



PROGRAMA CHILENO DE MONITOREO DE GLACIARES Y NIEVES

Jorge Huenante

Jefe Subdivisión de Glaciología y Nieves

División de Hidrología

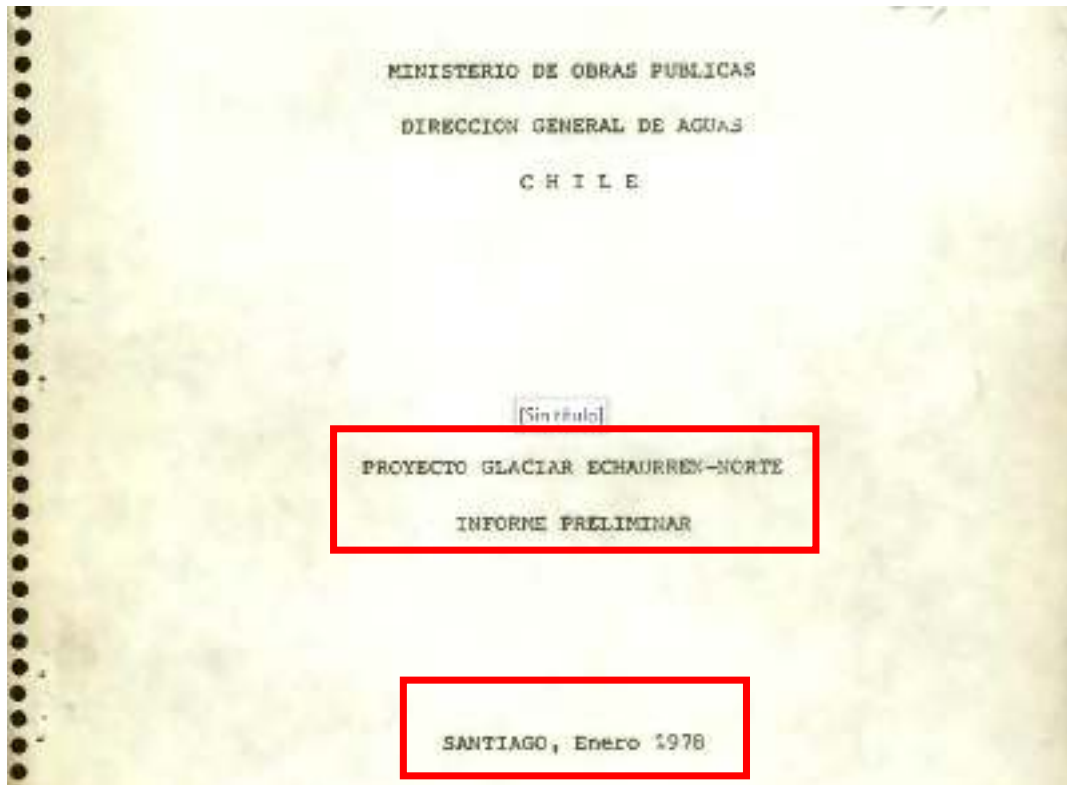
Dirección General de Aguas

Santiago, 07 de octubre de 2025



Glaciar Echaurren Norte, RM.

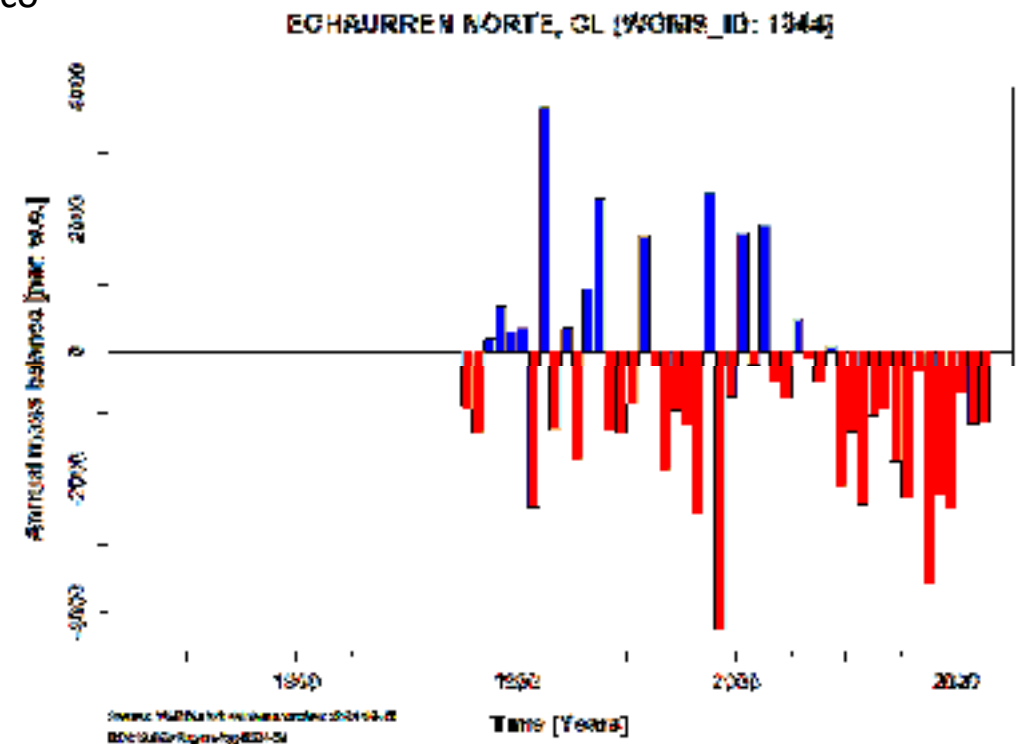
DGA realiza el monitoreo permanente, sin interrupciones de este glaciar desde la década de 1970.



World Glacier Monitoring Service - Glaciar Echaurren Norte, RM.

Los **glaciares de referencia** cuentan con más de 30 años de mediciones de **balance de masa** glaciológicas en curso. Como variable climática esencial, estos glaciares constituyen la columna vertebral de la red de observación del **WGMS** (World Glacier Monitoring Service) dentro del Sistema Global de Observación del Clima en apoyo de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático.

El glaciar **Echaurren Norte** corresponde a la serie de balance de masa glaciar más larga de todos **Los Andes** con una medición **continua desde 1975/76**.





Subdivisión de Glaciología y Nieves 2025



Estrategia Nacional de Glaciares (2009)

Plan de Monitoreo Glaciar - 5 Niveles de Monitoreo:

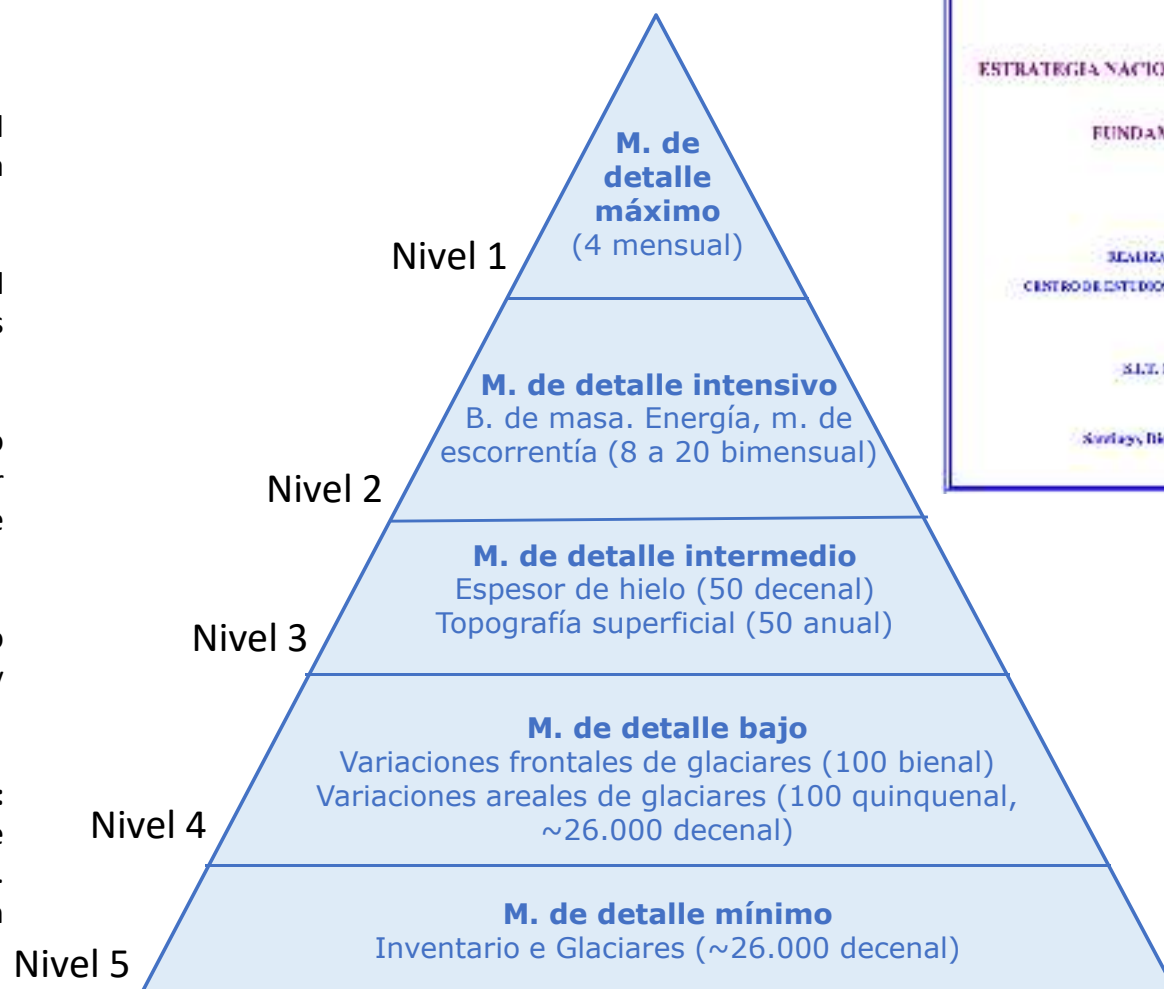
5 - Monitoreo extensivo nacional: Estudio nacional extensivo de inventarios, con el detalle necesario para reconocer todas las masas glaciares del país.

4 - Análisis de fluctuaciones glaciares: Estudio nacional extensivo, orientado a establecer los parámetros básicos de la dinámica glaciar a nivel país.

3 - Monitoreo glaciar de mediana intensidad: Estudio local de mediana intensidad, orientado a determinar detalles de la dinámica glaciar en número suficiente para proveer indicadores a escala nacional.

2 - Monitoreo de detalle: Estudio local intensivo orientado al monitoreo de detalle y desarrollo y optimización de técnicas y parámetros.

1 - Monitoreo de detalle intensivo y multidisciplinario: Estudio local intensivo y multidisciplinario de fenómenos a escala temporal de años, meses y días. Utilizando múltiples metodologías y alta resolución espacial y temporal.



Inventario Público de Glaciares (IPG2022)

ANTECEDENTES GENERALES:

El **primer Inventario Público de Glaciares** a nivel nacional fue realizado por la Unidad de Glaciología y Nieves de la DGA entre los años 2008 y 2014, y puesto a disposición de la ciudadanía el mismo año 2014.

A su vez, la **Estrategia Nacional de Glaciares** del año 2009, recomienda una frecuencia de 10 años para la actualización del Inventario Público de Glaciares.

El **Inventario Público de Glaciares 2022 (IPG2022)**, corresponde a una actualización del Inventario Público de Glaciares de 2014 (IPG2014).



<https://dga.mop.gob.cl/inventario-publico-glaciares/>



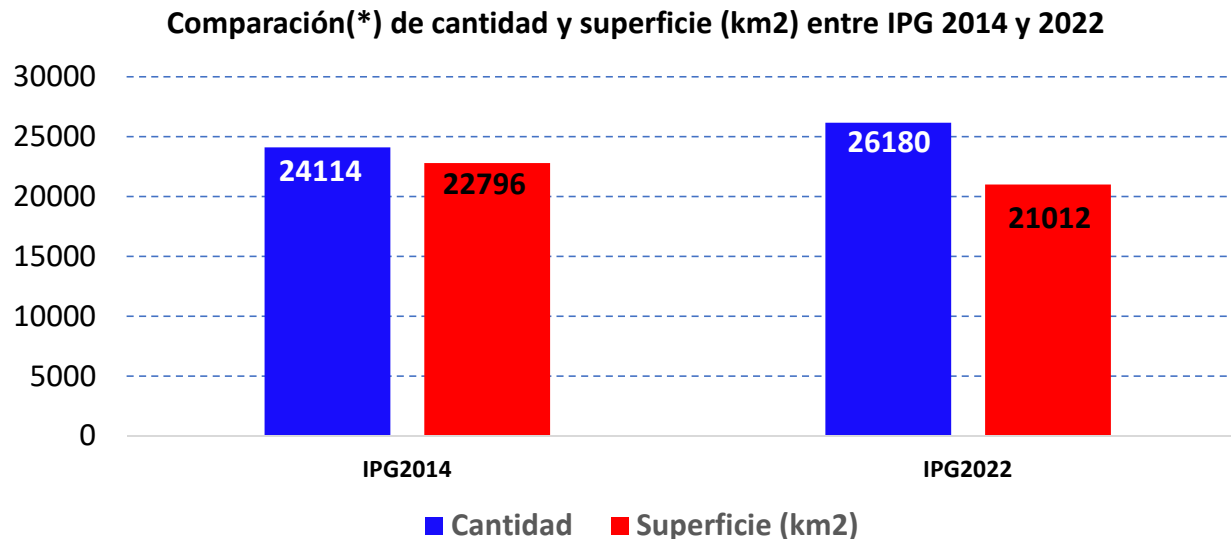
Inventario Público de Glaciares (IPG2022)

Resultados:

El **fragmentación Inventario Público de Glaciares** a nivel nacional fue realizado por la Unidad de Glaciología y Nieves de la DGA entre los años 2008 y 2014, y puesto a disposición de la ciudadanía el mismo año 2014.

A su vez, la **Estrategia Nacional de Glaciares** del año 2009, recomienda una frecuencia de 10 años para la actualización del Inventario Público de Glaciares.

El **Inventario Público de Glaciares 2022 (IPG2022)**, corresponde a una actualización del Inventario Público de Glaciares de 2014 (IPG2014).



(*) Debido a cambios metodológicos y cambios en la tecnología de imágenes satelitales, Ambos inventarios no deben ser comparados.

Inventario Público de Glaciares (IPG2022)

Resultados Nacional:

Según el IPG2022, se identifican un total de **26.180 glaciares**, entre los cuales predominan los del tipo **glaciarete**, pero la mayor superficie la representan los glaciares **efluentes**.

Tipo	Cantidad		Área		Volumen		Volumen equivalente en agua		Elevación promedio m s.n.m.		
	Nº	%	Km²	%	km³	%	km³	%	Mínima	Máxima	Media
Glaciar de montaña	3.844	14,68	4.128,05	19,65	155,17	5,13	131,90	5,13	1.264,25	1.811,42	1.554,72
Glaciar de valle	310	1,18	1.870,42	8,90	130,47	4,31	110,90	4,31	1.179,09	2.369,68	1.780,88
Glaciar efluente	217	0,83	13.737,60	65,38	2.725,21	90,05	2.316,43	90,04	252,26	2.122,18	1.176,63
Glaciar rocoso	3.598	13,74	484,06	2,30	5,64	0,19	5,17	0,20	3.799,38	4.035,11	3.900,82
Glaciarete	18.211	69,56	792,09	3,77	9,71	0,32	8,25	0,32	1.569,23	1.698,38	1.638,61
Total	26.180		21.012,22		3.026,20		2.572,65				

Cantidad de glaciares por tipo (%)



- Glaciar de montaña (14,68%)
- Glaciar de valle (1,18%)
- Glaciar efluente (0,83%)
- Glaciar rocoso (13,74%)
- Glaciarete (69,56%)

Superficie de glaciares por tipo (%)



- Glaciar de montaña (19,65%)
- Glaciar de valle (8,90%)
- Glaciar efluente (65,38%)
- Glaciar rocoso (2,30%)
- Glaciarete (3,77%)

Inventario Público de Glaciares (IPG2022)

Región Metropolitana de Santiago

Existe un total de **1.254 glaciares**, entre los cuales predominan en cantidad los del tipo glaciar rocoso.

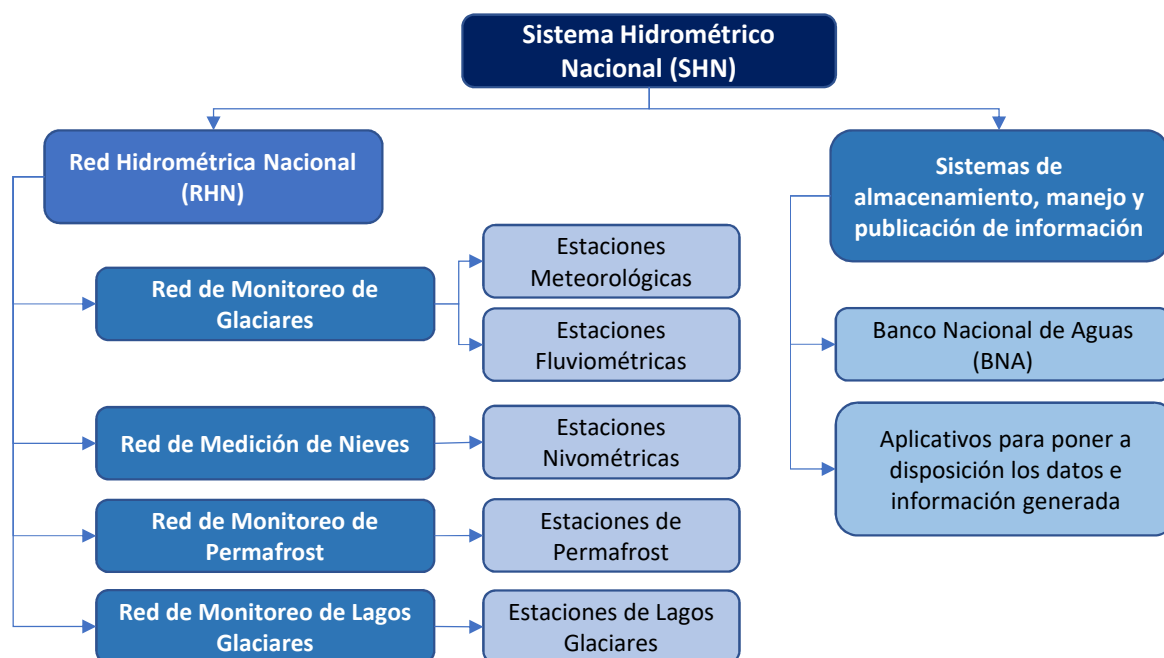
La región posee en su totalidad un área de 15.398,38 km², de los cuales un 2,92% corresponde a superficie glaciada (450,37 km²).

Tipo	Cantidad		Área		Volumen		Volumen equivalente en agua	
	N°	%	Km ²	%	Km ³	%	Km ³	%
Glaciar de montaña	105	8,37	120,23	26,70	4,42	27,04	3,76	26,80
Glaciar de valle	37	2,95	168,85	37,50	9,84	60,16	8,37	59,63
Glaciar rocoso	785	62,60	140,61	31,22	1,83	11,19	1,58	11,97
Glaciarete	327	26,08	20,65	4,58	0,26	1,61	0,22	1,60
Total	1.254		450,37		16,36		14,03	

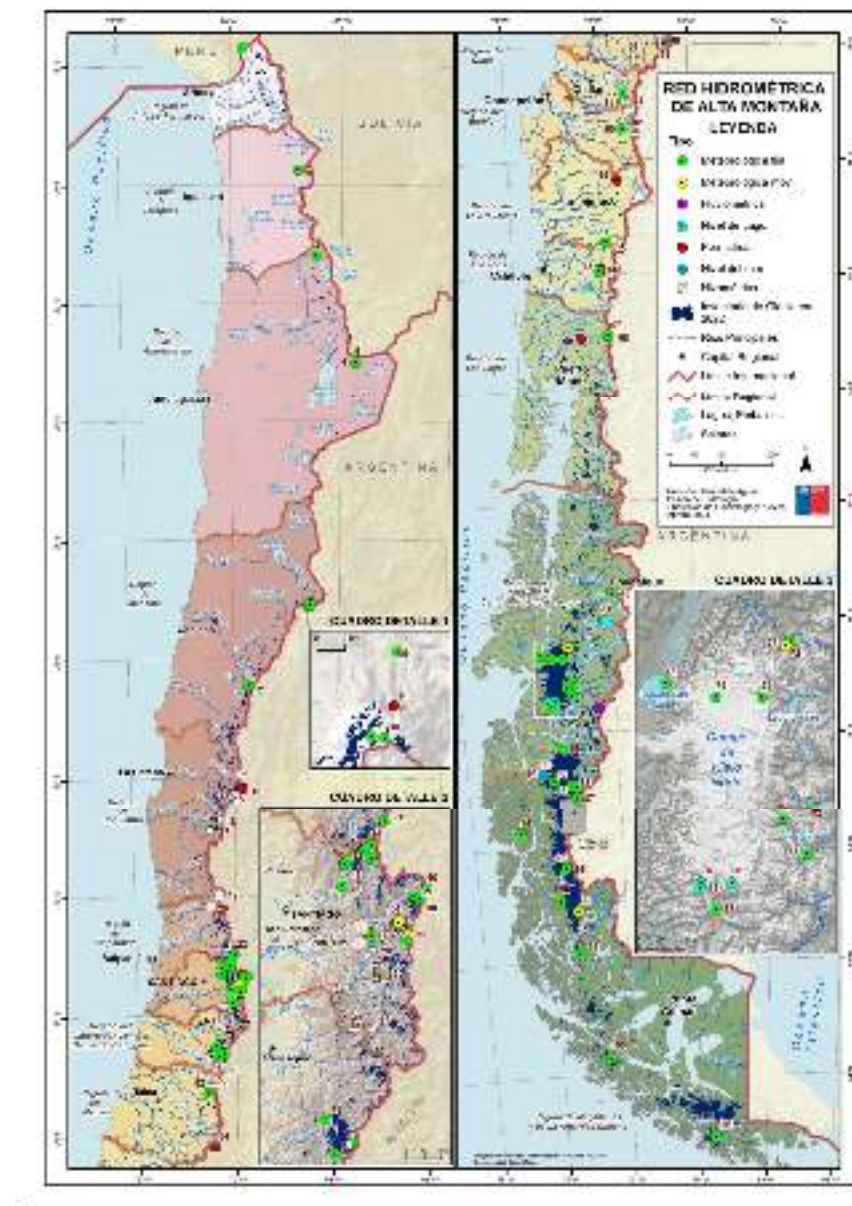


Red de Estaciones Glacio- Meteorológicas

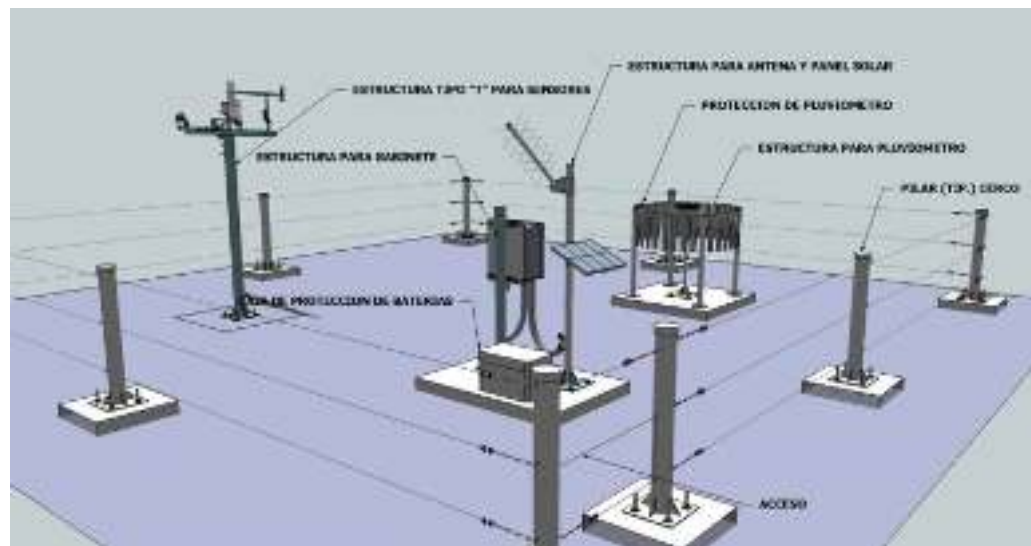
Red Hidrométrica de Alta Montaña (RHAM)



- **96** estaciones de monitoreo meteorológico en glaciares, nieves, permafrost y lagos glaciares.
- Instaladas en todas las regiones del país.



Red de Estaciones Glacio- Meteorológicas

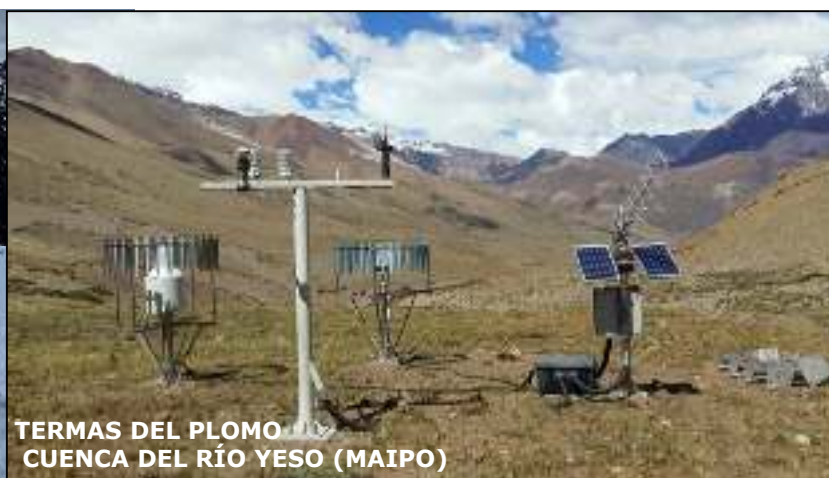


Variables esenciales del clima (VEC)

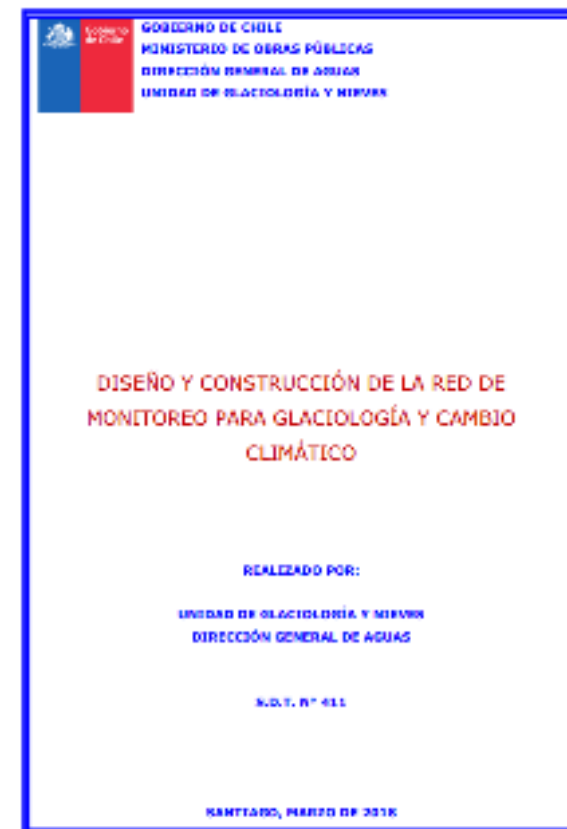
1. Temperatura del aire pasiva ($^{\circ}\text{C}$)
2. Temperatura del aire aspirada ($^{\circ}\text{C}$)
3. Humedad relativa (%)
4. Velocidad del viento (m s^{-1})
5. Dirección del viento (grados)
6. Presión Atmosférica (mb)
7. Radiación solar onda corta (W/m^{-2})
8. Radiación solar onda larga (W/m^{-2})
9. Distancia al suelo (nieve) (cm)
10. Precipitación (mm)



EMAM GLACIAR Tyndall
(Región de Magallanes)



TERMAS DEL PLOMO
CUENCA DEL RÍO YESO (MAIPO)



Estaciones meteorológicas automáticas fijas

EMAF VALLE DEL RÍO OLIVARES
CUENCA DEL RÍO OLIVARES (MAIPO)



EMAF «OLIVARES ALFA», CUENCA DEL RÍO OLIVARES (MAIPO)



ESTACIONES METEOROLÓGICAS AUTOMÁTICAS FIJAS

EMAF «GLACIAR UNIVERSIDAD», CUENCA DEL RÍO
TINGUIRIRICA (RAPEL)



EMAF «NUNATAK O'HIGGINS», CUENCA
DEL LAGO O'HIGGINS (RÍO PASCUA)



Estaciones meteorológicas automáticas móviles



Estaciones fluviométricas asociadas a glaciares



Estaciones Nivométricas

Portillo, Valparaíso



Lo Aguirre, Maule



La Melosas, RM



Red Hidrométrica en Alta Montaña RM

Rutas de Nieve



Medidas entre los meses de junio y agosto.

Mediciones manuales de espesor y densidad del manto nival.

Insumo principal para el “**Pronóstico de caudales de deshielo**”



Tabla 2.6.1 Rutas de nieve

Región	Cuenca	Ruta de nieve	Elevación m s.n.m	Año de inicio ruta de nieve	Latitud	Longitud
Coquimbo	Elqui	Cerro Olivares	3.566	1974	30°15'29"	69°56'25"
	Limarí	Quebrada Larga	3.550	1956	30°54'12"	70°30'57"
	Limarí	Cerro Vega Negra	3.529	1972	30°54'12"	70°30'57"
	Choapa	El Soldado	3.293	1969	32°00'24"	70°19'17"
Valparaíso	Petorca	El Sobrante	3.143	1981	32°11'20"	70°28'59"
	Aconcagua	Portillo	3.032	1951	32°50'40"	70°06'39"
Metropolitana de Santiago	Maipo	Laguna Negra	2.785	1965	33°39'57"	70°06'28"
Maule	Maule	Los Cóndores	2.439	2017	36°00'35"	70°32'52"
	Maule	Lo Aguirre	1.989	1953	35°58'17"	70°34'12"
Ñuble	Itata	Volcán Chillán	2.078	1966	36°53'37"	71°24'43"
Biobío	Biobío	Alto Mallines	1.784	1967	37°09'32"	71°14'33"

Refugios Glaciológicos

RM

AYSÉN

RM

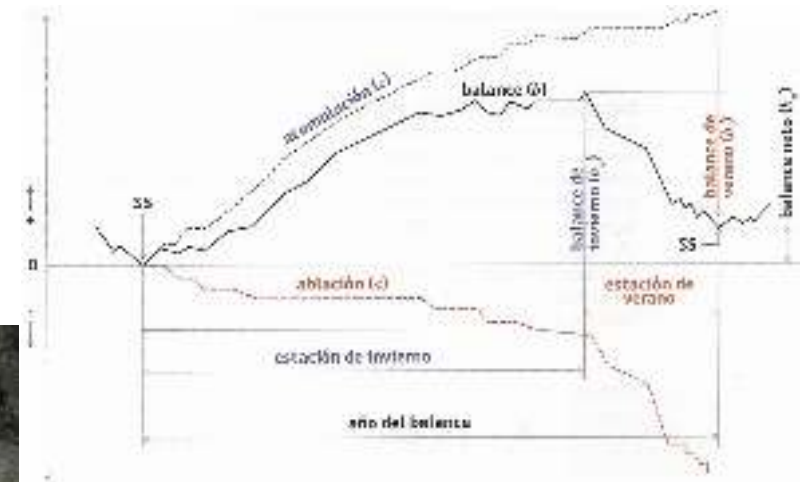
AYSÉN

MAGALLANES

Monitoreo de glaciares

Balance de masa glaciológico

Estimación del cambio de volumen de hielo de los glaciares monitoreados, mediante técnica de mediciones puntuales en terreno.
Instalación de balizas y calicatas de nieve

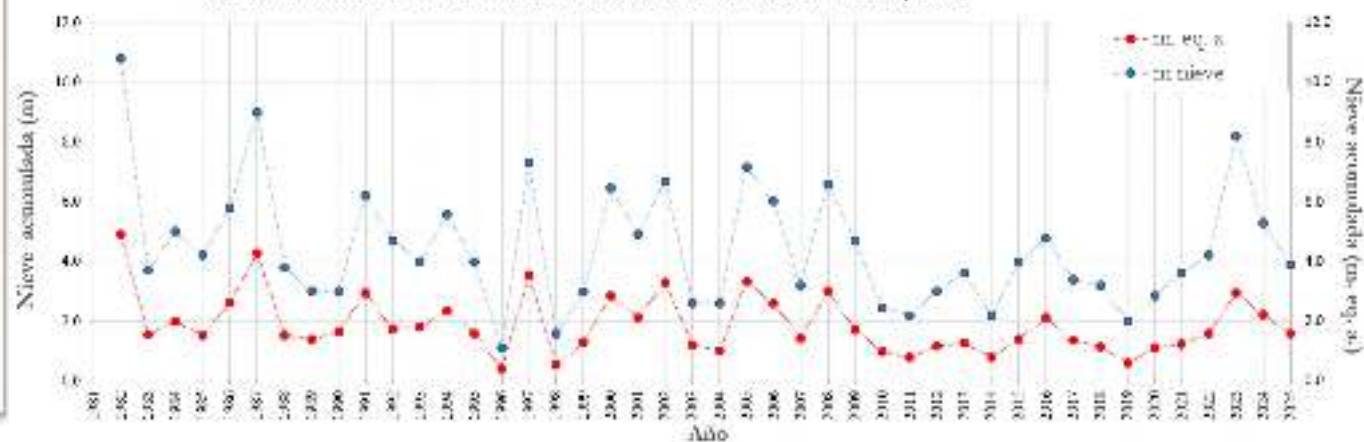


Monitoreo de glaciares

Balance de masa glaciológico



Acumulación de nieve invernal Glaciar Echaurren Norte, RM

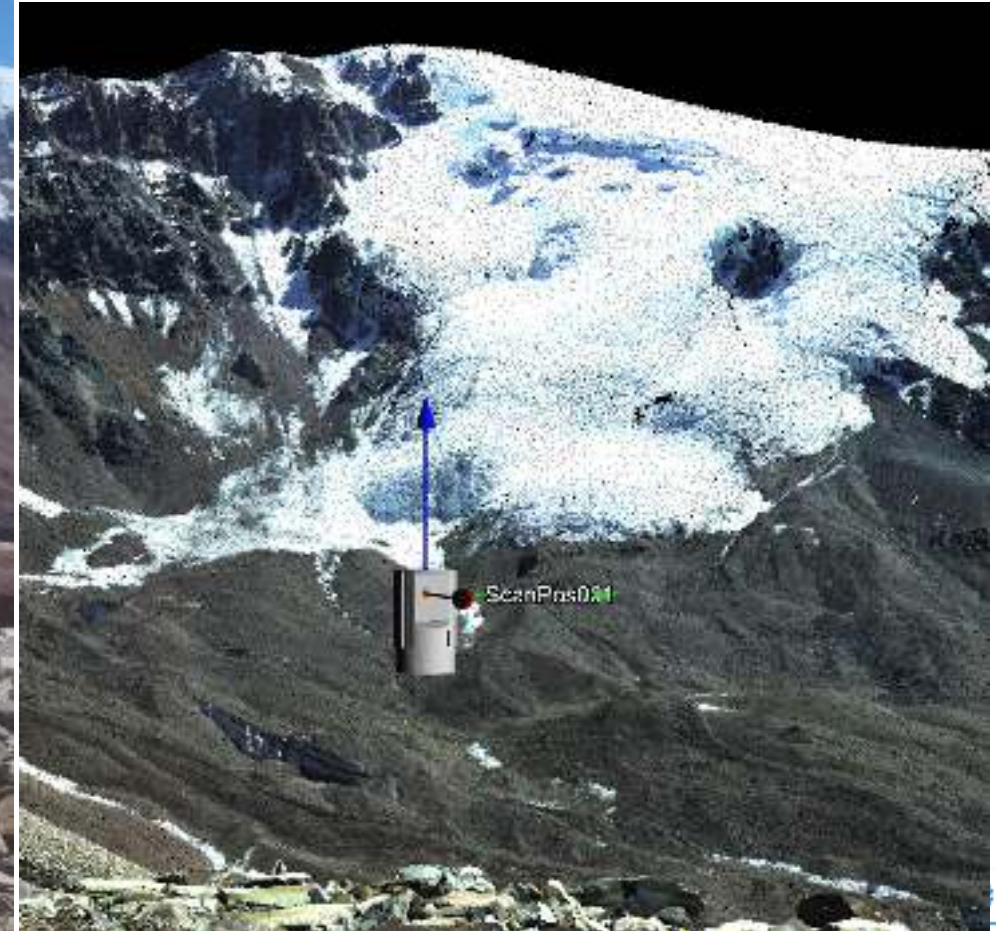
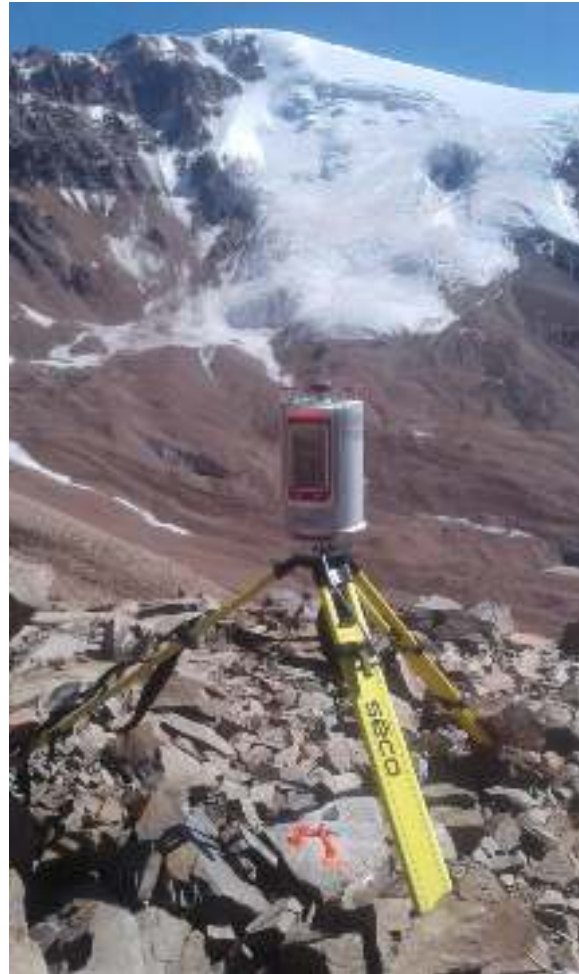


Monitoreo de glaciares

Balance de masa geodésico

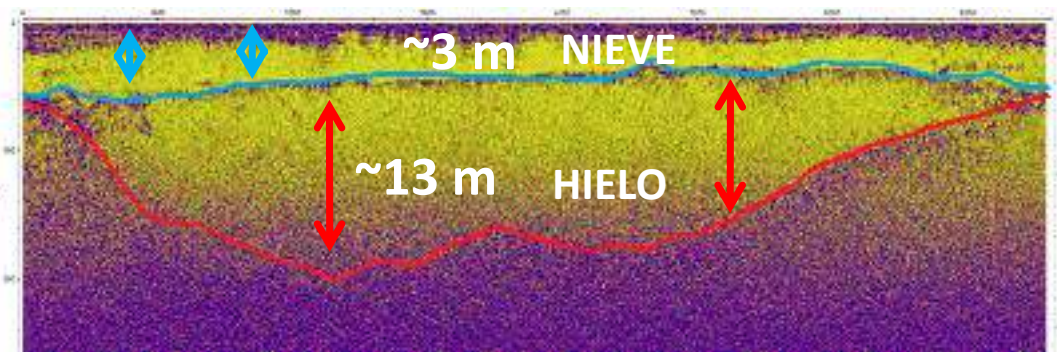
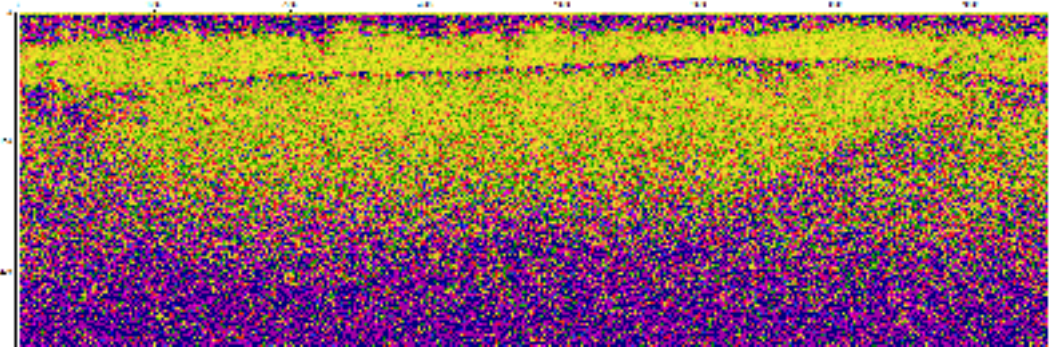
Estimación del cambio de volumen de hielo de los glaciares monitoreados, mediante técnica geodésica con instrumentos de alta precisión.

Mediciones
terrestre, y **LIDAR**
diferencial. **GPS**



Radar terrestre (ground-penetrating radar, GPR)

Medición y estimación del espesor de nieve y hielo bajo la superficie.



Variaciones areales

- Otra forma de evaluar el comportamiento de un glaciar en el tiempo respecto a su tamaño original, son las variaciones de área.
- Las variaciones de áreas de glaciares pueden ser estimadas dibujando su contorno sobre dos imágenes satelitales de fechas distintas. De esta manera, se calcula el área superficial del glaciar y se estima una diferencia de área positiva o negativa.



1953

Glaciar Olivares, región Metropolitana



2018

Glaciar Volcán Corcovado Región de los Lagos - Macrozona Sur



VARIACIONES AREALES HISTÓRICAS

- 2024 (PlanetScope Scene)
- 2023 (PlanetScope Scene)
- 2022 (Sentinel-2)
- 2017 (Landsat 8 OLI)
- 2009 (Landsat ETM+)
- 1951 (Landsat MSS)

DATOS CARTOGRÁFICOS Y GEODÉSICOS

PROYECCIÓN UTM
DATUM WGS 84
HUSO 18S

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA)
DIVISIÓN DE HIDROLOGÍA
SUBDIVISIÓN DE GLACIOLOGÍA Y NIEVES

FUENTE DE INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PLANETSCOPE SCENE
04 DE MARZO, 2024

ACTUALIZADO POR

Subdivisión de
Glaciología y Nieves

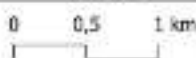
MACROZONAS GLACIOLOGICAS



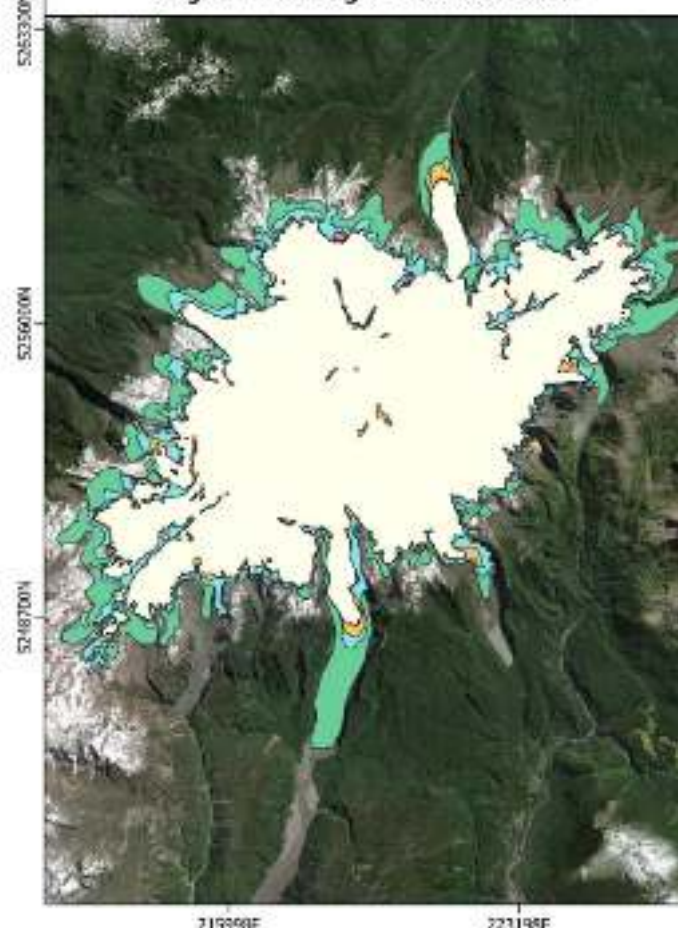
MAPA DE UBICACIÓN



ESCALA



Glaciar Michinmahuida Región de los Lagos - Macrozona Sur



VARIACIONES AREALES HISTÓRICAS

- 2024 (PlanetScope Scene)
- 2023 (PlanetScope Scene)
- 2022 (Sentinel-2)
- 2017 (Landsat 8 OLI)
- 2009 (Landsat ETM+)
- 1951 (OEA-MSS)

DATOS CARTOGRÁFICOS Y GEODÉSICOS

PROYECCIÓN UTM
DATUM WGS 84
HUSO 18S

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA)
DIVISIÓN DE HIDROLOGÍA
SUBDIVISIÓN DE GLACIOLOGÍA Y NIEVES

FUENTE DE INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PLANETSCOPE SCENE
04 DE MARZO, 2024

ACTUALIZADO POR

Subdivisión de
Glaciología y Nieves

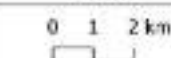
MACROZONAS GLACIOLOGICAS



MAPA DE UBICACIÓN



ESCALA



Variaciones areales

Región	Centro Montañoso o Glaciar	Período		Área (km²)		Variación Areal		
				Inicial	Final	km²	%	Tasa km²/añ
Arica y Parinacota	Volcán Parinacota	1975	2024	7,18	2,4	-4,78	-67	-0,1
Tarapacá	Volcán Sillajhuay	1972	2024	4,96	0,17	-4,79	-97	-0,09
Atacama	Nevado Tres Cruces	1976	2024	6,11	0,66	-5,45	-89	-0,11
Atacama	Tronquitos	1973	2024	5,55	3,39	-2,16	-39	-0,04
Coquimbo	Tapado	1975	2024	2,58	1,8	-0,78	-30	-0,02
Valparaíso	Juncal Norte	1955	2024	8,92	6,89	-2,03	-23	-0,03
Metropolitana	Juncal Sur	1955	2024	37,72	23,15	-14,57	-39	-0,21
Metropolitana	Olivares Gama	1955	2024	15,94	11,12	-4,82	-30	-0,07
Metropolitana	Pirámide	1986	2024	6,44	4,71	-1,73	-27	-0,05
Metropolitana	Bello	1985	2024	6,41	3,93	-2,48	-39	-0,06
Metropolitana	San Francisco	1955	2024	2,22	1,44	-0,78	-35	-0,01
O'Higgins	Universidad	1945	2024	31,05	24,2	-6,85	-22	-0,09
Biobío	Sierra Velluda	1985	2024	23,89	8,91	-14,98	-63	-0,38
La Araucanía	Volcán Villarrica	1961	2024	39,83	22,22	-17,61	-44	-0,28
Los Ríos	Volcán Mocho-Choshuenco	1976	2024	28,09	12,39	-15,7	-56	-0,33
Los Lagos	Casa Pangué	1911	2024	4,48	1,81	-2,67	-60	-0,02
Los Lagos	Cerro Yantéles	1979	2024	67,15	35,85	-31,3	-47	-0,7

Región	Centro Montañoso o Glaciar	Período		Área (km²)		Variación Areal		
				Inicial	Final	km²	%	Tasa km²/añ
Los Lagos	Volcán Michinmahuida	1961	2024	101,54	71,57	-29,97	-30	-0,48
Los Lagos	Volcán Corcovado	1979	2024	8,19	3,06	-5,13	-63	-0,11
Aysén	Nevado de Queulat	1986	2024	113,1	86,02	-27,08	-24	-0,71
Aysén	San Rafael	1871	2024	801,48	697,78	-103,7	-13	-0,66
Aysén	Nef	1976	2024	130,78	116,18	-14,6	-11	-0,3
Aysén	Colonia	1976	2024	293,91	265,8	-28,11	-10	-0,59
Aysén	Jorge Montt	1976	2024	526	413,77	-112,2	-21	-2,34
Magallanes	Marinelli	1976	2024	164,16	113,76	-50,4	-31	-1,05

La DGA evalúa la variación de área de 25 glaciares más representativos que así lo demuestran. De los cuales 7 han disminuido por sobre un 50%. Por ejemplo, el glaciar volcán Sillajhuay ubicado en la Región de Tarapacá, del cual tenemos datos desde 1972, ha disminuido su superficie en un 97%. Es decir, de un área inicial de 4,96 km², hoy solo queda 0,17 km².

Riesgos y Peligros

- **Remociones en masa**

Son movimientos que ocurren en la superficie de la tierra movilizando material como roca, hielo, suelo y vegetación, entre otros



Villa Santa Lucía, Chaitén
Región de Aysén

- **Glacier Outburst Floods – GLOF's**

Vaciamientos de lagos proglaciales por colapso de represas morrénicas o diques de hielo. Existen diferentes procesos que pueden facilitar la ruptura de las represas como: terremotos, erupciones volcánicas, avalanchas, movimientos de masa o factores asociados al cambio climático tales como crecimiento de los lagos y lagunas proglaciales.



Laguna Témpanos,
Glaciar Steffen
Túnel subglaciar posta
vaciamiento de la Laguna
Región de Aysén

Pronóstico de caudales de deshielo

Río Maipo en El Manzano
Temporada 2025/2026



PRONÓSTICO DE CAUDALES DE DESHIELO

Periodo septiembre 2025 - marzo 2026

REALIZADO POR:

DIVISIÓN DE HIDROLOGÍA

SOT N° 508

Santiago, septiembre 2025

NNT 3045-001

- Este 2025 fue deficitario en cuanto a lluvias a nivel país, tanto respecto al 2024. Por lo que gran parte de las regiones consignadas en este pronóstico tienen un porcentaje de déficit de precipitaciones que fluctúa entre -6% y -78%.
- En cuanto a la acumulación de nieve, se observa que los montos son menores al promedio histórico y a lo observado en la temporada pasada.

Situación Actual



- **Monitoreo de 11 glaciares** a nivel nacional con apoyo externo y medios propios DGA **(2024-2025)**.
Glaciarete Barrancas Blancas (U. Atacama), Glaciar Tapado (CEAZA), Juncal Norte (Geoestudios Ltda.), Glaciar Bello (DGA), Glaciar Pirámide (DGA), Glaciar San Francisco (DGA), Glaciar Echaurren Norte (DGA), Glaciar Universidad (U. OHiggins), Glaciar Chillán (U. Concepción), Glaciar Mocho (UACH), Glaciar Exploradores (CIEP), Glaciar Calluqueo (CIEP), Glaciar Tyndall (DGA), Glaciar Bernal (UMAG).
- **96 estaciones de monitoreo instaladas**. Sistema Hidrométrico Nacional - Red Hidrométrica de Alta Montaña (Glaciares, nieves, permafrost, lagos glaciares). Ampliación de la Red en **+65 estaciones nuevas** en los próximos 5 años **(2025-2030)**.
- Inventario Público de Nieves (máxima cobertura nival anual). En forma anual comenzando en 2024.
- Asesorías de apoyo para monitoreo y levantamiento de información en **Campos de Hielo Patagónicos**.
- **Programa GORE Aysén**: “Programa de protección y transferencia de información glaciológica en la provincia de capitán Prat”
- Colaboración con otras entidades: Convenios **Universidades**, mesas de trabajo **SENAPRED** (dinámicas de montaña, peligros volcánicos, etc), **Sistema de Evaluación Ambiental** (revisión EIAs, DIAs), **Gobiernos Regionales**.





GRACIAS



Jorge Huenante

Jefe Subdivisión de Glaciología y Nieves

División de Hidrología

Dirección General de Aguas

jorge.huenante@mop.gov.cl

Santiago, 07 de octubre de 2025