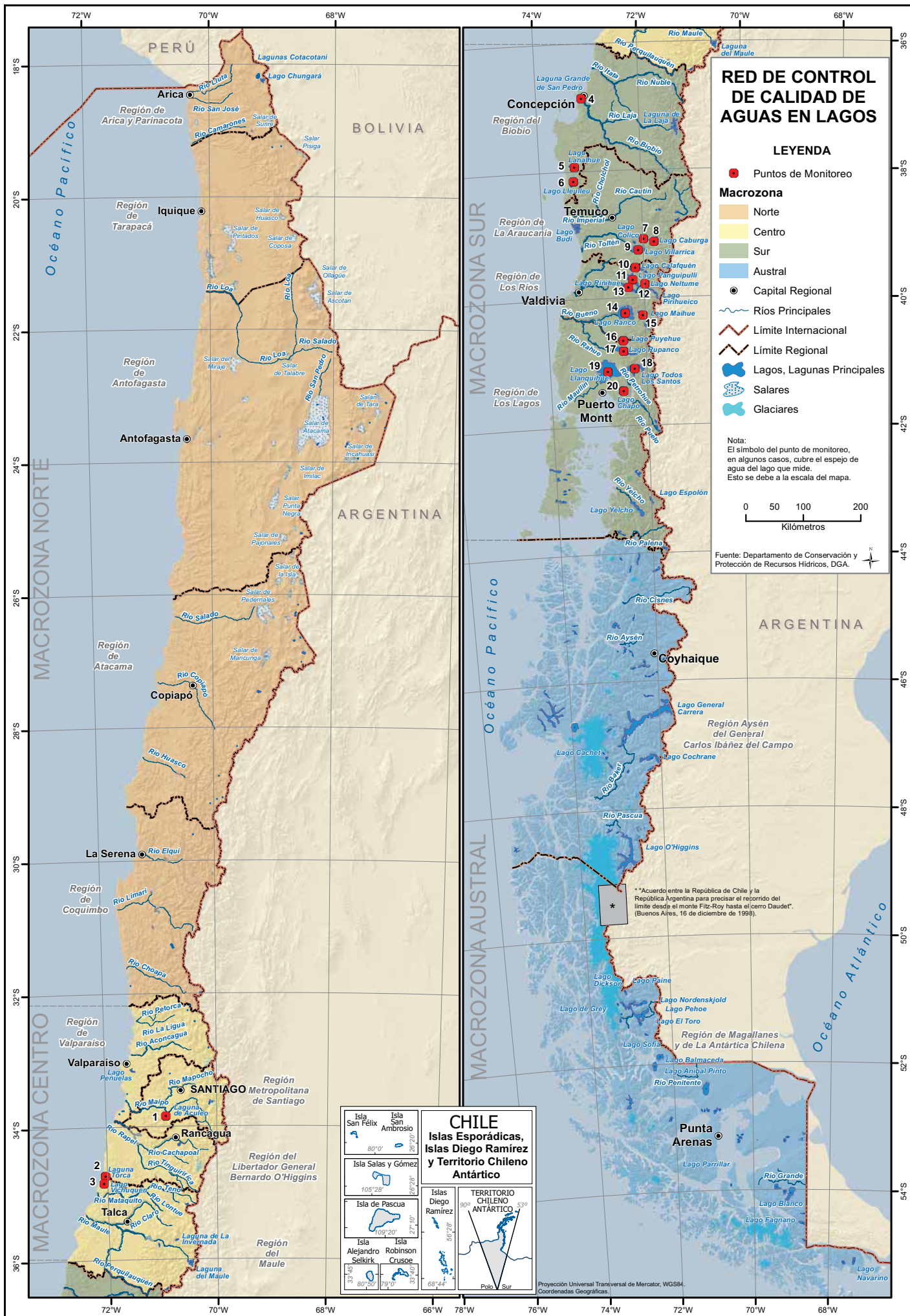
La condición trófica corresponde a la clasificación de los recursos hídricos realizada mediante la concentración de nutrientes y

considera cuatro categorías: oligotrófico, mesotrófico, eutrófico e hipertrófico. El significado de estas categorías se presenta en la sección 2.8.2 “Condición trófica medida por la red de control de calidad de aguas en lagos y lagunas”.

Tabla 2.6. Puntos de monitoreo de condición trófica en lagos y lagunas

Macrozona	Región	Nº Mapa	Nombre	Condición Trófica
Centro	RM	1	Laguna de Aculeo	Hipereutrofia
	VII	2	Laguna Torca	Hipereutrofia
	VII	3	Lago Vichuquén	Mesotrofia
Sur	VIII	4	Laguna Grande San Pedro	Mesotrofia
	VIII	5	Lago Lanalhue	Mesotrofia
	VIII	6	Lago LLeulleu	Oligotrofia
	IX	7	Lago Colico	Oligotrofia
	IX	8	Lago Caburgua	Oligotrofia
	IX	9	Lago Villarrica	Oligotrofia
	XIV	10	Lago Calafquén	Oligotrofia
	XIV	11	Lago Panguipulli	Oligotrofia
	XIV	12	Lago Neltume	Oligotrofia
	XIV	13	Lago Riñihue	Oligotrofia
	XIV	14	Lago Ranco	Oligotrofia
	XIV	15	Lago Maihue	Oligotrofia
	X	16	Lago Puyehue	Oligotrofia
	X	17	Lago Rupanco	Oligotrofia
	X	18	Lago Todos Los Santos	Oligotrofia
	X	19	Lago Llanquihue	Oligotrofia
	X	20	Lago Chapo	Oligotrofia

Fuente: Departamento de Conservación y Protección de Recursos Hídricos DGA, agosto 2015





# 2.1.11 PUNTOS DE MONITOREO DE NORMAS SECUNDARIAS DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA PROTECCIÓN DE LAS AGUAS CONTINENTALES SUPERFICIALES

Estas normas establecen los valores de las concentraciones y periodos máximos o mínimos permisibles de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente puede constituir un riesgo para la protección o la conservación del medio ambiente o la preservación de la naturaleza<sup>5</sup>. El cumplimiento de estas normas se verifica mediante planes de vigilancia que contemplan una serie de puntos de control de la calidad de aguas.

La DGA ha participado activamente con el Ministerio del Medio Ambiente en la elaboración de proyectos de norma, destacándose

el trabajo realizado en el año 2004 con el estudio “Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivo de calidad”, donde se caracterizan, de acuerdo a parámetros de calidad de aguas, a 33 cuencas de todo el país. Este estudio se ha ocupado como base hasta el día de hoy para la elaboración de los informes AGIES (Análisis General del Impacto Económico y Social del Anteproyecto de Normas Secundarias de Calidad Ambiental) y posterior dictación de seis Normas Secundarias desde el año 2010.

Tabla 2.7. Resumen de áreas de vigilancia de Norma de Calidad Secundaria por región

Macrozona	Región	Cuenca Asociada	Nº Decreto	Nº de Áreas de Vigilancia	Frecuencia de Monitoreo (Nº de veces al año)
Centro	RM	Maipo	53/2014	11	12
	VIII	Biobío	9/2015	14	4
Sur	IX	Lago Villarrica	19/2013	6	2
	XIV	Valdivia	1/2015	10	4
	X	Lago Llanquihue	122/2010	4	2
Austral	XII	Serrano	75/2010	9	4

Fuente: Departamento de Conservación y Protección de Recursos Hídricos DGA en base a decretos vigentes a noviembre de 2015

En la **Macrozona Centro** se dictó la Norma para la protección de las aguas continentales de la cuenca del Río Maipo, la que cuenta con 11 áreas de vigilancia. Los parámetros considerados en la red de control son: Oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, pH, Cl, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, DBO, Nitrato, Ortofosfato, Pb disuelto, Ni disuelto, Zn disuelto y Cr Total.

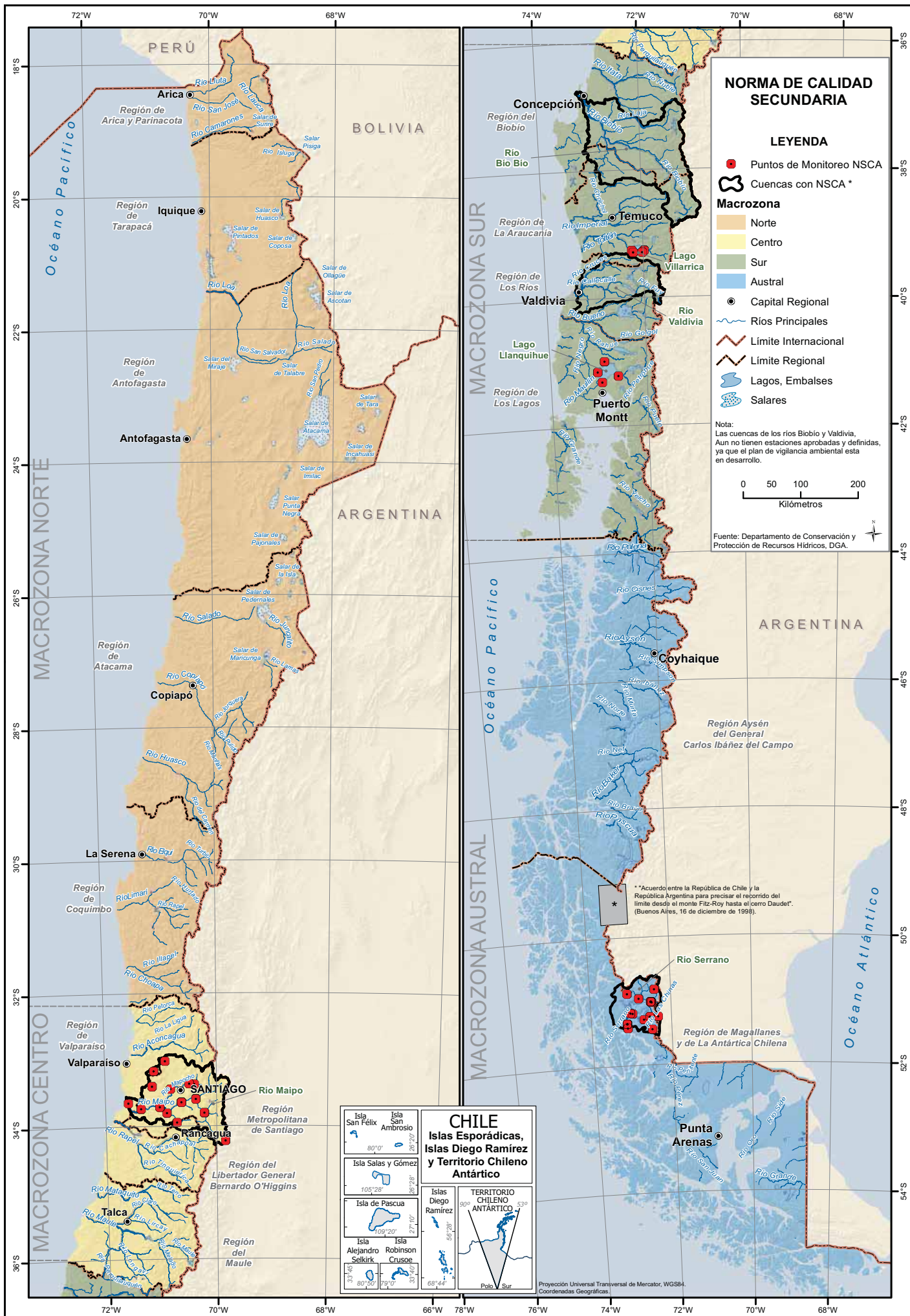
En la **Macrozona Sur** se dictaron las siguientes normas secundarias:

- Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la protección de las aguas superficiales de la cuenca del Lago Villarrica, la que fue decretada en mayo de 2013 y ya cuenta con un Plan de Vigilancia en versión final.

- Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la protección de las aguas del Lago Llanquihue, decretada en el año 2010 y cuenta con un Plan de Vigilancia aprobado por Resolución DGA Nº 1207 del 18 de abril de 2012.
- Norma Secundaria de la cuenca de los ríos Biobío y Valdivia están vigentes desde noviembre de 2015.

En la **Macrozona Austral** se dictó la Norma Secundaria para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del Río Serrano, la que fue decretada en marzo de 2010 y cuenta con un Plan de Vigilancia aprobado por Resolución DGA Nº 3307 del 28 de octubre de 2011.

<sup>5</sup> Ley Nº 19.300 sobre bases generales del Medio Ambiente Art. 2, letra ñ, Art. 32 y Art. 48 bis





## 2.2 PRECIPITACIÓN

La precipitación constituye el principal origen de los recursos hídricos en las cuencas hidrográficas siendo una parte importante del ciclo hidrológico ya que permite la presencia de agua dulce en la corteza terrestre y, por ende, favorece la vida en nuestro planeta. Se forma en las nubes cuando el vapor de agua satura la masa de aire, en ese momento las gotas de agua aumentan de tamaño hasta alcanzar una masa que permite su caída por la fuerza de gravedad. Si bien la lluvia es la forma más frecuente, también existen otras formas de precipitación como son la nieve y granizo.

La precipitación promedio a nivel país es de 1.525 mm/año (equivalente a 36.947 m³/s). Esta precipitación refleja el comportamiento de largo plazo del sistema hídrico y fue obtenida del Balance Hídrico Nacional DGA<sup>6</sup>.

La Tabla 2.8 presenta la variación espacial de la precipitación media anual por región y la Tabla 2.9 muestra esta distribución por macrozonas.

Tabla 2.8. Precipitación media anual a nivel nacional distribuida por regiones

Macrozona	Región	Precipitación	[mm/año]
Norte	XV		132
	I		77
	II		45
	III		82
	IV		222
Centro	V		434
	RM		650
	VI		898
	VII		1.377
Sur	VIII		1.766
	IX		2.058
	XIV		2.656
	X		3.068
Austral	XI		3.263
	XII		2.713
Promedio Chile <sup>(1)</sup>			1.525

(1): Corresponde al promedio ponderado con el área de cada Región

Fuente: Elaboración propia en base al Balance Hídrico Nacional DGA

Tabla 2.9. Precipitación media anual a nivel nacional distribuida por macrozonas

Macrozona	Precipitación	[mm/año] <sup>(2)</sup>
Norte		87
Centro		943
Sur		2.420
Austral		2.963
Promedio Chile <sup>(1)</sup>		1.525

(1): Corresponde al promedio ponderado con el área de cada región

(2): Promedio ponderado con el área de cada región que pertenece a la macrozona

Fuente: Elaboración propia en base al Balance Hídrico Nacional DGA

Los datos de precipitación media anual en las capitales regionales del país son valores que corresponden a mediciones realizadas en estaciones meteorológicas que se encuentran ubicadas en dichas ciudades y no se deben confundir con los promedios a

nivel regional que provienen de los cálculos del Balance Hídrico Nacional. La Tabla 2.10 muestra la información generada por la DGA, donde la media corresponde al periodo comprendido entre los años 1981 y 2010.

<sup>6</sup> Dirección General de Aguas 1987, Balance Hídrico de Chile

Tabla 2.10. Precipitación media anual (1981 - 2010) y media de los años 2013 - 2014 para las capitales regionales

Macrozona	Región	Capital	Estación	Precipitación [mm/año]	Media	2013-2014 <sup>(1)</sup>	Fracción PP <sup>(2)</sup>	Régimen 2013-2014
Norte	XV	Arica	Aeródromo El Buitre		0,9	-	-	-
	I	Iquique	Iquique		1,3	0,0	0,00	Muy Seco
	II	Antofagasta	Antofagasta		4,2	1,3	0,31	Seco
	III	Copiapó	Copiapó		19,3	10,1	0,52	Seco
	IV	La Serena	La Serena		91,2	65,1	0,71	Seco
Centro	V	Valparaíso	Rodelillo		501	346	0,69	Seco
	RM	Santiago	Santiago DGA		348	195	0,56	Seco
	VI	Rancagua	Rancagua		444	232	0,52	Seco
	VII	Talca	Talca		643	535	0,83	Normal
Sur	VIII	Concepción	U. Concepción		1.201	1.057	0,88	Normal
	IX	Temuco	Temuco		1.246	909	0,73	Seco
	XIV	Valdivia	Valdivia		1.939	1.977	1,02	Normal
	X	Puerto Montt	Puerto Montt		1.869	1.856	0,99	Normal
Austral	XI	Coyhaique	Coyhaique Esc. Agrícola		894	1.098	1,23	Húmedo
	XII	Punta Arenas	Punta Arenas		519	596	1,15	Normal

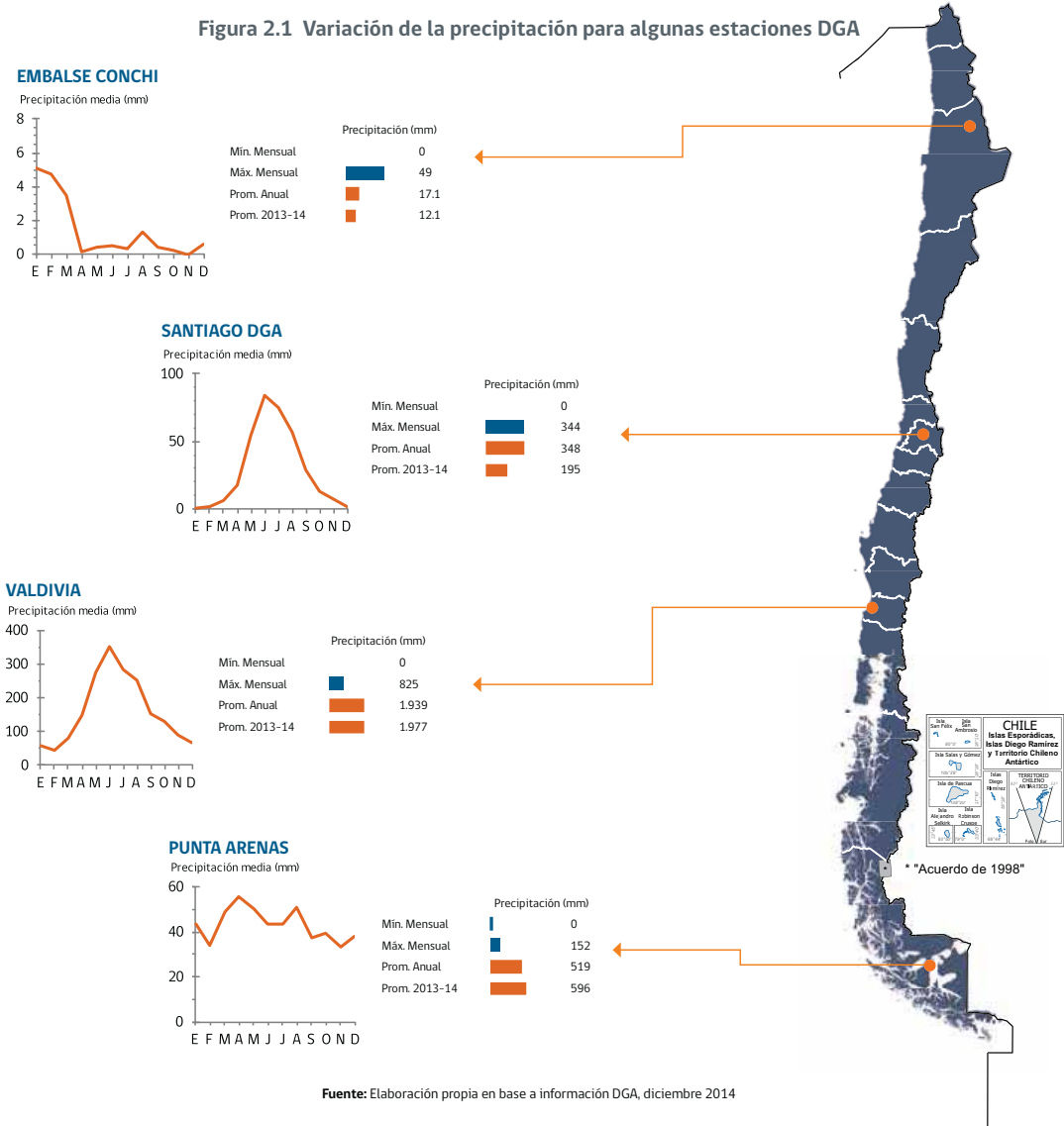
(1): Cabe señalar que la pluviometría del año 2015 fue superior a la de los años 2013 y 2014 en algunas regiones del país, debido entre otras causas a la presencia del fenómeno de El Niño.

(2): Razón entre la precipitación media de los años 2013 y 2014 respecto a la precipitación media anual.

Fuente: Elaboración propia en base a información de la DGA, diciembre 2014

La Figura 2.1 presenta la variación a lo largo de los meses del año de la precipitación media registrada en 4 estaciones meteorológicas distribuidas en las macrozonas. Se incluye una comparación entre la precipitación media anual y la media de los años 2013-2014.

El promedio anual corresponde a registros del periodo entre los años 1981 y 2010, mientras que los valores mínimo y máximo mensuales son del periodo entre los años 1965 y 2014, excepto la estación Embalse Conchi cuyo periodo es entre 1976 y 2014.



Fuente: Elaboración propia en base a información DGA, diciembre 2014



La Tabla 2.11 presenta una comparación entre la precipitación media anual y la media de los años 2013-2014 en un conjunto de 64 estaciones seleccionadas. La variación entre estas precipitaciones se expresa en forma porcentual y gráfica. Se representa con un punto azul el promedio anual y con un punto naranja el promedio 2013-2014. La ubicación del punto naranja está escalada en función del porcentaje de variación respecto a la media. Si un punto naranja se ubica al lado izquierdo de un punto azul significa que se produjo déficit en los años 2013-2014, en

cambio, si el punto naranja se ubica al lado derecho del punto azul, indica superávit. El valor de la media se calculó con datos registrados en el periodo comprendido entre los años 1981 y 2010.

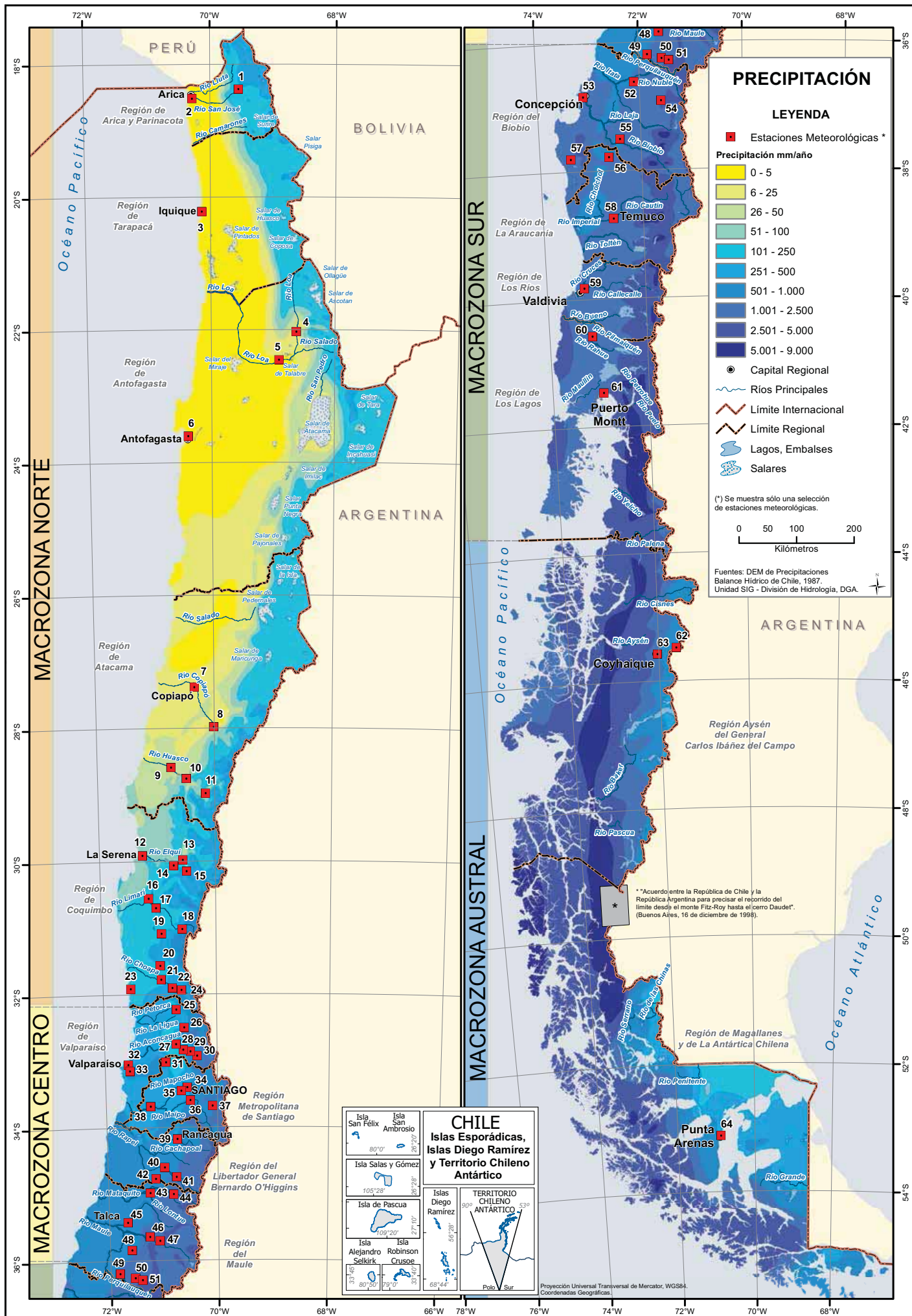
El rango de los datos de precipitación, es decir, los valores mínimo y máximo registrados a nivel mensual en las estaciones meteorológicas, se simbolizan mediante una barra de color gris. Este rango corresponde a datos observados entre los años 1965 y 2014.

**Tabla 2.11. Comparación de la precipitación media anual (1965 - 2014) con la precipitación media de los años 2013-2014, y rango del valor de la precipitación media mensual**

Macrozona	Región	N° Mapa	Estación	Precipitación Anual [mm]			Rango Precipitación Mensual [mm]		
				Media ●	Prom. 2013-14 <sup>(1)</sup> ●	Variación (%)	Min.	Máx.	Rango
Norte	XV	1	Chapquiña	1496	62,1	-58	0,0	255,1	—
	XV	2	Aeródromo El Buitre	0,9	-	-	0,0	4,4	'
	I	3	Iquique	1,3	0,0	-100	0,0	10,5	'
	II	4	Embalse Conchi	17,1	12,1	-29	0,0	48,5	'
	II	5	Calama	3,1	5,7	84	0,0	16,1	'
	II	6	Antofagasta	4,2	1,3	-69	0,0	37,0	'
	III	7	Copiapó	19,3	10,1	-48	0,0	76,7	"
	III	8	Embalse Lautaro	41,5	29,8	-28	0,0	106,0	"
	III	9	Vallenar	42,7	26,8	-37	0,0	110,9	"
	III	10	Junta del Carmen	57,2	35,5	-38	0,0	164,5	"
	III	11	Conay	86,3	51,0	-41	0,0	193,0	—
	IV	12	La Serena	91,2	65,1	-29	0,0	190,5	—
	IV	13	Rivadavia-B	103,5	40,5	-61	0,0	318,9	—
	IV	14	Vicuña	102,9	42,5	-59	0,0	231,3	—
	IV	15	Los Nichos	133,4	49,0	-63	0,0	455,0	—
	IV	16	Ovalle	105,9	76,9	-27	0,0	205,8	—
	IV	17	Embalse Paloma	136,2	82,6	-39	0,0	306,4	—
	IV	18	Las Ramadas	324,9	150,0	-54	3,0	514,2	—
	IV	19	Cogotí 18	184,1	88,0	-52	4,0	365,0	—
	IV	20	Huintil	222,8	79,1	-64	3,6	338,0	—
	IV	21	Salamanca	248,3	101,8	-59	0,2	445,1	—
	IV	22	Coirón	318,0	125,5	-61	0,0	597,5	—
	IV	23	Los Vilos	249,3	103,2	-59	0,0	353,5	—
	IV	24	Cuncumén	283,9	139,0	-51	0,0	447,0	—
Centro	V	25	El Trapiche	265,5	91,0	-66	0,0	346,0	—
	V	26	Resguardo Los Patos	304,4	125,3	-59	0,0	445,2	—
	V	27	San Felipe	234,1	101,1	-57	0,0	339,9	—
	V	28	Los Andes	272,1	112,2	-59	0,0	326,0	—
	V	29	Vilcuya	378,3	205,8	-46	0,0	449,3	—
	V	30	Riecillos	566,7	211,2	-63	0,0	736,9	—
	RM	31	Rungue	407,6	-	-	0,0	621,4	—
	V	32	Rodelillo	500,6	346,2	-31	0,0	462,0	—
	V	33	Lago Peñuelas	701,2	442,9	-37	0,0	796,0	—
	RM	34	Cerro Calán	441,3	239,5	-46	0,0	445,0	—
	RM	35	Santiago DGA	348,3	195,4	-44	0,0	344,3	—
	RM	36	La Obra	677,4	363,0	-46	0,0	652,0	—
	RM	37	Embalse El Yeso	677,3	372,1	-45	0,0	816,2	—
	RM	38	Melipilla	391,9	318,8	-19	0,0	380,5	—
	VI	39	Rancagua	444,1	232,0	-48	0,0	412,6	—
	VI	40	San Fernando	718,9	427,4	-41	0,0	721,8	—
	VI	41	La Rufina	1.120,3	602,6	-46	0,0	875,5	—
	VI	42	Convento Viejo	684,3	461,6	-33	0,0	589,8	—
	VII	43	Curicó	649,3	486,5	-25	0,0	593,5	—
	VII	44	Los Queñes	1.315,1	906,0	-31	0,0	887,2	—
	VII	45	Talca	643,2	534,8	-17	0,0	408,0	—
	VII	46	Embalse Colorado	1.377,3	1.111,8	-19	0,0	823,3	—
	VII	47	Armerillo	2.226,0	1.673,8	-25	0,0	1.377,5	—
	VII	48	Linares	893,0	768,7	-14	0,0	499,2	—
	VII	49	Parral	960,1	785,6	-18	0,0	602,5	—
	VII	50	Embalse Digua	1.445,9	1.156,3	-20	0,0	753,5	—
	VII	51	Embalse Bullileo	2.094,4	1.800,7	-14	0,0	1.129,4	—
Sur	VIII	52	Chillán	1.059,4	927,7	-12	0,0	714,3	—
	VIII	53	Concepción	1.200,8	1.057,3	-12	0,0	561,0	—
	VIII	54	Fundo Atacalco	2.291,7	1.684,4	-26	0,0	1.115,0	—
	VIII	55	Los Ángeles	1.123,6	954,6	-15	0,0	542,2	—
	IX	56	Angol	1.111,0	893,0	-20	0,0	723,3	—
	VIII	57	Cañete	1.258,8	1.122,1	-11	0,0	662,6	—
	IX	58	Temuco	1.245,7	908,6	-27	0,0	531,4	—
	XIV	59	Valdivia	1.938,5	1.977,3	2	0,0	824,5	—
	X	60	Osorno	1.329,2	1.250,3	-6	0,0	520,0	—
	X	61	Puerto Montt	1.868,5	1.855,5	-1	3,0	513,5	—
Austral	XI	62	Coyhaique	946,6	1.054,8	11	4,0	914,0	—
	XI	63	Coyhaique Esc. Agrícola	893,8	1.098,2	23	3,6	447,6	—
	XII	64	Punta Arenas	518,5	595,5	15	0,2	151,7	—

(1): Cabe señalar que la pluviometría del año 2015 fue superior a la de los años 2013 y 2014 en algunas regiones del país, debido entre otras causas a la presencia del fenómeno de El Niño.

Fuente: Elaboración propia en base a información de la DGA, diciembre 2014





## 2.3 GLACIARES

Un glaciar es toda masa de agua terrestre en estado sólido que fluye por deformación de su estructura interna y por el deslizamiento de su base, encerrado por los elementos topográficos que lo rodean, formando parte de diferentes ecosistemas, cualquiera sea su forma, ubicación, dimensión y estado de conservación. Son partes constituyentes de un glaciar, su material detrítico; el agua líquida tanto superficial como interna y basal; su parte flotante,

siempre que se encuentre unida a su masa, la que se considerará como agua terrestre. Aquellas masas de agua en estado sólido que, flotando y separadas del glaciar, por efectos climáticos circunstanciales puedan adherirse a éste, se considerarán parte integrante del mismo.

Para este Atlas se distinguen 5 tipos de glaciares:

**1.- Campos de Hielo:** son aquellos grandes cuerpos de agua en estado sólido que cubren terreno montañoso formando, en su parte alta, zonas planas de acumulación de nieve y en sus partes bajas, glaciares efluentes que drenan dichos campos. Algunos ejemplos: Campo de Hielo Norte y Campo de Hielo Sur.



Estación DGA en Meseta de Campo de Hielo Sur, Región Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo. Fotografía: Gonzalo Barcaza

**2.- Glaciares de Valle:** son glaciares que fluyen valle abajo y que, en consecuencia, tienen una lengua distintiva encontrándose su perímetro bien definido.



Glaciar Juncal Sur, Región Metropolitana de Santiago. Fotografía: Gonzalo Barcaza

**3.- Glaciares de Montaña:** son aquellos glaciares que, con distintas formas, se encuentran confinados por un terreno montañoso.



Glaciar La Paloma, Región Metropolitana de Santiago. Fotografía: Gonzalo Barcaza



**4.- Glaciares Rocosos:** están compuestos predominantemente por fragmentos de roca, sedimentos o materiales finos e intersticialmente por hielo, mostrando evidencias de flujo presente o pasado.



Glaciar Rocos Las Tolas, Región de Coquimbo. Fotografía: Gonzalo Barcaza

**5.- Glaciaretes:** son aquellos glaciares cuya extensión es menor a 25 hectáreas, sin marcados patrones de flujo visible en su superficie.



Glaciarete Volcán Llaima, Región de La Araucanía. Fotografía: Gonzalo Barcaza

### 2.3.1 SUPERFICIE Y NÚMERO DE GLACIARES

La importancia de los glaciares como indicadores del cambio climático ha sido establecida desde el primer reporte del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 1990) y también por la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC) de 1992.

Como parte de los trabajos para un mejor conocimiento de los glaciares a escala global, ha resultado relevante estimar la cantidad, distribución y variación de todas las masas de hielo y nieve del mundo. La información mundial sobre glaciares se

utiliza para la estimación de volúmenes de hielo, su contribución al aumento del nivel mar por derretimiento y su equivalente derretimiento potencial en un contexto de cambio climático.

El inventario de glaciares de Chile lo ha realizado la DGA a partir de 2008 y permite conocer la existencia de una cobertura glaciaria total estimada de 23.641 km², valor que corresponde al 3,1% de la superficie total de país y alrededor del 80% del conjunto de la superficie de los glaciares de Sudamérica.

Tabla 2.12. Glaciares según sus áreas, número, volúmenes y equivalentes en agua por región

Macrozona	Región	Área de Glaciares		Número de Glaciares		Vol.de Glaciares		Vol. Equivalente Agua	
		[km²]	[%]	[Nº]	[%]	[km³]	[%]	[km³]	[%]
Norte	XV	12,2	0,05	174	0,72	0,17	0,005	0,09	0,003
	I	24,6	0,10	244	1,01	0,39	0,011	0,27	0,008
	II	7,2	0,03	139	0,58	0,09	0,003	0,05	0,002
	III	89,3	0,38	776	3,22	1,90	0,052	1,49	0,045
	IV	46,9	0,20	809	3,35	0,72	0,019	0,42	0,012
Centro	V	135,8	0,57	715	2,97	4,01	0,11	2,89	0,09
	RM	388,3	1,64	999	4,14	14,41	0,41	11,40	0,36
	VI	292,3	1,24	683	2,83	13,19	0,37	11,52	0,36
	VII	38,2	0,16	218	0,90	0,90	0,03	0,77	0,02
Sur	VIII	45,8	0,19	198	0,82	1,79	0,05	1,61	0,05
	IX	53,3	0,23	124	0,51	2,29	0,06	2,06	0,06
	XIV	42,6	0,18	72	0,30	2,20	0,06	1,98	0,06
	X	785,5	3,32	2.602	10,79	27,36	0,77	24,62	0,78
Austral	XI	10.357	43,81	9.556	39,64	1.743	49,35	1.569	49,40
	XII	11.322	47,89	6.805	28,22	1.720	48,70	1.548	48,75
Total		23.641		24.114		3.532		3.176	

Fuente: Unidad de Glaciología DGA, agosto 2015

Tabla 2.13. Glaciares según sus áreas, número, volúmenes y equivalentes en agua por macrozona

Macrozona	Región	Área de Glaciares		Número de Glaciares		Vol.de Glaciares		Vol. Equivalente Agua	
		[km²]	[%]	[Nº]	[%]	[km³]	[%]	[km³]	[%]
Norte	XV	180	0,76	2.142	8,88	3,3	0,09	2,3	0,07
Centro	V	855	3,62	2.615	10,84	32,5	0,92	26,6	0,84
Sur	VIII	927	3,92	2.996	12,42	33,6	0,95	30,3	0,95
Austral	XI	21.679	91,70	16.361	67,86	3.463	98,04	3.117	98,14
Total		23.641		24.114		3.532		3.176	

Fuente: Unidad de Glaciología, agosto 2015

Desde el Inventario de glaciares es posible identificar los glaciares de mayor superficie por región, lo que totaliza 2.242 km² equivalentes al 10% del área total de glaciares en Chile Continental, los que se enumeran en la Tabla 2.14.

Tabla 2.14. Glaciares de mayor superficie por Región

Macrozona	Región	Nombre	Cuenca	Área [km²]
Norte	XV	Volcán Paríacota	Altiplánicas	2,0
	III	Del Potro	Copiapó	4,9
	IV	Tapado	Elqui	2,2
Centro	V	Río Blanco	Aconcagua	16
	RM	Juncal Sur	Maipo	21
	VI	Universidad	Rapel	28
	VII	Volcán Planchón Peteroa	Mataquito	6
Sur	VIII	Sierra Velluda	Biobío	15
	IX	Volcán Villarrica	Toltén	29
	XIV	Volcán Mocho	Bueno	17
	X	Monte Tronador	Cuencas e islas entre Río Bueno y Río Puelo	36
Austral	XI	O'Higgins	Pascua	824
	XII	Pío XI	Costeras entre Aysén, Baker y Canal Martínez	1.241

Fuente: Unidad de Glaciología DGA, agosto 2015



Tabla 2.15. Glaciares según sus Áreas (km²), Volumen de Hielo (km³) y Equivalente en Agua (km³) por cuenca

Macrozona	Cuenca	Área	[km²]	[%]	Vol. de Hielo	[km³]	[%]	Vol. Equivalente <sup>(1)</sup>	[km³]	[%]
Norte	Altiplánicas		20,8	0,088		0,35	0,010		0,25	0,008
	Rio Lluta		6,4	0,027		0,084	0,002		0,055	0,002
	Rio San José		2,1	0,009		0,023	0,001		0,011	0,0003
	Costeras entre Río San José y Río Camarones		0,38	0,002		0,005	0,0001		0,002	0,0001
	Rio Camarones		3,3	0,014		0,055	0,002		0,025	0,0008
	Costeras Río Camarones y Pampa del Tamarugal		2,5	0,011		0,034	0,001		0,015	0,0006
	Pampa del Tamarugal		1,3	0,006		0,015	0,0004		0,007	0,0003
	Fronterizas entre Salar de Michincha y Río Loa		0,09	0,0004		0,0007	0,00002		0,0006	0,00002
	Rio Loa		4,7	0,020		0,057	0,0016		0,027	0,0009
	Fronterizas salares de Atacama y Socompa		0,58	0,002		0,0066	0,0002		0,0059	0,0002
	Endorreicas entre Fronterizas y Salar de Atacama		0,22	0,001		0,0016	0,00005		0,0014	0,00004
	Salar de Atacama		0,71	0,003		0,0083	0,0002		0,0037	0,0001
	Endorreicas entre Salar de Atacama y Vertiente del Pacífico		0,92	0,004		0,016	0,0005		0,015	0,0006
	Endorreicas entre límite internacional y Vertiente del Pacífico		20,6	0,087		0,34	0,010		0,30	0,010
	Rio Copiapó		36,9	0,156		1,02	0,029		0,80	0,025
	Rio Huasco		31,7	0,134		0,54	0,015		0,38	0,012
	Rio Elqui		25,1	0,106		0,44	0,012		0,28	0,009
	Rio Limari		15,1	0,064		0,20	0,006		0,10	0,003
	Rio Choapa		6,7	0,028		0,07	0,002		0,03	0,001
Centro	Rio Petorca		-	-		-	-		-	-
	Rio La Ligua		-	-		-	-		-	-
	Rio Aconcagua		136	0,575		4,0	0,114		2,9	0,091
	Rio Maipo		388	1,643		14,4	0,408		11,4	0,359
	Rio Rapel		292	1,236		13,2	0,373		11,5	0,363
	Rio Mataquito		15	0,065		0,40	0,011		0,35	0,011
	Rio Maule		23	0,097		0,5	0,014		0,4	0,013
Sur	Rio Itata		5	0,020		0,078	0,002		0,070	0,002
	Rio Biobío		41	0,173		1,71	0,048		1,54	0,048
	Rio Imperial		11	0,047		0,31	0,009		0,28	0,009
	Rio Toltén		42	0,179		2,0	0,056		1,8	0,056
	Rio Valdivia		29	0,122		1,5	0,042		1,4	0,043
	Rio Bueno		14	0,058		0,7	0,020		0,6	0,020
	Cuencas e islas entre Río Bueno y Río Puelo		52	0,219		2,7	0,076		2,4	0,076
	Rio Puelo		156	0,658		4,5	0,126		4,0	0,126
	Costeras entre Río Puelo y Río Yelcho		280	1,184		9,4	0,266		8,5	0,266
	Archipiélago Chiloé		-	-		-	-		-	-
	Rio Yelcho		166	0,704		5,6	0,158		5,0	0,158
	Costeras entre Río Yelcho y límite regional		132	0,558		5,3	0,149		4,7	0,149
Austral	Rio Palena y Costeras límite Décima Región		293	1,240		10	0,276		9	0,276
	Costeras e islas entre Río Palena y Río Aysén		329	1,391		14	0,400		13	0,400
	Rio Aysén		152	0,641		4	0,112		4	0,112
	Costeras e islas entre Río Aysén, Río Baker y Canal General Martínez		3,566	15,083		774	21,9		697	21,949
	Rio Baker		2,165	9,157		178	5,0		160	5,051
	Costeras e islas entre Río Baker y Río Pascua		265	1,119		11	0,324		10	0,324
	Rio Pascua		2,056	8,695		412	11,7		371	11,674
	Costeras entre Río Pascua límite regional y Archipiélago Guayeco		1,533	6,485		339	9,6		305	9,612
	Costeras entre límite regional y Seno Andrew		4,577	19,361		1,044	29,6		940	29,596
	Islas entre límite regional y Canal Ancho Estrecho de La Concepción		76	0,322		1,4	0,039		1,2	0,039
	Costeras entre Seno Andrew y Río Hollemberg e islas al oriente (Río Serrano)		2,807	11,872		377	10,7		339	10,681
	Islas entre canales La Concepción, Sarmiento y Estrecho de Magallanes		10	0,041		0,13	0,004		0,12	0,004
	Costeras e islas entre Río Hollemberg, Golfo Almirante y Laguna Blanca		505	2,135		28	0,780		25	0,780
	Costeras entre Laguna Blanca, Seno Otway, Canal Jerónimo y E. Magallanes		13	0,053		0,20	0,006		0,18	0,006
	Vertiente del Atlántico		0,13	0,001		0,0014	0,00004		0,0012	0,00004
	Islas al sur del Estrecho de Magallanes		291	1,229		18	0,501		16	0,501
	Tierra del Fuego		2,637	11,152		230	6,5		207	6,505
	Islas al sur del Canal Beagle y Territorio Chileno Antártico		407	1,723		22	0,625		20	0,626
(1): Volumen de hielo equivalente en volumen de agua		Total	23,641		Total	3,532		Total	3,176	

Fuente: Unidad de Glaciología DGA, agosto 2015

## 2.3.2 GLACIARES A NIVEL DE ZONAS GLACIOLÓGICAS

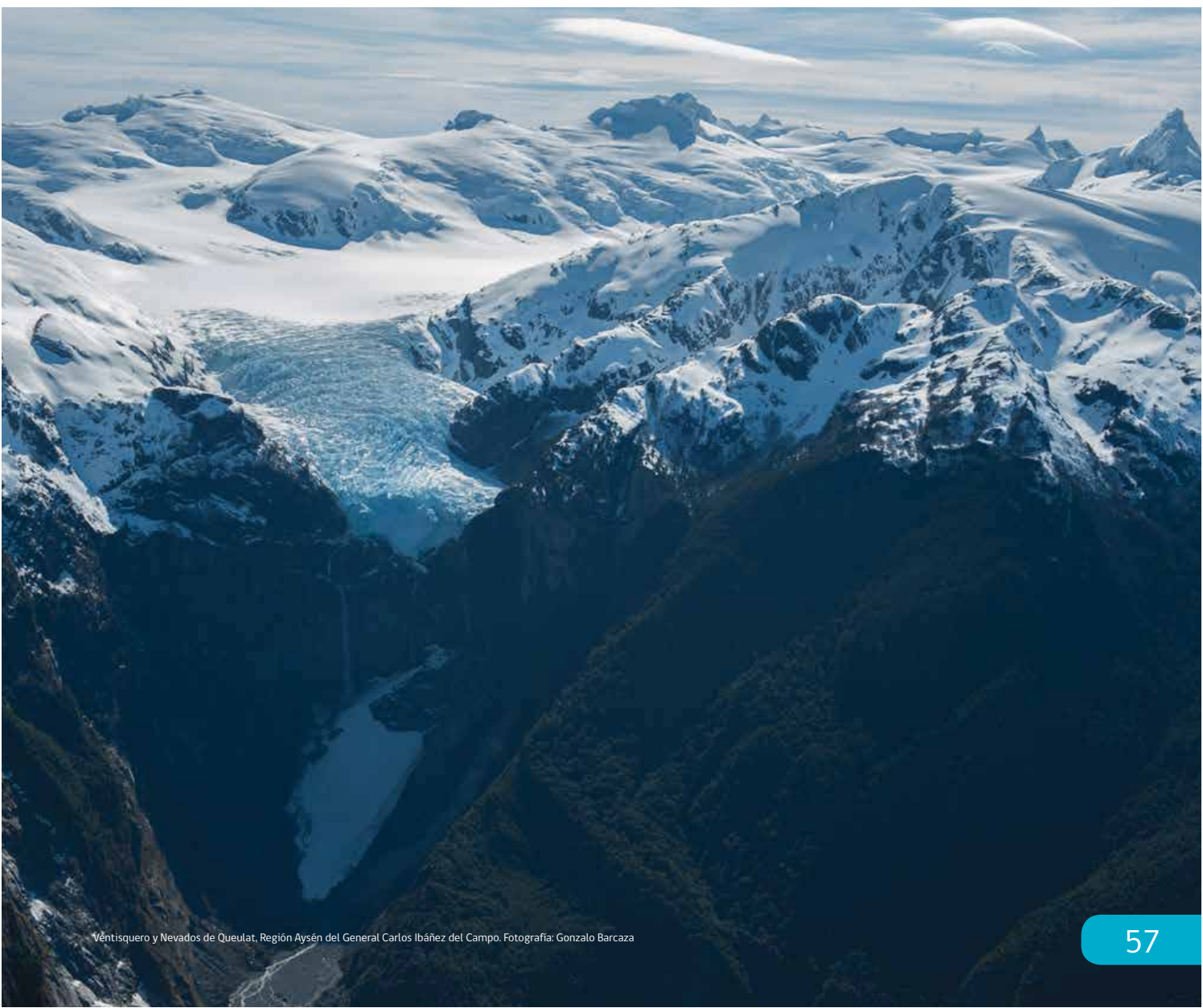
Considerando las principales Zonas Glaciológicas del país, el área glaciariada en la Zona Norte cubre 180 km<sup>2</sup> y representa el 1% del total; en la Zona Centro existe un área glaciariada de 855 km<sup>2</sup>, que representa el 4% del total; en la Zona Sur el área glaciariada cubre 1.701 km<sup>2</sup> que representa el 7% del total; mientras que en la Zona Austral el área glaciariada alcanza su máximo con 20.905 km<sup>2</sup> de glaciares y representa el 88% del área total de glaciares de Chile.

Las Zonas Glaciológicas a las que se hace referencia fueron consideradas por la Estrategia Nacional de Glaciares de 2009, tomando en cuenta características glaciares relativamente homogéneas. Dichas Zonas Glaciológicas que difieren en parte de las macrozonas consideradas en este Atlas al excluir o agregar ciertas cuencas presentes en los límites regionales son:

### **Zona Glaciológica de Los Andes Desérticos (desde extremo norte hasta la cuenca de Petorca)**

Los glaciares de Los Andes Desérticos son pequeños y cubren 180 km<sup>2</sup> que representan sólo el 1% del total nacional, existiendo glaciaretos en discontinuos centros montañosos ubicados a gran altura (5.000 metros por sobre el nivel del mar). El área glaciariada es determinada por la Diagonal Árida de Los Andes (20°S–26°S) concentrando masas de hielo principalmente en el Altiplano, al norte del Cerro Sillajhuay (19° 45'S) al sur del Cerro Aucanquilcha (21° 28'S) en la cuenca del Río Loa, y desde la cuenca del Río Copiapó, al sur del Nevado Tres Cruces (27°S).

El primer glaciar más significativo en área se encuentra en el Cerro El Potro (28° 23'S) y sólo 12 glaciares tienen un área mayor que 1 km<sup>2</sup> (100 hectáreas), tales como: El Potro (4,98 km<sup>2</sup>), Tronquitos (2,78 km<sup>2</sup>), Maranceles Este (2,63 km<sup>2</sup>), Maranceles (2,31 km<sup>2</sup>) y Estrecho (1,49 km<sup>2</sup>), así como también el glaciar Tapado, que es el más grande de la cuenca del Río Elqui.





### Zona Glaciológica de Los Andes Centrales

La Zona Centro posee un área glaciaria total de 854,75 km<sup>2</sup> en las cuencas de Aconcagua, Maipo, Rapel, Mataquito y Maule. Entre el glaciar Juncal Norte (32° 50'S) en la cuenca del Aconcagua hasta el glaciar Universidad (34°40'S) en la cuenca del Rapel, se concentran la mayor superficie de glaciares de la Zona Centro, especialmente en los grupos montañosos Juncal – Olivares, Picos del Barroso y Palomo.

Aquí, los glaciares de mayores dimensiones son el glaciar Universidad (27,56 km<sup>2</sup>), Juncal Sur (21,43 km<sup>2</sup>), Río Blanco (15,81 km<sup>2</sup>), Cortaderal (15,59 km<sup>2</sup>), Palomo (14,98 km<sup>2</sup>) y Olivares Gamma (12,15 km<sup>2</sup>). Más al sur, en la cuenca del Maule, el grupo Peteroa – Azufre es el último gran complejo de hielo ya que la cordillera pierde continuidad y el área glaciaria se encuentra en cumbres específicas como el Descabezado Grande, Cerro Azul y Nevado Longaví.

### Zona Glaciológica de Los Lagos y Palena

Al sur de la cuenca del Río Itata se encuentran glaciares en numerosos conos volcánicos. Esta zona glaciaria cubre 1.700,81 km<sup>2</sup> y representa aproximadamente el 7% del total nacional, la que en su gran mayoría (97%) se encuentra al sur de la cuenca del Río Petrohué.

A pesar de la existencia de volcanes cubiertos por hielo y montañas glaciarias como Antuco (2,33 km<sup>2</sup>), Sierra Velluda (14,54 km<sup>2</sup>), Tolhuaca (3,36 km<sup>2</sup>), Mocho-Choshuenco (17,86 km<sup>2</sup>), Osorno (5,3 km<sup>2</sup>) y Tronador (42,24 km<sup>2</sup>), al sur del Seno de Reloncaví (41° 30'S) desde la zona de Palena, la cordillera de Los Andes es fragmentada por fiordos y archipiélagos que se extienden a lo largo de la costa occidental y que reducen la existencia de grandes cuencas hidrográficas. En esta zona los glaciares se incrementan en tamaño y magnitud. A lo largo de la costa occidental como en las cuencas de los ríos Puelo, Yelcho, Palena y Aysén, grandes glaciares existen en grupos montañosos tales como Cerro Yate (15,69 km<sup>2</sup>), Cordón del Pico Alto (31,46 km<sup>2</sup>), Volcán Michinmahuida (83,3 km<sup>2</sup>), Yanteles (37,64 km<sup>2</sup>), Cordón Yelcho (108,98 km<sup>2</sup>), Monte Melimoyu (55,92 km<sup>2</sup>), Nevado Queulat (104,34 km<sup>2</sup>), Volcán Mentolat (3,41 km<sup>2</sup>), Volcán Cay (5,52 km<sup>2</sup>) y Volcán Macá (29,82 km<sup>2</sup>).

### Zona Glaciológica de Los Andes Patagónicos y Tierra del Fuego

Desde la cuenca del Río Aysén (45°30'S) hasta el Cabo de Hornos (56°S) se concentra la mayor extensión de glaciares de Chile. El área glaciaria alcanza los 20.905,9 km<sup>2</sup> que representa el 88% del total nacional y se caracteriza por la existencia de Campo de Hielo Norte y Campo de Hielo Sur, además de grandes grupos montañosos mayores que 100 km<sup>2</sup>.

La existencia de glaciares que terminan en fiordos o lagos de represamiento glacial constituyen un rasgo importante de la zona. Desde el Río Aysén al sur, a lo largo de la costa occidental existen importantes grupos montañosos con glaciares, tales como Volcán Hudson (134,95 km<sup>2</sup>) mientras que en el sector oriental, en las cuencas de los ríos Baker y Pascua, existen glaciares en el Monte San Lorenzo (84,40 km<sup>2</sup>) y el Cordón Mosco (24,25 km<sup>2</sup>) cercano a Villa O'Higgins.

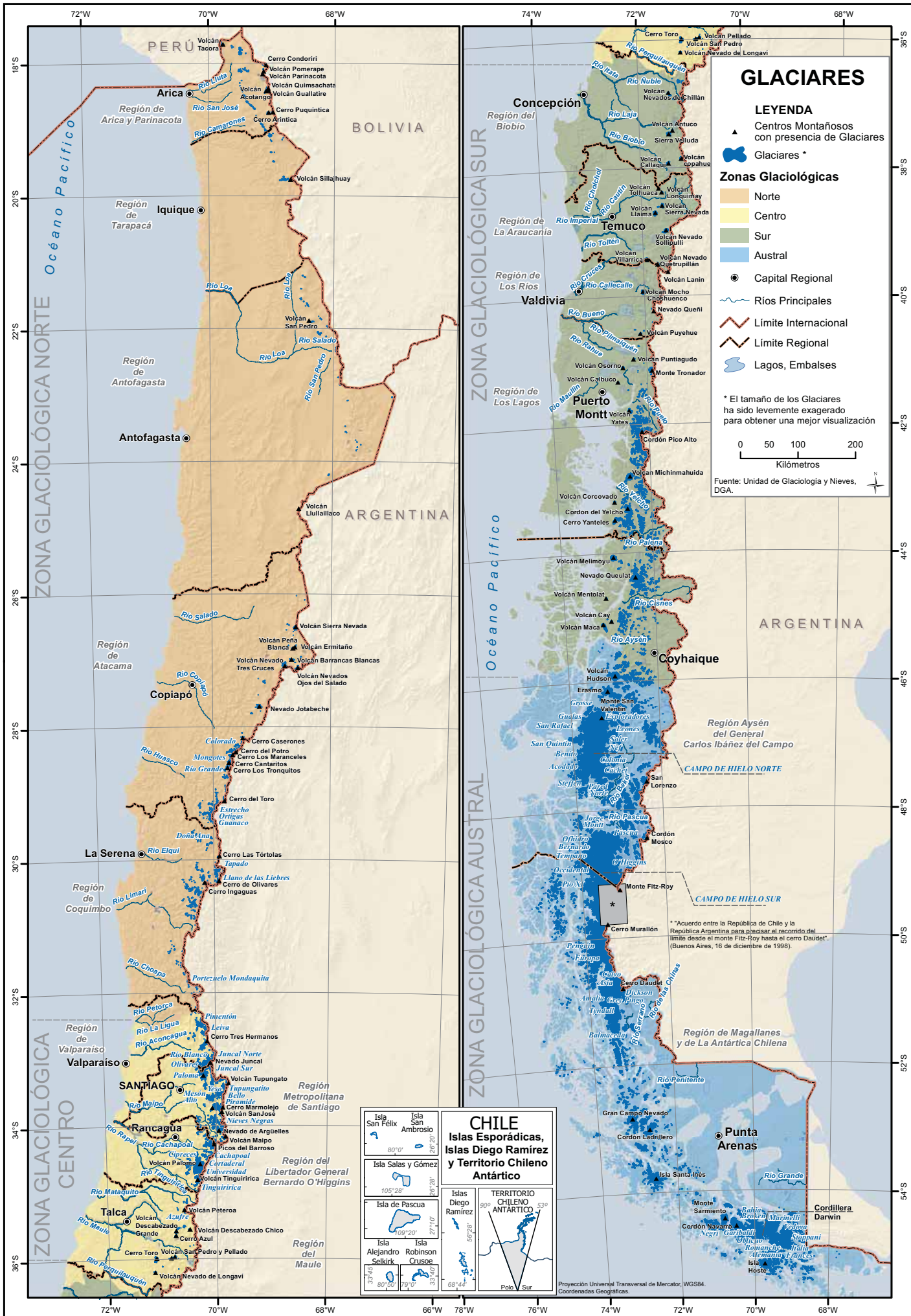
Al sur del Río Exploradores se inicia el Campo de Hielo Norte con un largo aproximado de 120 km entre los glaciares Grosse y Steffen. Por su parte, Campo de Hielo Sur se extiende entre los glaciares Jorge Montt y Balmaceda, con una longitud aproximada de 370 km.

Los glaciares más importantes en términos de área son Pío XI (1.241,2 km<sup>2</sup>) y O'Higgins (824,4 km<sup>2</sup>) en Campo de Hielo Sur; San Quintín (797,1 km<sup>2</sup>) y San Rafael (724 km<sup>2</sup>) en Campo de Hielo Norte. Otros glaciares de dimensiones significativas son los glaciares Bernardo (520,23 km<sup>2</sup>) y Penguin (498,48 km<sup>2</sup>) en Campo de Hielo Sur.

El sector continental entre el Río Serrano y el Estrecho de Magallanes alberga importantes glaciares en la Península Muñoz Gamero, como Monte Burney y Gran Campo Nevado (190,22 km<sup>2</sup>) como también en Isla Riesco, Monte Balmaceda y Cordillera Sarmiento. Las islas al sur del Estrecho de Magallanes hasta Tierra del Fuego poseen importantes glaciares en islas y penínsulas como Monte Sarmiento, Cordón Navarro (179,52 km<sup>2</sup>), Cordillera Darwin (1.841,34 km<sup>2</sup>), Isla Desolación, Isla Santa Inés (167,33 km<sup>2</sup>) e Isla Hoste (210,02 km<sup>2</sup>).



Glaciar García, Campo de Hielo Sur, Región de Magallanes y de la Antártica Chilena. Fotografía: Gonzalo Barcáza





# 2.4 RÍOS Y ESCORRENTÍA

Las grandes civilizaciones de la antigüedad y las principales ciudades de la modernidad se han asentado junto a ríos, tanto por la necesidad de comunicación (los ríos navegables han sido los principales caminos de la humanidad durante varios milenios) como por ser una fuente de agua potable y para el cultivo de alimentos, la generación de energía eléctrica y otros usos.

Los ríos son corrientes de aguas que fluyen con continuidad y forman parte de la red de drenaje dentro de las cuencas hidrográficas. Su caudal, que rara vez es constante a lo largo del año, desemboca en el mar, en un lago o en otro río, en cuyo caso se denomina afluente.

En Chile, los ríos generalmente son de pequeña longitud, presentando una marcada variabilidad en su caudal a lo largo de los meses del año. La mayoría nace en la Cordillera de Los Andes y fluyen en dirección este-oeste hasta desembocar en el mar.

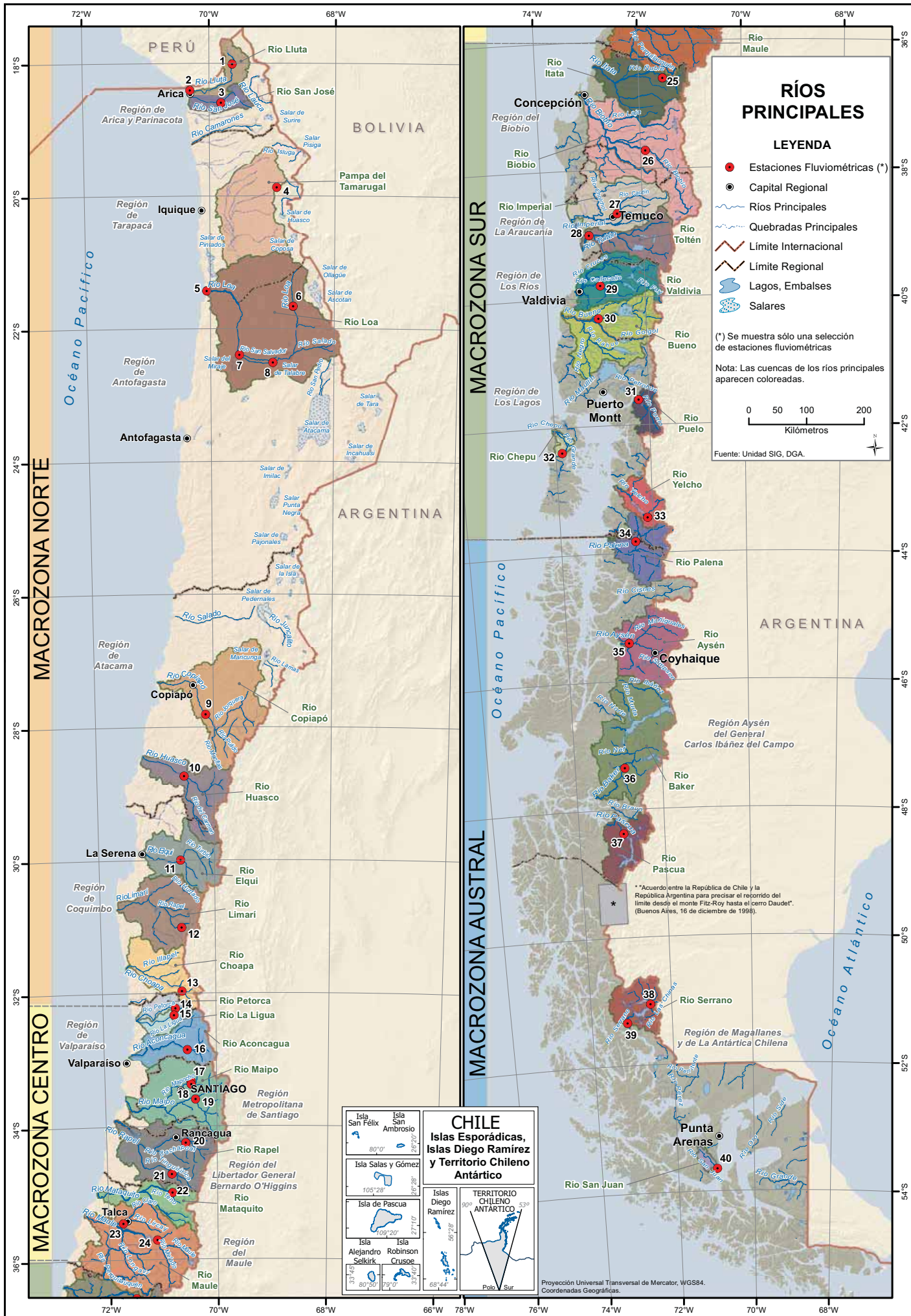
La Tabla 2.16 muestra la información de 31 ríos seleccionados a lo largo de Chile. Estos datos incluyen el área de la cuenca, la longitud del cauce principal y el caudal medio anual que se registra en una o más estaciones fluviométricas ubicadas al interior de la cuenca. En el mapa se presentan los principales ríos del país con su respectiva cuenca hidrográfica y red de drenaje, enumerándose además, las estaciones de la red fluviométrica aquí indicadas.

Tabla 2.16. Ríos principales y sus características

Región	Río	Nombre Cuenca	Tipo	Área Cuenca [km <sup>2</sup> ]	Longitud Cauce <sup>(1)</sup> [km]	Estación Fluviométrica	Caudal Medio Anual [m <sup>3</sup> /s]			
XV	Lluta	Río Lluta	Cuenca	<div><div></div></div>	3.437	<div><div></div></div>	117	1. Río Lluta en Alcerreca	<div><div></div></div>	1,9
								2. Río Lluta en Panamericana	<div><div></div></div>	1,4
XV	San José	Río San José	Cuenca	<div><div></div></div>	3.194	<div><div></div></div>	78	3. San José en Ausipar	<div><div></div></div>	1,1
I	Coscaya	Pampa del Tamarugal	Cuenca	<div><div></div></div>	17.353	<div><div></div></div>	46	4. Río Coscaya en Saitoco	<div><div></div></div>	0,1
I – II	Loa	Río Loa	Cuenca	<div><div></div></div>	33.081	<div><div></div></div>	440	5. Río Loa en desembocadura	<div><div></div></div>	0,3
								6. Río Loa antes de Represa Lequena	<div><div></div></div>	0,6
								7. Río Loa en Chacance	<div><div></div></div>	0,9
								8. Río Loa en Finca	<div><div></div></div>	0,7
III	Copiapó	Río Copiapó	Cuenca	<div><div></div></div>	18.703	<div><div></div></div>	165	9. Río Copiapó en La Puerta	<div><div></div></div>	2,6
III – IV	Huasco	Río Huasco	Cuenca	<div><div></div></div>	9.813	<div><div></div></div>	84	10. Río Huasco en Algodones	<div><div></div></div>	7,7
IV	Elqui	Río Elqui	Cuenca	<div><div></div></div>	9.825	<div><div></div></div>	80	11. Río Elqui en Algarrobal	<div><div></div></div>	11,2
IV	Limarí	Río Limarí	Cuenca	<div><div></div></div>	11.696	<div><div></div></div>	60	12. Río Grande en las Ramadas	<div><div></div></div>	4,2
IV	Choapa	Río Choapa	Cuenca	<div><div></div></div>	7.653	<div><div></div></div>	143	13. Río Choapa en Cuncumén	<div><div></div></div>	9,6
V	Petorca	Río Petorca	Cuenca	<div><div></div></div>	1.988	<div><div></div></div>	79	14. Río Sobrante en Piñadero	<div><div></div></div>	1,1
V	La Ligua	Río La Ligua	Cuenca	<div><div></div></div>	1.980	<div><div></div></div>	80	15. Río Alicahue en Colliguay	<div><div></div></div>	1,4
V	Aconcagua	Río Aconcagua	Cuenca	<div><div></div></div>	7.334	<div><div></div></div>	145	16. Río Aconcagua en Chacabucuito	<div><div></div></div>	33,1
V – RM – VI	Maipo	Río Maipo	Cuenca	<div><div></div></div>	15.273	<div><div></div></div>	225	17. Estero Arrayán en la Montosa	<div><div></div></div>	1,6
								18. Río Mapocho en Los Almendros	<div><div></div></div>	6,3
								19. Río Maipo en el Manzano	<div><div></div></div>	117,2
RM – V – VI – VII	Rapel	Río Rapel	Cuenca	<div><div></div></div>	13.766	<div><div></div></div>	43	20. Río Cachapoal en puente Termas Cauquenes	<div><div></div></div>	89,0
								21. Río Tinguiririca Bajo Los Briones	<div><div></div></div>	50,2
VI – VII	Mataquito	Río Mataquito	Cuenca	<div><div></div></div>	6.332	<div><div></div></div>	106	22. Río Teno después de la Junta con Claro	<div><div></div></div>	56,2
VII – VIII	Maule	Río Maule	Cuenca	<div><div></div></div>	21.052	<div><div></div></div>	213	23. Río Claro en Rauquén	<div><div></div></div>	83,6
								24. Río Maule en Armerillo	<div><div></div></div>	252,0
VIII	Itata	Río Itata	Cuenca	<div><div></div></div>	11.326	<div><div></div></div>	132	25. Río Ñuble en San Fabián N°2	<div><div></div></div>	100,3
VIII – IX	Biobío	Río Biobío	Cuenca	<div><div></div></div>	24.369	<div><div></div></div>	370	26. Río Biobío en Rucalhue	<div><div></div></div>	412,0
IX	Imperial	Río Imperial	Cuenca	<div><div></div></div>	12.668	<div><div></div></div>	56	27. Río Cautín en Cajón	<div><div></div></div>	134,6
IX	Toltén	Río Toltén	Cuenca	<div><div></div></div>	8.448	<div><div></div></div>	135	28. Río Toltén en Teodoro Schmidt	<div><div></div></div>	559,1
IX – XIV	Valdivia	Río Valdivia	Cuenca	<div><div></div></div>	10.244	<div><div></div></div>	21	29. Río Calle Calle en Pupunahue	<div><div></div></div>	468,4
XIV – X	Bueno	Río Bueno	Cuenca	<div><div></div></div>	15.366	<div><div></div></div>	130	30. Río Bueno en Bueno	<div><div></div></div>	354,8
X	Puelo	Río Puelo	Cuenca	<div><div></div></div>	3.094	<div><div></div></div>	97	31. Río Puelo en Carrera Basilio	<div><div></div></div>	641,0
X	Chepu	Río Chepu	Subsubcuenca	<div><div></div></div>	1.051	<div><div></div></div>	43	32. Río Grande en San Pedro	<div><div></div></div>	26,4
X	Yelcho	Río Yelcho	Cuenca	<div><div></div></div>	4.084	<div><div></div></div>	41	33. Río Futaleufú antes junta Río Malito	<div><div></div></div>	437,5
X – XI	Palena	Río Palena	Subcuenca	<div><div></div></div>	7.732	<div><div></div></div>	176	34. Río Palena Bajo Junta Rosselot	<div><div></div></div>	848,6
XI	Aysén	Río Aysén	Cuenca	<div><div></div></div>	11.456	<div><div></div></div>	31	35. Río Aysén en Puerto Aysén	<div><div></div></div>	548,0
XI	Baker	Río Baker	Cuenca	<div><div></div></div>	20.945	<div><div></div></div>	175	36. Río Baker en Colonia	<div><div></div></div>	903,3
XI	Pascua	Río Pascua	Cuenca	<div><div></div></div>	7.590	<div><div></div></div>	56	37. Río Pascua en desagüe Lago O'Higgins	<div><div></div></div>	629,0
XII	Serrano	Río Serrano	Subcuenca	<div><div></div></div>	6.548	<div><div></div></div>	45	38. Río Las Chinas en Cerro Guido	<div><div></div></div>	8,1
								39. Río Serrano en desembocadura	<div><div></div></div>	395,5
XII	San Juan	Río San Juan	Subsubcuenca	<div><div></div></div>	867	<div><div></div></div>	79	40. Río San Juan en desembocadura	<div><div></div></div>	18,9

(1) Corresponde a la longitud del tramo de cauce que lleva el nombre del río

Fuente: Elaboración propia en base a información DGA, diciembre 2014





La Tabla 2.17 presenta una comparación entre el caudal medio anual y el promedio de los años 2013-2014 en un conjunto de 40 estaciones seleccionadas. La variación entre estos caudales se expresa en forma porcentual y gráfica. Se representa con un punto azul el promedio anual y con un punto naranja el promedio 2013-2014. La ubicación del punto naranja está escalada en función del porcentaje de variación respecto a la media. Si un

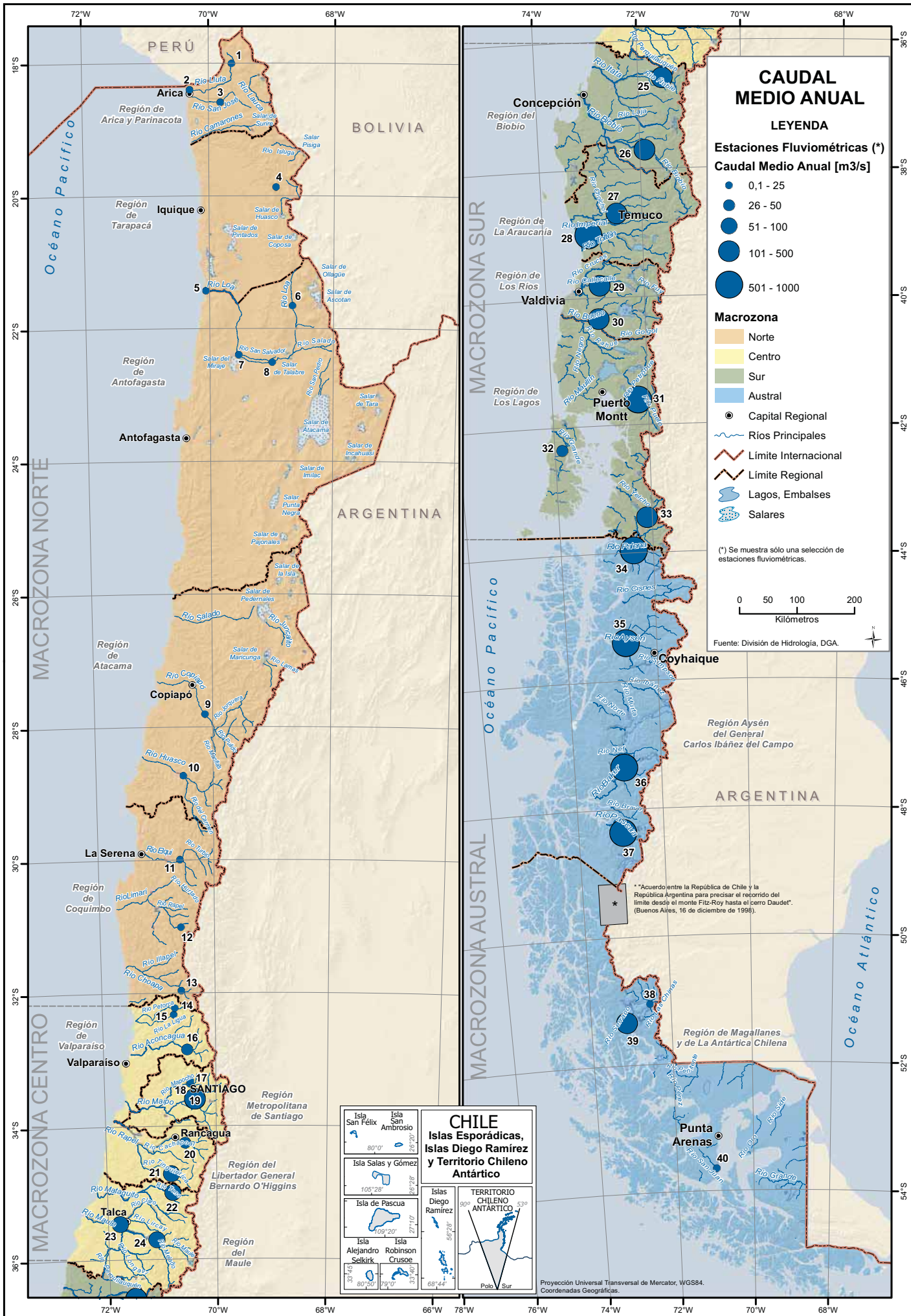
punto naranja se ubica al lado izquierdo de un punto azul significa que se produjo déficit en los años 2013-2014, en cambio, si el punto naranja se ubica al lado derecho del punto azul indica superávit.

El rango de los datos de caudal, es decir los valores mínimo y máximo registrados a nivel mensual en las estaciones fluviométricas, se simboliza mediante una barra de color gris.

Tabla 2.17. Comparación del caudal medio anual con el caudal medio de los años 2013-2014 en 40 estaciones seleccionadas

Macrozona	Región	Nº Mapa	Estación	Caudal Anual [m³/s]			Rango Caudal Mensual [m³/s]		
				Media ●	Prom. 2013-14 ●	Variación (%)	Mínimo	Máximo	Rango
Norte	XV	1	Río Lluta en Alcerreca	1,9	1,3	-32	0,5	17,9	↑
	XV	2	Río Lluta en Panamericana	1,4	1,4	0	0,0	44,8	↑
	XV	3	San José en Ausipar	1,1	1,0	-9	0,0	17,7	↑
	I	4	Río Coscaya en Saitoco	0,1	0,1	0	0,0	0,8	↑
	II	5	Río Loa en desembocadura	0,3	0,2	-33	0,0	7,3	↑
	II	6	Río Loa antes de Represa Lequena	0,6	0,6	0	0,2	3,9	↑
	II	7	Río Loa en Chacance	0,9	0,9	0	0,2	7,3	↑
	II	8	Río Loa en Finca	0,7	0,3	-57	0,1	23,0	↑
	III	9	Río Copiapó en La Puerta	2,6	0,7	-73	0,4	26,6	↑
	III	10	Río Huasco en Algodones	7,7	1,2	-84	0,4	91,7	↑
	IV	11	Río Elqui en Algarrobal	11,2	3,0	-73	2,2	173,5	↑
	IV	12	Río Grande en las Ramadas	4,2	1,1	-74	0,7	53,7	↑
	IV	13	Río Choapa en Cuncumén	9,6	3,0	-69	1,3	82,3	↑
Centro	V	14	Río Sobrande en Piñadero	1,1	0,2	-82	0,1	13,6	↑
	V	15	Río Alicahue en Colliguay	1,4	0,2	-86	0,1	24,6	↑
	V	16	Río Aconcagua en Chacabuquito	33,1	16,1	-51	5,3	180,2	↑
	RM	17	Estero Arrayán en la Montosa	1,6	0,6	-63	0,3	11,6	↑
	RM	18	Río Mapocho en Los Almendros	6,3	2,4	-62	0,6	41,3	↑
	RM	19	Río Maipo en el Manzano	117,2	74,0	-37	32,9	592,8	↑
	VI	20	Río Cachapoal en Pte. Termas Cauquenes	89,0	58,0	-35	16,0	464,0	↑
	VI	21	Río Tinguiririca Bajo Los Briones	50,2	34,7	-31	9,7	205,9	↑
	VII	22	Río Teno después de la Junta con Claro	56,2	31,5	-44	8,9	220,8	↑
	VII	23	Río Claro en Rauquén	83,6	69,2	-17	16,2	390,6	↑
Sur	VII	24	Río Maule en Armerillo	252,0	183,0	-27	52,0	1012,0	↑
	VIII	25	Río Ñuble en San Fabián Nº2	100,3	84,2	-16	8,9	474,5	↑
	VIII	26	Río Biobío en Rucalhue	412,0	340,6	-17	61,9	1579,4	↑
	IX	27	Río Cautín en Cajón	134,6	120,8	-10	16,1	533,4	↑
	IX	28	Río Toltén en Teodoro Schmidt	559,1	526,6	-6	131,9	1918,9	↑
	XIV	29	Río Calle Calle en Pupunahue	468,4	493,9	5	97,4	1218,5	↑
	XIV	30	Río Bueno en Bueno	354,8	228,6	-36	113,1	885,0	↑
	X	31	Río Puelo en Carrera Basilio	641,0	663,0	3	206,5	1722,6	↑
	X	32	Río Grande en San Pedro	26,4	33,5	27	2,2	86,5	↑
	X	33	Río Futaleufú antes junta Río Malito	437,5	427,2	-2	162,5	964,0	↑
Austral	XI	34	Río Palena Bajo Junta Rosselot	848,6	852,7	0	206,8	1804,8	↑
	XI	35	Río Aysén en Puerto Aysén	548,0	519,1	-5	158,9	1455,8	↑
	XI	36	Río Baker en Colonia	903,3	998,8	11	370,3	1914,9	↑
	XI	37	Río Pascua en desagüe Lago O'Higgins	629,0	658,4	5	305,6	1126,7	↑
	XII	38	Río Las Chinas en Cerro Guido	8,1	8,3	2	0,4	41,0	↑
	XII	39	Río Serrano en desembocadura	395,5	464,6	17	49,1	1218,8	↑
	XII	40	Río San Juan en desembocadura	18,9	17,0	-10	1,4	64,4	↑

Fuente: Elaboración propia en base a información DGA, diciembre 2014

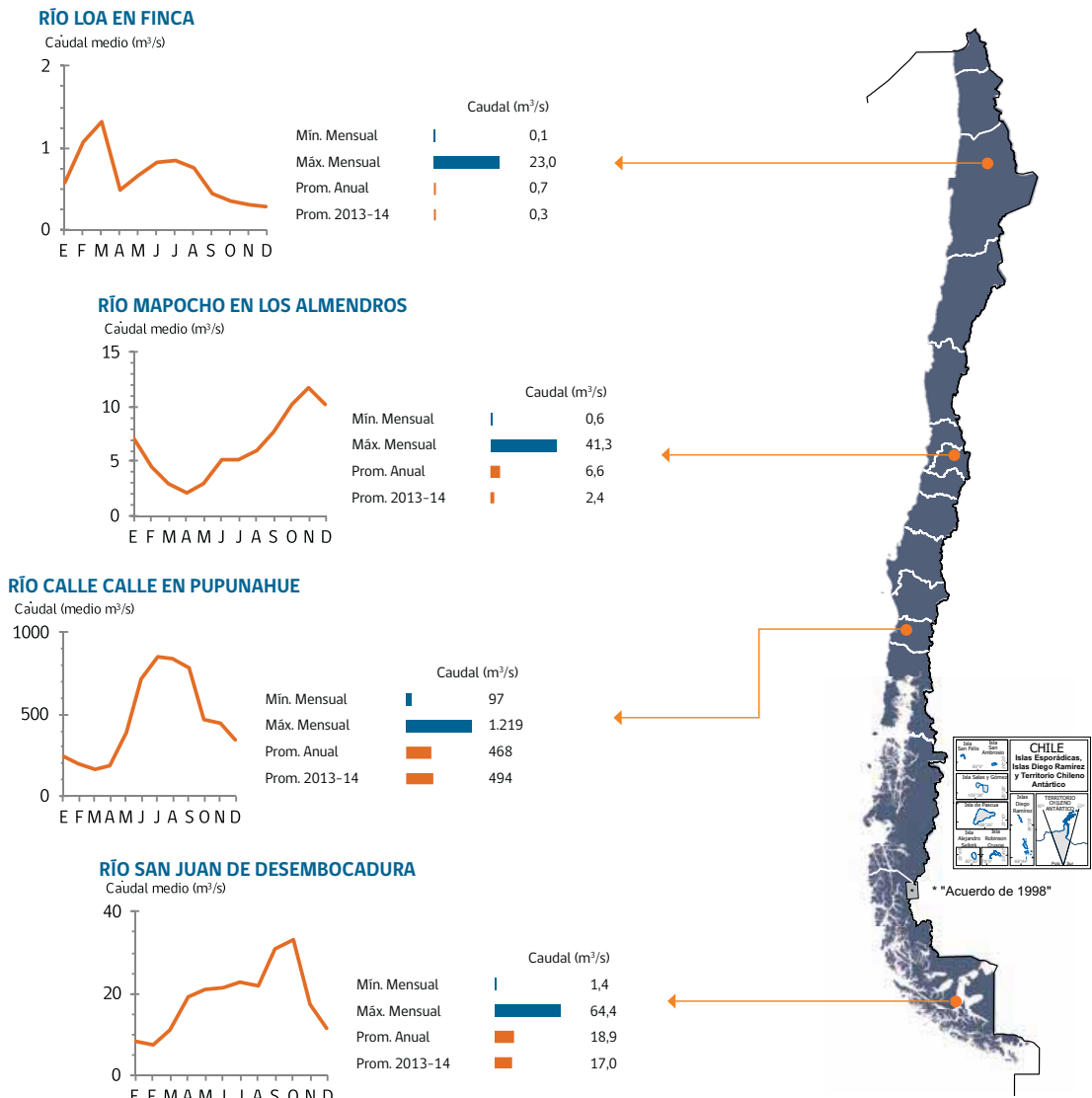




La Figura 2.2 presenta la variación en los meses del año del caudal medio registrado en 4 estaciones fluviométricas seleccionadas

a lo largo del país. Se incluye una comparación entre el caudal medio anual y la media de los años 2013-2014.

Figura 2.2. Caudal medio mensual y comparación con caudales anuales en estaciones fluviométricas



Fuente: Elaboración propia en base a información DGA, diciembre 2014

En el Balance Hídrico Nacional<sup>7</sup> se utilizó el concepto de escorrentía media anual que corresponde a una estimación de todas las aguas que en forma efectiva, escurrirían superficialmente en una cuenca producto de las precipitaciones u otro aporte como media anual de largo plazo. Así, la escorrentía refleja realmente cuál es el agua que fluye en la superficie de una cuenca en un año promedio. Este concepto difiere de los caudales medidos en las estaciones fluviométricas DGA que determinan los caudales superficiales que pasan por una sección de río o canal.

La escorrentía total promedio a nivel país es de 29.245 m³/s, lo

que equivale a 1.210 mm/año. Sin embargo, el comportamiento espacial de la escorrentía no se ve reflejado en este promedio, observándose regiones y macrozonas con marcadas diferencias en su magnitud. Para el caso de la escorrentía per cápita, el promedio nacional es de 51.218 m³/persona/día.

En la Tabla 2.18 se presentan los valores de escorrentía media anual y la escorrentía per cápita para el año 2015, distribuidos regionalmente. En la Tabla 2.19 se muestra esta misma información distribuida por macrozonas.

<sup>7</sup> Dirección General de Aguas 1987, Balance Hídrico de Chile.

Tabla 2.18. Escorrentía y Escorrentía per cápita a nivel nacional distribuidos por regiones

Macrozona	Región	Escorrentía	[m³/s]	[%]	Escorrentía per cápita (2015) [m³/persona/año] <sup>(1)</sup>
Norte	XV		5,5	0,019	725
	I		6,4	0,022	599
	II		0,9	0,003	47
	III		1,9	0,006	190
	IV		22,2	0,08	908
Centro	V		41	0,14	703
	RM		103	0,35	444
	VI		205	0,70	7.037
	VII		767	2,62	23.191
Sur	VIII		1.638	5,60	24.432
	IX		1.041	3,56	33.167
	XIV		1.046	3,58	81.563
	X		4.109	14,05	154.058
Austral	XI		10.134	34,65	2.950.168
	XII		10.124	34,62	1.938.956
Total			29.245		Chile <sup>(2)</sup> 51.218

(1): Corresponde a la escorrentía total en la región dividida por la población de la región

(2): Corresponde a la escorrentía total nacional dividida por la población total de Chile

Fuente: Balance Hídrico Nacional DGA y proyección de población para el año 2015 de INE, 2014

Tabla 2.19. Escorrentía y Escorrentía per cápita a nivel nacional distribuidos por macrozonas

Macrozona	Escorrentía	[m³/s]	[%]	Escorrentía per cápita (2015) [m³/persona/año] <sup>(1)</sup>
Norte		36,9	0,1	510
Centro		1.116	3,8	3.169
Sur		7.834	26,8	56.799
Austral		20.258	69,3	2.340.227
Total		29.245		Chile <sup>(2)</sup> 51.218

(1): Corresponde a la escorrentía total en la macrozona dividida por la población de la macrozona

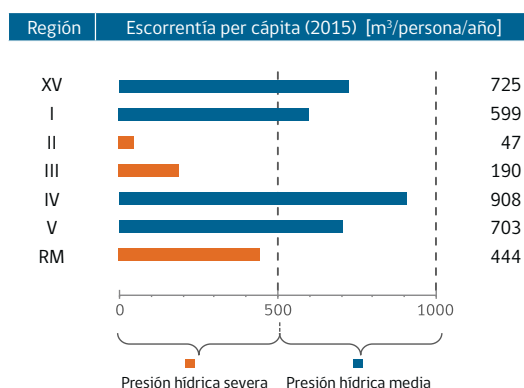
(2): Corresponde a la escorrentía total nacional dividida por la población total de Chile

Fuente: Balance Hídrico Nacional DGA y proyección de población para el año 2015 de INE, 2014

En la Tabla 2.20 se presentan los valores de escorrentía per cápita para el año 2015 entre las regiones de Arica y Parinacota y Metropolitana y Metropolitana, clasificándola en función del *indicador de Falkenmark*. Este indicador considera distintas categorías de presión hídrica en función de la escorrentía per cápita<sup>8</sup>. En este caso, se presentan las regiones con *presión hídrica media* (500-

1.000 m³/persona/año, en este escenario la presión hídrica es una limitante para el desarrollo económico, salud y bienestar humano) y con *presión hídrica severa* (<500 m³/persona/año, en este escenario la presión hídrica es la principal restricción para la vida). Las demás regiones tienen indicadores que corresponden a categoría de *sin estrés hídrico* (>1.700 m³/persona/año).

Tabla 2.20. Escorrentía per cápita y presión hídrica entre las regiones Arica y Parinacota y Metropolitana



Fuente: Balance Hídrico Nacional DGA y proyección de población para el año 2015 de INE, 2014

<sup>8</sup> Brown A, Matlock M. 2011, *A Review of Water Scarcity Indices and Methodologies*, White Paper #106, The Sustainability Consortium.



## 2.5 LAGOS Y LAGUNAS

Los lagos y lagunas se definen como cuerpos de agua que están totalmente rodeados de tierra. La principal diferencia entre ellos es que, generalmente, la laguna presenta una pequeña profundidad de las aguas y forma parte de una cuenca endorreica, es decir, la salida de agua se produce únicamente por evaporación e infiltración. En cambio, el lago presenta una mayor profundidad de las aguas y posee una entrada y salida de agua. Forman parte del 0,62% del recurso hídrico mundial disponible para su uso en las diversas actividades humanas y productivas.

A lo largo del territorio nacional se han identificado un total de 368 lagos y 12.416 lagunas que totalizan 12.784 cuerpos de agua con un área total de espejo de 11.048 km<sup>2</sup>. La Tabla 2.21 presenta la distribución por regiones del número de lagos-lagunas y el área del espejo de agua. La Tabla 2.22 presenta la misma información ordenada por macrozonas.

Tabla 2.21. Número de lagos, lagunas y área del espejo de agua distribuido por regiones

Macrozona	Región	Lagos						Lagunas						Total Lagos y Lagunas					
		Número	[Nº]	[%]	Área espejo agua [km²]	[%]		Número	[Nº]	[%]	Área espejo agua [km²]	[%]		Número	[Nº]	[%]	Área espejo agua [km²]	[%]	
Norte	XV	1	0,3		23	0,3		91	0,7		15	0,4		92	0,7		38	0,3	
	I	0	0,0		0	0,0		39	0,3		5	0,1		39	0,3		5	0,0	
	II	0	0,0		0	0,0		115	0,9		82	2,1		115	0,9		82	0,7	
	III	0	0,0		0	0,0		165	1,3		84	2,2		165	1,3		84	0,8	
Centro	IV	0	0,0		0	0,0		134	1,1		8	0,2		134	1,0		8	0,1	
	V	1	0,3		14	0,2		146	1,2		15	0,4		147	1,1		29	0,3	
	RM	0	0,0		0	0,0		80	0,6		23	0,6		80	0,6		23	0,2	
	VI	0	0,0		0	0,0		105	0,8		20	0,5		105	0,8		20	0,2	
Sur	VII	9	2,4		18	0,3		190	1,5		100	2,6		199	1,6		118	1,1	
	VIII	94	25,5		75	1,0		107	0,9		108	2,8		201	1,6		183	1,7	
	IX	19	5,2		398	5,5		261	2,1		47	1,2		280	2,2		445	4,0	
	XIV	20	5,4		912	12,7		139	1,1		22	0,6		159	1,2		934	8,5	
Austral	X	67	18,2		1.862	25,9		638	5,1		187	4,8		705	5,5		2.049	18,5	
	XI	119	32,4		2.771	38,7		5.242	42,3		1.402	36,2		5.361	42,0		4.173	37,7	
	XII	38	10,3		1.106	15,4		4.964	40,1		1.751	45,3		5.002	39,2		2.857	25,9	
	Total	368			Total	7.179		Total	12.416		Total	3.869		Total	12.784		Total	11.048	

Fuente: Elaboración propia en base a información DGA, agosto 2015

Tabla 2.22. Número de lagos, lagunas y área del espejo de agua distribuido por macrozonas

Macrozona	Lagos						Lagunas						Total Lagos y Lagunas					
	Número	[Nº]	[%]	Área espejo agua [km²]	[%]		Número	[Nº]	[%]	Área espejo agua [km²]	[%]		Número	[Nº]	[%]	Área espejo agua [km²]	[%]	
Norte	1	0,3		23	0,3		544	4,4		194	5,0		545	4,3		217	2,0	
Centro	10	2,7		32	0,4		521	4,2		158	4,1		531	4,2		190	1,7	
Sur	200	54,3		3.247	45,2		1.145	9,2		364	9,4		1.345	10,5		3.611	32,7	
Austral	157	42,7		3.877	54,1		10.206	82,2		3.153	81,5		10.363	81,0		7.030	63,6	
	Total	368		Total	7.179		Total	12.416		Total	3.869		Total	12.784		Total	11.048	

Fuente: Elaboración propia en base a información DGA, agosto 2015

Tabla 2.23. Lagos o lagunas con el mayor espejo de agua por región

Macrozona	Región	Nombre Lago/Laguna	Área espejo de agua [km²]
Norte	XV	Lago Chungará	22,7
	I	Laguna Parinacota	1,1
	II	Laguna Miscanti	13,1
	III	Laguna Verde	15,2
	IV	Laguna del Pelado	2,1
Centro	V	Lago Peñuelas	14,1
	RM	Laguna de Aculeo	12,1
	VI	Laguna Cauquenes	6,4
	VII	Laguna del Maule	51,2
Sur	VIII	Laguna de La Laja	80,5
	IX	Lago Villarrica	174,7
	XIV	Lago Ranco	429,9
	X	Lago Llanquihue	867,1
Austral	XI	Lago General Carrera <sup>(1)</sup>	964,7
	XII	Lago El Toro	191,7

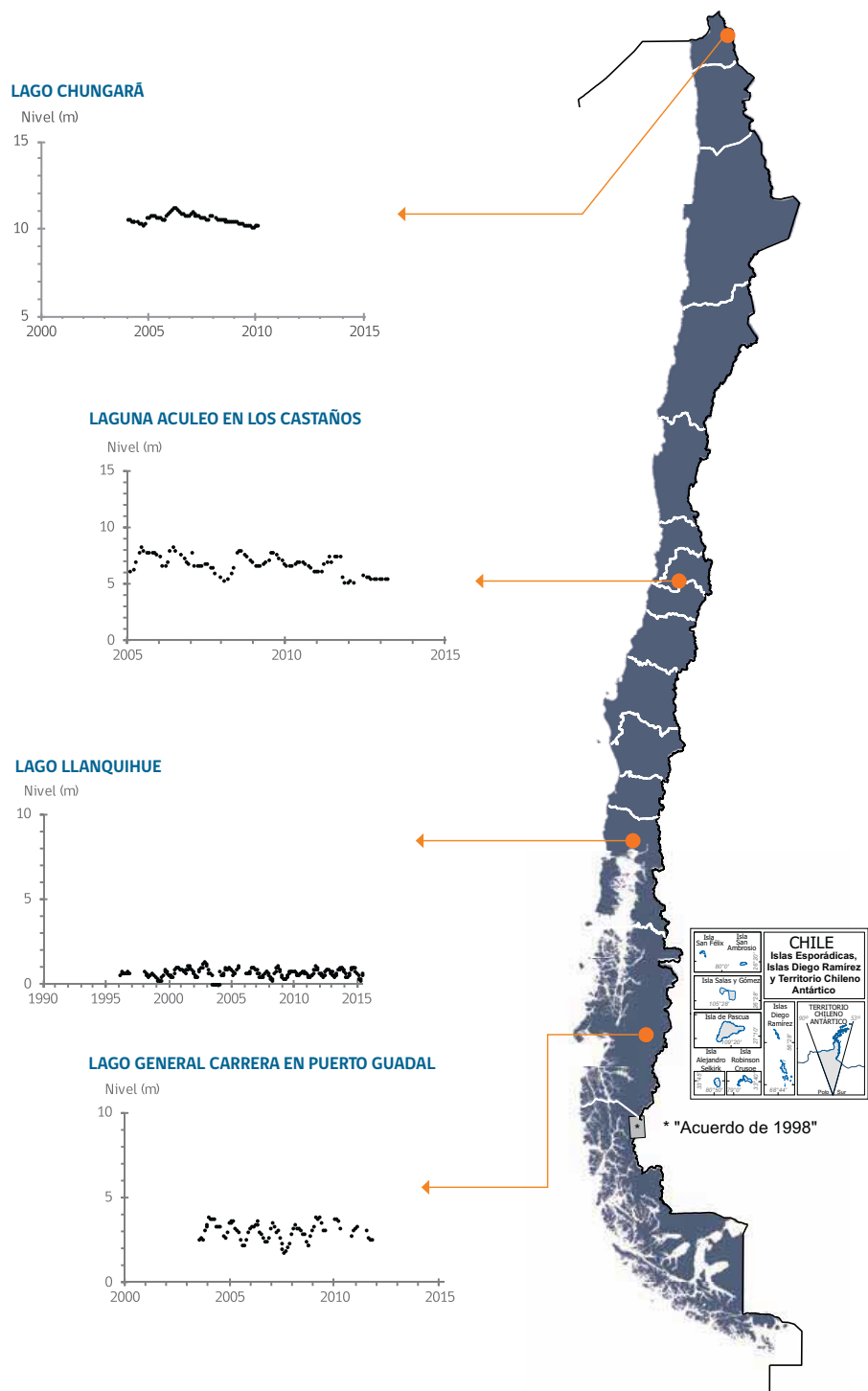
(1) Lago compartido con Argentina. El área del espejo del agua corresponde a la que se encuentra dentro del territorio chileno, y no al área total del lago

Fuente: Elaboración propia en base a información DGA, agosto 2015

La Figura 2.3 muestra la variabilidad en el tiempo de los niveles de 4 lagos seleccionados a lo largo del país. Estos valores corresponden a niveles relativos respecto a la altura geográfica a la cual se ubica el instrumento. Por consiguiente, no deben interpretarse como la variación del nivel del lago respecto al nivel medio del mar.

Se observa un único patrón de comportamiento, donde el nivel fluctúa a lo largo de los meses del año entre un valor mínimo y máximo, sin mostrar cambios en la tendencia del promedio de largo plazo.

Figura 2.3. Nivel del espejo de agua en algunos lagos monitoreados por la DGA



Fuente: Elaboración propia en base a información DGA, agosto 2015



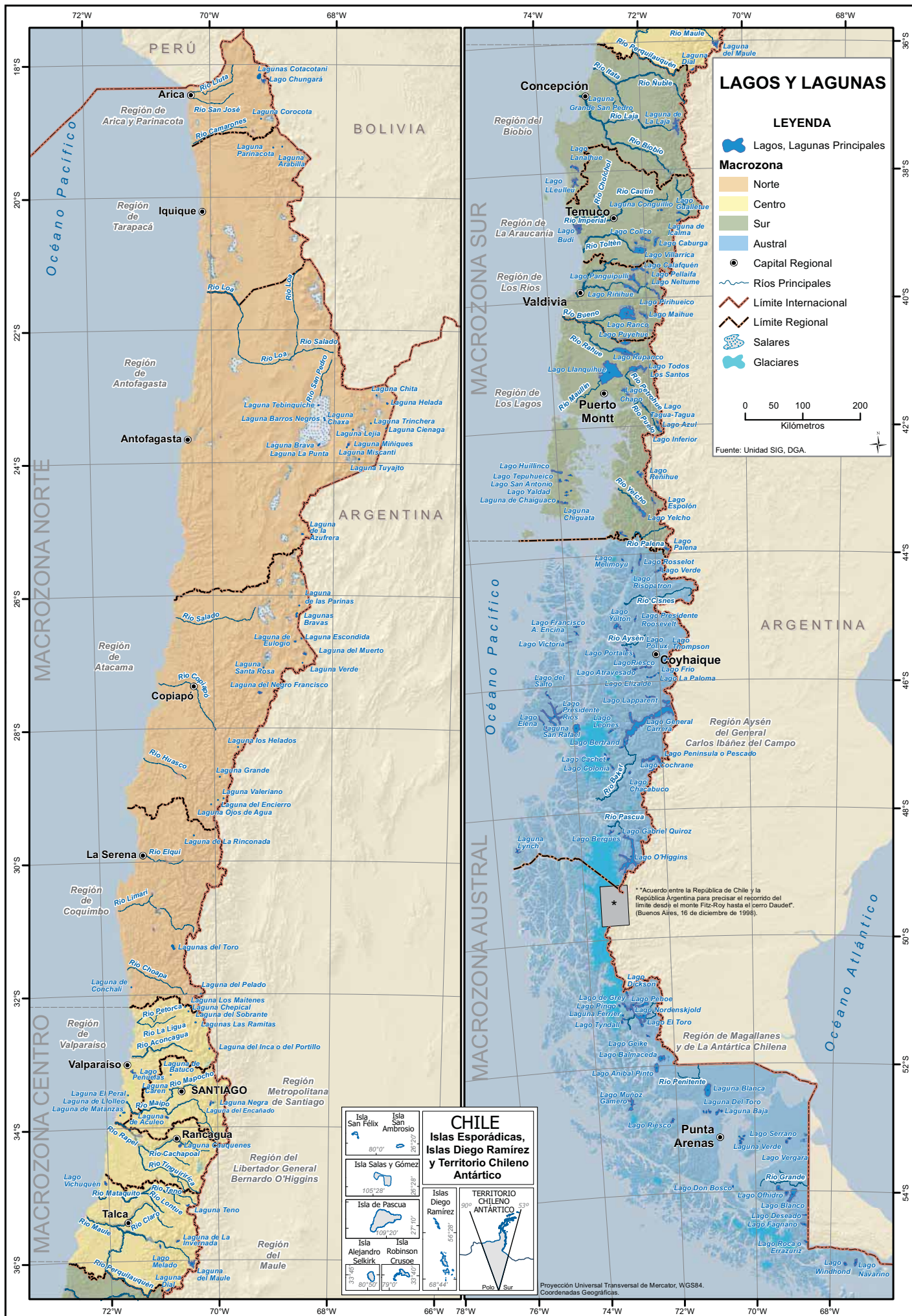
La Tabla 2.24 presenta los 50 lagos y lagunas representativas de Chile, indicándose la estación de monitoreo de nivel existente en algunos de ellos.

**Tabla 2.24. Información general de los 50 lagos y lagunas más representativas de Chile**

Macrozona	Región	Nombre Lago/Laguna	Área Espejo de Agua	[km <sup>2</sup> ]
Norte	XV	Lago Chungará		22,7
	II	Laguna Miscanti		13,1
	III	Laguna Verde		19,2
	III	Laguna del Negro Francisco		13,2
Centro	V	Lago Peñuelas		14,1
	RM	Laguna de Aculeo		12,1
	VII	Laguna del Maule		51,2
	VII	Lago Vichuquén		12,1
Sur	VIII	Laguna Grande San Pedro		1,5
	VIII	Laguna de La Laja		80,5
	VIII	Lago LLeulleu		39,0
	VIII	Lago Lanalhue		32,0
	IX	Lago Budi		64,2
	IX	Lago Caburgua		51,7
	IX	Lago Villarrica		174,7
	IX	Lago Colico		56,1
	IX-XIV	Lago Calafquén		117,4
	XIV	Lago Riñihue		89,6
	XIV	Lago Neltume		9,8
	XIV	Lago Panguipulli		114,3
	XIV	Lago Piriñueico		31,0
	XIV	Lago Maihue		49,0
	XIV	Lago Ranco		429,9
	XIV-X	Lago Puyehue		159,0
	X	Lago Rupanco		234,9
	X	Lago Llanquihue		867,1
	X	Lago Todos Los Santos		177,0
	X	Lago Yelcho		121,5
	X	Lago Palena <sup>(1)</sup>		46,7
	X	Lago Chapo		46,2
	X	Lago Huillinco		31,1
	X	Lago Espolón		14,5
Austral	XI	Lago General Carrera <sup>(1)</sup>		964,7
	XI	Lago Cochrane <sup>(1)</sup>		182,8
	XI	Lago O'Higgins <sup>(1)</sup>		494,1
	XI	Lago Presidente Ríos		310,1
	XI	Laguna San Rafael		138,5
	XI	Lago Yulton		61,7
	XI	Lago Bertrand		50,0
	XI	Lago Elena		49,7
	XII	Lago Dickson		12,4
	XII	Lago Paine		4,2
	XII	Lago El Toro		191,7
	XII	Laguna Blanca		173,3
	XII	Lago Blanco		145,2
	XII	Lago Anibal Pinto		83,1
	XII	Lago Sarmiento de Gamboa		82,3
	XII	Lago Muñoz Gamero		81,4
	XII	Lago Balmaceda		74,8
	XII	Lago Fagnano		33,2

(1) Lago compartido con Argentina. El área del espejo de agua corresponde a territorio nacional

Fuente: Elaboración propia en base a información DGA, agosto 2015





2.6 ACUÍFEROS

Un acuífero es un medio permeable capaz de transmitir y acumular agua en sus poros e intersticios. Estos ambientes están constituidos generalmente por rocas fracturadas y/o por depósitos sedimentarios no consolidados o poco consolidados. El agua subterránea almacenada en ellos tiene su origen en la precipitación que se infiltra por las capas superiores del acuífero hasta alcanzar la napa, donde se mueve lentamente por acción de la gravedad.

La mayoría de los acuíferos que se ubican dentro del territorio nacional se han dividido en Sectores Hidrogeológicos de Aprovechamiento Común (SHAC). Por definición, un SHAC es un acuífero o parte de un acuífero, cuyas características hidrológicas espaciales y temporales permiten una delimitación para efectos

de su evaluación hidrogeológica o gestión de forma independiente (DGA, 2013<sup>9</sup>). En otras palabras, la división de un acuífero en uno o más SHAC permite estudiar su comportamiento hidrogeológico y administrar el recurso hídrico asociado de manera independiente.

Hasta el año 2015, la Dirección General de Aguas delimitó un total de 137 acuíferos a lo largo del territorio nacional, distinguiéndose 375 SHAC. La Tabla 2.25 presenta la cantidad de acuíferos y SHAC distribuidos a nivel regional y en la Tabla 2.26 se presenta la misma información ordenada por macrozonas. Se debe indicar que en la Macrozona Austral (regiones de Aysén y Magallanes) hasta el momento, no se ha definido ningún acuífero, lo que no debe ser interpretado como la inexistencia de estas unidades.

Tabla 2.25. Número de acuíferos y SHAC distribuidos por regiones

Macrozona	Región	Número de acuíferos	[Nº]	[%]	Número de SHAC	[Nº]	[%]
Norte	XV	<div></div>	3	2,2	<div></div>	4	1,1
	I	<div></div>	4	2,9	<div></div>	5	1,3
	II	<div></div>	8	5,8	<div></div>	20	5,3
	III	<div></div>	4	2,9	<div></div>	50	13,3
	IV	<div></div>	6	4,4	<div></div>	44	11,7
Centro	V	<div></div>	8	5,8	<div></div>	70	18,8
	RM	<div></div>	5	3,6	<div></div>	44	11,7
	VI	<div></div>	11	8,0	<div></div>	48	12,8
	VII	<div></div>	14	10,2	<div></div>	16	4,3
Sur	VIII	<div></div>	20	14,7	<div></div>	20	5,3
	IX	<div></div>	12	8,8	<div></div>	12	3,2
	XIV	<div></div>	11	8,0	<div></div>	11	2,9
	X	<div></div>	31	22,7	<div></div>	31	8,3
Austral <sup>(1)</sup>	XI		-	-		-	-
	XII		-	-		-	-
(1) Acuíferos y SHAC por identificar		Total	137		Total	375	

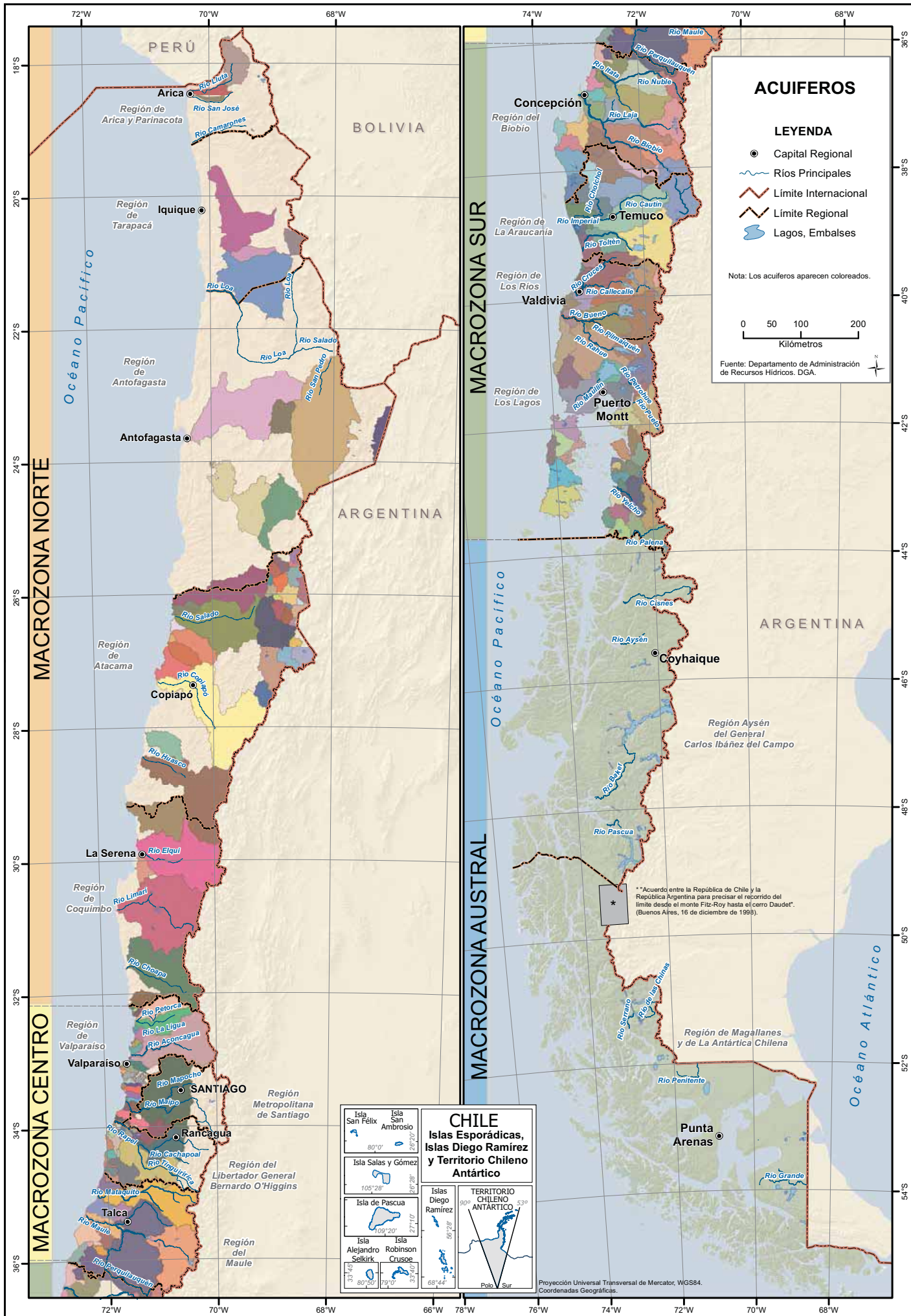
Fuente: Departamento de Administración de Recursos Hídricos DGA, agosto 2015

Tabla 2.26. Número de acuíferos y SHAC distribuidos por macrozonas

Macrozona	Número de acuíferos	[Nº]	[%]	Número de SHAC	[Nº]	[%]
Norte	<div></div>	25	18,2	<div></div>	123	32,8
Centro	<div></div>	38	27,7	<div></div>	178	47,5
Sur	<div></div>	74	54,1	<div></div>	74	19,7
Austral <sup>(1)</sup>		-	-		-	-
(1) Acuíferos y SHAC por identificar		Total	137	Total	375	

Fuente: Departamento de Administración de Recursos Hídricos DGA, agosto 2015

<sup>9</sup> Reglamento sobre normas de exploración y explotación de aguas subterráneas, Dirección General de Aguas, 2013.





## 2.7 NIVELES DE POZOS

Medir los niveles de pozos permite obtener información sobre el comportamiento del agua almacenada en los acuíferos y, de esta manera, tomar decisiones adecuadas con el fin de lograr una buena gestión del recurso hídrico.

Del total de 691 estaciones de monitoreo de niveles presentes en el territorio nacional y que maneja la DGA, se seleccionaron 29 (ver mapa "Pozos seleccionados y tasa de descenso de la napa en los últimos años") que se encuentran distribuidas entre las regiones de Arica y Parinacota y O'Higgins. Los datos recogidos contemplan las estadísticas entre los años 1970 al 2015, valores que corresponden a niveles relativos respecto a la superficie del terreno donde se ubica el pozo. Por consiguiente, no se deben interpretar como la variación del nivel de la napa respecto al nivel medio del mar.

Es necesario aclarar que desde la Región del Maule hacia el sur la DGA cuenta con estaciones de monitoreo de pozos, sin embargo, la extensión temporal de los datos aún no es suficiente para generar información representativa del comportamiento de los niveles.

La variabilidad en el tiempo de los niveles de agua subterránea fue analizada mediante la serie histórica de datos registrados en los 29 pozos seleccionados. De este análisis se concluye que no existe un único patrón de comportamiento, pudiéndose considerar 3 categorías:

- Pozos que mantienen un nivel sin mayor variación en el tiempo.
- Pozos donde el nivel desciende en forma marcada en el tiempo.
- Pozos cuyo nivel fluctúa entre incrementos y descensos.

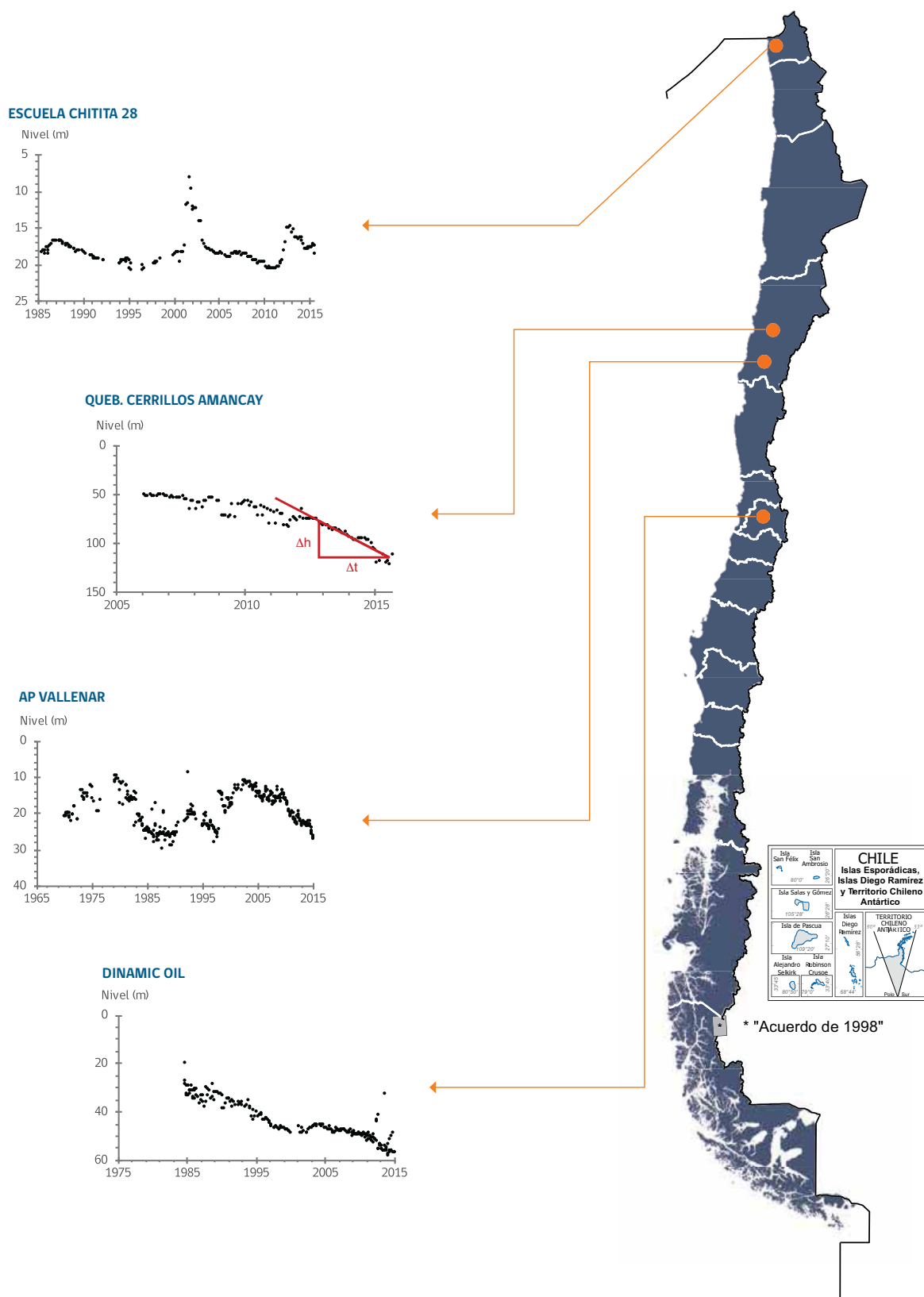
La Tabla 2.27 presenta las tasas promedio de descenso en los últimos años en los niveles de la napa de los pozos seleccionados. Un grupo de 13 pozos no muestra una variación significativa del nivel en el tiempo, el que tiende a mantenerse constante o con una tasa de descenso muy baja. Este comportamiento se observa especialmente en pozos cercanos a la desembocadura de un río, tales como Hacienda María Isabel 4 y Canal Madariaga.

Por otra parte, 10 pozos muestran un marcado descenso de nivel en el tiempo, entre los que se destacan en la Macrozona Norte los pozos Pueblo San Fernando Las Cañas y Quebrada Cerrillos Amancay (Acuífero de Copiapó) con una tasa promedio de descenso en los últimos años de 3,43 m/año y 4,86 m/año, respectivamente. En la Macrozona Centro sobresalen Dinamic Oil y Misión Corazón de María (Acuífero de Maipo) con tasas de descenso promedio en los últimos años de 1,92 m/año y 1,74 m/año, respectivamente.

Finalmente, un total de 6 pozos muestran fluctuaciones de nivel en el tiempo con descensos y ascensos durante el año. Dentro de este grupo podemos ver el Pozo Algarrobal, en la Macrozona Norte, que tiende a mantener constante el nivel promedio, pero con marcadas fluctuaciones a través del tiempo.



Figura 2.4. Nivel de napa en pozos de observación de la DGA



Fuente: Elaboración propia en base a información de la DGA, agosto 2015

La tasa de descenso presentada en la Tabla 2.27 corresponde a la variación promedio del nivel de la napa por unidad de tiempo. Se calcula proyectando una línea paralela a la tendencia del registro en los últimos años (ver Figura 2.4) y luego estimando la variación de nivel ( $\Delta h$ ) y la variación de tiempo ( $\Delta t$ ). Finalmente la tasa se calcula con la razón  $\Delta h / \Delta t$ . Se debe indicar que el periodo de tiempo, considerado como últimos años, varía entre pozos.

Por ejemplo, el pozo AP Vallenar ha mantenido su tendencia los últimos 12 años, mientras que el pozo Quebrada Cerrillos Amancay lo ha mantenido en los últimos 3 (ver Figura 2.4). En otras palabras, esta tasa presenta un valor promedio de la tendencia en los descensos de las napas subterráneas para las estaciones de monitoreo de pozos que se indican.

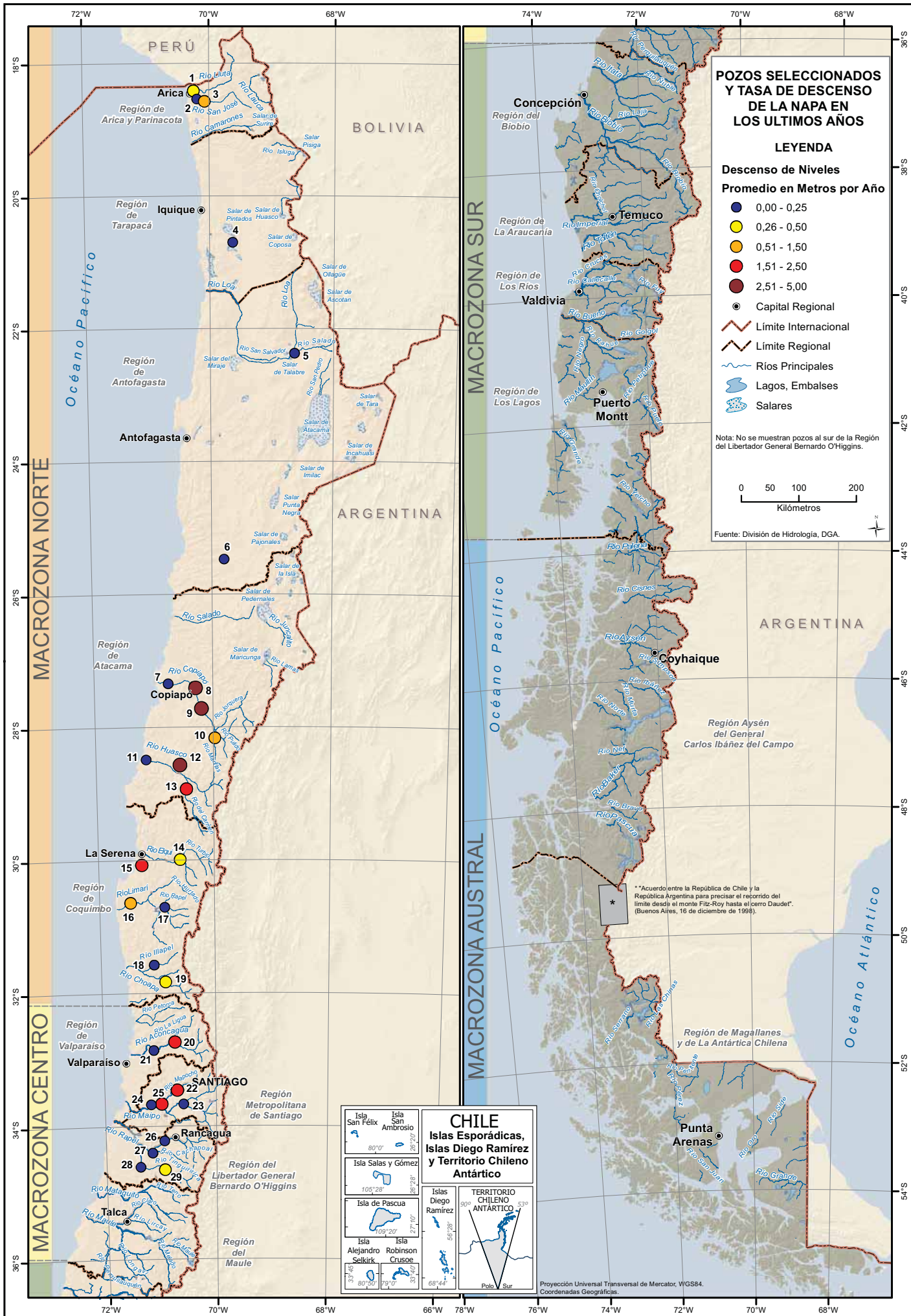
Tabla 2.27. Tasa promedio de descenso de la napa en 29 pozos seleccionados

Macrozona	Región	Nº Mapa	Estación	Tasa de descenso <sup>(1)</sup>	[m/año]	Variación
Norte	XV	1	Jica A		0,25	Sin variación significativa
		2	Las Vargas		0,00	Sin variación significativa
		3	Escuela Chitita 28		1,17	Descenso en el tiempo
	I	4	Salar Bellavista 26		0,09	Sin variación significativa
	II	5	Isla Grande 3		0,00	Sin variación significativa
		6	Pique AV-42		0,00	Sin variación significativa
	III	7	Hacienda María Isabel 4		0,00	Sin variación significativa
		8	Pueblo San Fernando Las Cañas		3,43	Descenso en el tiempo
		9	Queb. Cerrillos Amancay		4,86	Descenso en el tiempo
		10	Iglesia Colorada		0,83	Descenso en el tiempo
		11	Canal Madariaga		0,08	Sin variación significativa
		12	AP Vallenar		2,92	Descenso en el tiempo
		13	San Félix		1,56	Fluctuación en el tiempo
	IV	14	Algarrobal		0,34	Fluctuación en el tiempo
		15	El Sauce 2		1,58	Descenso en el tiempo
		16	Barraza		0,60	Descenso en el tiempo
		17	Asentamiento Alborada Juntas		0,06	Fluctuación en el tiempo
		18	Pueblo Cárcamo		0,03	Sin variación significativa
		19	Asentamiento Panguecillos		0,43	Fluctuación en el tiempo
Centro	V	20	Perfil San Felipe		1,69	Descenso en el tiempo
		21	Rabuco 2		0,06	Sin variación significativa
	RM	22	Dinamic Oil		1,92	Descenso en el tiempo
		23	La Católica		0,07	Sin variación significativa
		24	Misión Corazón de María		1,74	Descenso en el tiempo
		25	Industria Bata		0,06	Fluctuación en el tiempo
	VI	26	Doñihue		0,19	Sin variación significativa
		27	Estadio Peumo		0,21	Sin variación significativa
		28	Asentamiento La Puerta		0,10	Sin variación significativa
		29	Pueblo Tres Puentes		0,46	Fluctuación en el tiempo

(1) Tasa promedio de descenso del nivel de la napa en los últimos años. Se debe indicar que el periodo de tiempo, considerado como últimos años, varía entre pozos. Por ejemplo, el pozo AP Vallenar ha mantenido su tendencia los últimos 12 años, mientras que el pozo Quebrada Cerrillos Amancay lo ha mantenido en los últimos 3 (ver Figura 2.4).

Fuente: Elaboración propia en base a información DGA, agosto 2015





## 2.8 CALIDAD DE AGUAS

La Dirección General de Aguas a través del Departamento de Conservación y Protección de Recursos Hídricos también tiene a su cargo la función de proponer y desarrollar las políticas sobre conservación y protección de los recursos hídricos y coordinar las funciones que correspondan en estas materias a los distintos

organismos y servicios públicos. Asimismo, tiene a su cargo la ejecución y control de la calidad de los recursos hídricos mediante la operación de una red de monitoreo de aguas superficiales y subterráneas con el objetivo de caracterizar la calidad del recurso hídrico a partir de sus parámetros físico-químicos.

### 2.8.1 PARÁMETROS MEDIDOS POR LA RED DE CALIDAD DE AGUAS

La red de calidad de aguas incluye un total de 829 estaciones de monitoreo distribuidas a lo largo del país. Para estos efectos se cuenta además con un Laboratorio Ambiental encargado de los análisis de muestras de aguas. Entre los parámetros que permiten evaluar la calidad del agua se encuentran aquellos que se miden en terreno, tales como temperatura del agua, pH, Oxígeno Disuelto y Conductividad Eléctrica, y los analizados en laboratorio como son Aluminio, Arsénico, Cadmio, Cobalto, Cobre, Cromo, Hierro, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Plata, Plomo, Selenio, Zinc, Calcio, Cloruro, Magnesio, Potasio, Sodio, Sulfato, Demanda

Química de Oxígeno (DQO), Clorofila “a”, Boro, Sílice, Fosfato y Nitrógeno.

Para este Atlas, se seleccionó la totalidad de estaciones que conforman la red de calidad de aguas superficiales y subterráneas de la DGA para representar, a modo de referencia, los valores promedio de las variables: pH, Temperatura, Oxígeno Disuelto y Conductividad Eléctrica en las últimas tres décadas y cuyos valores promedios se presentan en los mapas incluidos en esta sección.

#### 2.8.1.1 pH

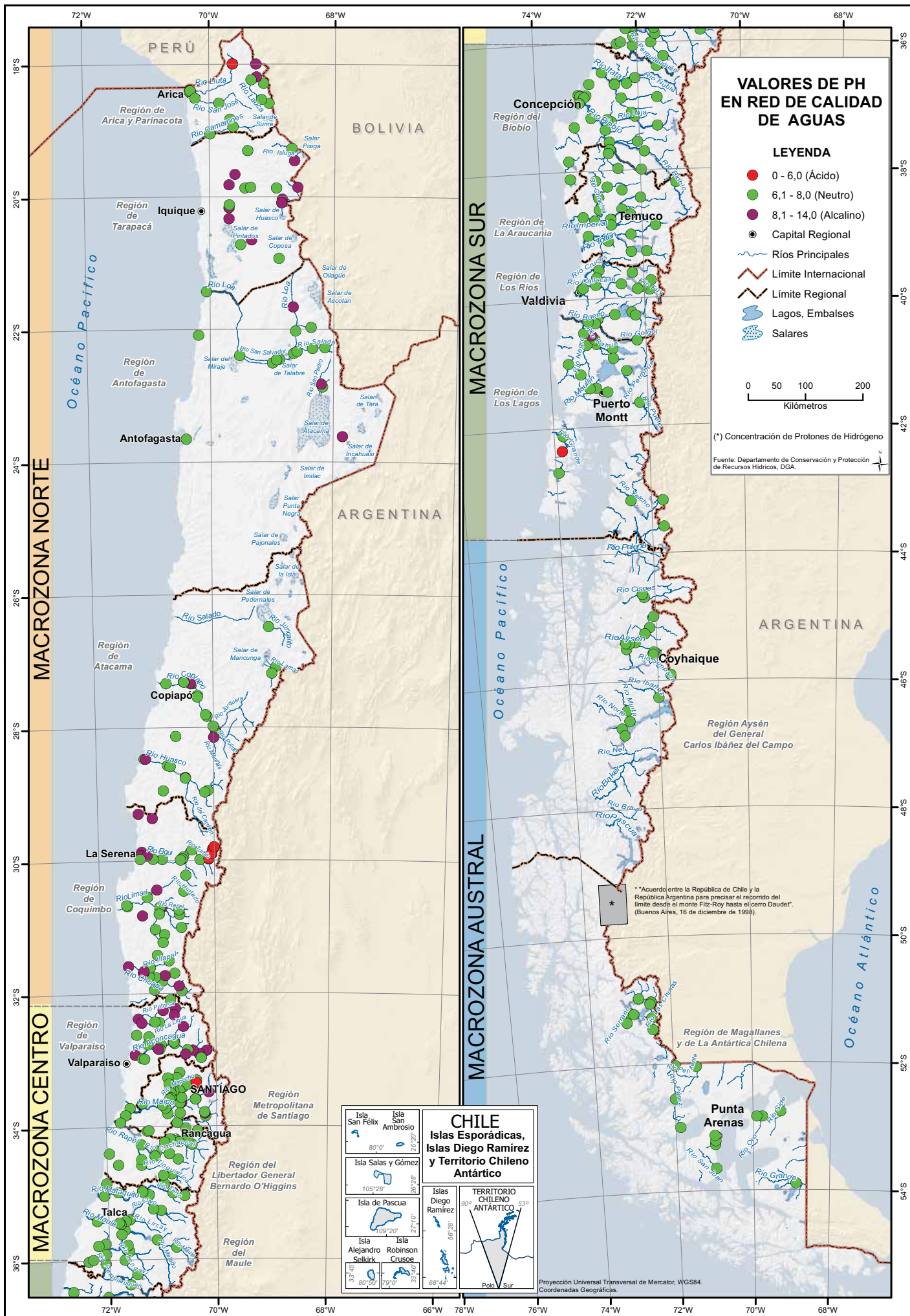
El pH del agua es un indicador del nivel de acidez de ésta e indica la concentración del ion  $H^+$  en una solución. Los rangos de pH se pueden resumir de la siguiente manera:

Rangos de pH  $\left\{ \begin{array}{l} \text{pH} < 7: \text{ácido} \\ \text{pH} = 7: \text{neutro} \\ \text{pH} > 7: \text{alcalino} \end{array} \right.$

Las normas vigentes de calidad de aguas indican lo siguiente:

- Según la norma chilena de agua potable (NCh 409/1) los valores de pH deben estar entre 6,5 y 8,5 para el consumo humano.
- Según la norma chilena de requisitos de calidad de agua para diferentes usos (NCh 1333 Of 78) los valores de pH deben estar entre 5,5 y 9 para regadío. Para el agua destinada a recreación con contacto directo (natación, buceo, esquí acuático, etc.) el pH debe estar entre 6,5 y 8,3 y para las áreas dulces destinadas a ser usadas para vida acuática, el pH debe estar entre 6 y 9.







## 2.8.1.2 TEMPERATURA DEL AGUA

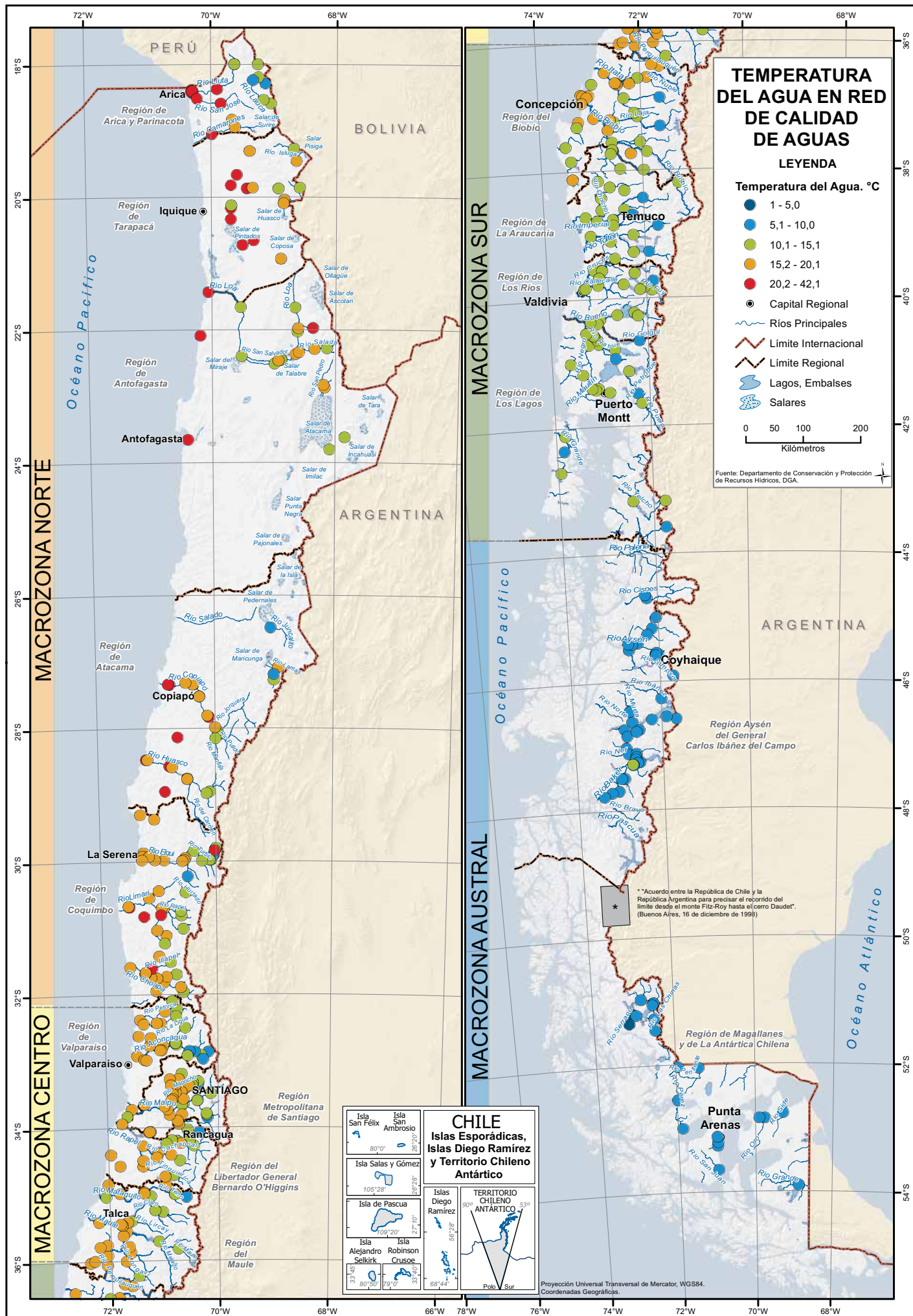
La temperatura del agua es un parámetro físico que desempeña un rol fundamental en el funcionamiento de los ecosistemas al condicionar los factores abióticos de los sistemas acuáticos. Entre otras cosas, la temperatura del agua es un indicador del tipo de bacterias que se pueden encontrar en el medio acuático, así como de las especies vegetales y animales. Por otro lado, y desde el punto de vista geológico, podría indicar la presencia de actividad termal o volcánica, donde esta última podría significar riesgo para la población.

Las normas vigentes de calidad de aguas indican lo siguiente:

- De acuerdo con la norma chilena de agua potable (NCh 409/1) no se consideran restricciones de valores para la temperatura para el consumo humano.
- En la norma chilena de requisitos de calidad de agua para diferentes usos (NCh 1333 Of 78) no se consideran restricciones de temperatura para regadío. Para el agua destinada a recreación con contacto directo (natación, buceo, esquí acuático, etc.) el valor máximo de temperatura debe ser de 30°C. Para las zonas de agua dulce destinadas a ser usadas para vida acuática, cuando se trata de flujos de agua corrientes, no debe haber una variación de más de 3°C respecto del valor natural.



Monitoreo de aguas. Archivo DGA





### 2.8.1.3 OXÍGENO DISUELTO (OD)

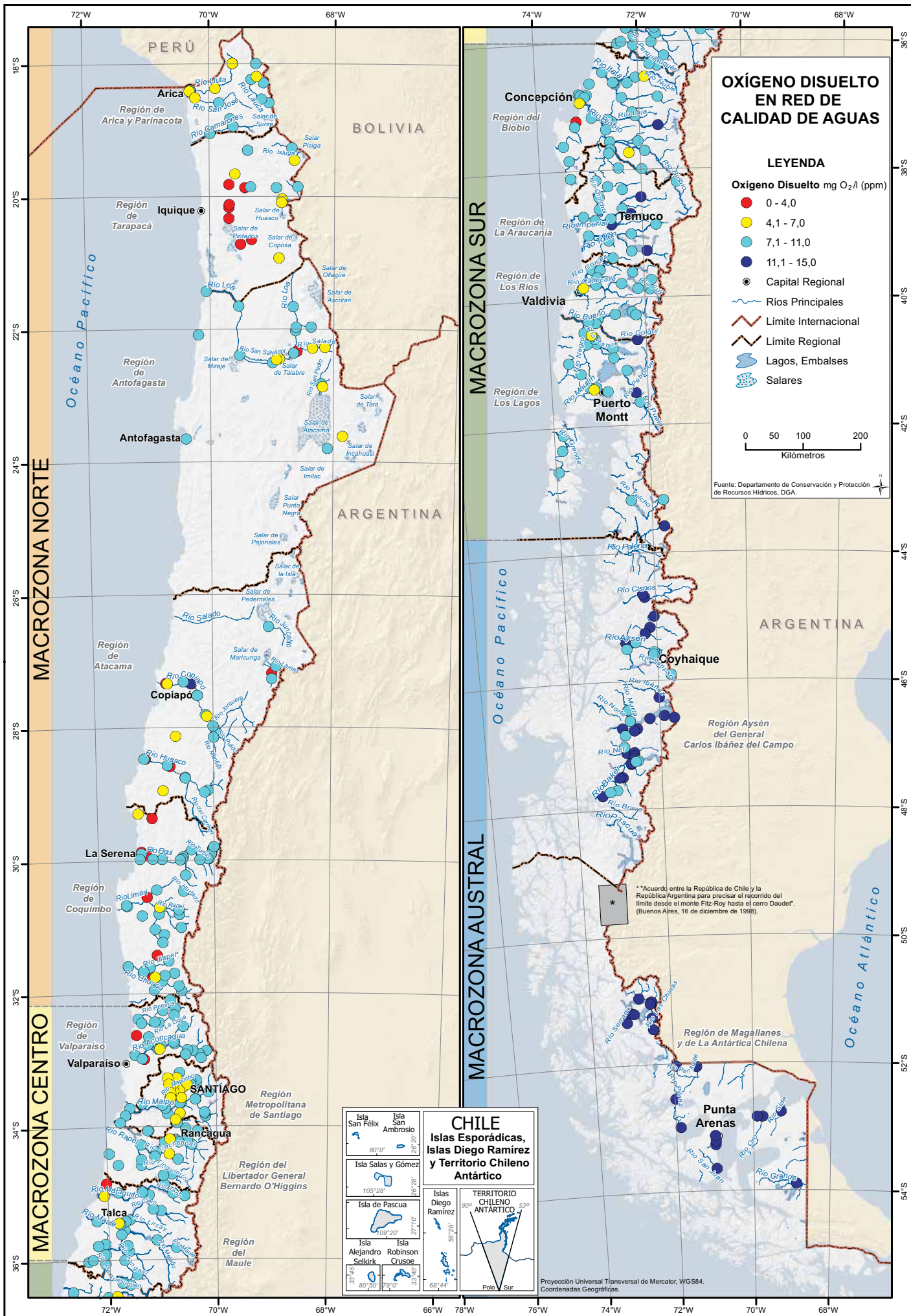
La concentración de Oxígeno Disuelto (OD) en el agua constituye un factor importante para el desarrollo de la vida acuática tanto animal como vegetal y es fundamental para la descomposición de la materia orgánica. A mayor valor de Oxígeno Disuelto, mejor es la calidad del agua y menor la contaminación. Los valores máximos de OD en el agua están controlados por la temperatura de la misma.

Según las normas vigentes de calidad de aguas sólo se consideran valores restrictivos para el OD en la norma chilena de requisitos de calidad de agua para diferentes usos (NCh 1333 Of 78) donde en el caso de las aguas dulces destinadas a ser usadas para vida acuática se especifica un valor mínimo de 5 mg/l.



Medición de oxígeno disuelto en aguas superficiales, Región Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo. Fotografía: Jorge O'Kuinghtons





### 2.8.1.4 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (CE)

La Conductividad Eléctrica (CE) es un indicador de la cantidad de sólidos disueltos presentes en el agua donde a mayor CE, mayor es la salinización del agua. Por otra parte, a menor conductividad eléctrica, más pura es el agua.

Las normas vigentes de calidad de aguas indican lo siguiente:

- Según la norma chilena de agua potable (NCh 409/1) no se

consideran restricciones de valores para la CE para el consumo humano, ya que es un parámetro general y en el caso del agua potable se miden parámetros más específicos de calidad.

- En la norma chilena de requisitos de calidad de agua para diferentes usos (NCh 1333 Of 78) se establece una clasificación de aguas para riego según su CE y salinidad (Ver Tabla 2.28).

Tabla 2.28. Clasificación de aguas para riego en función de la conductividad eléctrica y salinidad

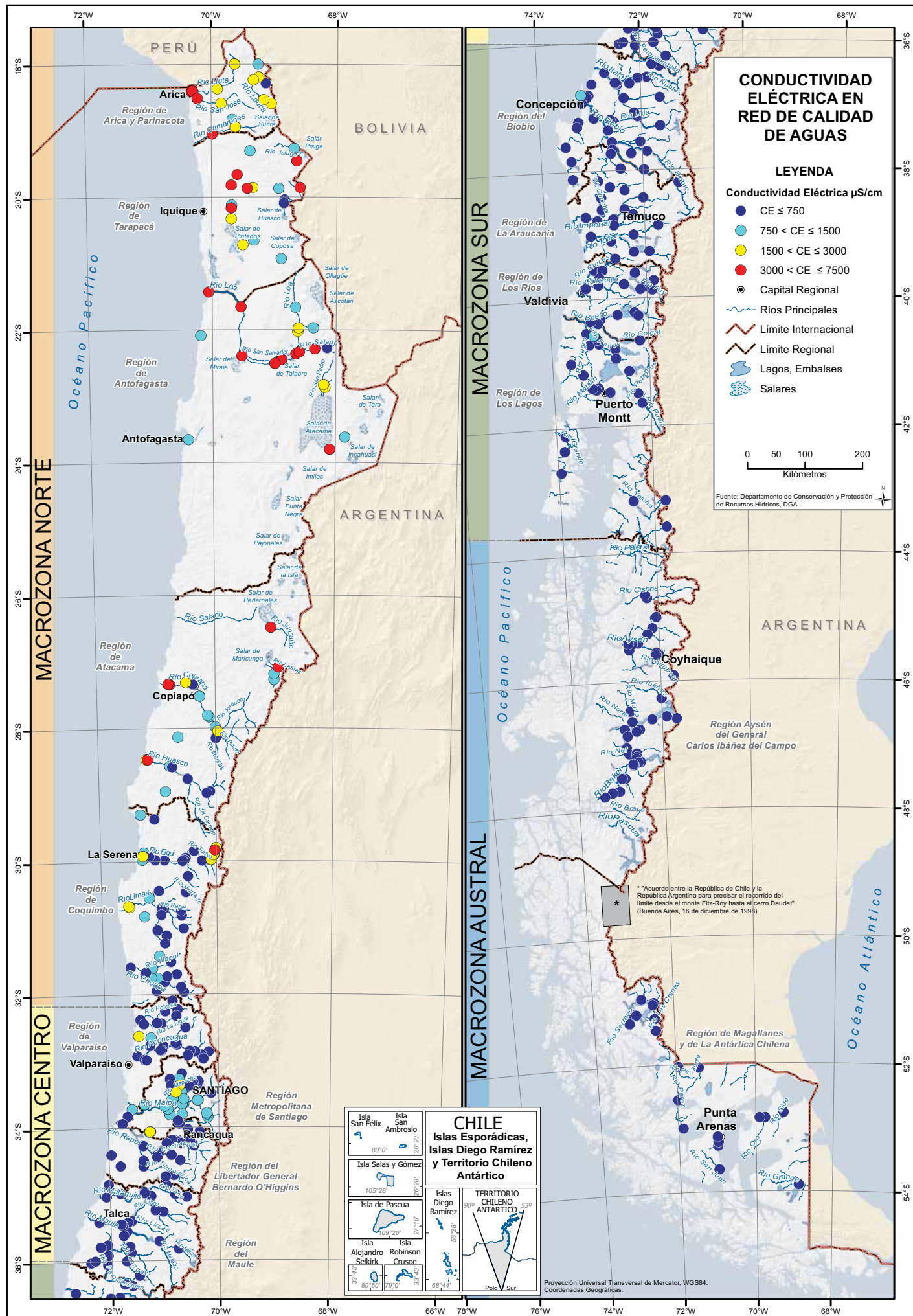
Clasificación	Conductividad eléctrica (CE) a 25°C [μ mhos/cm]	Sólidos disueltos totales (s) a 105°C [mg/l]
Agua con la cual generalmente no se observarán efectos perjudiciales	CE ≤ 750	s ≤ 500
Agua que puede tener efectos perjudiciales en cultivos sensibles	750 < CE ≤ 1.500	500 < s ≤ 1.000
Agua que puede tener efectos adversos en muchos cultivos y necesita de métodos de manejo cuidadoso	1.500 < CE ≤ 3.000	1.000 < s ≤ 2.000
Agua que puede ser usada para plantas tolerantes en suelos permeables con métodos de manejo cuidadoso	3.000 < CE ≤ 7.500	2.000 < s ≤ 5.000

Fuente: Elaboración propia en base a información de la Norma NCh 1333 Of 78



Monitoreo de aguas. Archivo DGA







## 2.8.2 CONDICIÓN TRÓFICA MEDIDA POR LA RED DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUAS EN LAGOS Y LAGUNAS

Con el objetivo de caracterizar la calidad de los cuerpos de agua, la DGA cuenta con una red de control para establecer la condición trófica de algunos lagos a lo largo del país.

La información de la condición trófica de lagos resulta necesaria para generar el conocimiento base para decidir acciones de protección ambiental que permitan su control y su uso sustentable. Así, la evaluación cuantitativa del estado trófico y el grado de contaminación de los sistemas lacustres es de gran trascendencia en gestión ambiental territorial, ya que permite establecer restricciones de usos de estos recursos.

La condición trófica de un cuerpo de agua se evalúa en función de la concentración de nutrientes (principalmente nitrógeno y fósforo) y clorofila. De este modo, los lagos se pueden clasificar en las siguientes 4 categorías:

- **Lago Oligotrófico:** es un medio de agua con baja productividad primaria, como resultado de contenidos bajos de nutrientes (nitrógeno y fósforo). Estos lagos tienen poca producción de algas, y consecuentemente, poseen aguas sumamente claras, con alta calidad para uso como agua potable. Las aguas de estos lagos tienen típicamente mucho oxígeno por lo que soportan una mayor biodiversidad en sus ambientes.

- **Lago Mesotrófico:** es un cuerpo de agua con un nivel intermedio de productividad, mayor que el de un lago oligotrófico, pero menor que el de un lago eutrófico. Estos lagos tienen comúnmente aguas claras, mantienen lechos de plantas acuáticas sumergidas con niveles medios de nutrientes y con menores niveles de oxígeno en sus aguas.
- **Lago Eutrófico:** es aquel hábitat o ambiente caracterizado por una mayor abundancia de nutrientes (nitrógeno y fósforo) que un lago mesotrófico, pero aún con menores niveles que un lago hipereutrófico. Presentan menores niveles de oxígeno y biodiversidad en su ambiente que los mesotróficos.
- **Lago Hipereutrófico:** en estos cuerpos de agua la producción de algas alcanza un máximo, lo que provoca un enturbiamiento que impide que la luz penetre hasta el fondo del ecosistema, como consecuencia, se dificulta la fotosíntesis y la producción de oxígeno, aumentando la actividad metabólica consumidora de oxígeno (respiración aeróbica). De esta manera, el fondo del lago entra en una condición anóxica, es decir, sin presencia de oxígeno, provocando una disminución en la biodiversidad en este ambiente.

La Tabla 2.29 presenta la clasificación de la condición trófica en función de las concentraciones de Fósforo total, Nitrógeno total y Clorofila "a".

Tabla 2.29: Clasificación de la condición trófica

Condición Trófica	Fósforo Total [µg/l]	Nitrógeno Total [µg/l]	Clorofila a [µg/l]
Oligotrofia	< 10	< 350	< 3,5
Mesotrofia	10 – 30	350 – 650	3,5 – 9
Eutrofia	30 – 100	650 – 1.200	9 – 25
Hipereutrofia	> 100	> 1.200	> 25

Fuente: Evaluación de la condición trófica de la red de control de lagos de la DGA, diciembre 2014



Laguna Quillehue en Paso Mamuilmalal, Región de la Araucanía. Fotografía Norberto Seebach



La red de control de lagos de la DGA realiza monitoreo en las macrozonas Centro y Sur del país. A la fecha, se monitorea un total de 20 lagos con registros de distintos periodos entre los años 2000 y 2013. Del total de lagos monitoreados, tres son de la Macrozona Centro y 17 de la Macrozona Sur.

La Tabla 2.30 presenta los resultados de la condición trófica de los distintos lagos, según el número de veces (expresado como porcentaje) en que se encuentra el lago en una u otra condición.

Tabla 2.30: Condición trófica de red de control de lagos DGA, expresado como porcentaje de veces en que se cumplió cada condición

Macrozona	Región	Lago/Laguna	Oligotrofia	[%]	Mesotrofia	[%]	Eutrofia	[%]	Hipereutrofia	[%]
Centro	RM	Laguna de Aculeo	<div><div></div></div>	8	<div><div></div></div>	13	<div><div></div></div>	30	<div><div></div></div>	48
	VII	Laguna Torca		0		0		0	<div><div></div></div>	100
		Lago Vichuquén		0	<div><div></div></div>	57	<div><div></div></div>	36		0
Sur	VIII	Laguna Grande de San Pedro	<div><div></div></div>	34	<div><div></div></div>	54	<div><div></div></div>	11		0
		Lago Lanalhue	<div><div></div></div>	26	<div><div></div></div>	38	<div><div></div></div>	34		0
		Lago Lleulleu	<div><div></div></div>	100		0		0		0
	IX	Lago Colico	<div><div></div></div>	100		0		0		0
		Lago Caburgua	<div><div></div></div>	96	<div><div></div></div>	4		0		0
		Lago Villarrica	<div><div></div></div>	86	<div><div></div></div>	13	<div><div></div></div>	1		0
		Lago Calafquén	<div><div></div></div>	99	<div><div></div></div>	1		0		0
	XIV	Lago Panguipulli	<div><div></div></div>	91	<div><div></div></div>	8		0		0
		Lago Neltume	<div><div></div></div>	100		0		0		0
		Lago Riñihue	<div><div></div></div>	92	<div><div></div></div>	8		0		0
		Lago Ranco	<div><div></div></div>	95	<div><div></div></div>	5		0		0
		Lago Maihue	<div><div></div></div>	99		0		0		0
	X	Lago Puyehue	<div><div></div></div>	100		0		0		0
		Lago Rupanco	<div><div></div></div>	100		0		0		0
		Lago Todos Los Santos	<div><div></div></div>	100		0		0		0
		Lago Llanquihue	<div><div></div></div>	100		0		0		0
		Lago Chapo	<div><div></div></div>	79	<div><div></div></div>	22		0		0

Fuente: Elaboración propia en base a información DGA, diciembre 2014

En la Macrozona Centro la calidad trófica de los lagos es deficiente presentando la Laguna de Aculeo el 8% de los muestreos con una condición oligotrófica. Laguna Torca es la que se encuentra en un peor estado trófico con un 100% de muestreos con condición de hipereutrofia. El Lago Vichuquén ha presentado condiciones de mesotrofia en un 57% de las veces y eutrofia en un 36% de ellos.

Para los lagos de la Macrozona Sur se observa que Lleulleu, Colico, Neltume, Llanquihue, Puyehue, Rupanco y Todos Los Santos han presentado la condición de oligotrofia en un 100% de los

muestreos, por ende, corresponden a los lagos en mejor estado de calidad. En esta misma macrozona, un grupo intermedio de lagos controlados (Caburgua, Villarica, Panguipulli, Ranco, Riñihue y Chapo) han presentado condiciones tróficas mayoritariamente oligotróficas con rangos entre 79% y 96%. Finalmente, los cuerpos de agua que han presentado una condición trófica de menor calidad, mayoritariamente mesotróficos, son el lago Lanalhue (38%) y Laguna Grande de San Pedro (54%). Con respecto a la condición de eutrofia, se observa que son los mismos, Lago Lanalhue con 34% y Laguna Grande de San Pedro con 11%.

