

Programa de Glaciología

Dirección General de Aguas



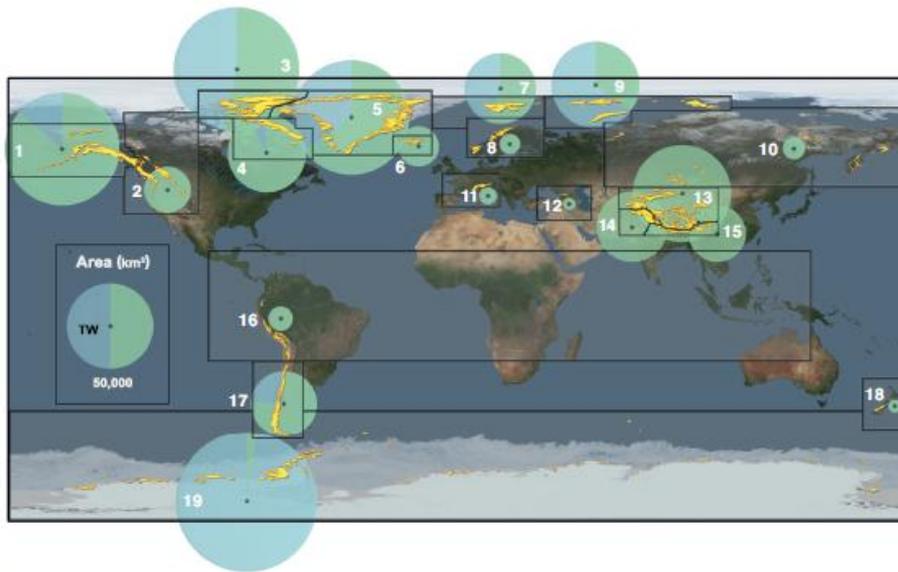
Ministerio de
Obras Públicas

Dirección
General de
Aguas

Jorge Huenante G.
Unidad de Glaciología y Nieves
04 de Septiembre de 2015

I. Antecedentes Generales

Distribución Global de Glaciares



Region	Region Name	Number of Glaciers	Area (km²)	Percent of total area	Tidewater fraction (%)	Mass (minimum) (Gt)	Mass (maximum) (Gt)	Mean SLE (mm)
1	Alaska	23,112	89,267	12.3	13.7	16,168	28,021	54.7
2	Western Canada and USA	15,073	14,503.5	2.0	0	906	1148	2.8
3	Arctic Canada North	3318	103,990.2	14.3	46.5	22,366	37,555	84.2
4	Arctic Canada South	7342	40,600.7	5.6	7.3	5510	8845	19.4
5	Greenland	13,880	87,125.9	12.0	34.9	10,005	17,146	38.9
6	Iceland	290	10,988.6	1.5	0	2390	4640	9.8
7	Svalbard	1615	33,672.9	4.6	43.8	4821	8700	19.1
8	Scandinavia	1799	2833.7	0.4	0	182	290	0.6
9	Russian Arctic	331	51,160.5	7.0	64.7	11,016	21,315	41.2
10	North Asia ^a	4403	3425.6	0.4	0	109	247	0.5
11	Central Europe	3920	2058.1	0.3	0	109	125	0.3
12	Caucasus	1339	1125.6	0.2	0	61	72	0.2
13	Central Asia	30,200	64,497	8.9	0	4531	8591	16.7
14	South Asia (West)	22,822	33,862	4.7	0	2900	3444	9.1
15	South Asia (East)	14,006	21,803.2	3.0	0	1196	1623	3.9
16	Low Latitudes ^a	2601	2554.7	0.6	0	109	218	0.5
17	Southern Andes ^a	15,994	29,361.2	4.5	23.8	4241	6018	13.5
18	New Zealand	3012	1160.5	0.2	0	71	109	0.2
19	Antarctic and Sub-Antarctic	3274	13,2267.4	18.2	97.8	27,224	43,772	96.3
	Total	168,331	726,258.3		38.5	113,915	191,879	412.0

Figure 4.8 | Global distribution of glaciers (yellow, area increased for visibility) and area covered (diameter of the circle), sub-divided into the 19 RGI regions (white number) referenced in Table 4.2. The area percentage covered by tidewater (TW) glaciers in each region is shown in blue. Data from Arendt et al. (2012) and Gardner et al. (2013).

Notes:

^a For regions 10, 16 and 17 the number and area of glaciers are corrected to allow for over-inclusion of seasonal snow in the glacierized extent of RGI 2.0 and for improved outlines (region 10 compared to RGI 2.0 (updated from, Arendt et al., 2012).

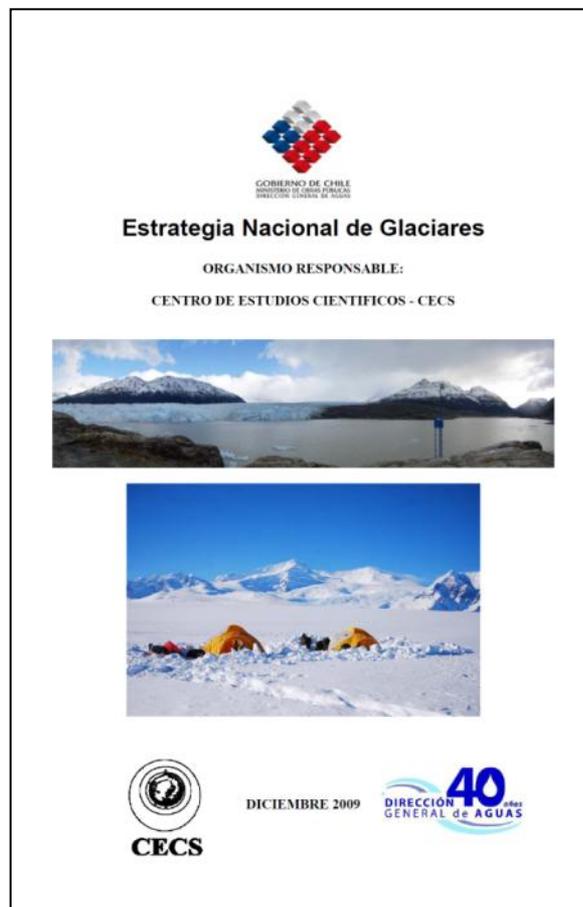
En Sudamérica, Chile contiene la mayor parte de ellos (alrededor de 82%).

Source: IPCC, AR5, 2013



II. Estrategia Nacional de Glaciares, 2009

- Sistema integrado de 5 niveles de observación jerárquica para estudiar todos los glaciares del país con distintos niveles de detalle
- Basada en recomendaciones del World Glacier Monitoring Service (WGMS)



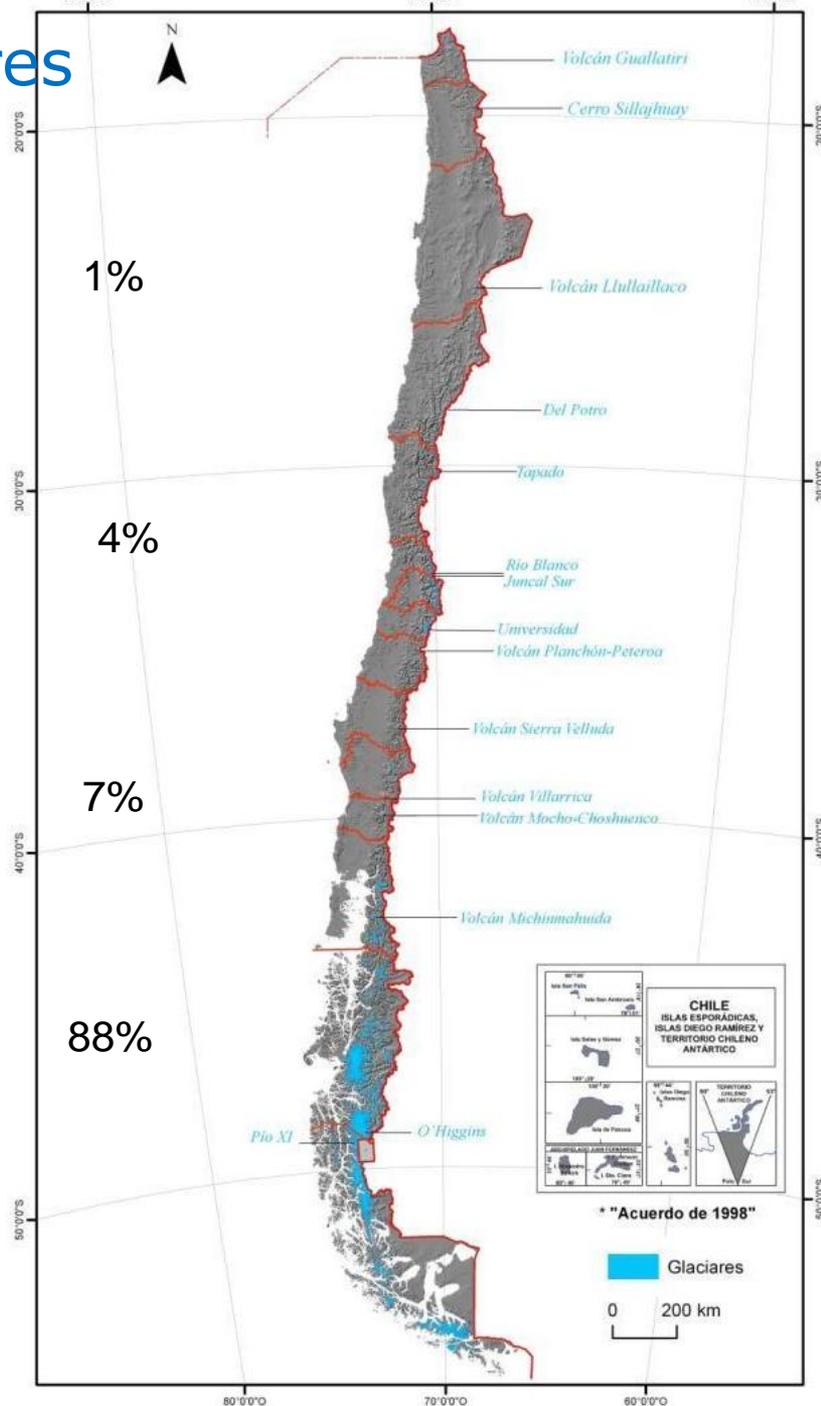
Objetivos de monitoreo de largo plazo

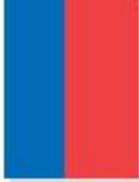
- a. Comprender **procesos según zonas glaciológicas** y glaciares piloto en combinación con mediciones tradicionales y sensores remotos
- b. **Validación de modelos** (derretimiento, balance de energía, hidrológicos)
- c. Detección de **cambios glaciares** (variaciones recientes, tasa de cambio, tendencias de aceleración, patrones de cambio)
- d. Estimación de **impactos** en recursos hídricos



III. Nivel 5: Inventario de Glaciares

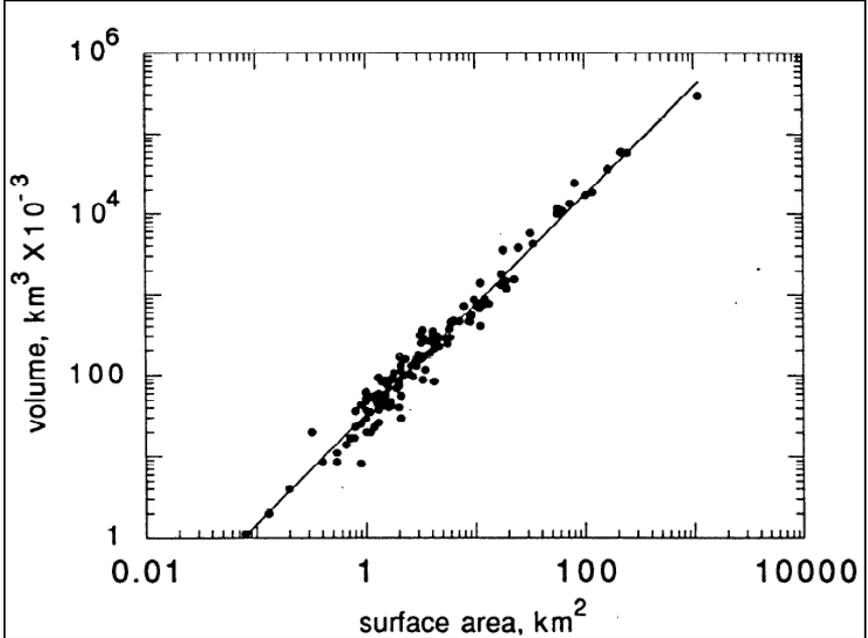
- Sudamérica ~ **29.361 km²** (Randolph Glacier Inventory)
- Chile: **23.641 km²** (~82%)
- Glaciares en área (km²) y número
- La zona Austral representa el **88% del área** total de glaciares; y **97% del volumen** total de hielo de Chile.
- Relevancia científica mundial: cambio climático y contribución al nivel del mar





Relación entre área de un glaciar y su volumen

INTERVALO km ²	NÚMERO	AREA km ²	% de N° de glaciares	% de área
0.01-0.049	10.884	265,387	45,136%	1,12%
0.05-0.099	3.638	260,041	15,087%	1,10%
0.1-0.24	3.845	619,808	15,945%	2,62%
0.25-0.49	2.242	800,739	9,298%	3,39%
0.5-0.99	1.561	1.087,282	6,473%	4,60%
1-4.9	1.521	3.102,402	6,308%	13,12%
5-9.9	205	1.371,851	0,850%	5,80%
10-49	151	3.109,294	0,626%	13,15%
50-99	30	1.944,969	0,124%	8,23%
100-499	32	6.972,573	0,133%	29,49%
500-999	4	2.865,88	0,017%	12,12%
>= 1000	1	1.241,2	0,004%	5,25%
TOTAL	24.114	23.641,426	100%	100%

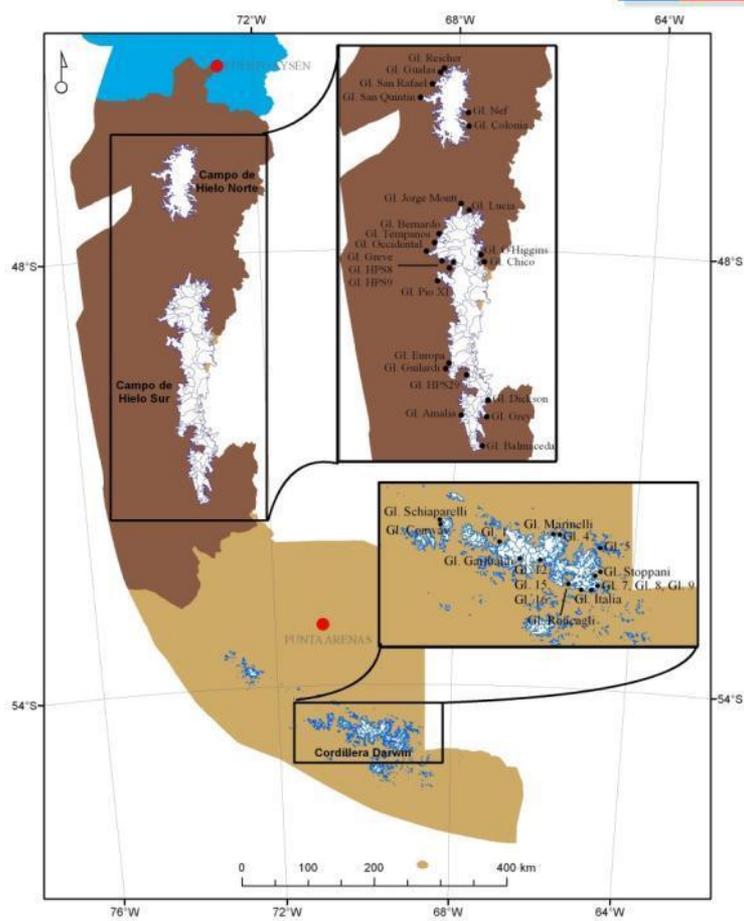
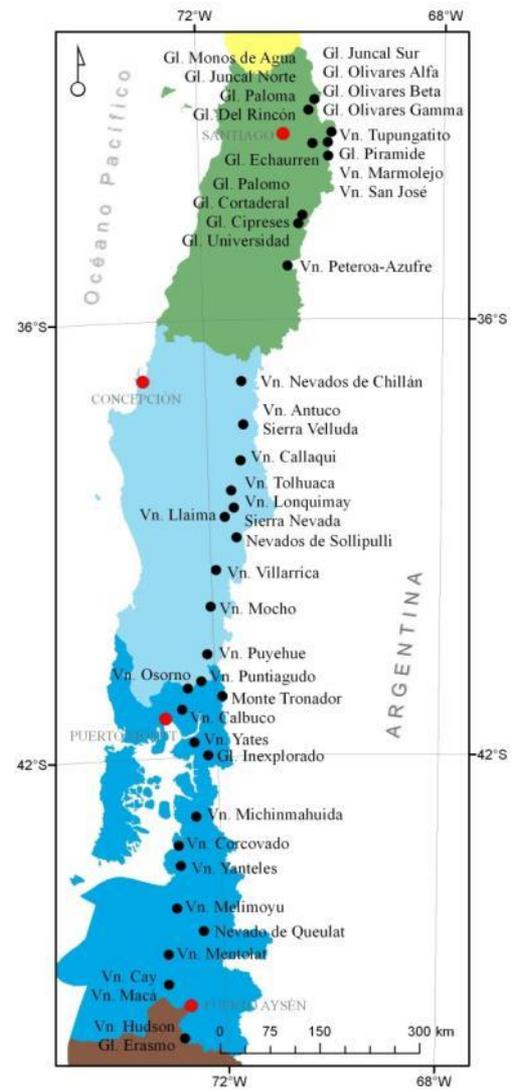
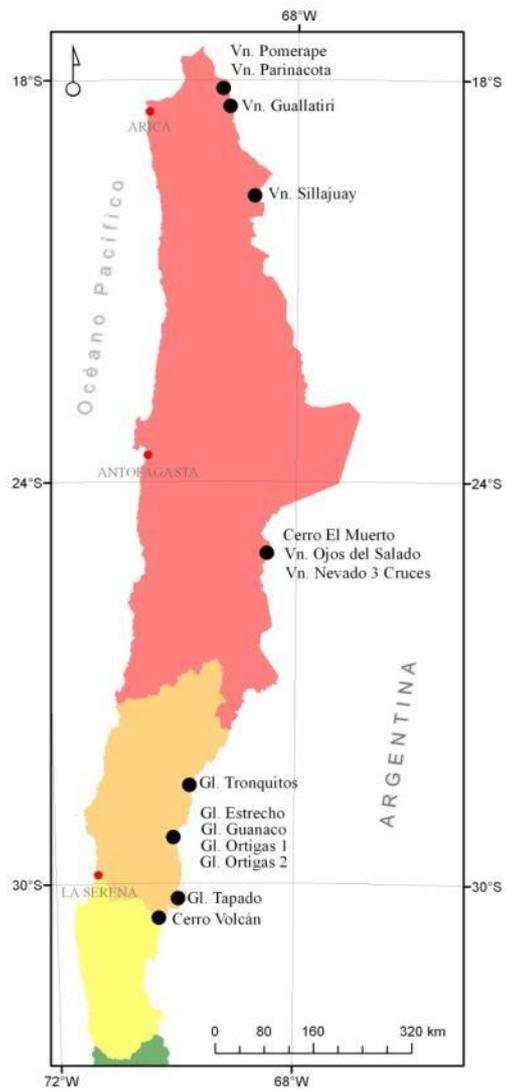


Fuente: Barh et al., 1997

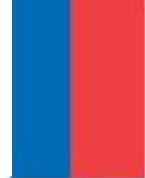
Utilizando el **área del glaciar** (dato Inventario) se puede estimar su **volumen total** y volumen de **hielo equivalente en agua**



IV. Nivel 4: Variaciones Recientes de Glaciares



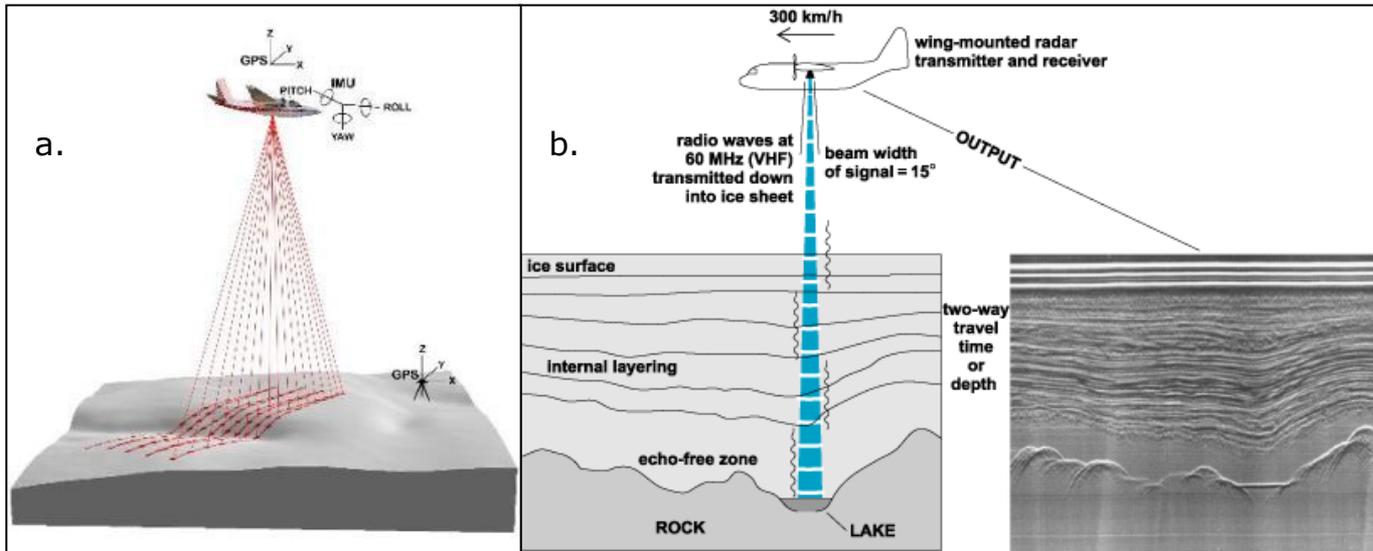
140 glaciares analizados en detalle





V. Nivel 3: Volumen de Hielo Equivalente en Agua

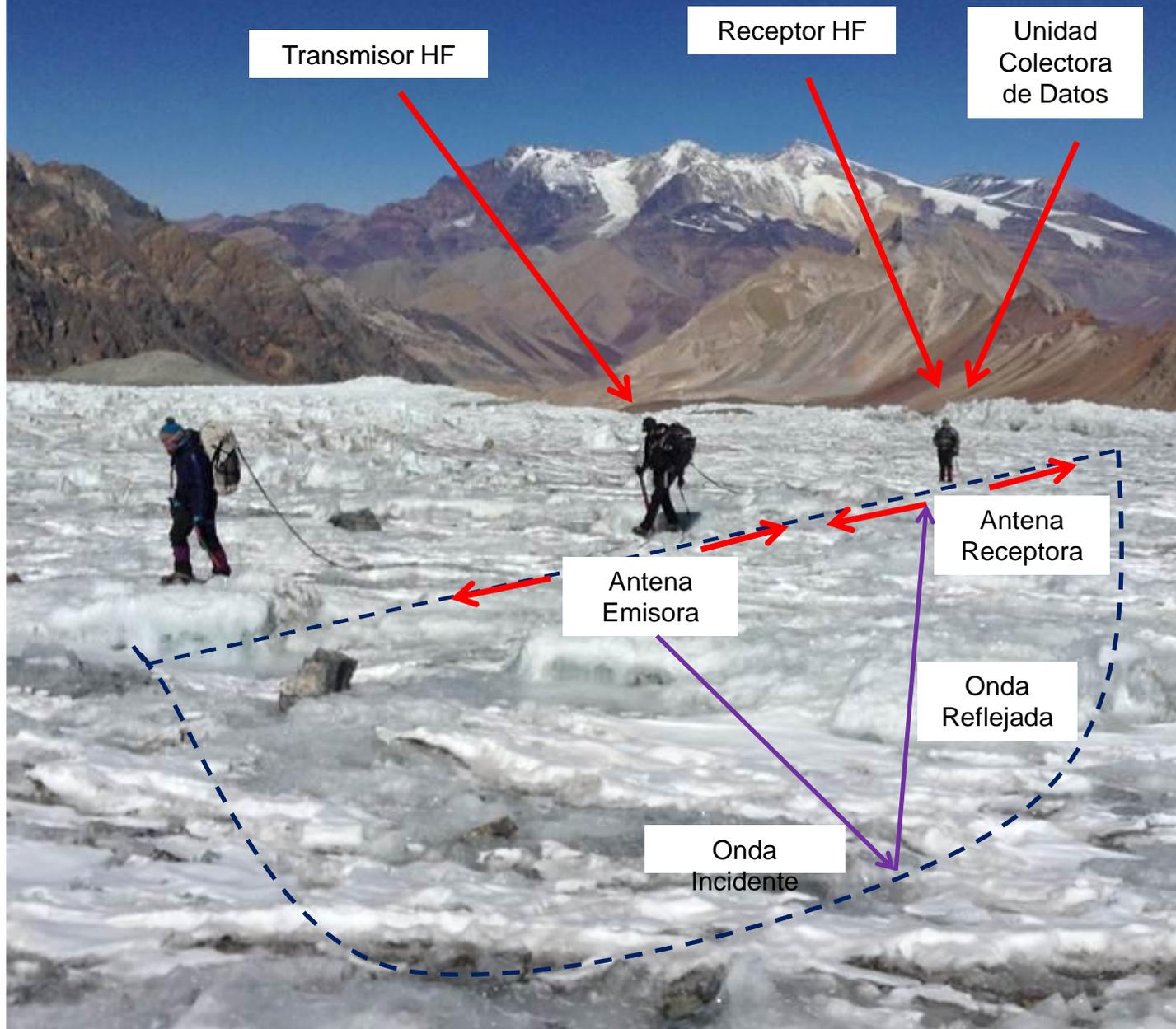
- a. Altimetría aérea Láser (**LIDAR**): Levantamiento de **50** glaciares
- b. Espesor de hielo con **radar**: Levantamiento de **50** glaciares

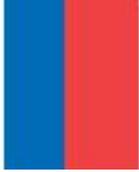


La antena es una estructura de aluminio de 6 x 4 x 1 m, con un peso de 400 kg colgando a 20 m del helicóptero

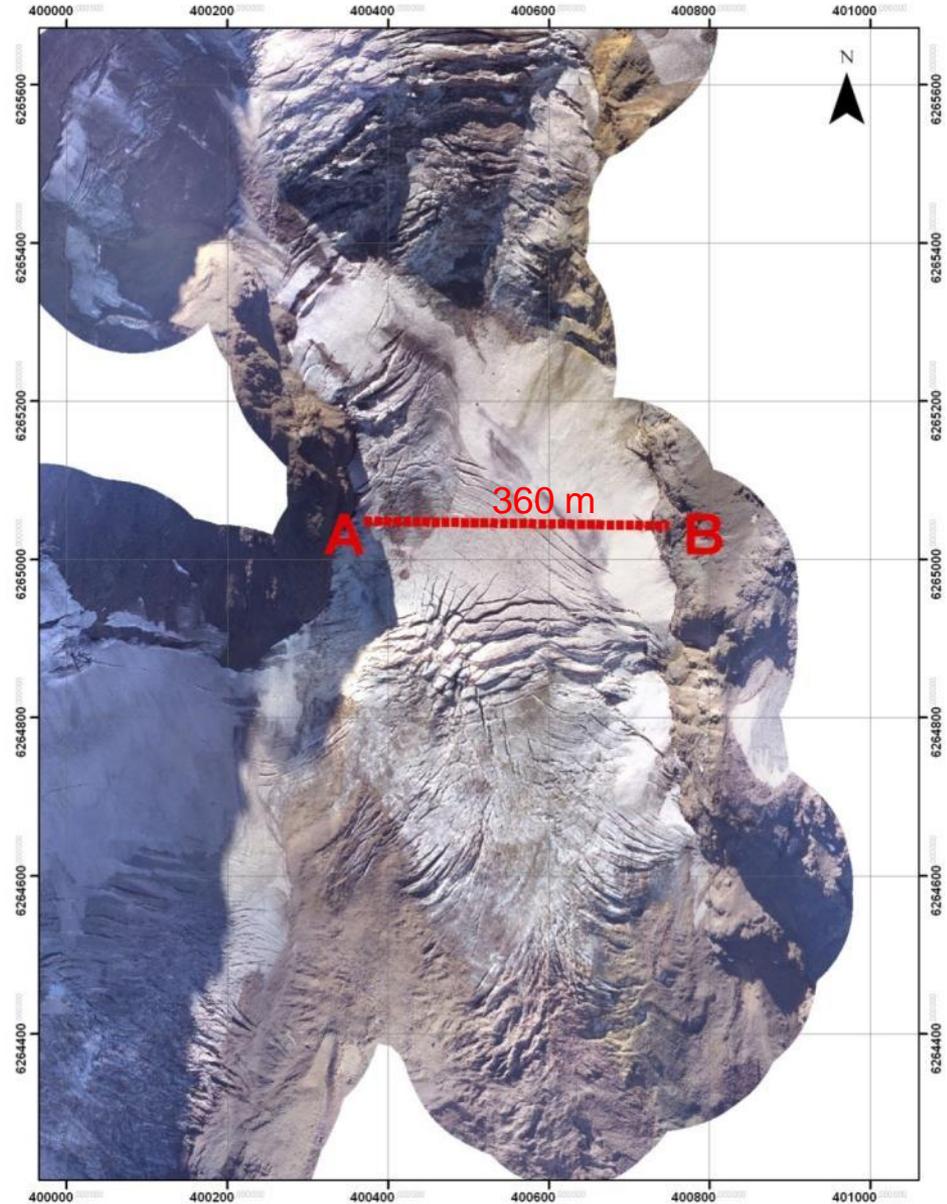
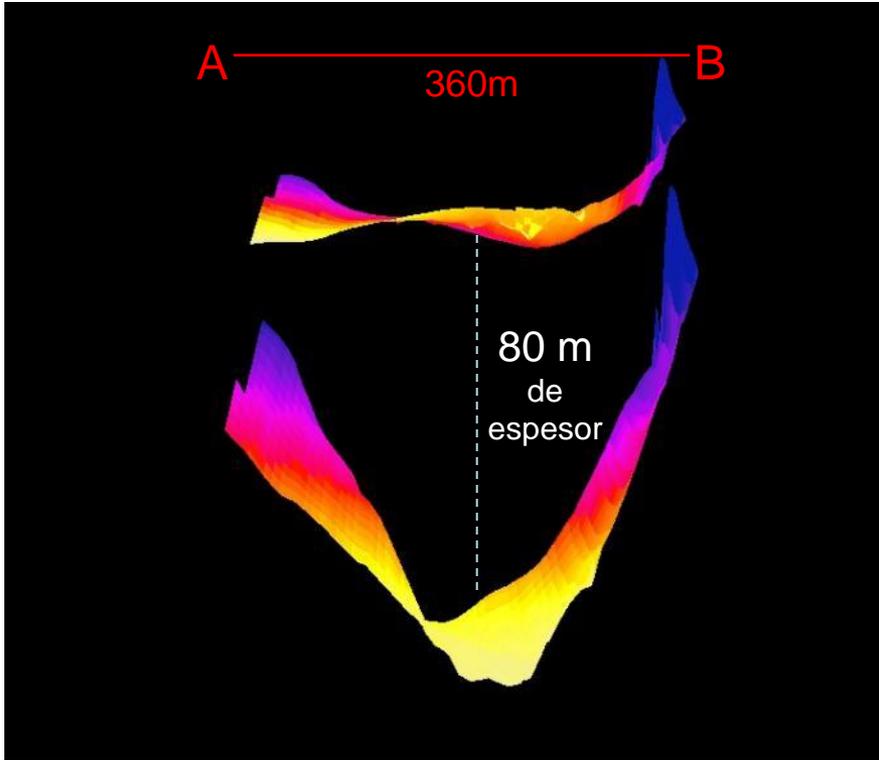


Personal DGA en Glaciar Bello, Abril 2015



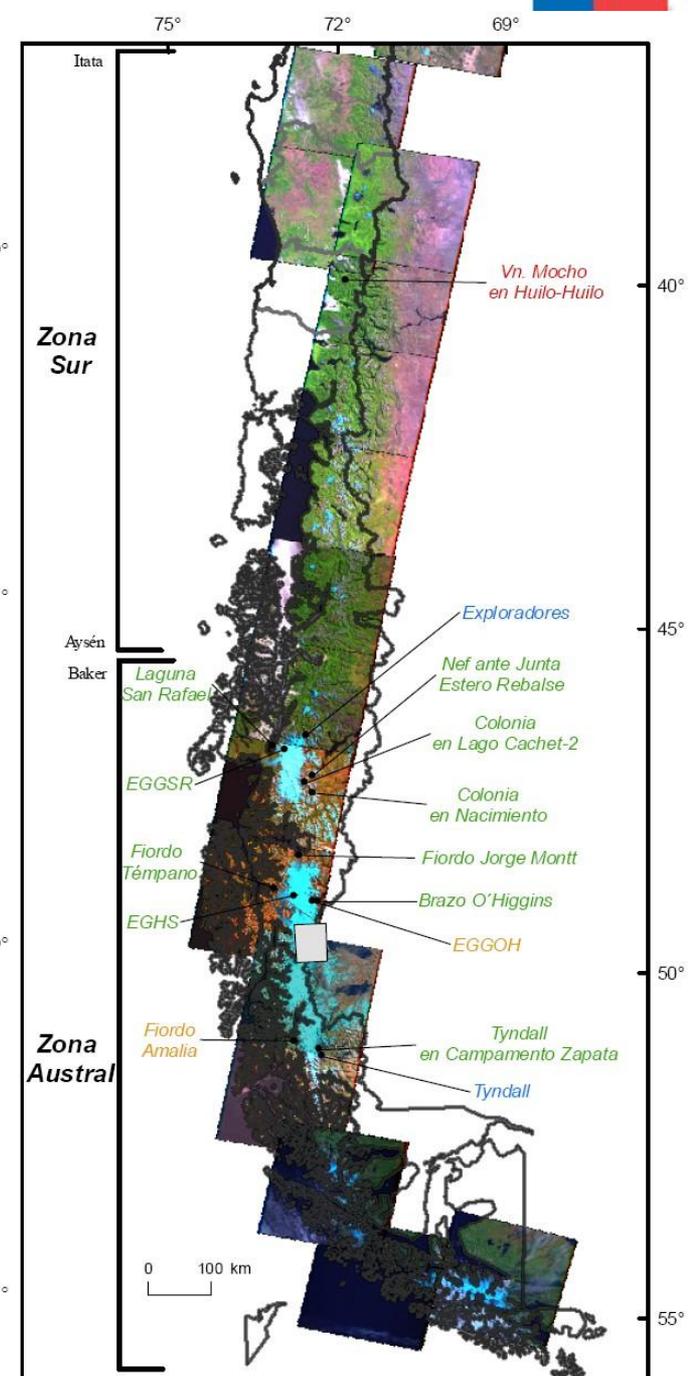
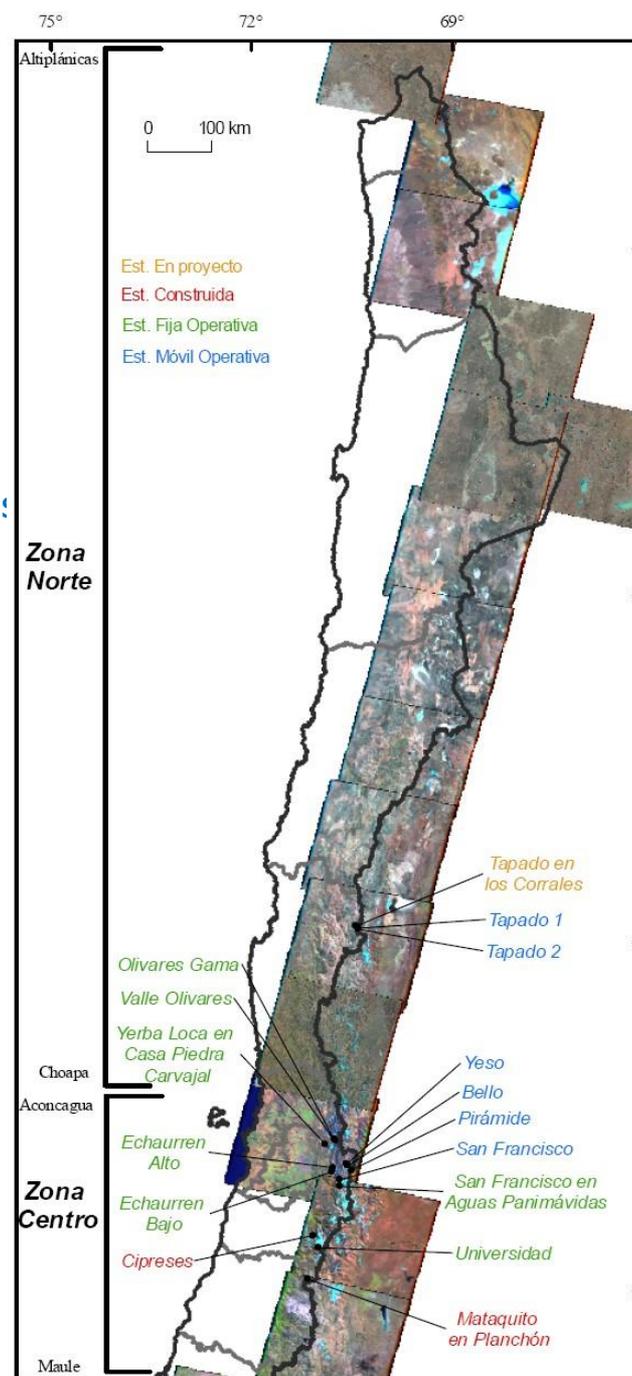


Volumen en base a topografía superficial y espesor de hielo



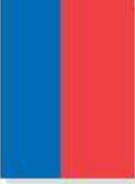
VI. Nivel 2: Red Glaciológica

- Actualmente **24** Estaciones Meteorológicas Fijas
- **8** Estaciones Portátiles sobre glaciares entre Glaciar Tapado (Elqui) y Glaciar Tyndall (Hielo Sur)
- Al **2018**, **30** estaciones fijas.



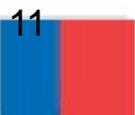
Red Glaciológica

i. Estaciones Fijas y Portátiles



Valle Olivares, Cuenca del Maipo

Glaciar Bello, Zona Central ~ 4.300 msnm



Red Glaciológica

ii. Mediciones in situ



Glaciar Yeso, Zona Central

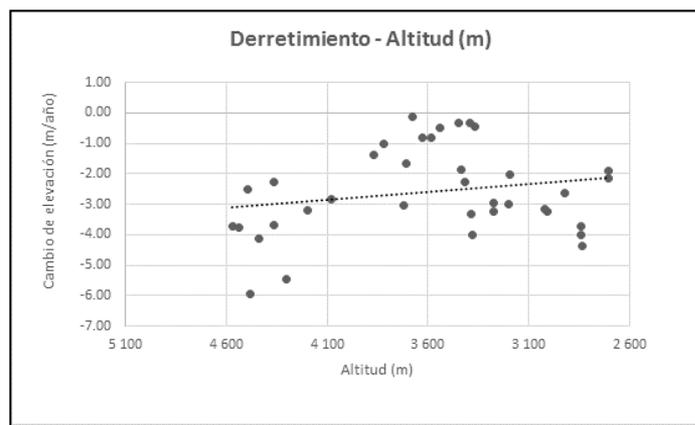
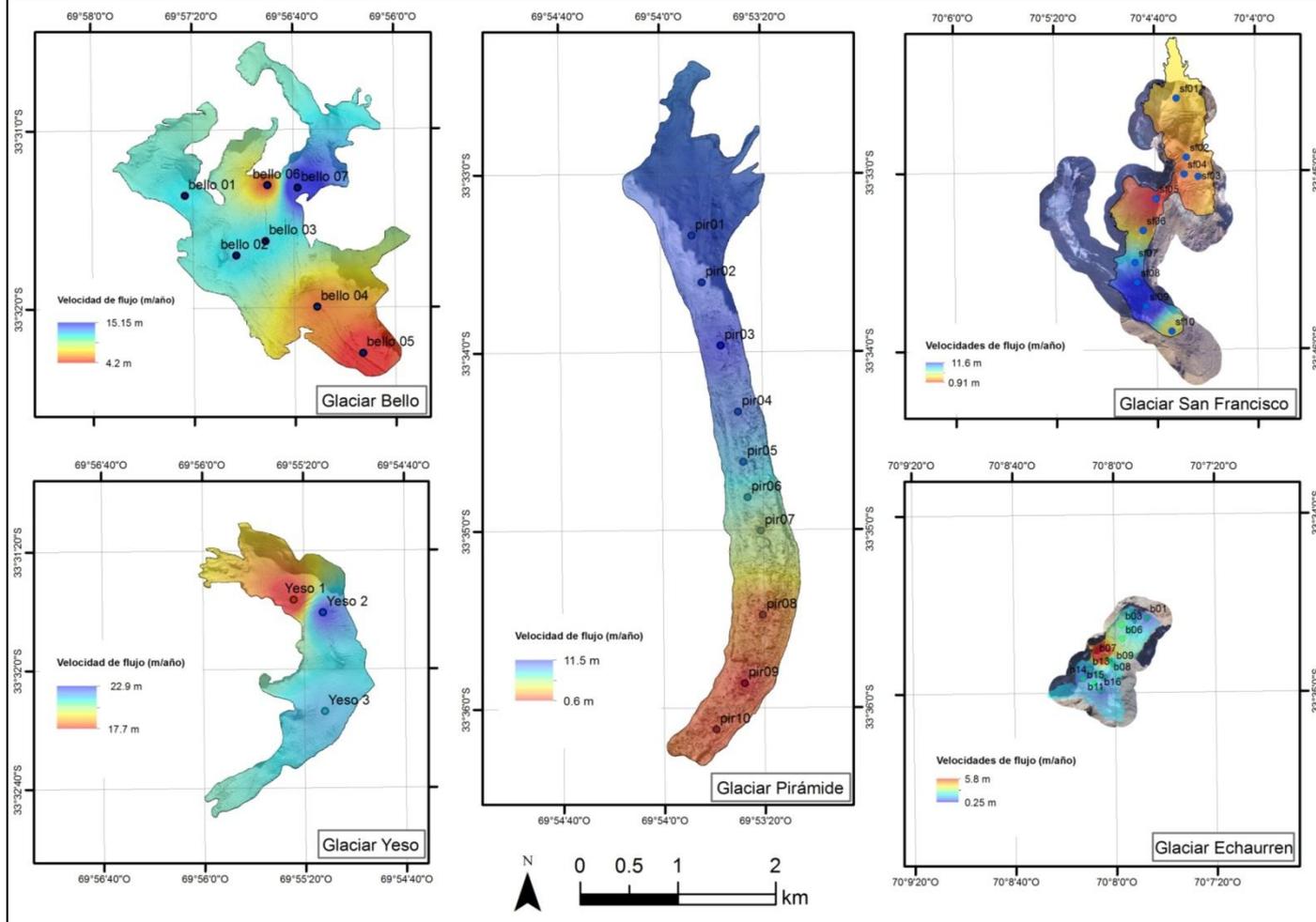


Glaciar Pirámide, Zona Central



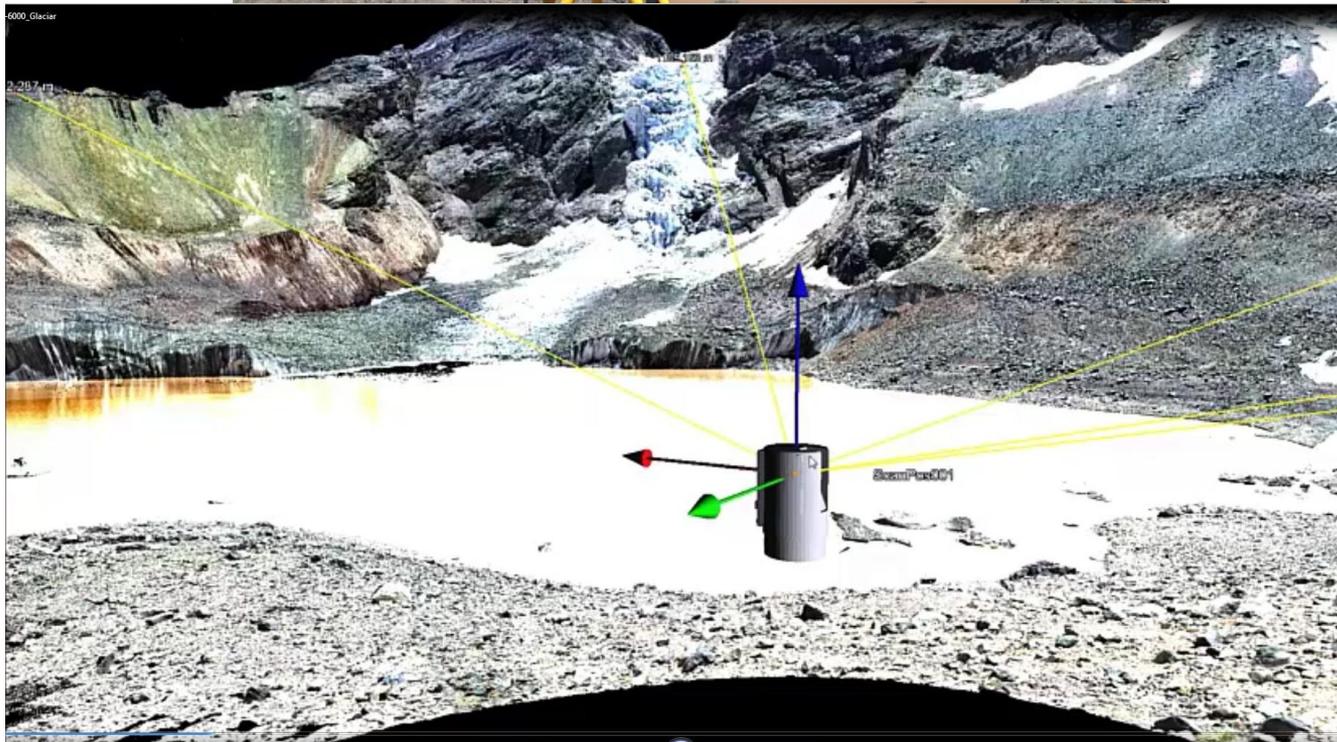
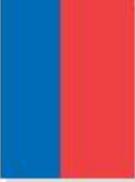
6 Puntos de monitoreo en base a perfiles anuales: Elevación; velocidad glacial y derretimiento con estacas y GPS diferencial





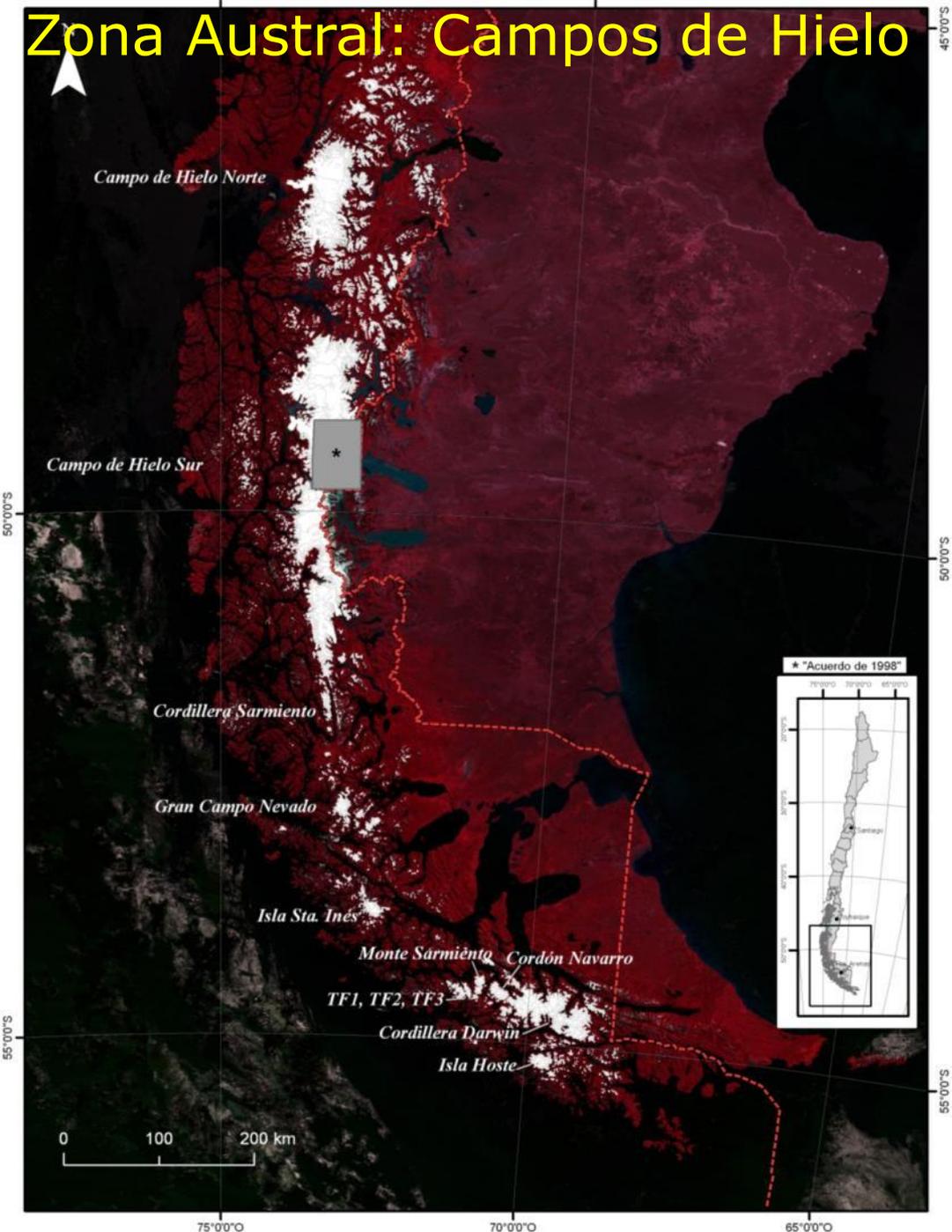
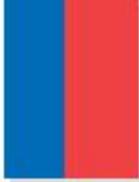
Red Glaciológica

iii. Mediciones remotas





Zona Austral: Campos de Hielo



Mayor extensión de
glaciares de Sudamérica y
del Hemisferio Sur,
excluyendo Antártica

88% de los Glaciares de Chile, desde el río Aysén al extremo Sur

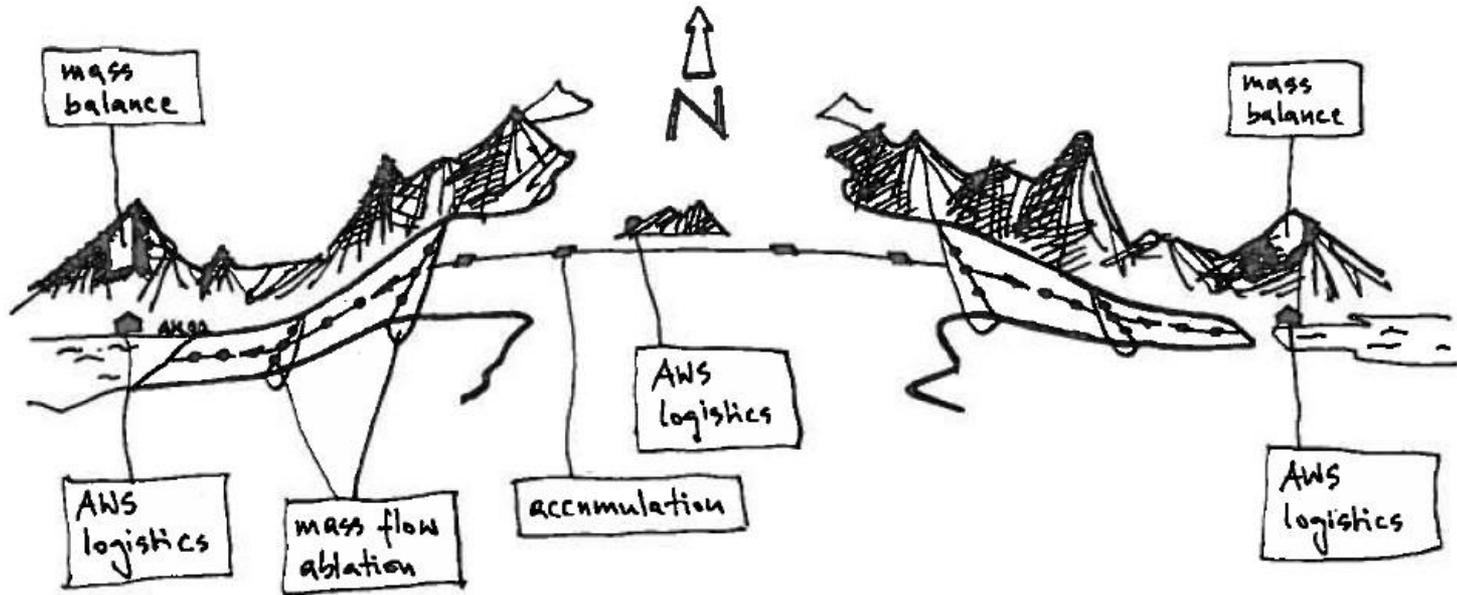
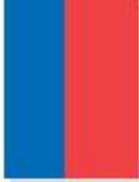


Figure 8. The concept of a possible future network to investigate glacier-climate interactions at the Southern Patagonia Icefield. AWS stands for Automatic Weather Station.

Fuente: Kaser, 2002

Observaciones glaciológicas en Transecta

- Mercado contraste Oeste - Este
 - Gradiente climático en Precipitación y Temperatura del Aire
- La mayoría de los glaciares de la fachada Oeste terminan en fiordos; fachada Este en lagos de represamiento glacial
- Descarga de agua en fachada Este:
 - Baker, Pascua y Serrano



Infraestructura para Monitoreo Permanente

Estación Glaciológica Glaciar San Rafael (EGGSR)

Actualmente 2 cápsulas polares de 18 m²

La primera fue instalada en Febrero de 2010

Estación Glaciológica Glaciar San Rafael (EGGSR) Agosto 2014

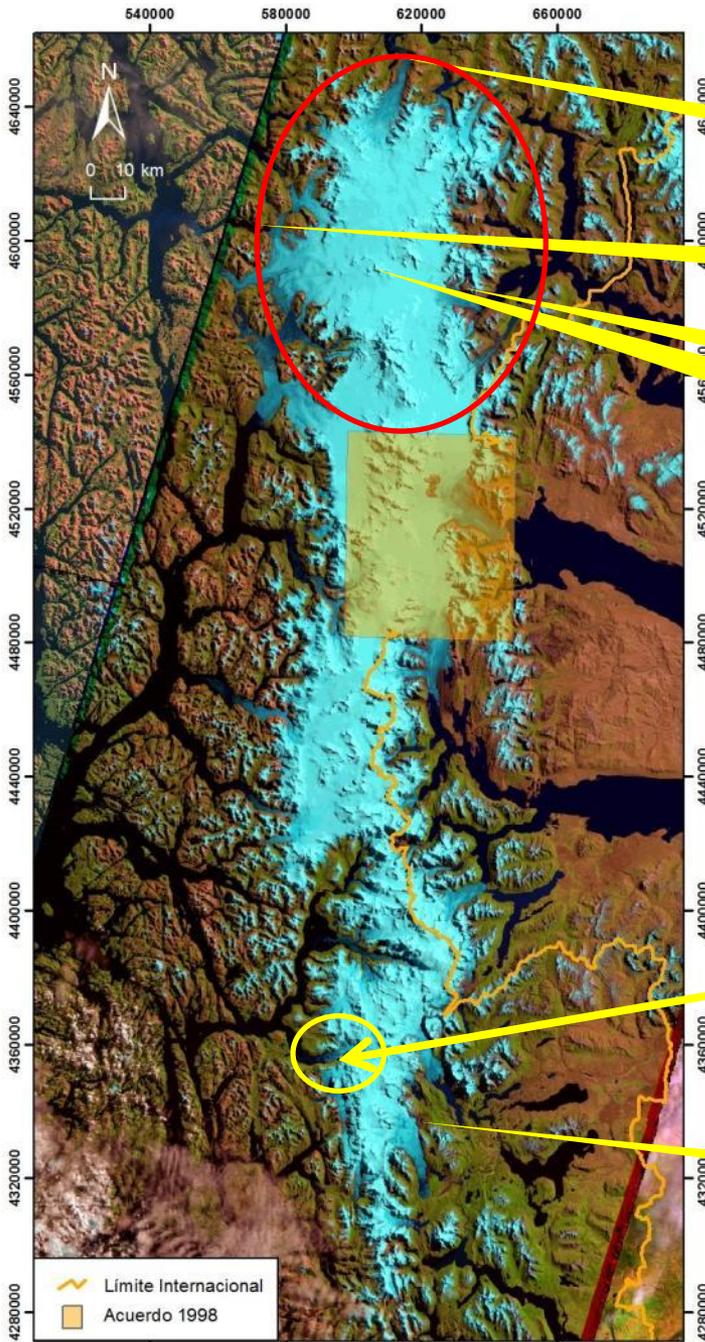
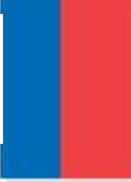


Desde Agosto, 2012
1200 msnm

- 1: Dirección y Velocidad del Viento , 2 y 4 m
- 2: Temperatura del Aire y Humedad Relativa, 2 y 4 m
- 3: Antena GOES
- 4: Radiación Incidente
- 5: Radiación Neta
- 6: Altura de Nieve
- 7: Paneles Solares
- 8: Data logger
- 9: Baterías



Campo de Hielo Sur, CHS



Fiordo Jorge Montt , 2014

Fiordo Témpanos, 2009

Glaciar O'Higgins, 2013

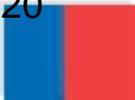
Hielo Sur, 2014

- Actualmente **6 puntos permanentes de monitoreo glacio-meteorológico**: Jorge Montt, Témpanos, O'Higgins, Hielo Sur (EGHS), Campamento Zapata (Tyndall) y Lóbulo Zapata (Tyndall)

- Implementación **Meseta Norte** (2014 – 2016)

- 2015: Instrumentación zona glaciar Amalia (Transecta Tyndall)

Glaciar Tyndall, 2010, 2012 (AWS)



Estación Glaciológica Hielo Sur (EGHS)



October, 2014

Gracias.



Ministerio de
Obras Públicas

Dirección
General de
Aguas