

ESTABLECIMIENTO DE RED DE ESTACIONES NIVO- GLACIALES DE CORDILLERA DE LA REGIÓN DE O´HIGGINS Y DESARROLLO DE UN MODELO PARA LA GESTIÓN INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL RÍO RAPEL.

Dr. Roberto Urrutia P.
Centro EULA-Chile
Facultad de Ciencias Ambientales

**PROYECTO FIC
2011 - 2014**



IRRIGATED AGRICULTURE IN CHILE

Provides: 54 % of agriculture exports.

Consumes: 84.5 % of available water.

Plans to increase agro-fruits exports by 2020, which requires 500 m³/s additional of water for the new irrigated lands.

This amount of water is not available today

PROBLEMES TO BE SOLVED



MINING PROCESSES

Provides: 60% of the country exports.
2% of Gross national income.
21% of fiscal income.

Consumes: 0.8 m³ per ton of copper.

Production growth of 42% from 2012 to 2020, requires: 36% increase in water from 350 to 500 millions m³ of water per year.



Objetivo general

Mejorar la **eficiencia** en la estimación en la disponibilidad de recursos hídricos en la cuenca del rio Rapel a través del mejoramiento de la red hidrométrica de instrumental meteorológico, e implementación de un **modelo de gestión** del recurso hídrico.



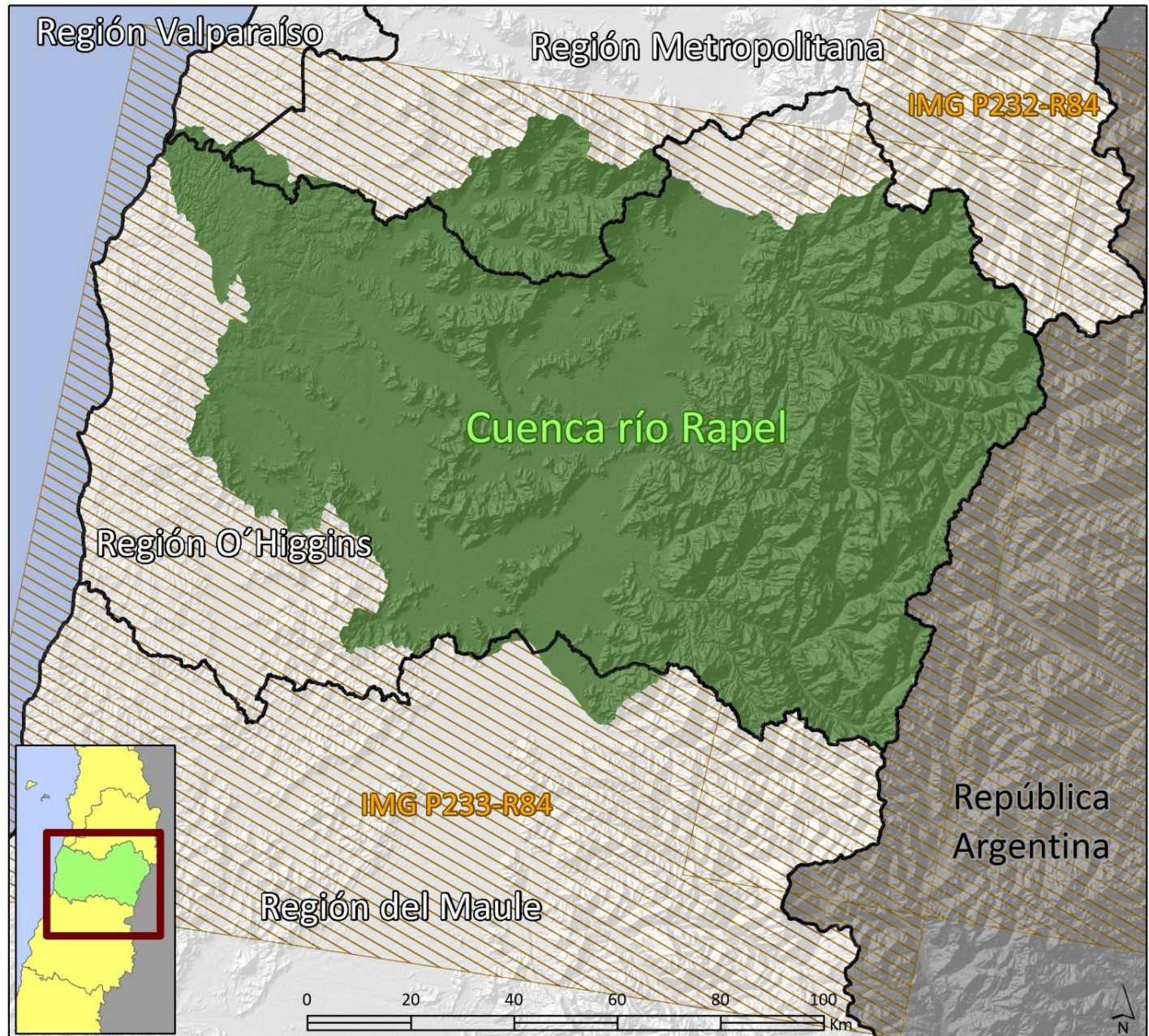
Objetivos específicos

- ☐ Mejorar la capacidad de **predicción de condiciones hidrológicas** normales y extremas mediante la implementación y modernización de la red meteorológica.
- ☐ Mejorar la exactitud de las estimaciones de la **oferta hídrica** producto del derretimiento de nieves en la temporada estival.
- ☐ Determinar el **aporte del derretimiento glaciar** en la esorrentía de los cauces aguas abajo.
- ☐ Determinar el **comportamiento de las precipitaciones**, su agresividad climática, la concentración de las mismas y su variación en el tiempo.
- ☐ Caracterizar la **demanda hídrica** de la cuenca, considerando todos los usos del recurso.
- ☐ Implementar un **modelo de gestión hídrica** para la cuenca del Rapel.
- ☐ Modelar **escenarios críticos** para la cuenca, considerando situaciones de sequía y cambio climático.
- ☐ Transferir y capacitar en el **manejo de las herramientas** desarrolladas en el presente proyecto.

AREA DE ESTUDIO

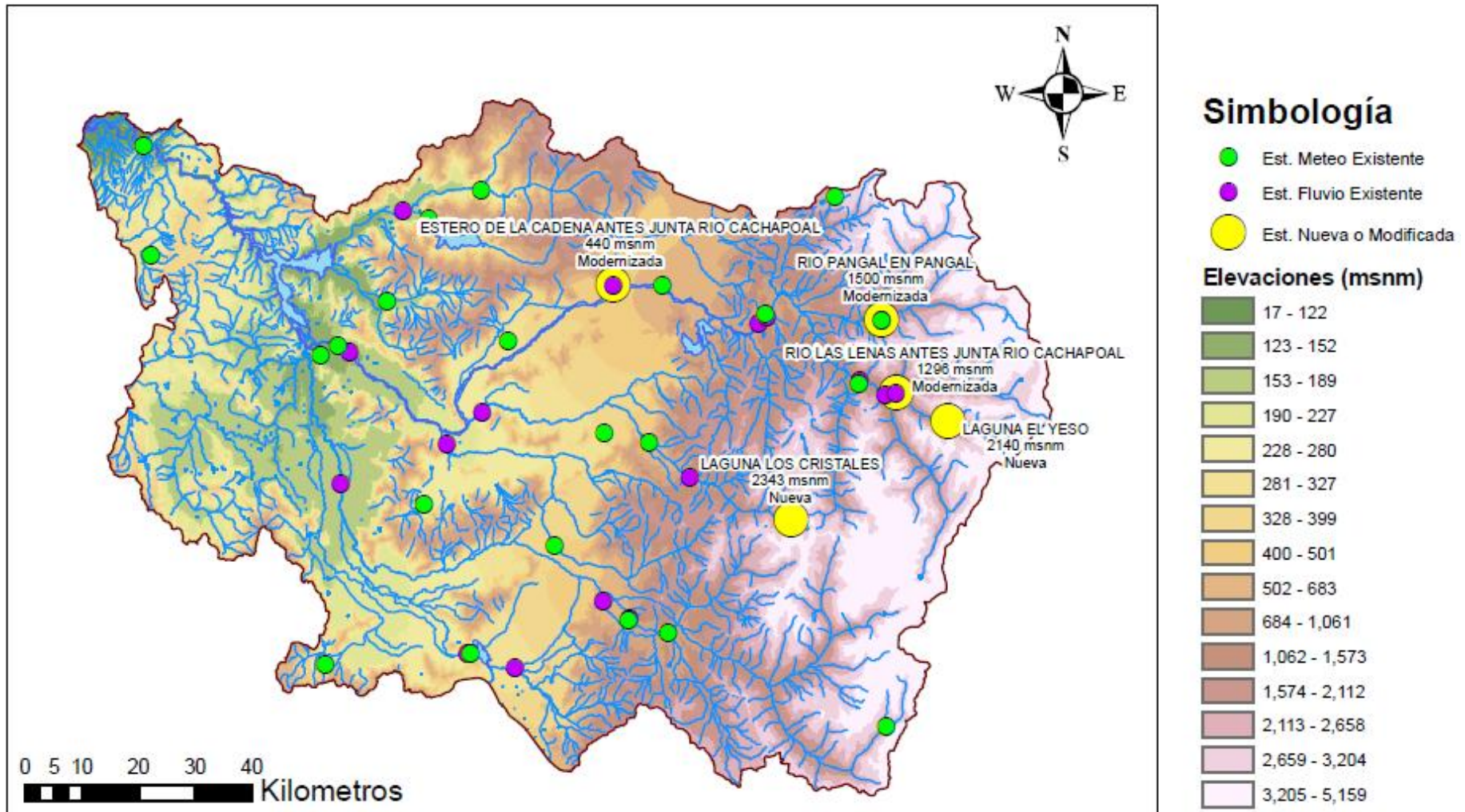
Introducción

Cuenca – 13.765 km



METODOLOGIA

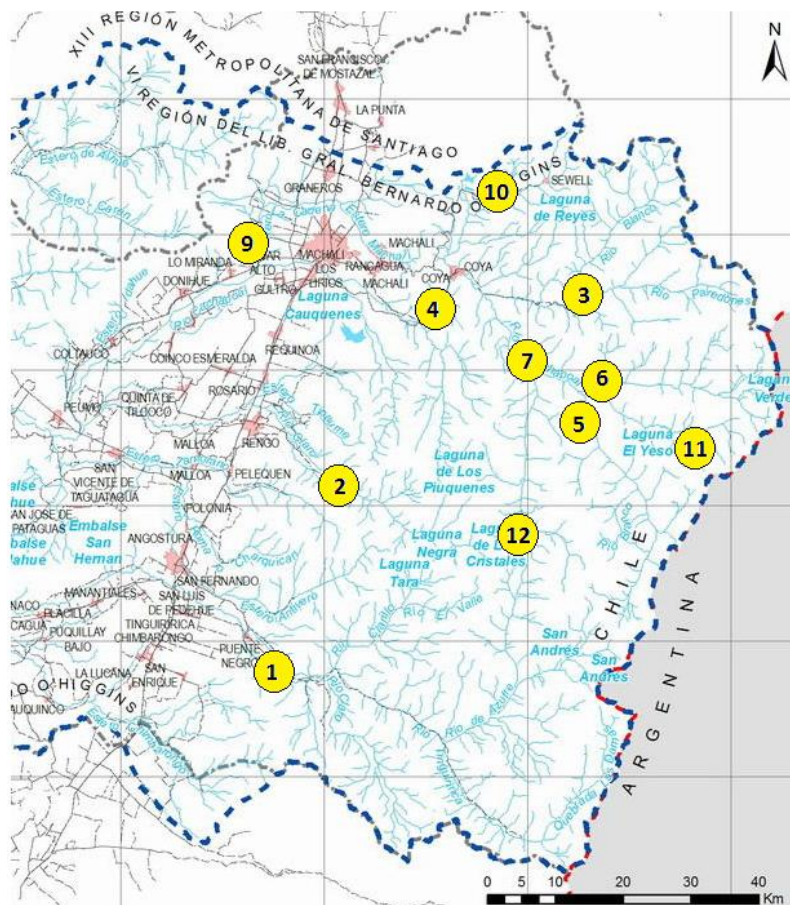
- Mejorar la capacidad de predicción de condiciones hidrológicas normales y extremas mediante la implementación y modernización de la red meteorológica.



Visita de reconocimiento



Potenciales estaciones a modernizar y sectores de ubicación de nuevas estaciones (Enero – Febrero 2012)



Nº	Estación
1	Río Tinguririca bajo los briones
2	Río Claro en hacienda Las Nieves
3	Río Pangal en Pangal
4	Canal Sauzal en Puente Termas
5	Río Cortaderal antes Junta Cachapoal
6	Río Las Leñas antes junta Cachapoal
7	Río Cachapoal 5km abajo junta Cortaderal
9	Estero de las Cadenas antes junta Cachapoal
10	Chapa Verde
11	Laguna el Yeso
12	Embalse los Cristales

Visita de reconocimiento



Visita de reconocimiento



Visita de reconocimiento



Visita de reconocimiento

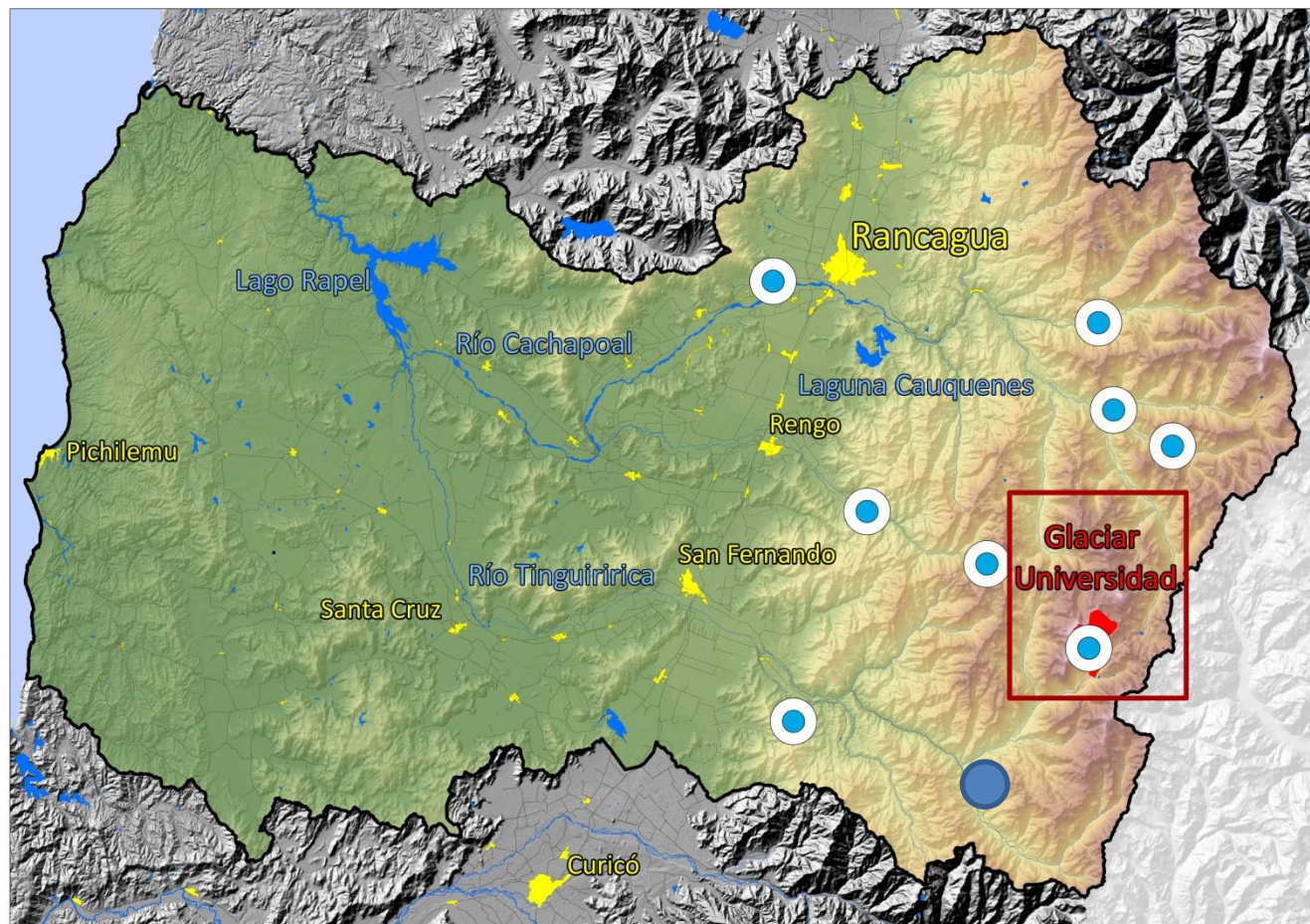
Laguna el Yeso



Embalse los Cristales



Estaciones a modernizar y nuevas



Estaciones a modernizar y nuevas

	Río Tinguiririca bajo los briones	Río Claro en hacienda Las Nieves	Río Pangal en Pangal	Río Las Leñas antes junta Cachapoal	Estero de las Cadenas antes junta Cachapoal	Nueva Embalse Los Cristales	Nueva Laguna El Yeso	Nueva cuenca Tinguiririca
Data Logger	Handar DCP modelo 555	Handar DCP modelo 555	AxSys MPU, se cambia Logger por DL3000	AxSys MPU, se cambia Logger por DL3000	Se cambia datalogger actual por DL3000 c/display	DL3000 c/display	DL3000 c/display	DL3000 c/display
Transmisor Satelital	Vaisala GOES DCP	Vaisala GOES DCP	Stevens GOES	Stevens GOES	NO APLICA	Stevens GOES	Stevens GOES	Stevens GOES
Antena Satelital	*Handar	*Handar	Stevens V2TH (Corta)	Stevens V4TH (Larga)	NO APLICA	Stevens V4TH (Larga)	Stevens V4TH (Larga)	Stevens V4TH (Larga)
Transmisión Celular	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	Radio Modem Airlink Raven X	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA
T y HR			Modelo 41382LC	Modelo 41382LC	Modelo 41382LC	Modelo 41382LC	Modelo 41382LC	Modelo 41382LC
D y V viento			Modelo 05103LM	Modelo 05103LM	Modelo 05103LM	Modelo 05103LM	Modelo 05103LM	Modelo 05103LM
PP	*Handar		*Texas	TR525M	TR525M	TR525M	TR525M	TR525M
Radiación			licor	licor	licor	licor	licor	licor
Alt Nieve	NO APLICA	NO APLICA	IRU-serie 3000	IRU-serie 3000	NO APLICA	IRU-serie 3000	IRU-serie 3001	IRU-serie 3002
Snowpillow	NO APLICA	NO APLICA	KPSI SDI-12	KPSI SDI-12	NO APLICA	KPSI SDI-12	KPSI SDI-13	KPSI SDI-14

ESTERO LA CADENA

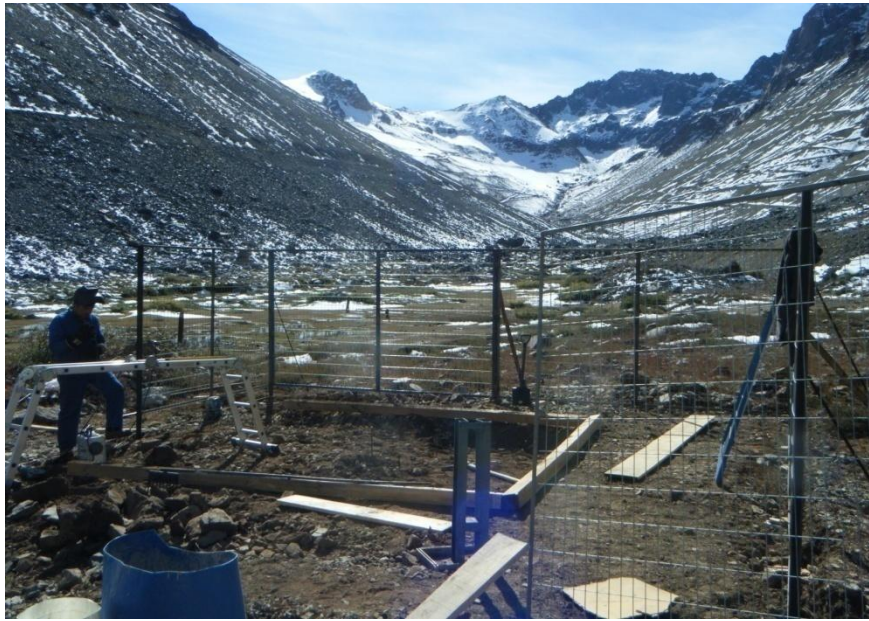


PANGAL



LAS LEÑAS





❑ Mejorar la exactitud de las estimaciones de la oferta hídrica producto del derretimiento de nieves en la temporada estival.

Análisis cobertura nivosa – MODIS

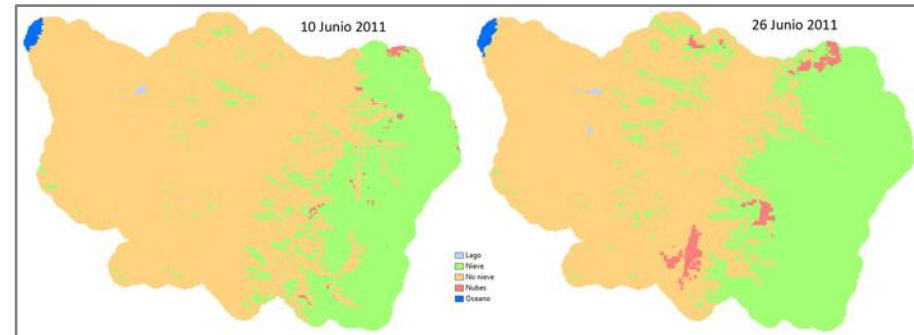
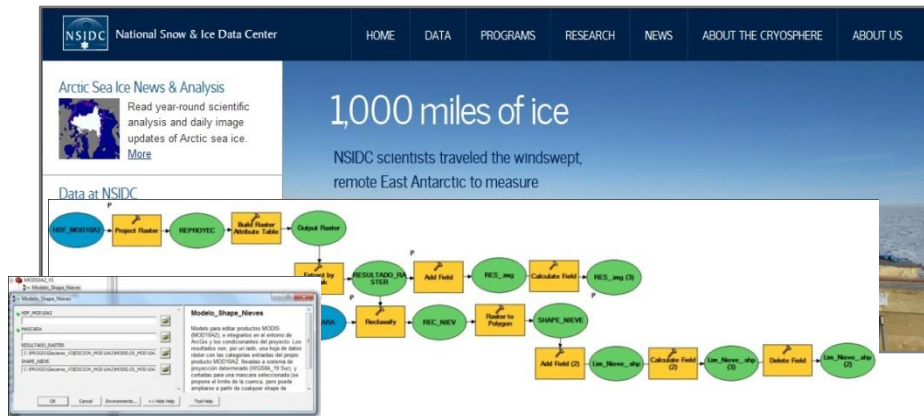
Área de estudio asociada al sector cordillerano para la macro zona centro del país, Regiones V, XIII, VI y VII, a partir de año 2000.

Resolución espacial – 500 m

*Resolución temporal – 8 días Libre acceso -
Continuidad*

Acceso y recopilación de productos ráster MOD10A2, a partir de servidores de información del **National Snow & Ice Data Center (NSIDC)**, y **Reverb Echo NASA**.

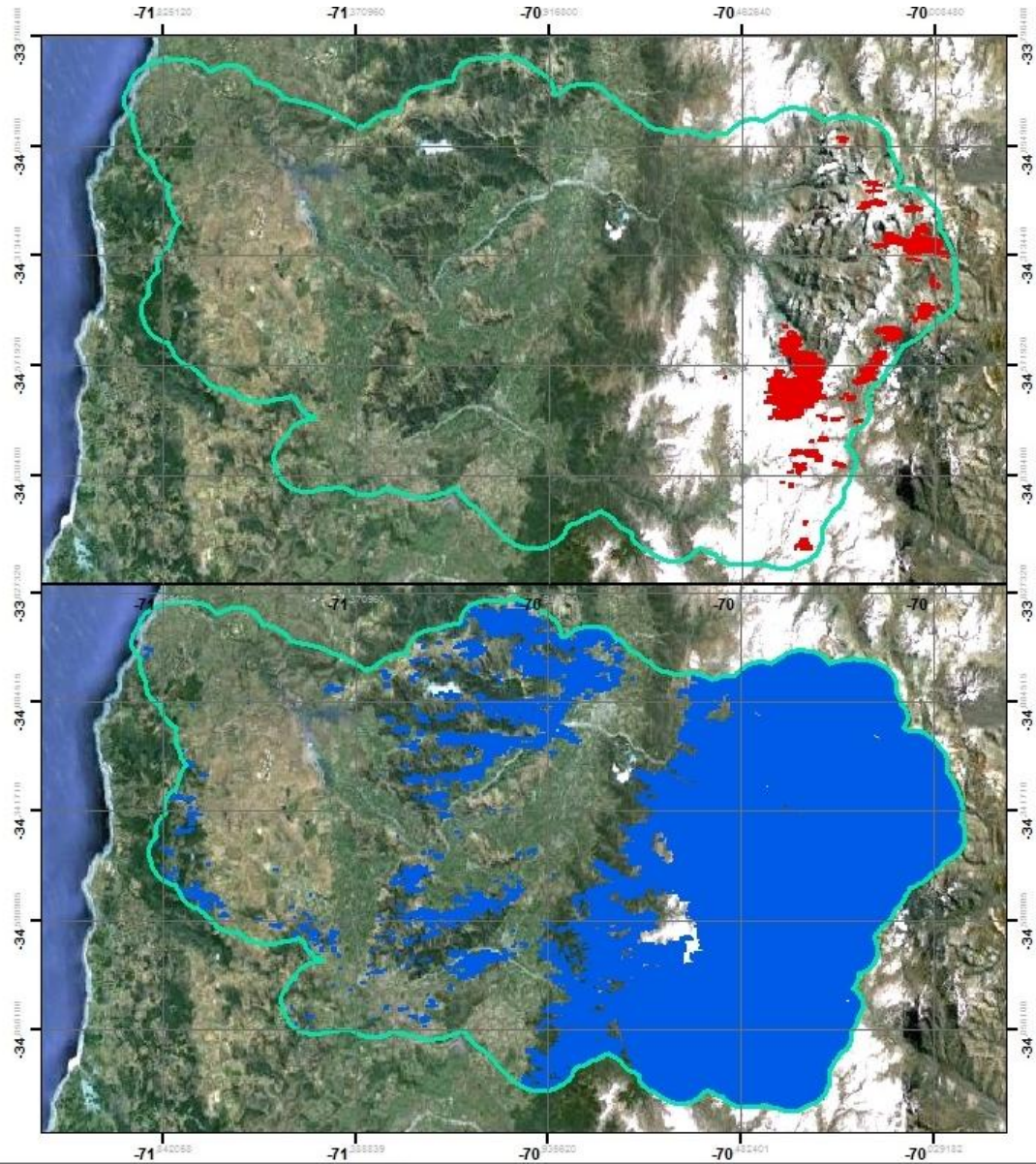
Análisis de **tendencia reciente** y **modelación de futuras precipitaciones** en forma de nieve, mediante criterios de interpolación de datos espaciales y otros modelos.



Resultados

Variabilidad del manto nival en el periodo 2000-2011

Mínimo y máximo registrado en el periodo de estudio

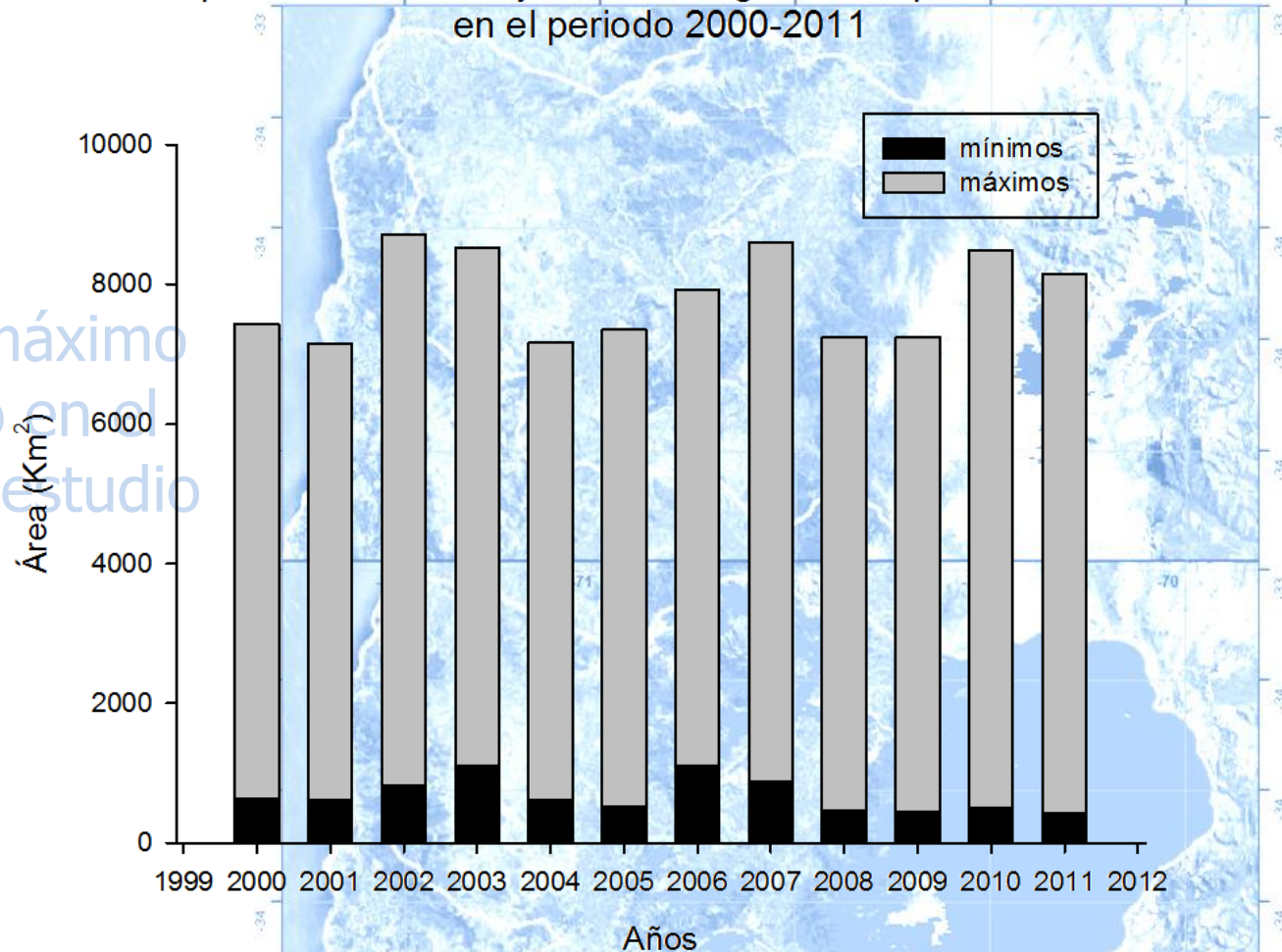


Resultados

Variabilidad del manto nival en el periodo 2000-2011



Superficies máximas y mínimas registradas para cada año, en el periodo 2000-2011



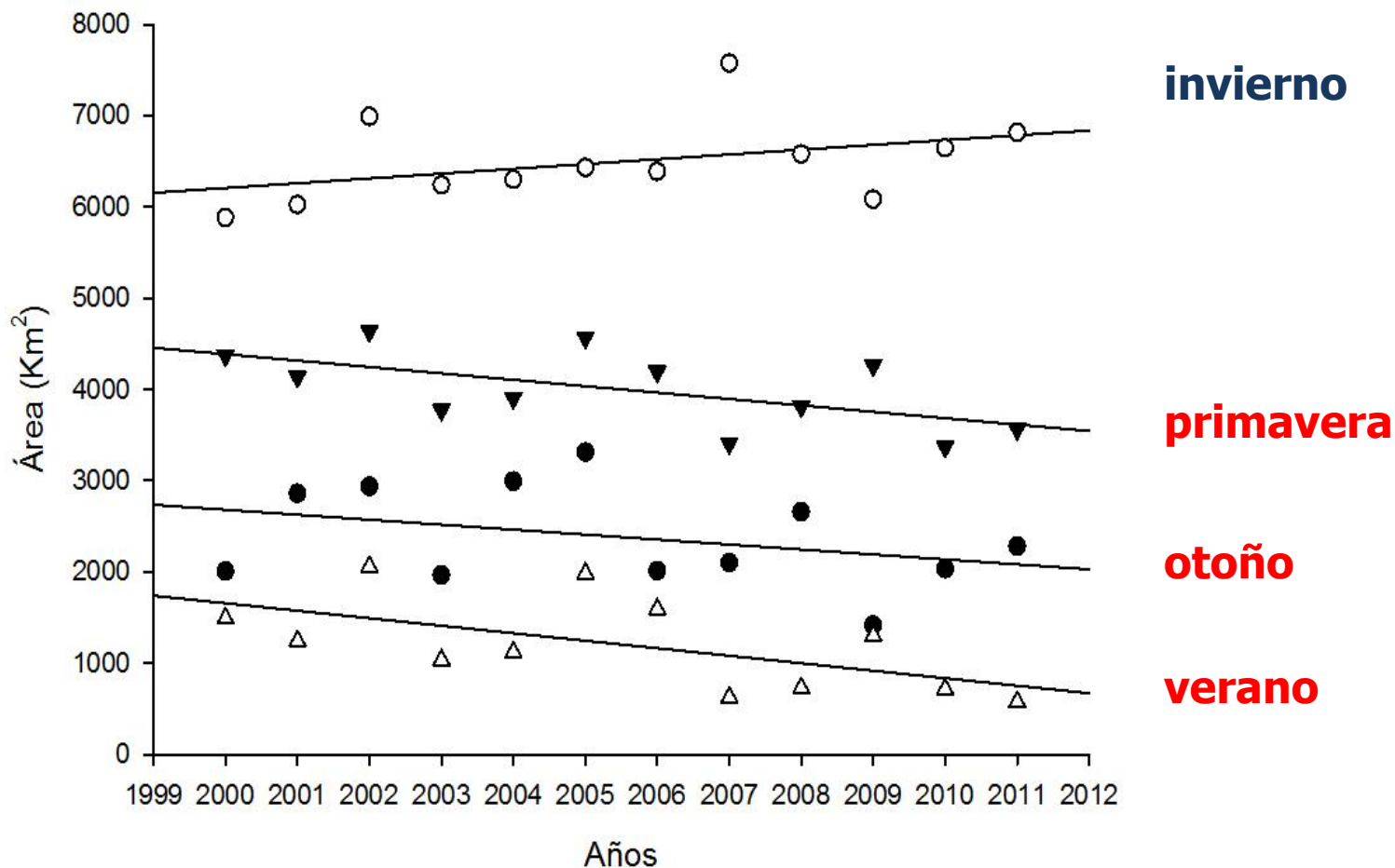
El año que presenta una mayor variabilidad es 2010 y el que presenta menor variabilidad es el año 2001

Resultados

Tendencias observadas



Tendencia de la cobertura nivosa en las estaciones del año, para el periodo de estudio 2000-2011

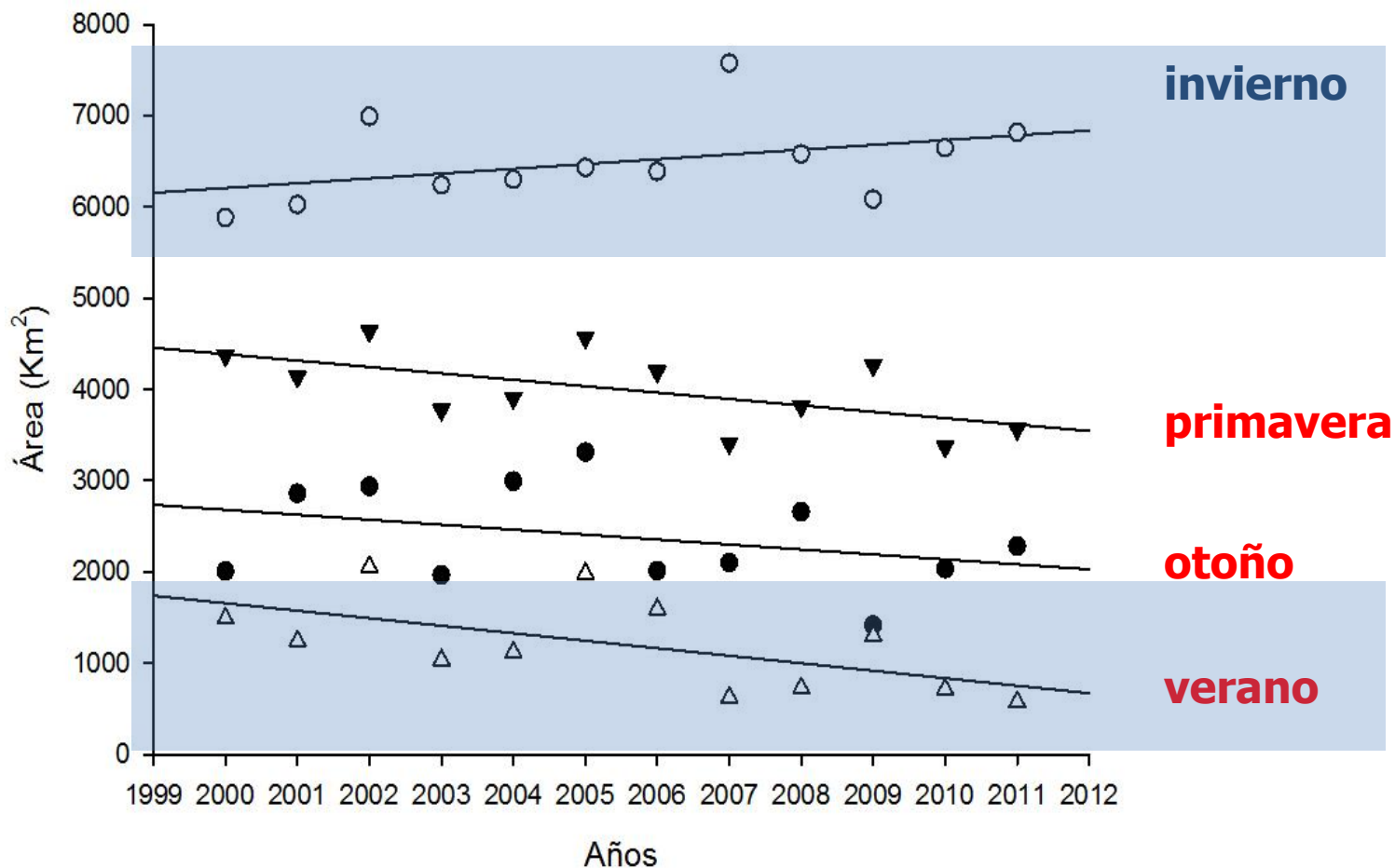


Resultados

Tendencias observadas



Tendencia de la cobertura nivosa en las estaciones del año, para el periodo de estudio 2000-2011



❑ Determinar el aporte del derretimiento glaciar en la escorrentía de los cauces aguas abajo.

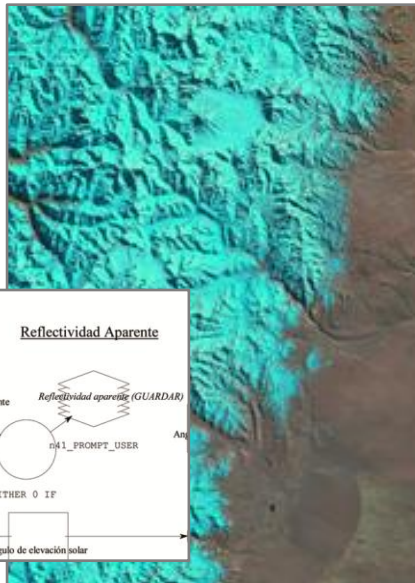
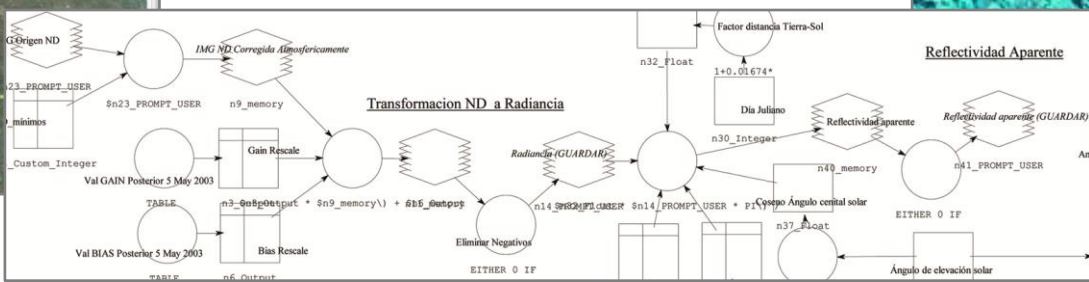
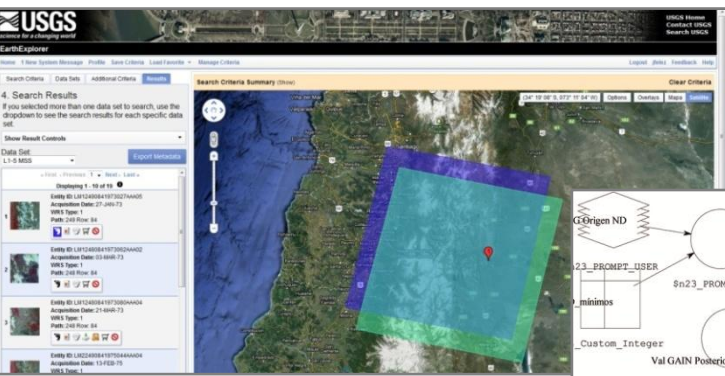
ANÁLISIS EVOLUCIÓN MASAS GLACIARES – LANDSAT (servidores de imágenes del United States Geological Survey, USGS).

Área de estudio asociada a la totalidad del sector cordillerano de la **VI Región**.

Utilización de imágenes **LANDSAT 5 y 7** (TM y ETM+), resolución espacial **30 metros**.

Previsto partir de año **1985 hasta 2011**, plazos dependientes de disponibilidad de imágenes, en periodo de máximo invernal y mínimo estival.

Posibilidad de aumentar el rango hasta el año **1973** mediante uso de imágenes LANDSAT 1, 2 y 3 (MSS), resolución espacial de 57 y 79 metros.

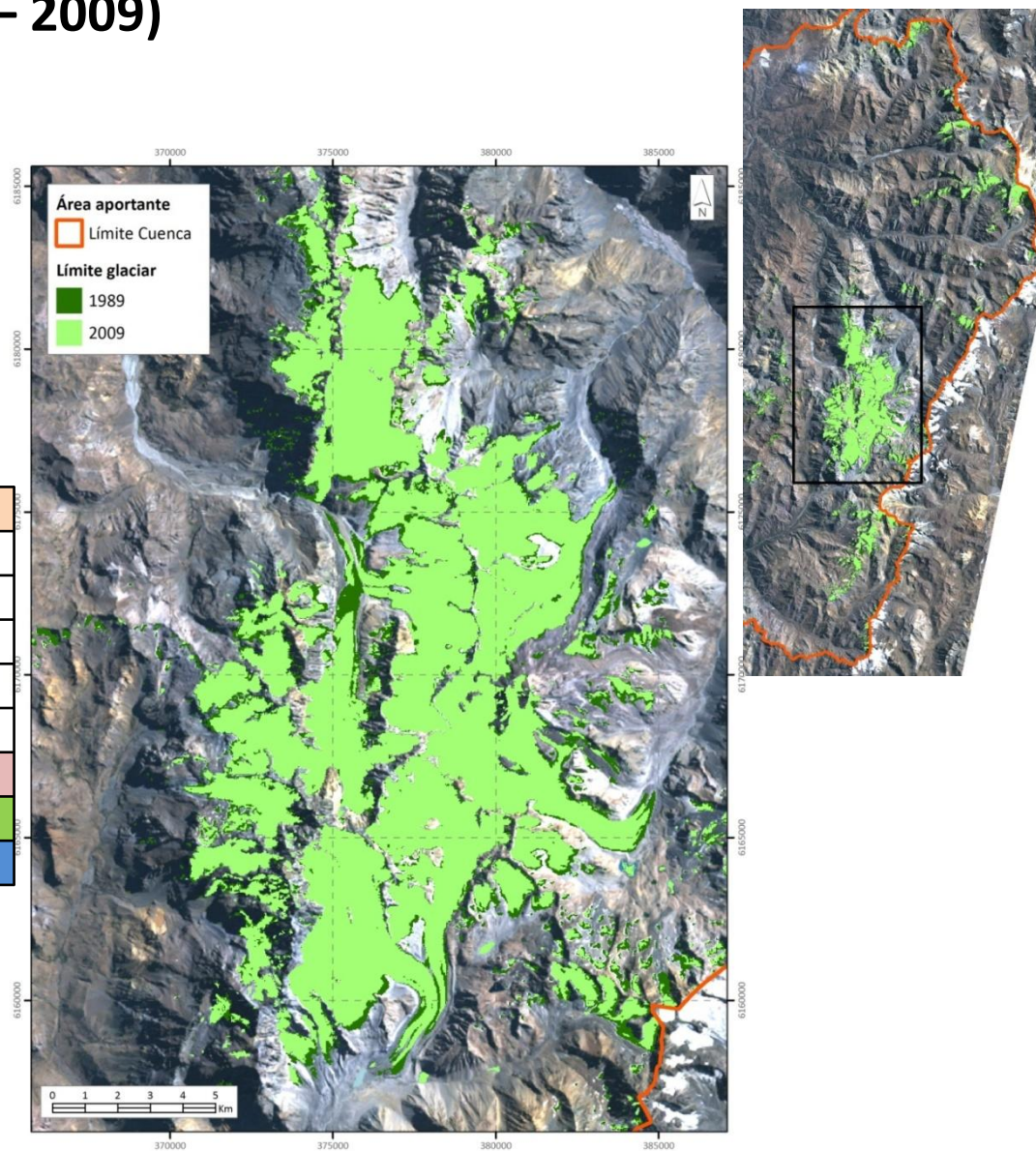


Resultados preliminares (1989 – 2009)

Cabecera cuenca

CABECERA CUENCA	1989		2009	
	sup_ha	%_TOT	sup_ha	%_TOT
>1800 <=2700	171,990	0,617	116,370	0,518
>900 <=1800	300,600	1,078	122,040	0,543
<= 900	591,750	2,123	179,910	0,800
Lagos	146,790	0,527	66,870	0,297
SUP_NO_SEL	1211,130	4,345	485,190	2,158
SUP_TOT_SEL	26663,310	95,655	21993,210	97,842
SUP_TOTAL_ORI	27874,440	100	22478,400	100

TOTAL	
1989-2009	
Ha.	4670,100
%	17,51



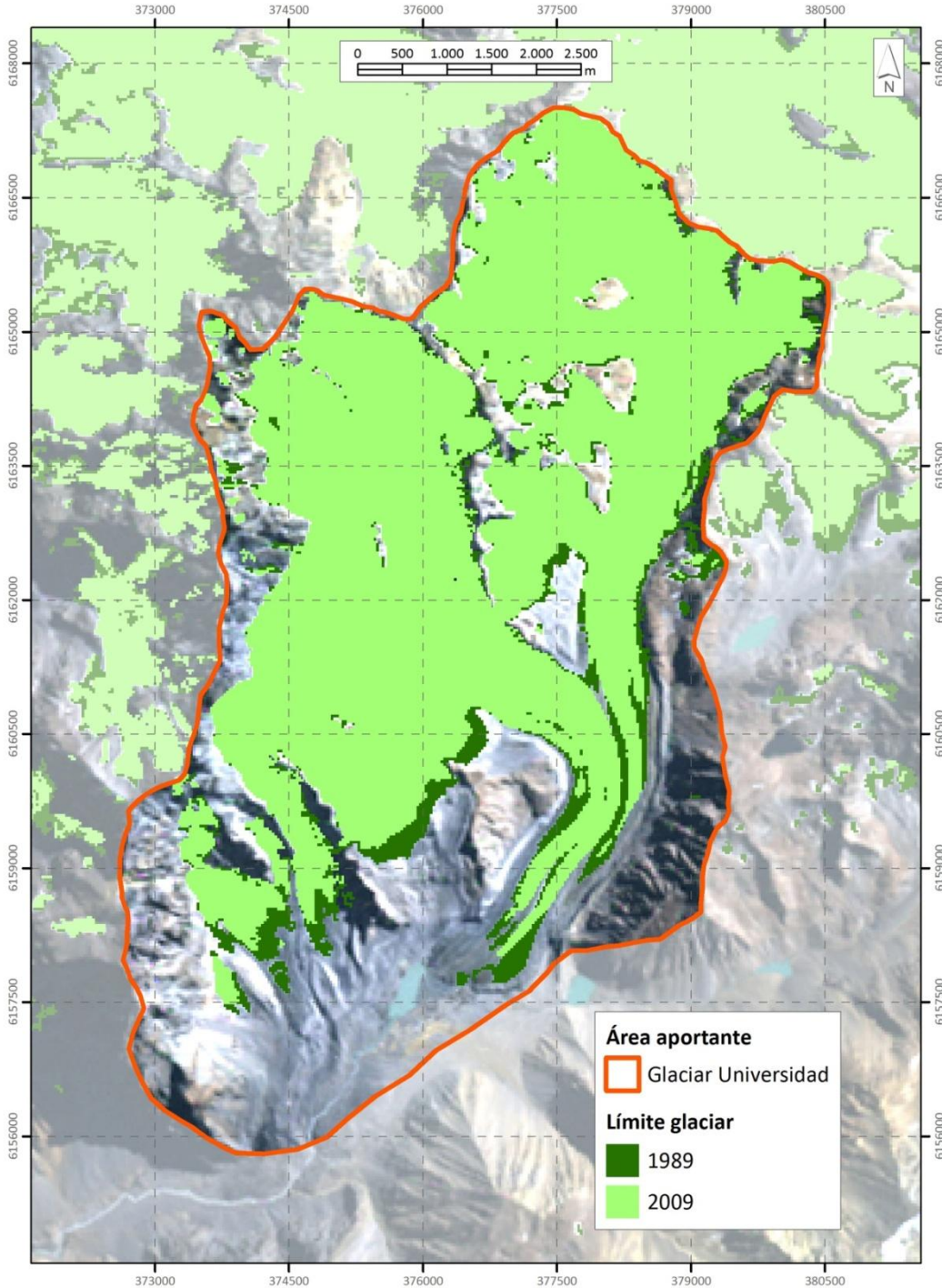
Resultados preliminares

Glaciar Universidad

COMPLEJO UNIVERSIDAD	1989		2009	
	sup_ha	%_COM	sup_ha	%_COM
>1800 <=2700	2,430	0,075	3,198	0,106
>900 <=1800	4,709	0,145	3,169	0,105
<=900	8,949	0,275	5,580	0,185
Lagos	13,140	0,403	1,800	0,060
SUP_NO_SEL	29,228	0,897	13,747	0,456
SUP_TOT_SEL	3229,279	99,103	2999,794	99,544
SUP_TOTAL_COM	3258,507	100	3013,541	100
%_TOT_CU	12,111		13,639	

16 Perfiles	
Dist_Min	142,5
Dist_Max	600
Media	271

Universidad	
1989-2009	
Ha.	229,485
%	7,1



BALANCE DE MASA GLACIOLÓGICO.

- Monitoreo del G. Universidad en la fase fin de invierno 2012 (Octubre-Marzo).
Instalación de 2 estaciones meteorológicas.
- Desarrollo del método glaciológico.
 - Instalación de balizas de ablación
 - Taladro Monterrosa, para conocer el equivalente de agua en la nieve.
 - Calicatas nivales, obtener el perfil nival por análisis de capas.
 - Ruta de nieve y sondaje de profundidad (nieve-hielo).



Métodos

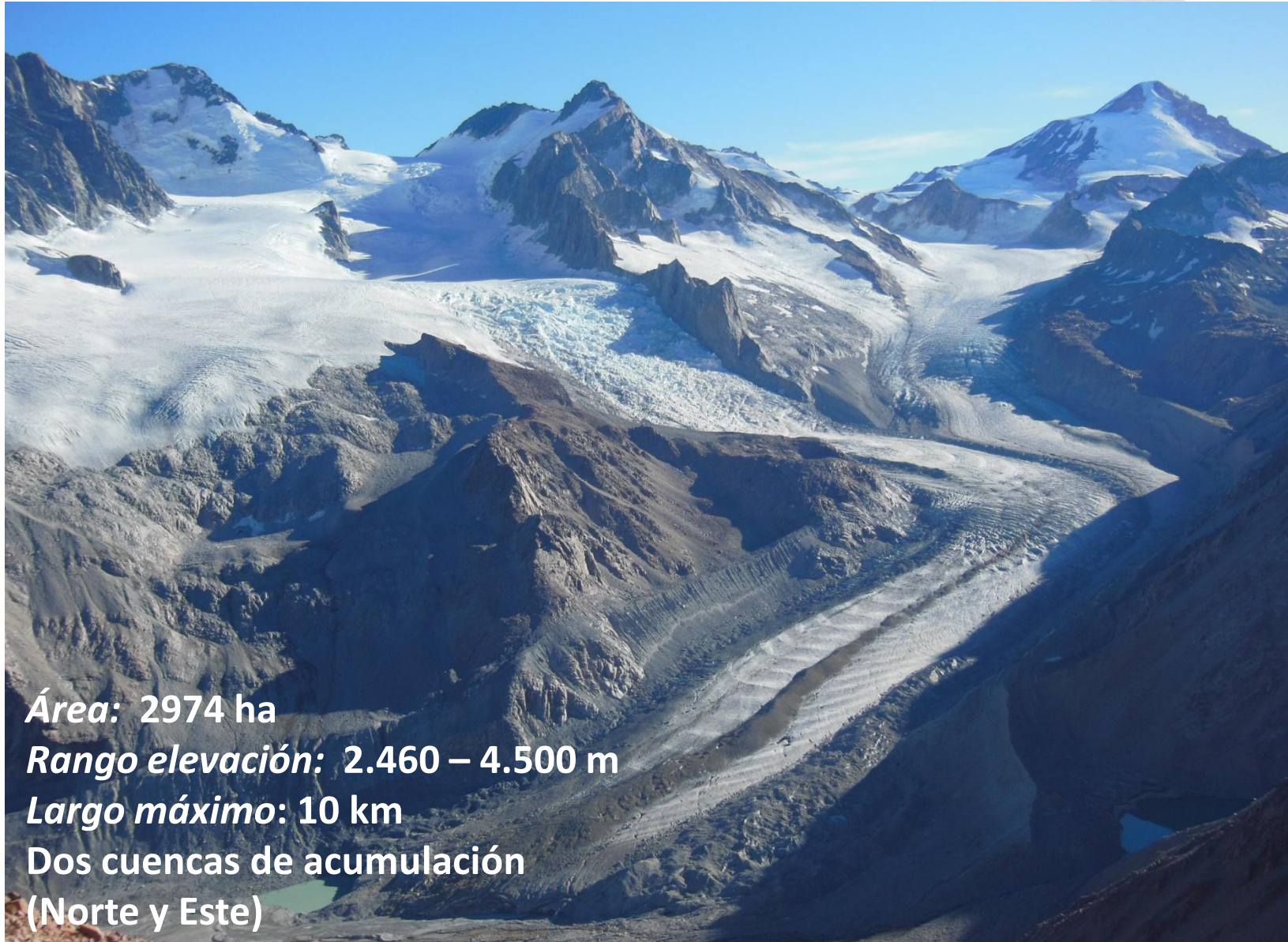
BALANCE DE MASA GLACIOLÓGICO.

Es un indicador del “estado de salud” del glaciar y vincula el clima con el glaciar. busca comprender la respuesta dinámica de un glaciar a las variaciones climáticas, **Retroceso y Avance**, ocurre en un periodo prolongado de tiempo cuando este balance es negativo o positivo y presente un desfase en el tiempo en relación a los cambios climático.



El Glaciar Universidad

(34°42'51"S 70°2'53"O)



Área: 2974 ha
Rango elevación: 2.460 – 4.500 m
Largo máximo: 10 km
Dos cuencas de acumulación
(Norte y Este)





Balance de masa: método glaciológico.

¿Cuenta agua se gana y se pierde en un año hidrológico?

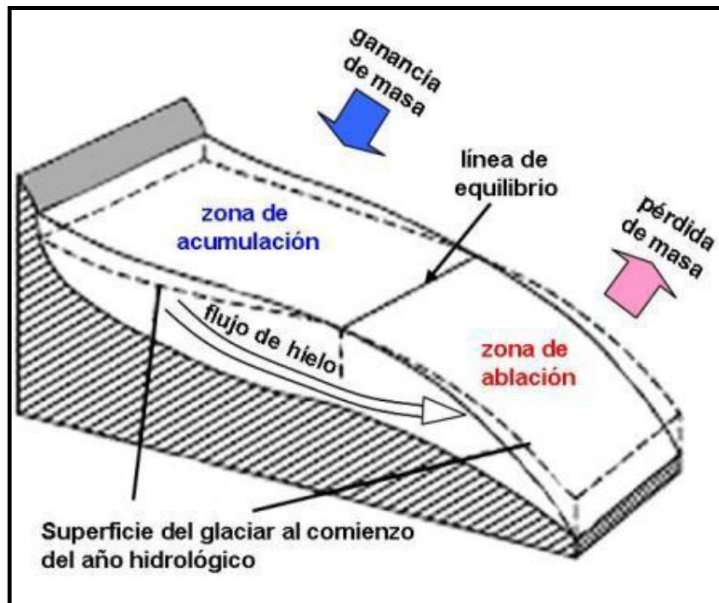




Métodos

BALANCE DE MASA GLACIAR

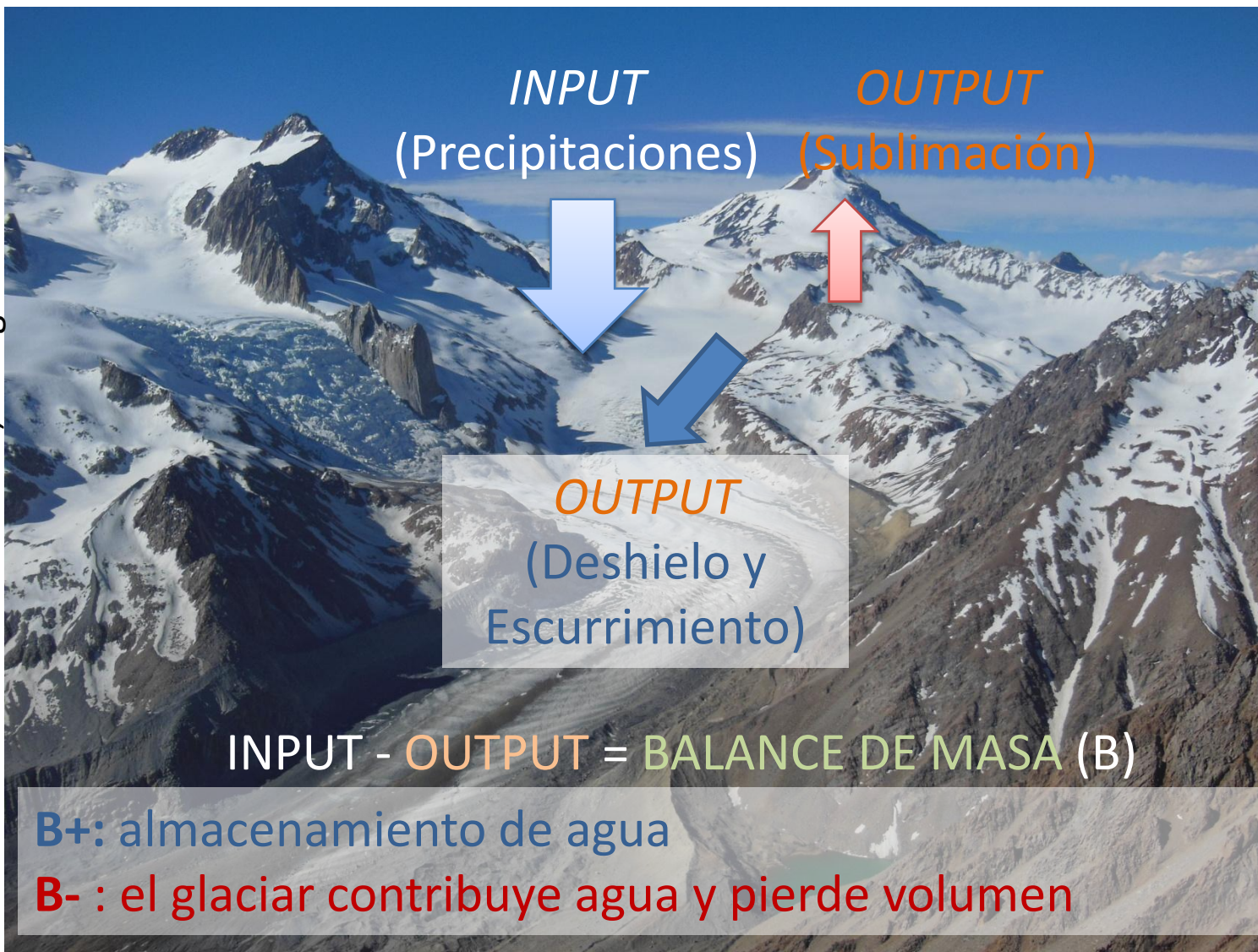
Zona de acumulación, es donde se acumula mas nieve/hielo mientras que en la zona de ablación se pierde mas masa de lo que se gana en un año. La línea de equilibrio define donde el balance es cero. Entre la parte superior y la inferior se produce un gradiente que genera un flujo que compensa el balance entre ambas zonas.





Glaciar Universidad, VI región de Chile

Balance de masa glaciar

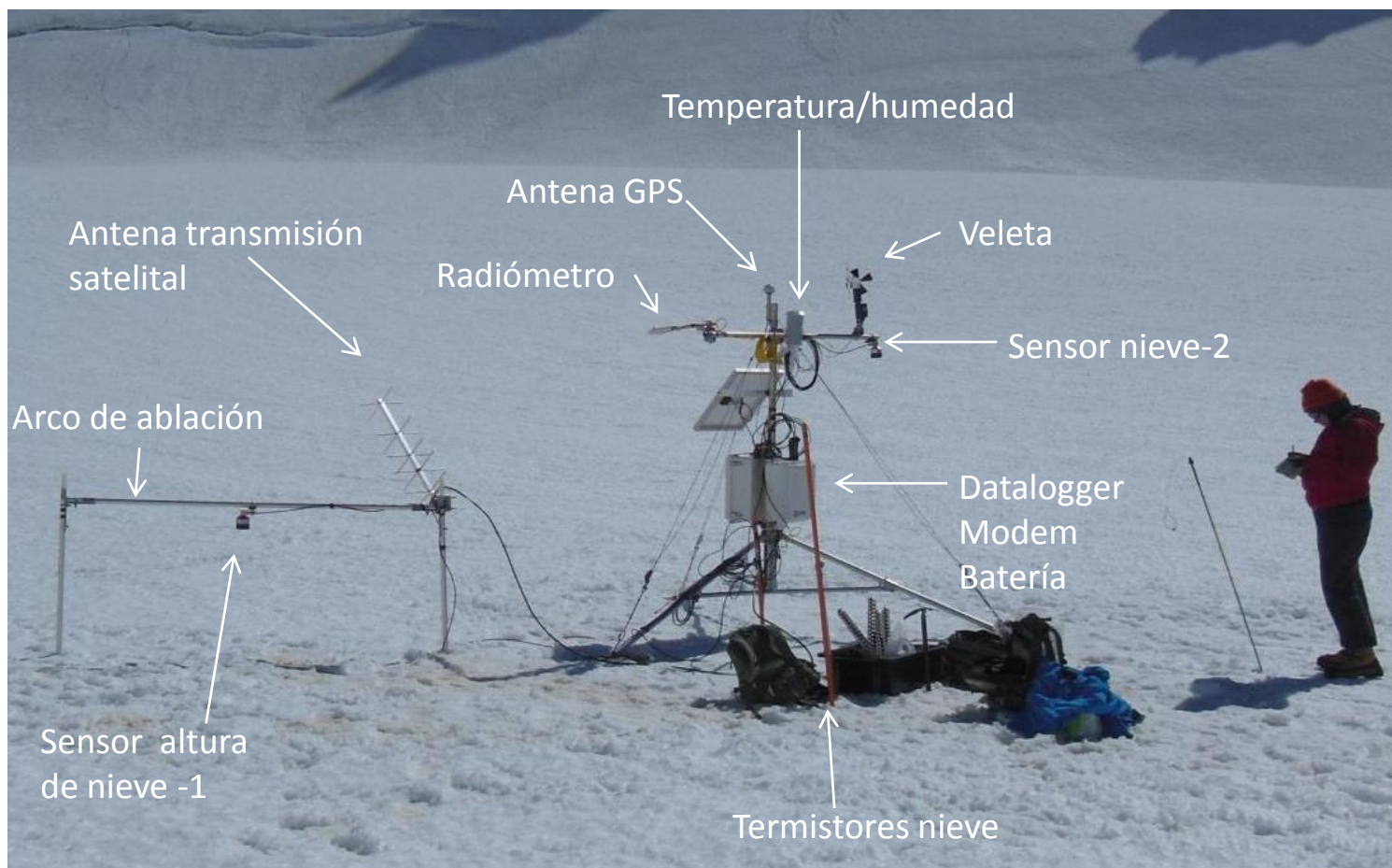


Resultados preliminares

Estaciones meteorológicas



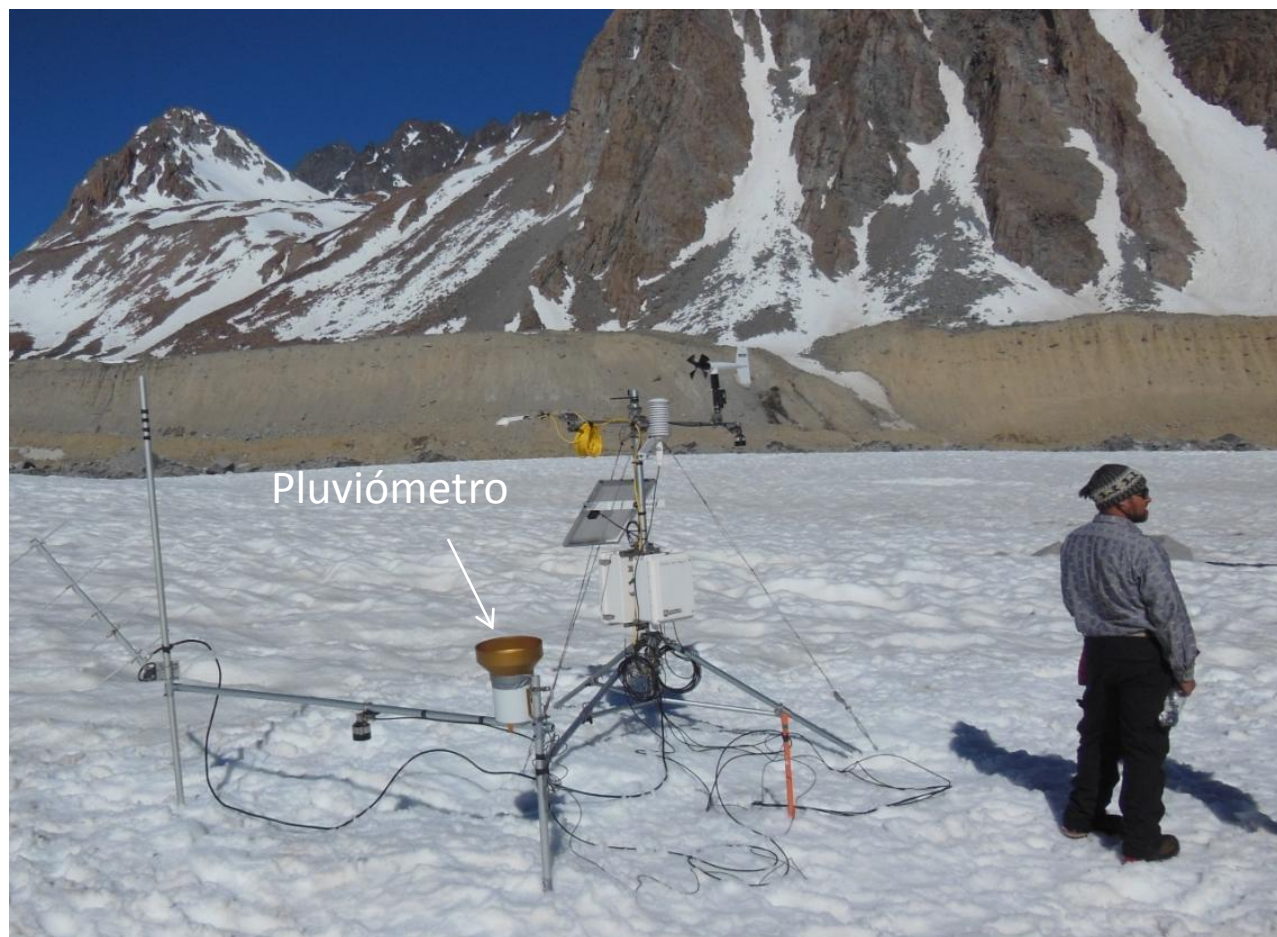
Zona de acumulación 3.640 m.s.n.m.

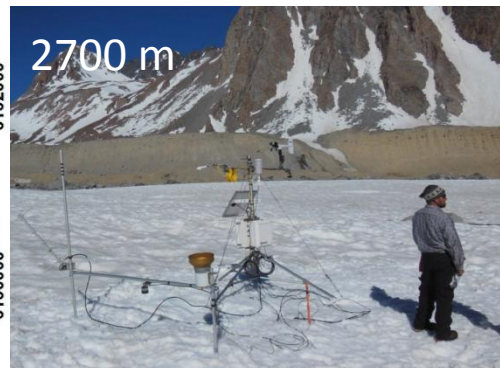
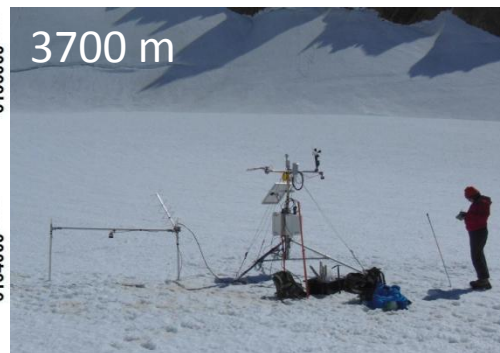
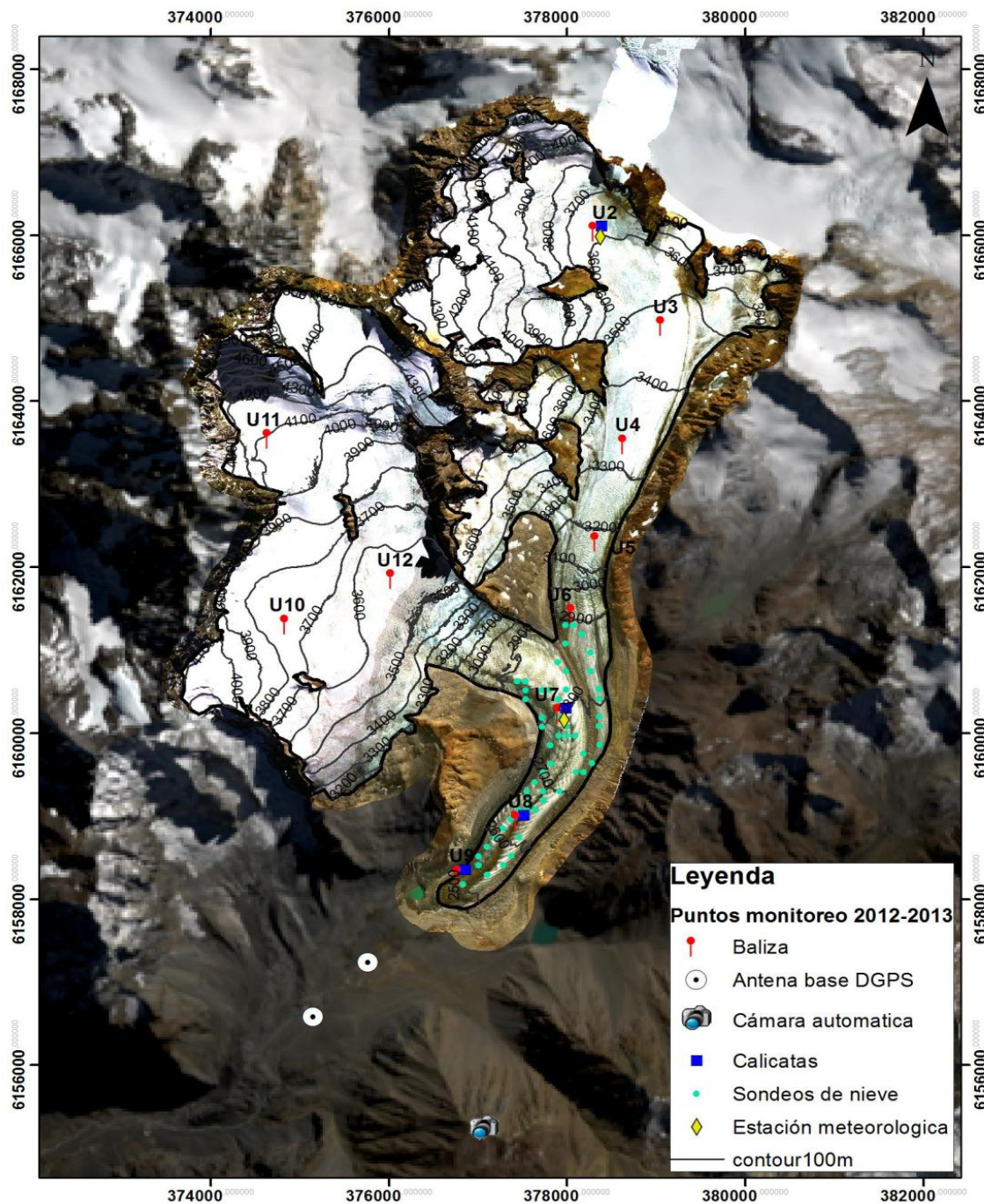


Resultados preliminares Estaciones meteorológicas



Zona de ablación 2.830 m.s.n.m.

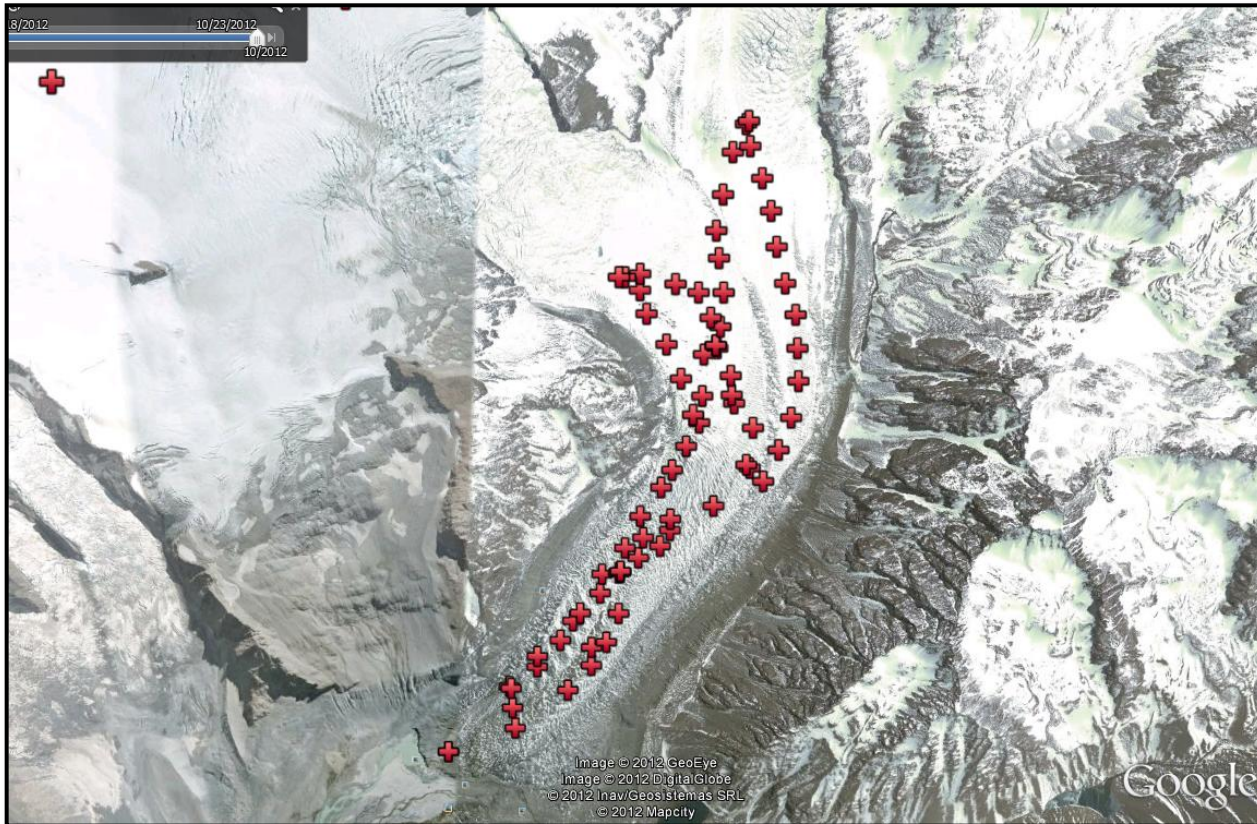




Métodos

BALANCE DE MASA GLACIOLÓGICO.

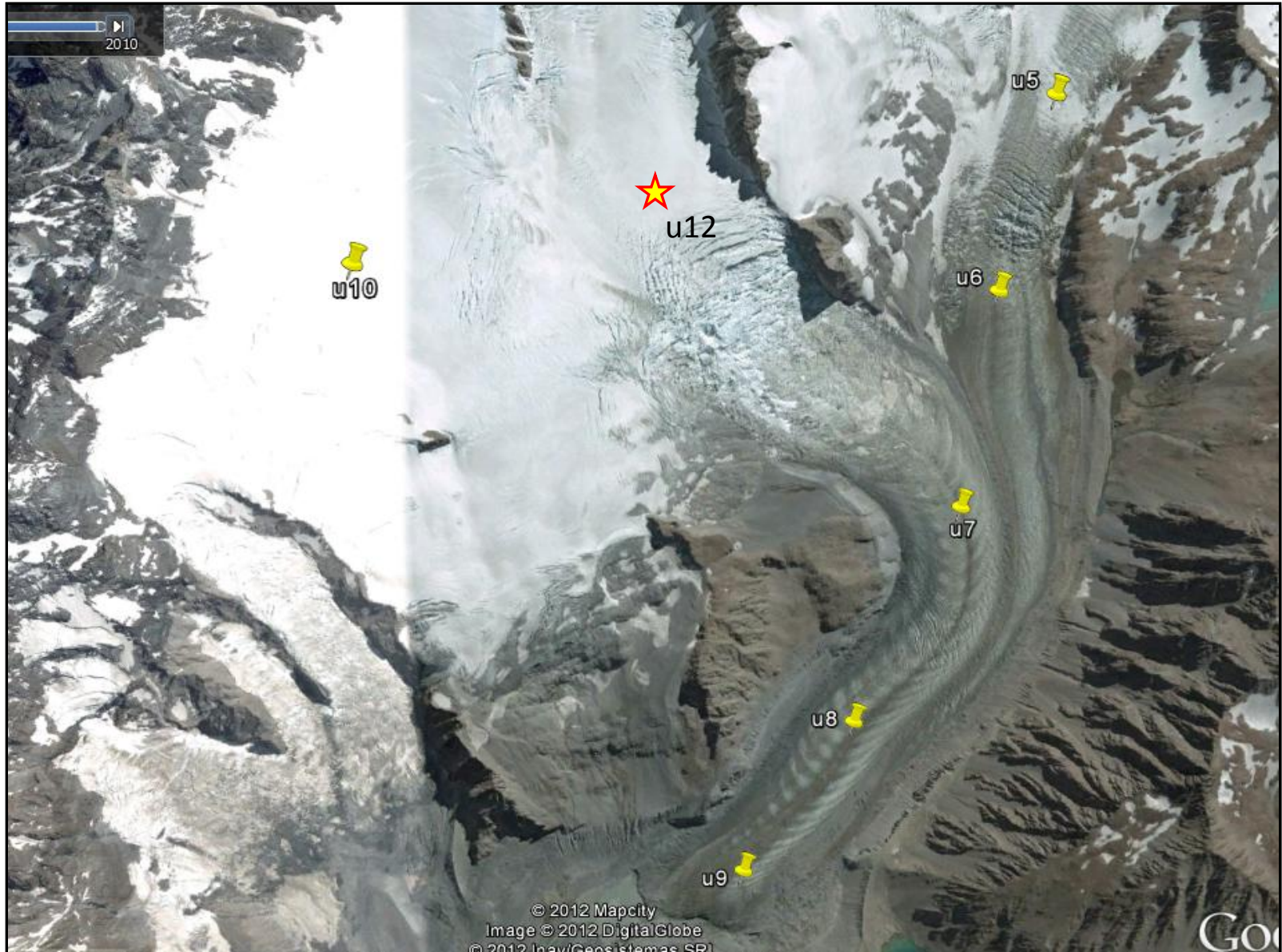
Se realizaron rutas de nieve, para medir la cantidad de nieve caída sobre el glaciar y la realización de 5 calicatas que permiten conocer el estado de la nieve, su calidad y cantidad de agua retenida.



Métodos

BALANCE DE MASA GLACIOLÓGICO.

Se instalaron 12 balizas para monitorear el derretimiento del hielo.



3/18/2007

u2

u1

u3

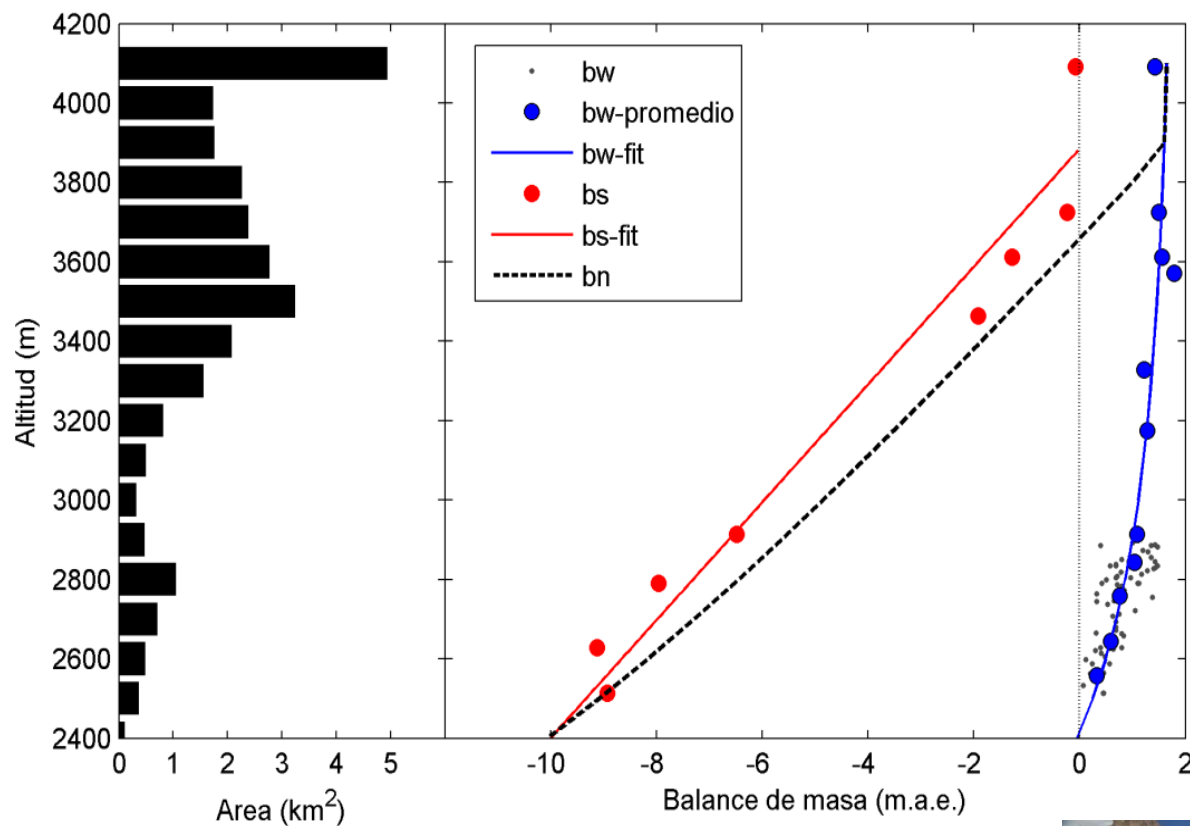
u11

u4

u5

© 2012 Mapcity

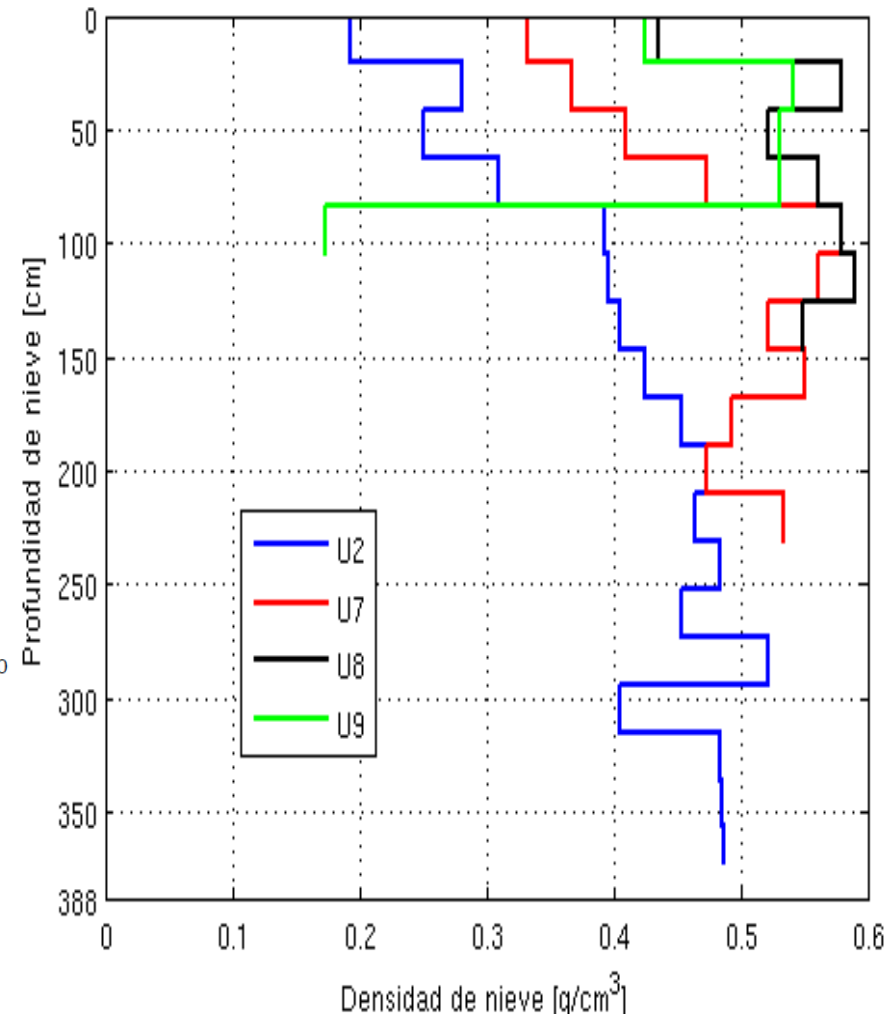
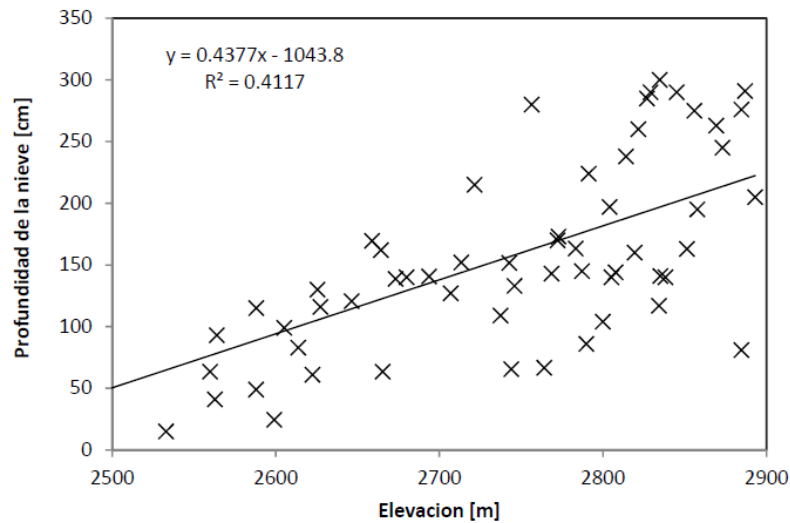
u6



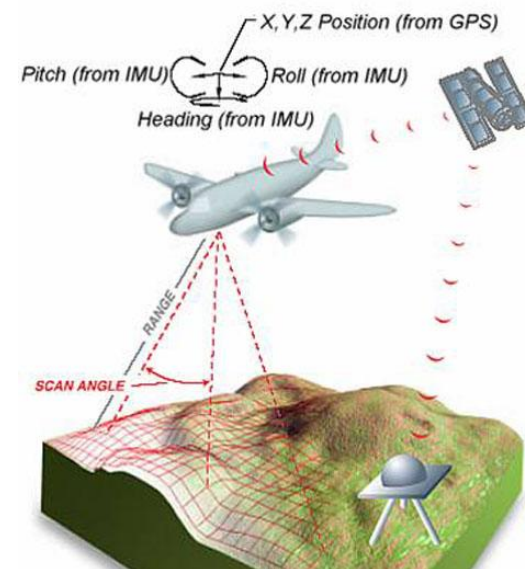
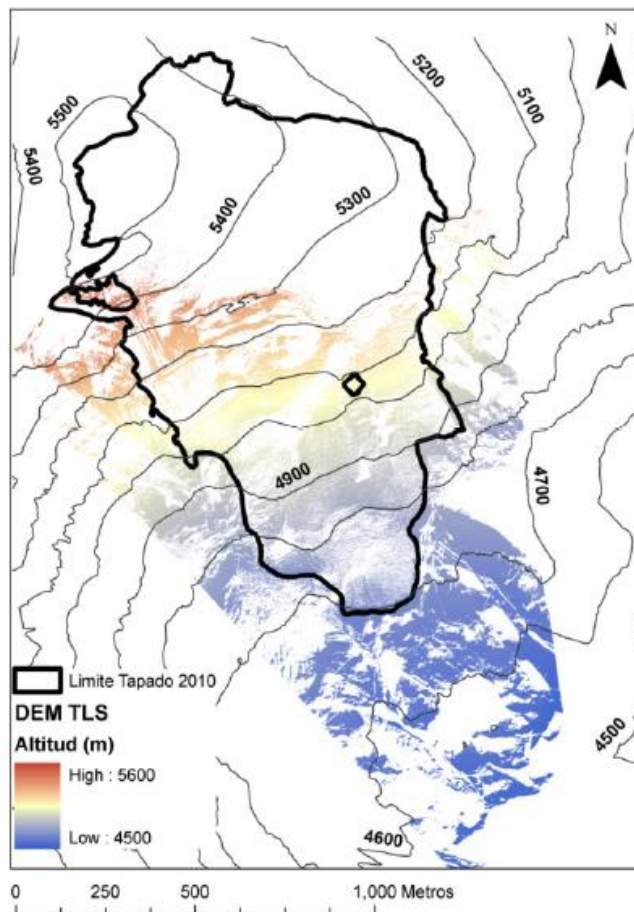
**Balance promedio puntual 2012-2013 =
-0,91 metros de agua**



Perfiles de Densidad



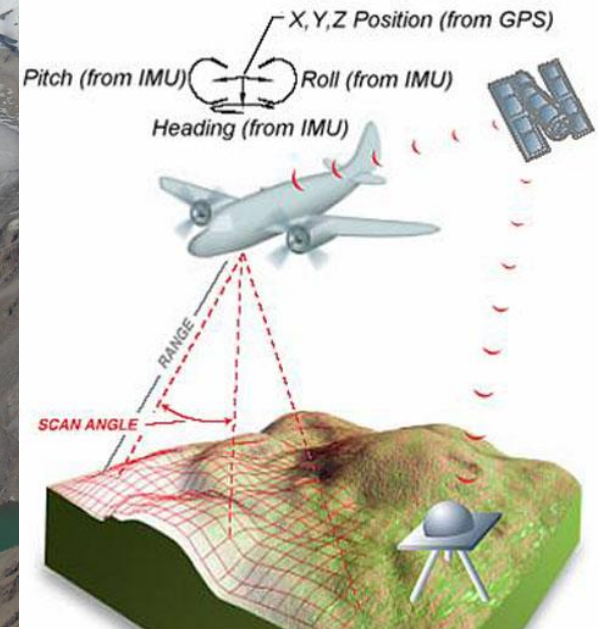
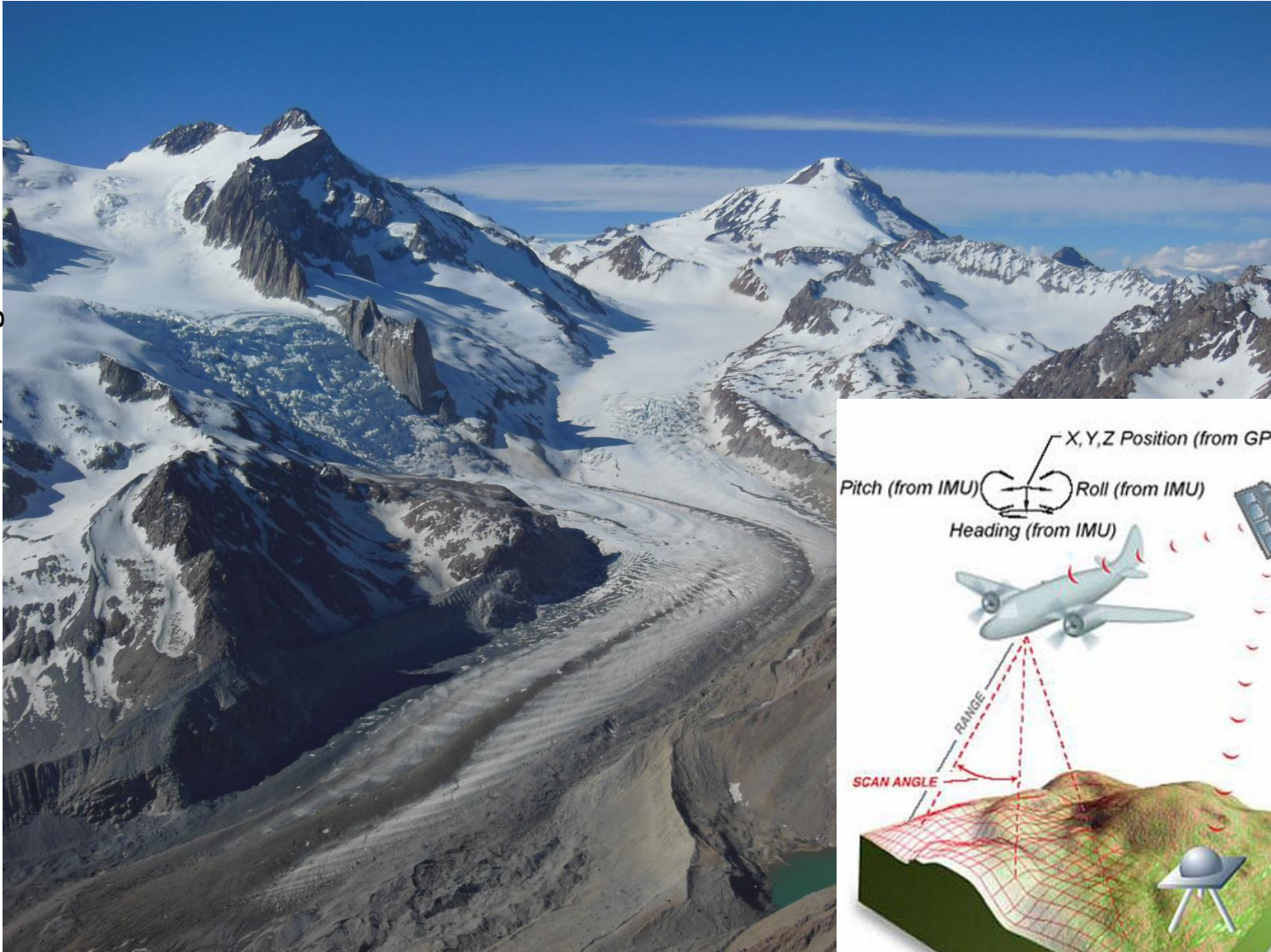
Balance geodésico



Balance geodésico



Glaciar Universidad, VI región de Chile

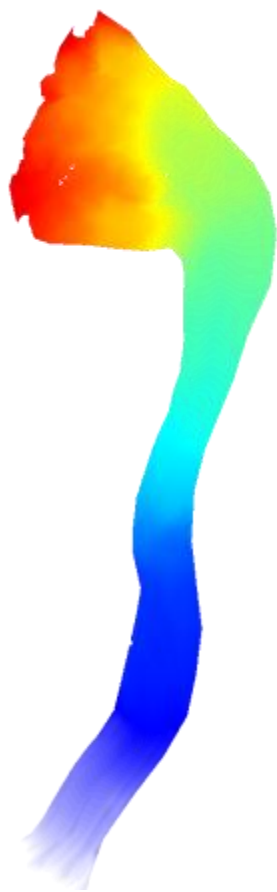




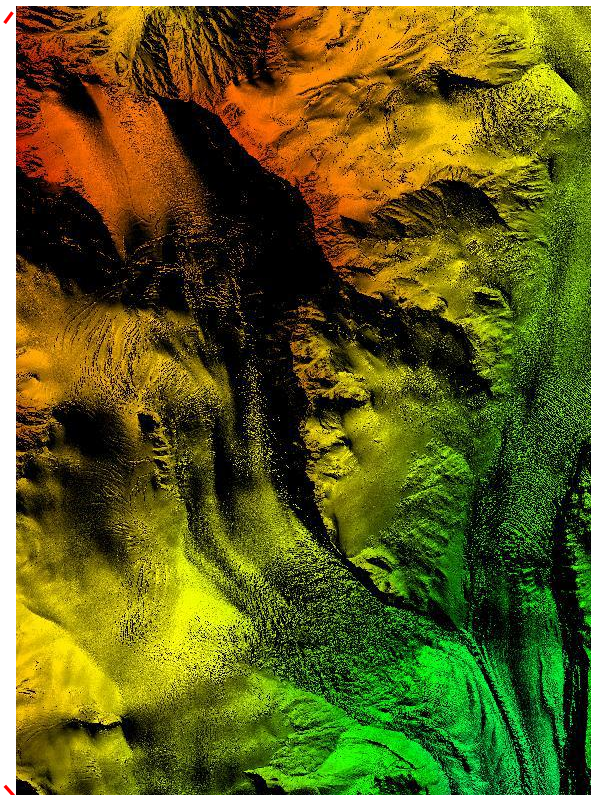
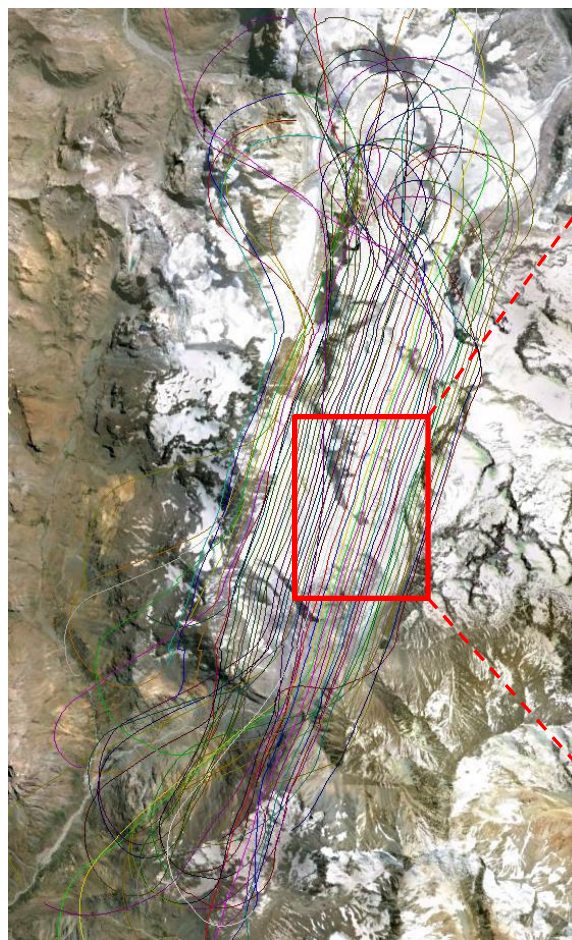
Balance de masa geodésico:

cambios topográficos, producto de cambios de balance de masa y flujo glacial

MNT-Lidar 2011

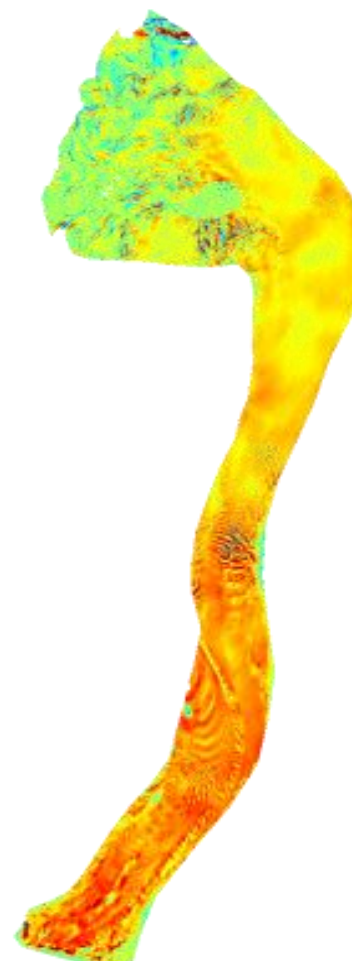
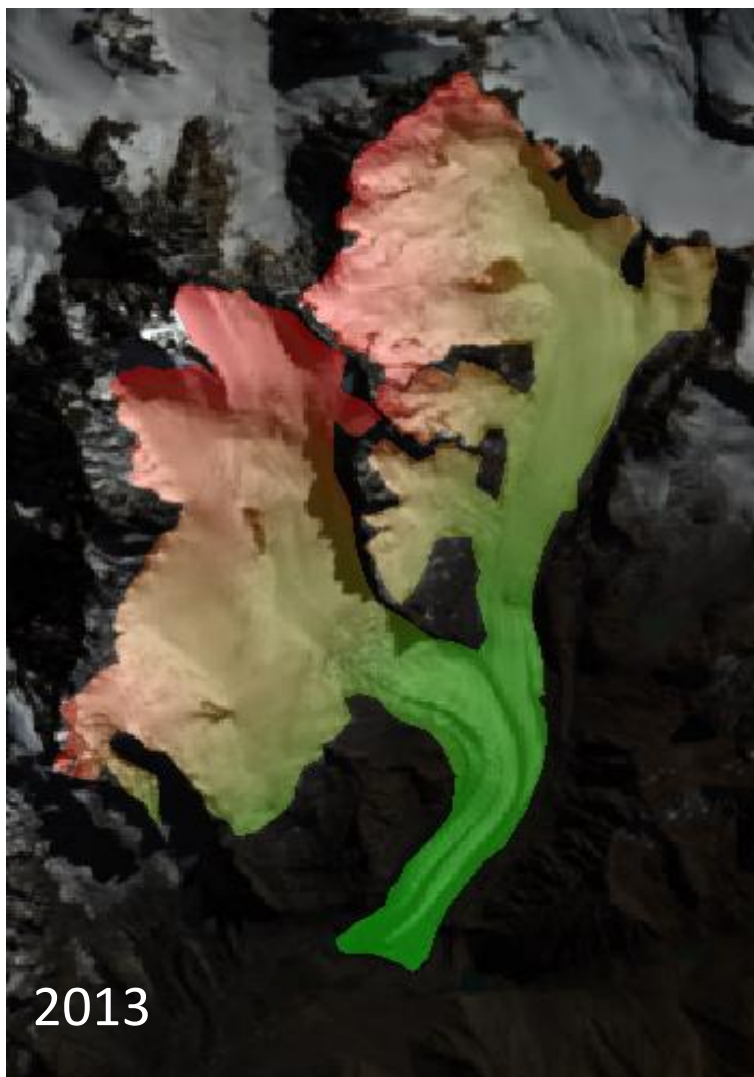


MNT-Lidar 2013

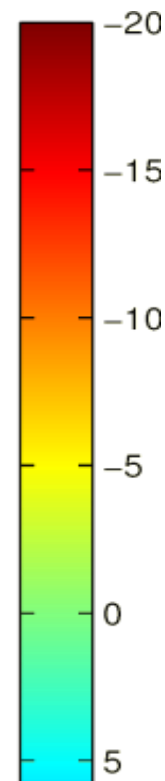




Diferencia años 2011-2013



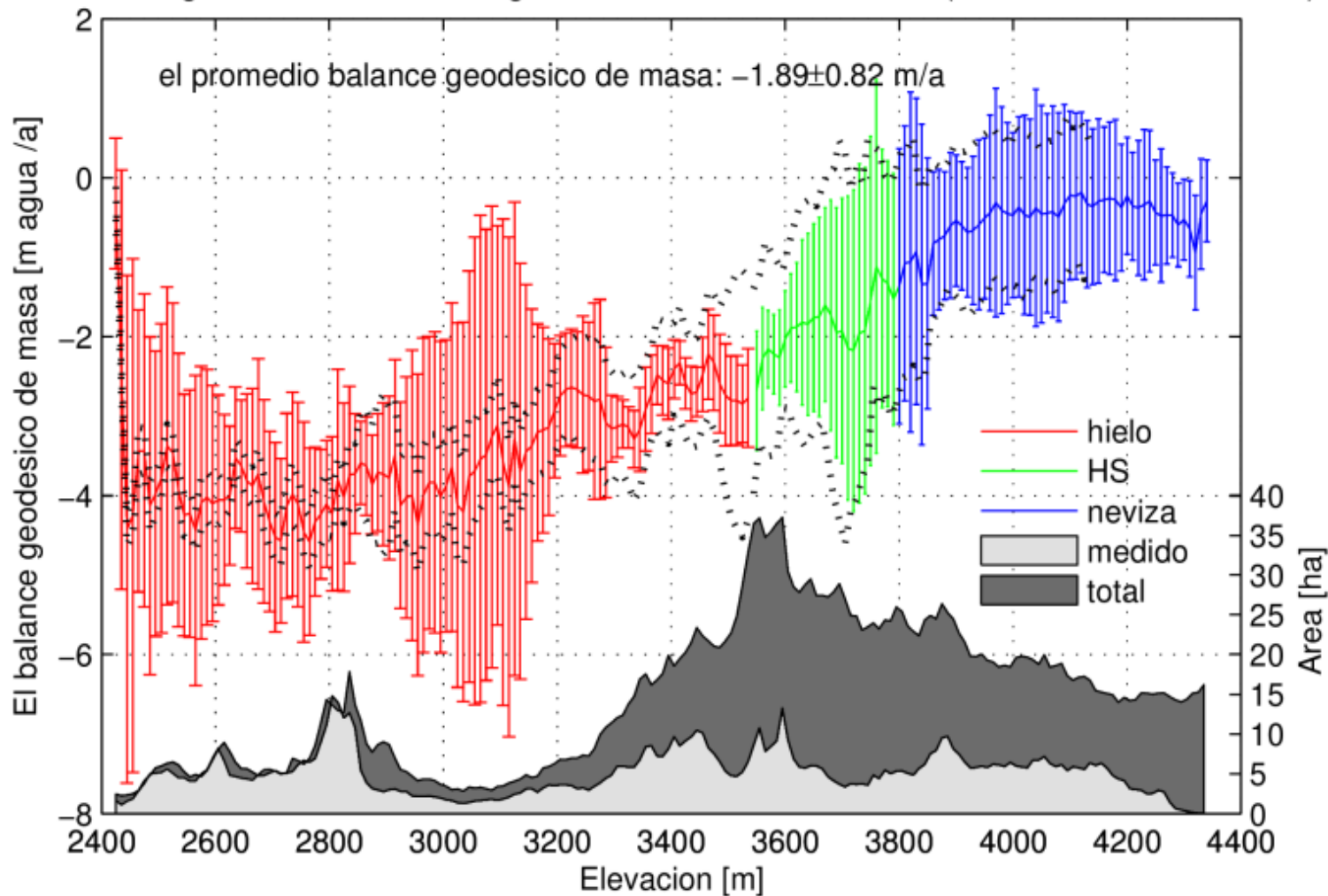
dZ (metros)

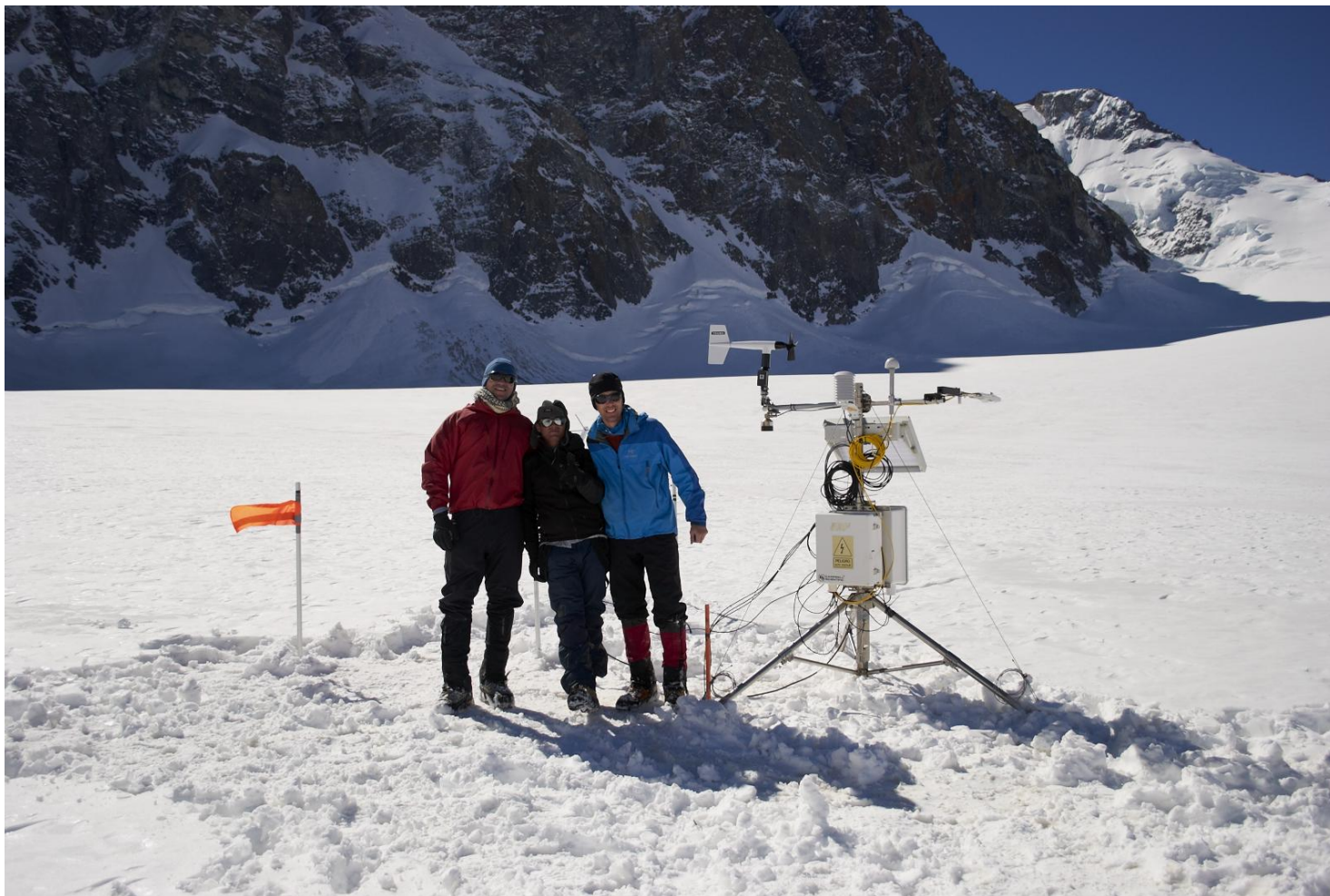




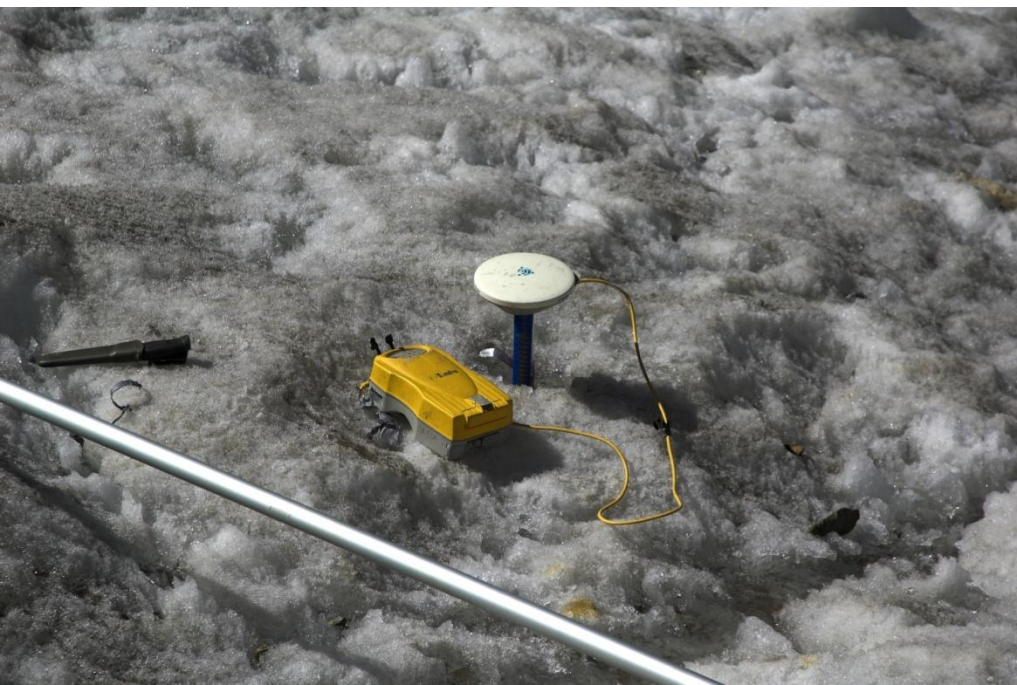
Perfil altitudinal de balance de masa geodésico

El balance geodesico de masa del glaciar Universidad 2011–2013 (bandas de elevacion 10m)











Conclusiones primer año

El área total mapeado para el año 2013 fue de 27,44 km².

El balance promedio es **-0,91 m.a.e.**

Valores negativos de balance de masa geodésico indican que el glaciar Universidad está perdiendo su masa y no se encuentra en estado de equilibrio.

La acumulación de hielo en la parte alta no es suficiente para equilibrar las tasas altas de ablación presentadas en la parte baja.

- ❑ Determinar el **comportamiento de las precipitaciones**, su agresividad climática, la concentración de las mismas y su variación en el tiempo.

Analizar el comportamiento espacial y temporal de la precipitación se mediante técnicas avanzadas de espacialización usando SIG.

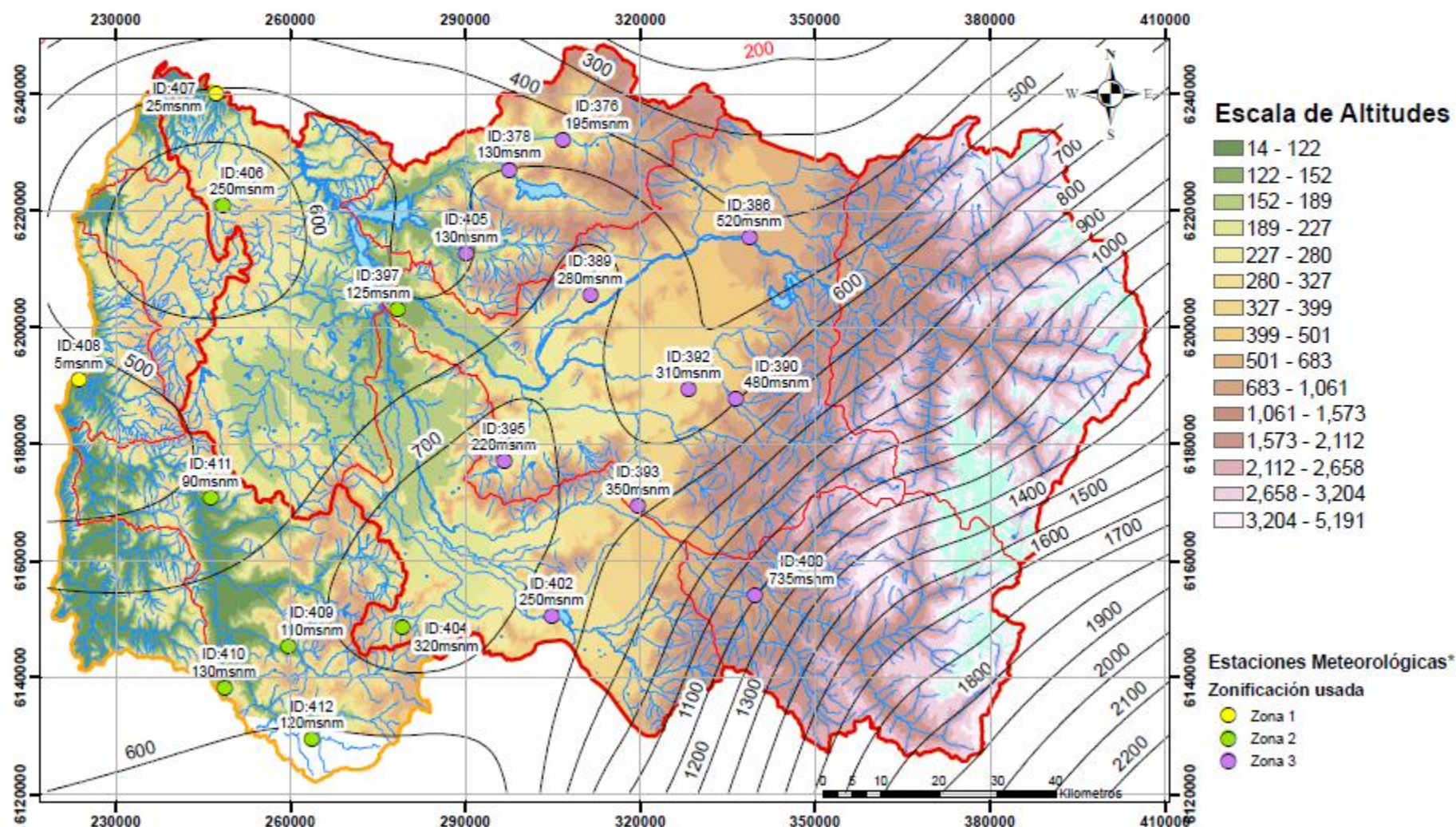
Instalación de 20 estaciones portátiles para estudios sinópticos con gran densidad de información en diferentes subcuencas.

Determinar la tendencia de las precipitaciones a nivel mensual, estacional y anual considerando todas las estaciones existentes de la DGA, DMC, las de este estudio y otros.

Determinar el grado de agresividad y concentración de las precipitaciones mediante la aplicación de índices que posean validez hidrológica y climática, así como la tendencia probabilística de las precipitaciones e indicadores, mediante el ajuste de funciones de distribución de probabilidad.

Isoyetas Anuales

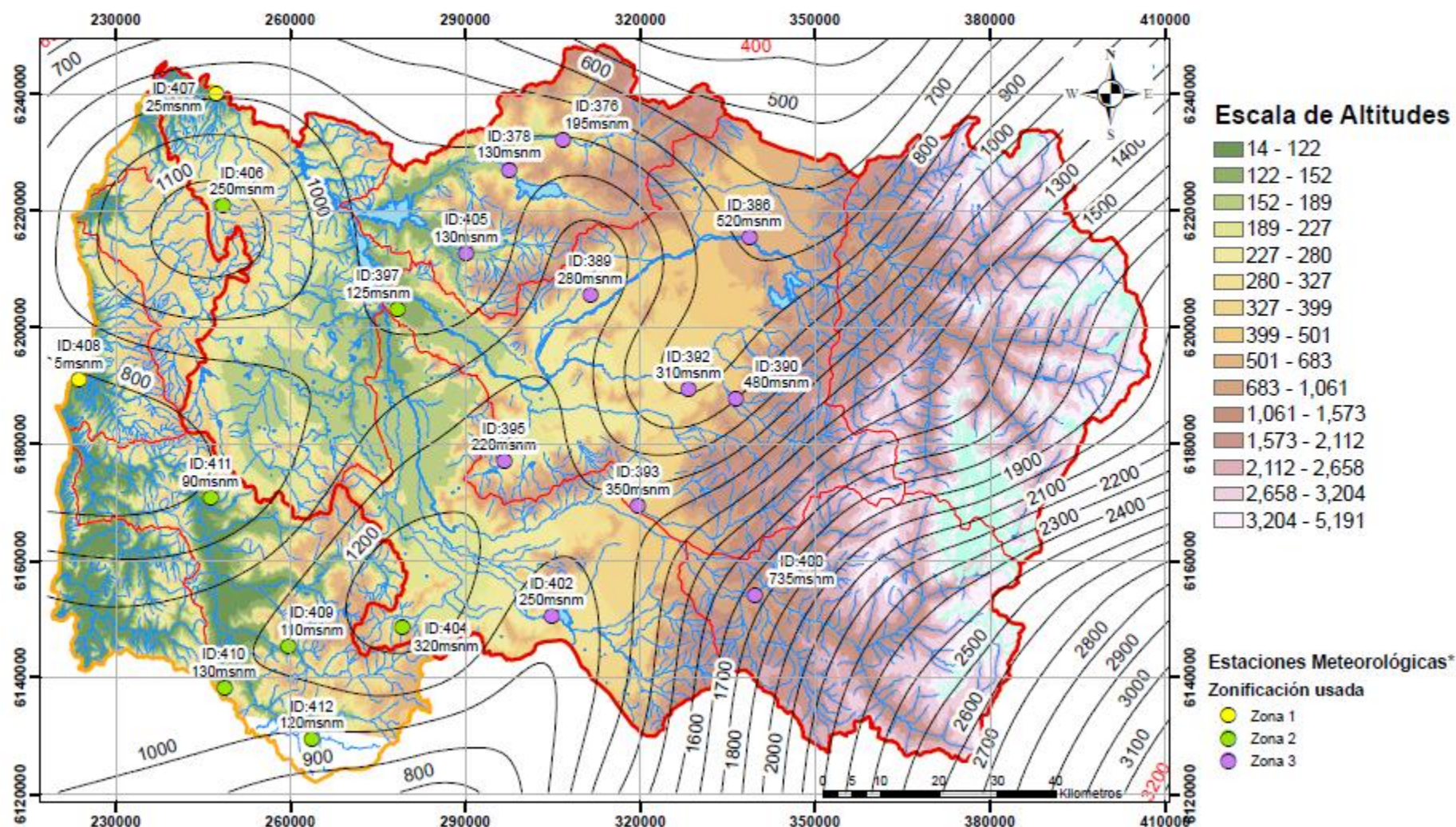
Precipitación Anual con T=2 años (mm)



Meteorológicas*: Estaciones meteorológicas que midan Precipitación Diaria

Isoyetas Anuales

Precipitación Anual con T=10 años (mm)



Meteorológicas*: Estaciones meteorológicas que midan Precipitación Diaria

Estaciones portátiles

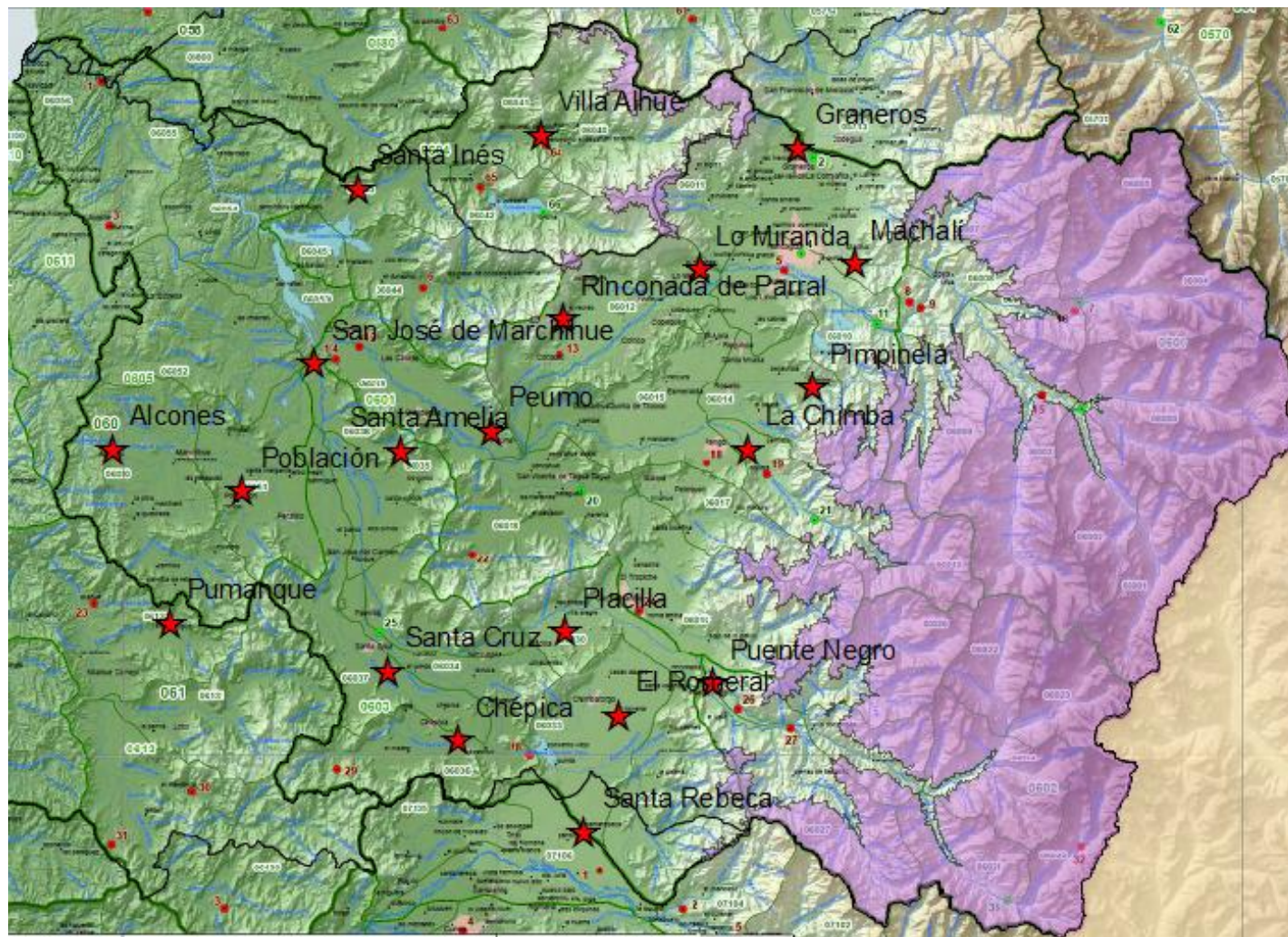


Entre el lunes 12 y el sábado 17 de agosto se instalaron 20 estaciones meteorológicas La Crosse Technology modelo WS-2815U-IT en mástiles armables (estaciones portátiles) en diferentes sectores de la Región del Libertador Bernardo O'Higgins.



Completely Wireless

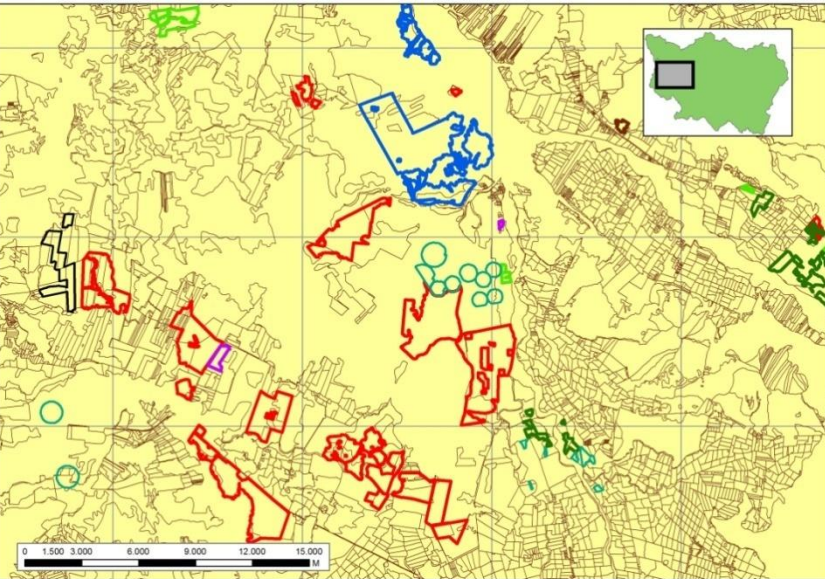
Estaciones portátiles



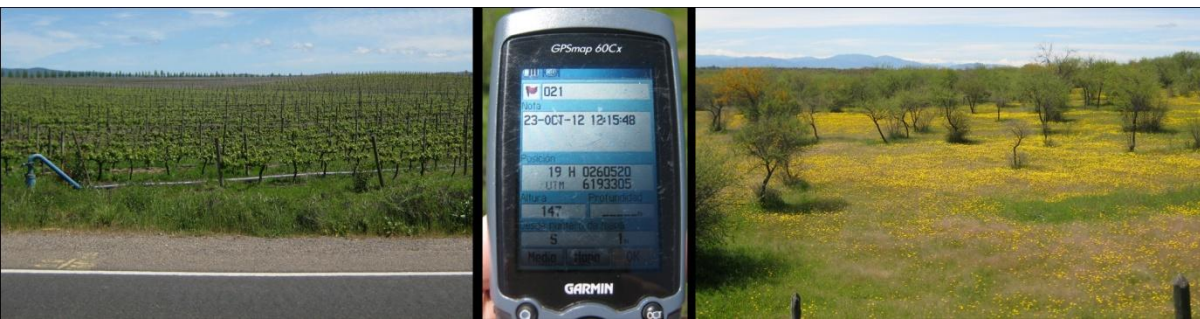
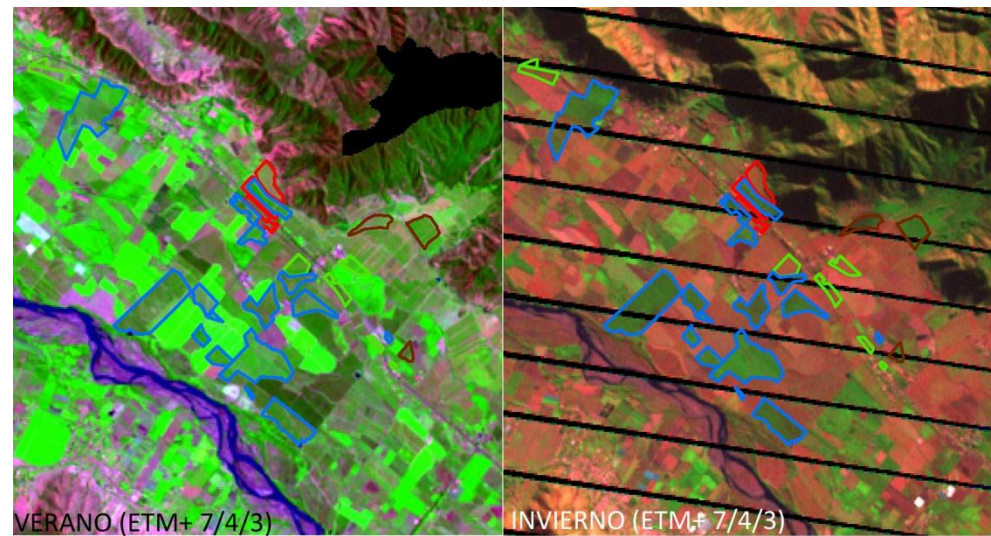
❑ Caracterizar la **demanda hídrica** de la cuenca, considerando todos los usos del recurso.

La demanda hídrica de la cuenca se realizará efectuando las siguientes actividades:

- Cuantificación de demandas por rubro:
 - (1) Determinación del uso de suelo de cada una de las subcuencas mediante el uso de fotografías aéreas, imágenes satelitales y el catastro del bosque nativo (Conaf 1999).
 - (2) Análisis de información secundaria, determinando las demandas por rubro y subcuenca.
 - (3) Determinación de demandas históricas (revisión de la información disponible en la DGA y CNR) y
 - (4) Análisis de la demanda mediante la entrevista con actores relevantes, identificando las proyecciones de ESSBIO, mineras e industriales.
- Analizar el escenario legal de los usos y derechos existentes, conforme los límites de extracciones fijados por la DGA.
- Análisis en torno a las extracciones ilegales y su actual manejo.



- Grilla 10x10
- Predios Area
- CEREAL
- FORRAJERA
- FORRAJERA ANUAL
- FRUTAL CADUCO
- FRUTAL CITRICO
- FRUTAL PALTO
- MATORRAL
- OLIVO
- PLANTACION
- VID



❑ **Implementar un modelo de gestión hídrica para la cuenca del Rapel.**

SWAT: Soil and Water Assessment Tool

- Desarrollado por el USDA (1998)
- Extensamente usado en el mundo para simular el ciclo hidrológico en **régimen natural**.
- Escala temporal: diaria/mensual

MAGIC: Modelación Analítica Genérica e Integrada de Cuencas

- Desarrollado en Chile por la DGA-MOP (2000)
- Usado con éxito para la gestión integrada de varias de las cuencas más importantes de nuestro país, no sólo bajo régimen natural sino que considerando diversas obras de infraestructura (embalses, canales de riego, pozos de bombeo, etc.) y **escenarios** alternativos de funcionamiento según **demandas/derechos** (permanentes/eventuales).

MODELACION HIDROLOGICA: SWAT - MAGIC

SWAT: Soil and Water Assessment Tool

- Desarrollado por el USDA (1998)
- Extensamente usado en el mundo para simular el ciclo hidrológico en **régimen natural**.
- Escala temporal: diaria/mensual

MAGIC: Modelación Analítica Genérica e Integrada de Cuencas

- Desarrollado en Chile por la DGA-MOP (2000)
- Usado con éxito para la gestión integrada de varias de las cuencas más importantes de nuestro país, no sólo bajo régimen natural sino que considerando diversas obras de infraestructura (embalses, canales de riego, pozos de bombeo, etc.) y **escenarios** alternativos de funcionamiento según **demandas/derechos** (permanentes/eventuales).

Modelo hidrológico SWAT

(Arnold et al., 1998, Neitsch et al., 2005)

Modelo conceptual a escala de cuenca, basado en procesos físicos, continuo en el tiempo con step diario

Componentes principales

- **Hidrología superficial**

4 compartimientos de almacenamiento: nieve, perfil de suelo, acuífero superficial, acuífero subterráneo

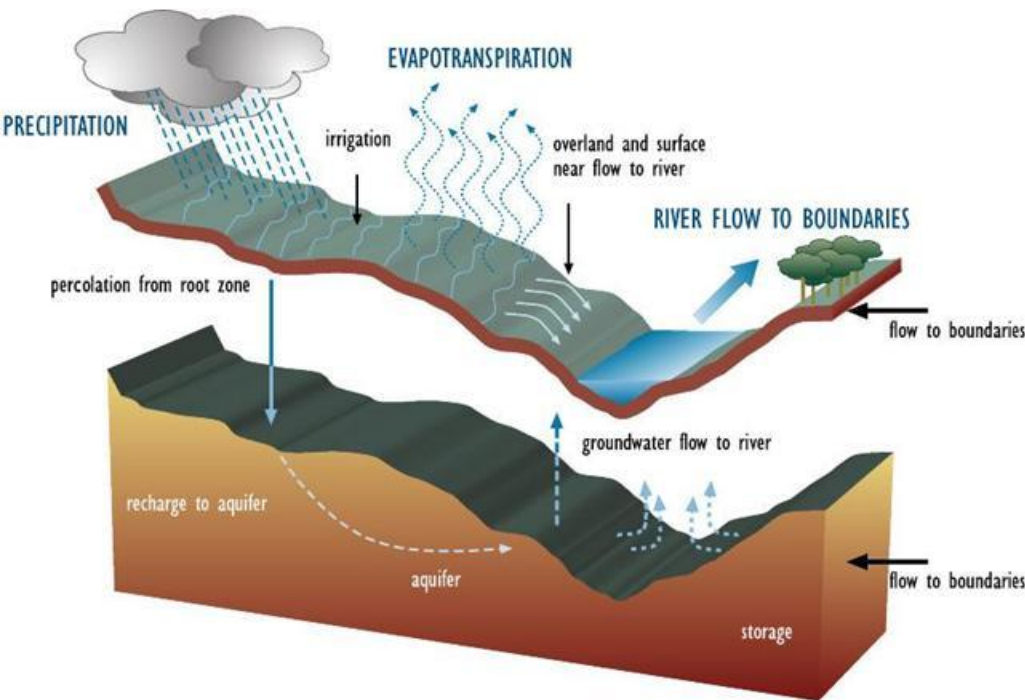
Procesos: clima, hidrología, erosión / sedimentación, nutrientes, crecimiento de cultivos, temperatura de suelo, pesticidas, manejo agrícola, áreas urbanas, bacteria

- **Procesos en el río**

agua, sedimentos, nutrientes y químicos orgánicos

- **Otros**

embalses, diversiones de agua



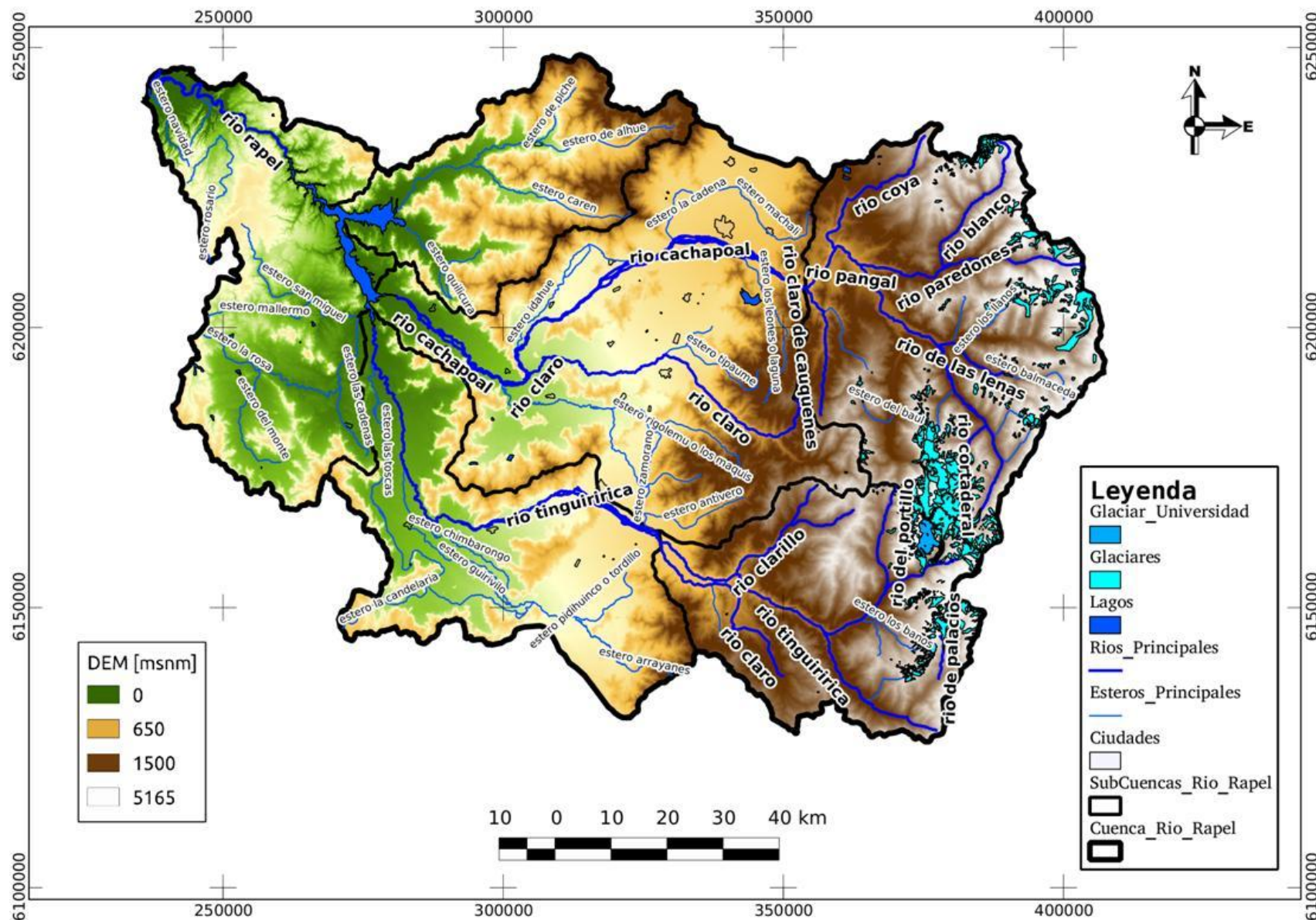
SWAT – Datos de Entrada



- DEM
- Red hidrológica
- Tipo de suelo
- Uso de suelo
- Inf. Meteorológica
 - Precipitación
 - Temperatura
- Inf. Fluviométrica (aforos)

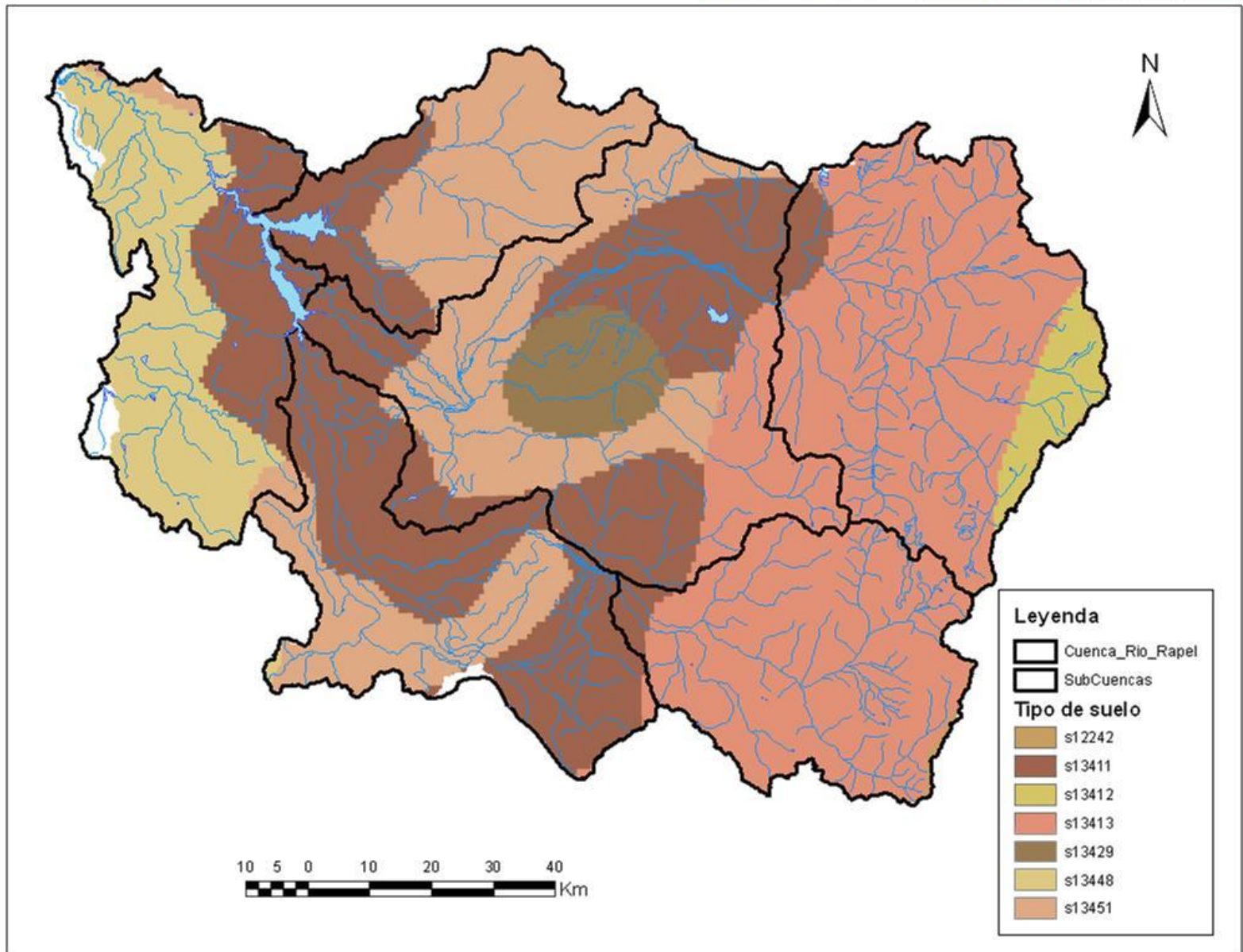


Datos de Entrada: DEM y Red hidrológica



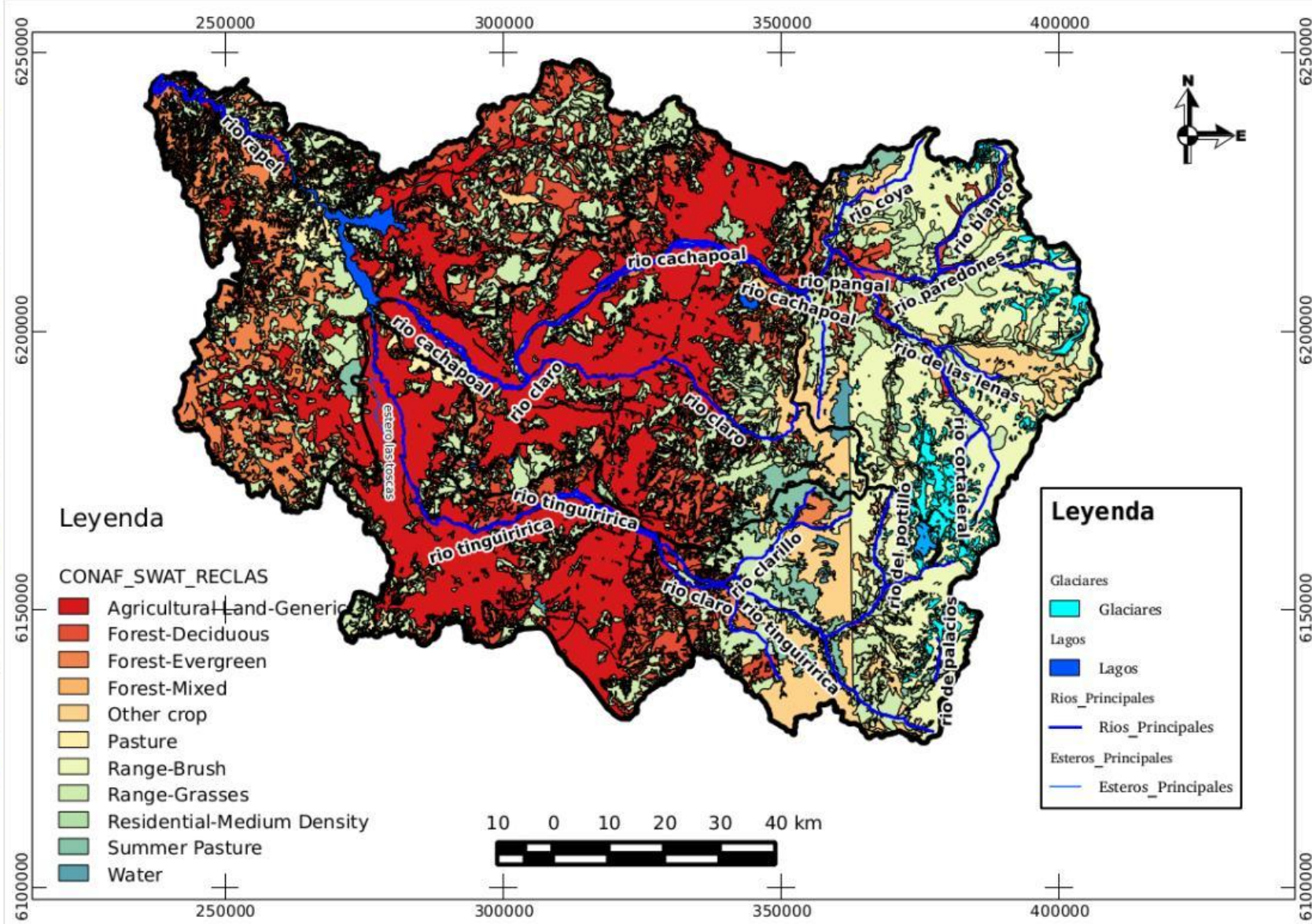
Datos de Entrada: Tipo de suelo

Fuente: HWSD FAO



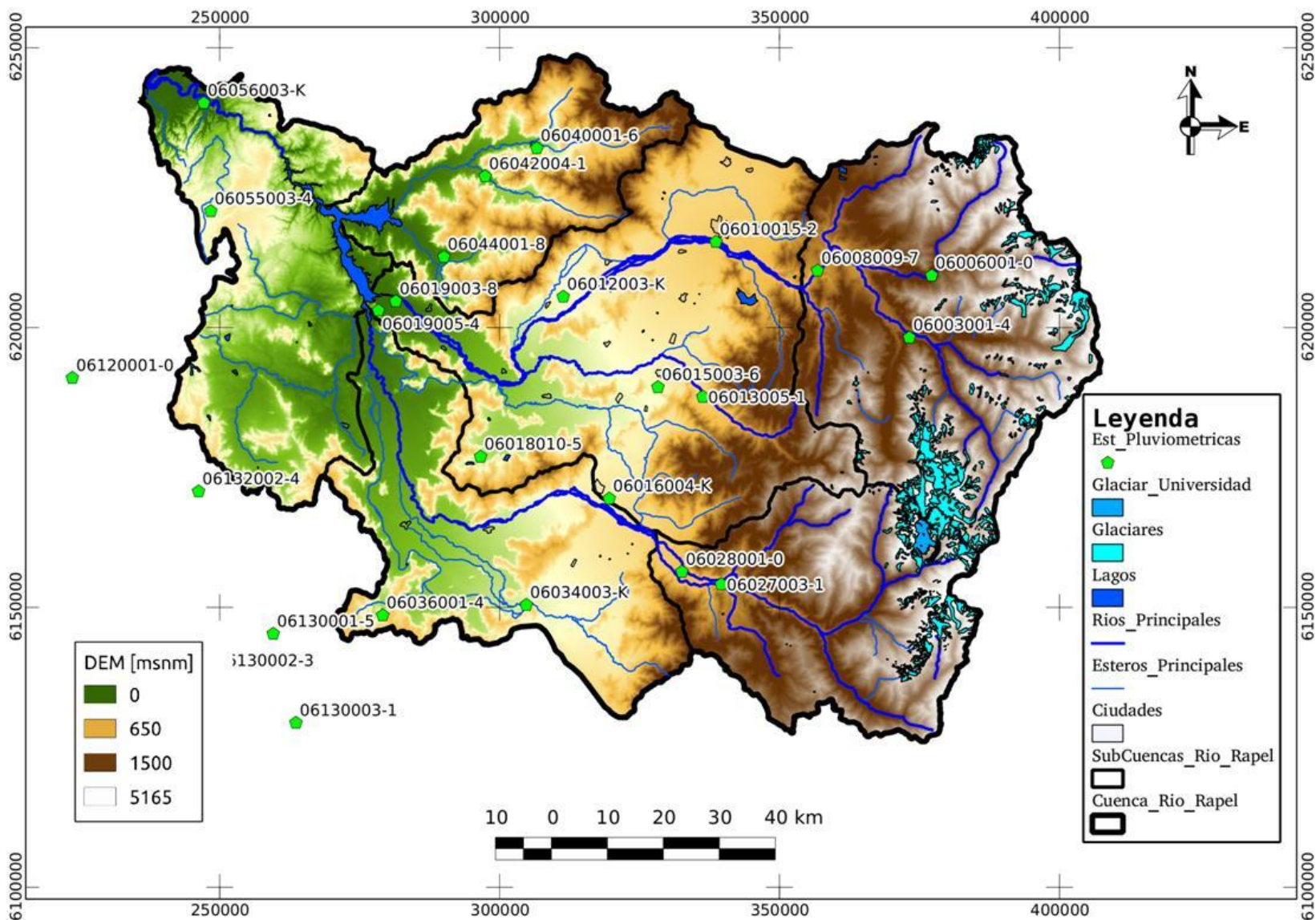
Datos de Entrada: Uso de suelo

Fuente: Conaf 2005



Datos de Entrada: Estaciones Pluviométricas

Fuente: DGA

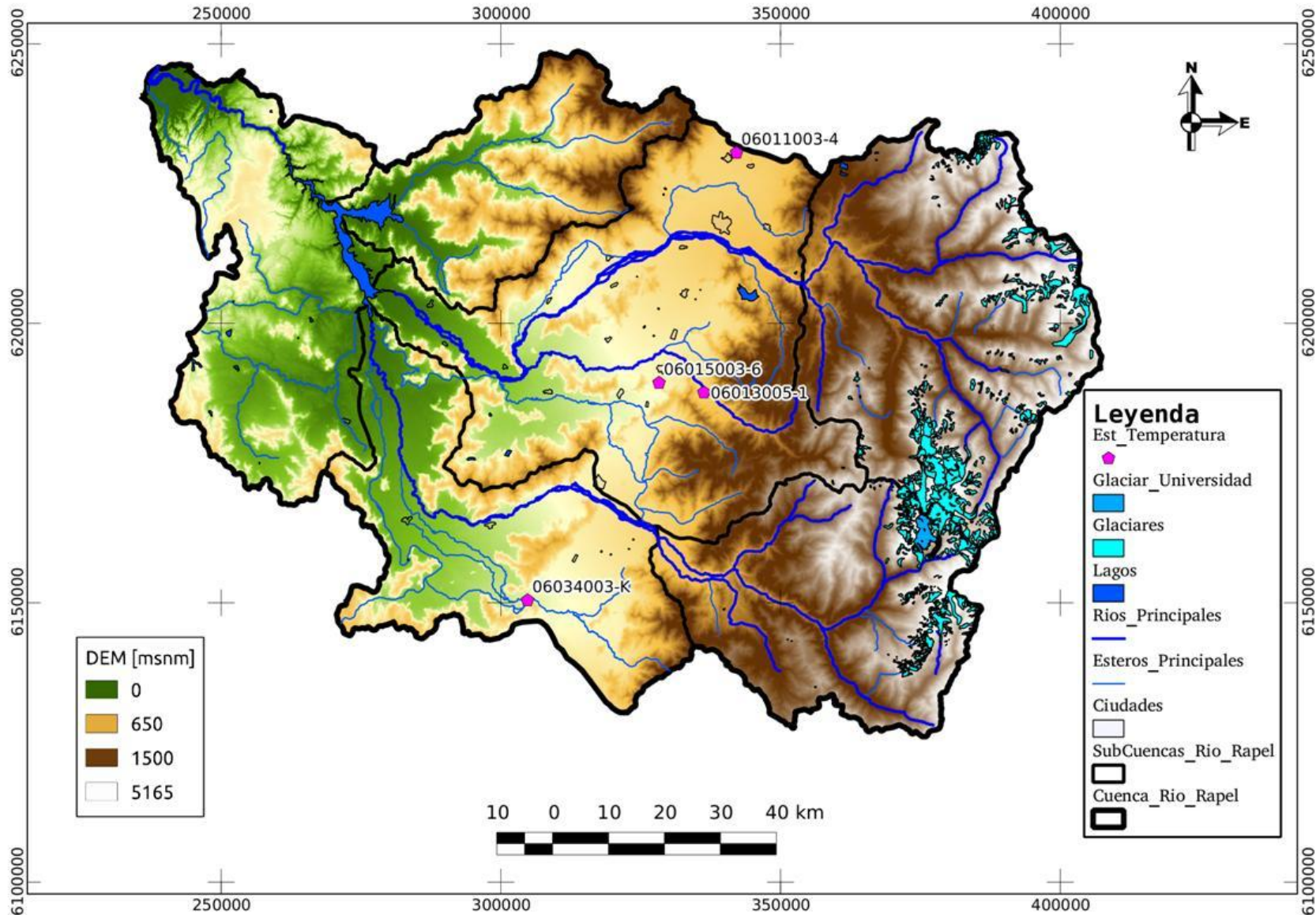




This heatmap displays the annual number of publications for ten categories, identified by letters A through J. The x-axis represents the years from 1970 to 2011. The y-axis lists the categories. The color intensity indicates the number of publications, with a scale from 0 (dark red) to 350 (dark green). Category A shows a significant increase in publications starting around 1980, reaching a peak of over 350 by 2011. Category B shows a steady increase from 1970 to 1980, followed by a period of high publication counts (around 250-300) until 2000, after which it declines. Category C shows a sharp increase starting around 1985, reaching a peak of over 350 by 2011. Category D shows a steady increase from 1970 to 1980, followed by a period of high publication counts (around 250-300) until 2000, after which it declines. Category E shows a steady increase from 1970 to 1980, followed by a period of high publication counts (around 250-300) until 2000, after which it declines. Category F shows a steady increase from 1970 to 1980, followed by a period of high publication counts (around 250-300) until 2000, after which it declines. Category G shows a steady increase from 1970 to 1980, followed by a period of high publication counts (around 250-300) until 2000, after which it declines. Category H shows a steady increase from 1970 to 1980, followed by a period of high publication counts (around 250-300) until 2000, after which it declines. Category I shows a steady increase from 1970 to 1980, followed by a period of high publication counts (around 250-300) until 2000, after which it declines. Category J shows a steady increase from 1970 to 1980, followed by a period of high publication counts (around 250-300) until 2000, after which it declines.

Datos de Entrada: Estaciones Temperatura

Fuente: DGA



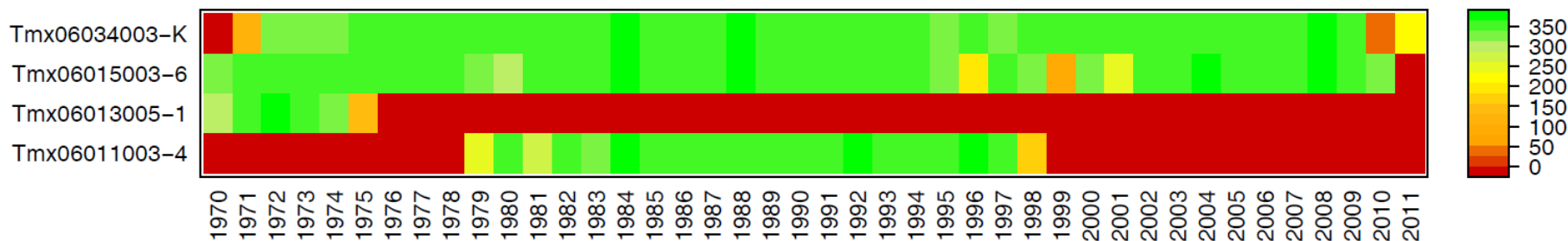


Datos de Entrada: Estaciones Temperatura

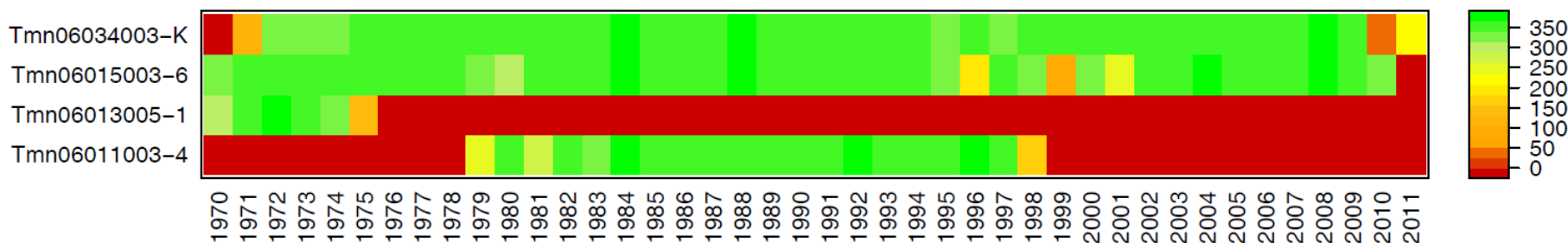
Fuente: DGA



N° de días con Temp. Máxima por año Cuenca del Río Rapel

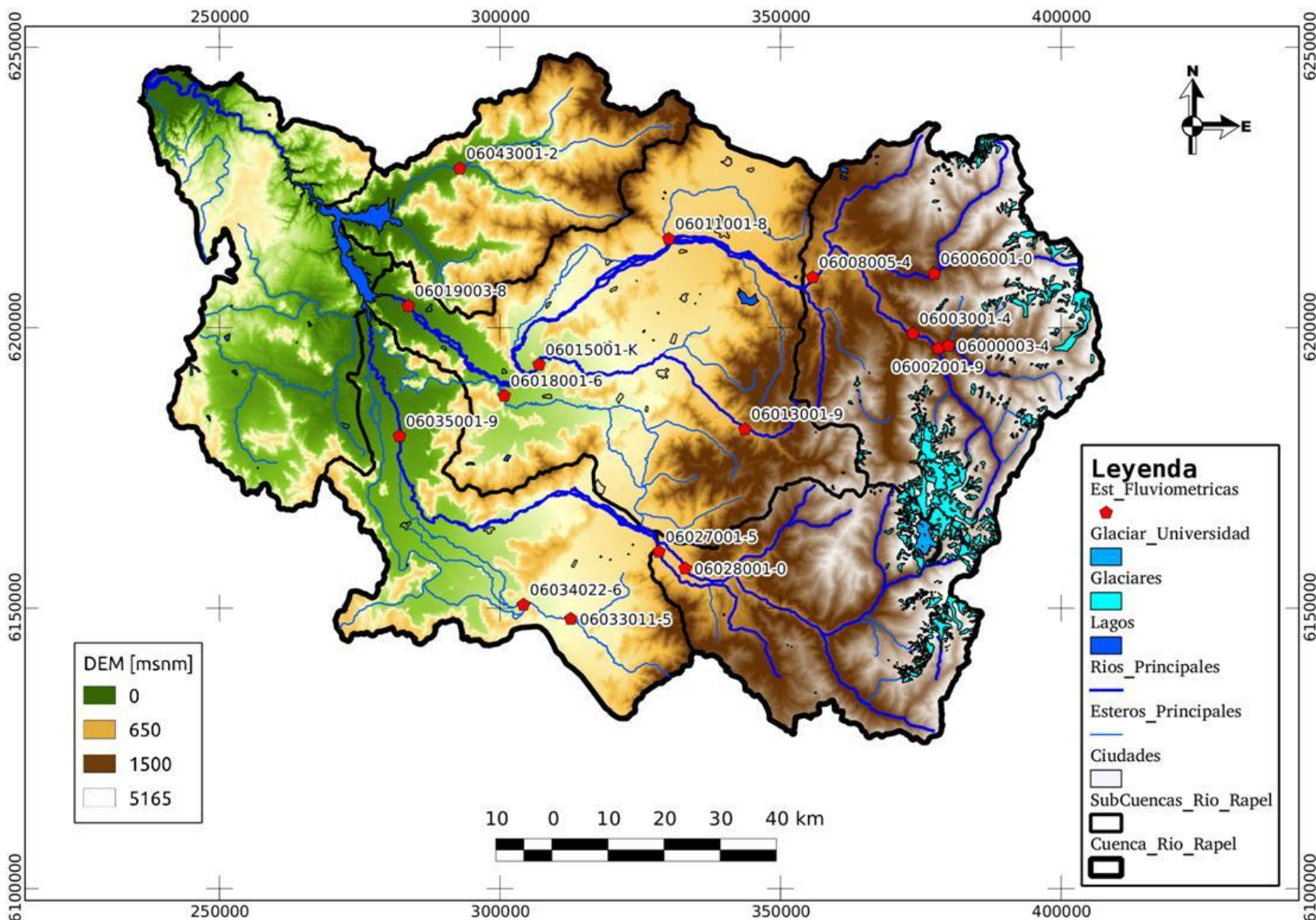


N° de días con Temp. Mínima por año Cuenca del Río Rapel



Estaciones Fluviométricas

Fuente: DGA



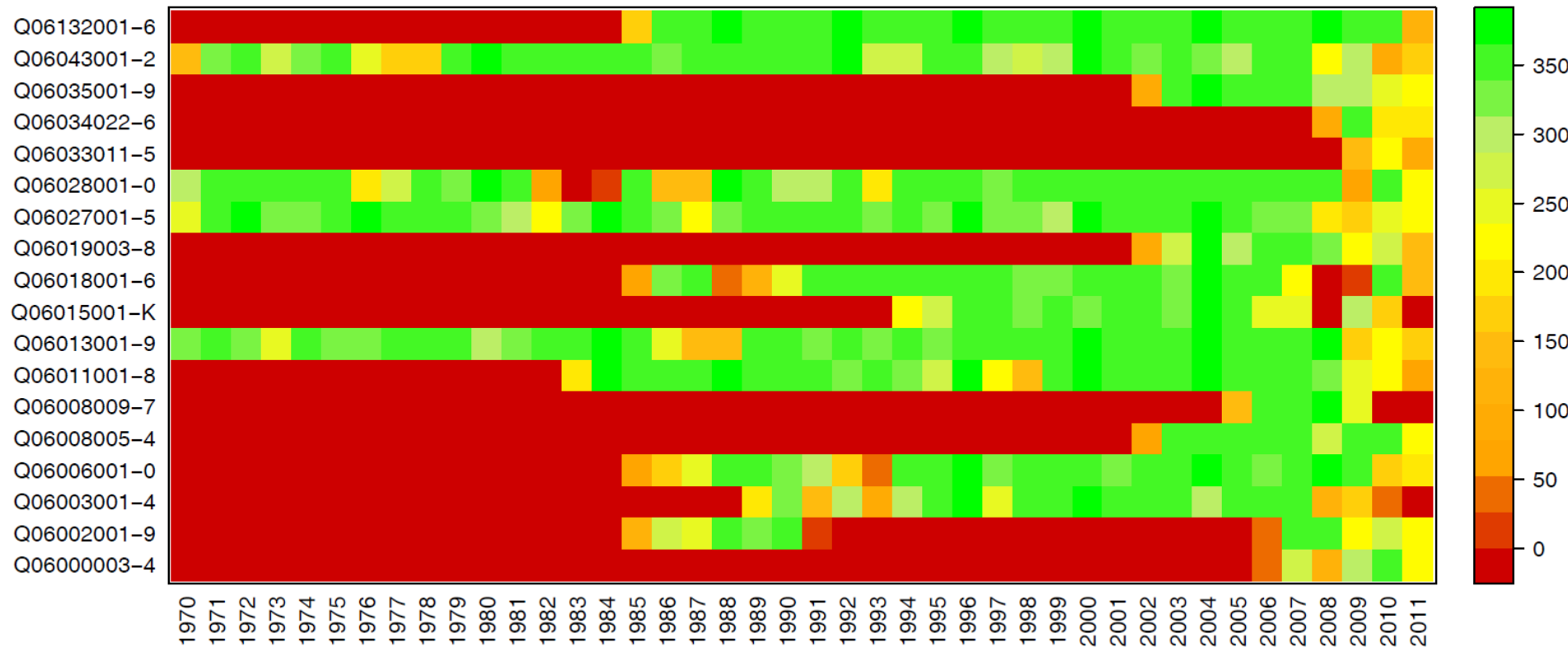


Estaciones Fluviométricas

Fuente: DGA



N° de días con información por año, en cada estación fluviométrica Cuenca del Río Rapel





ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS

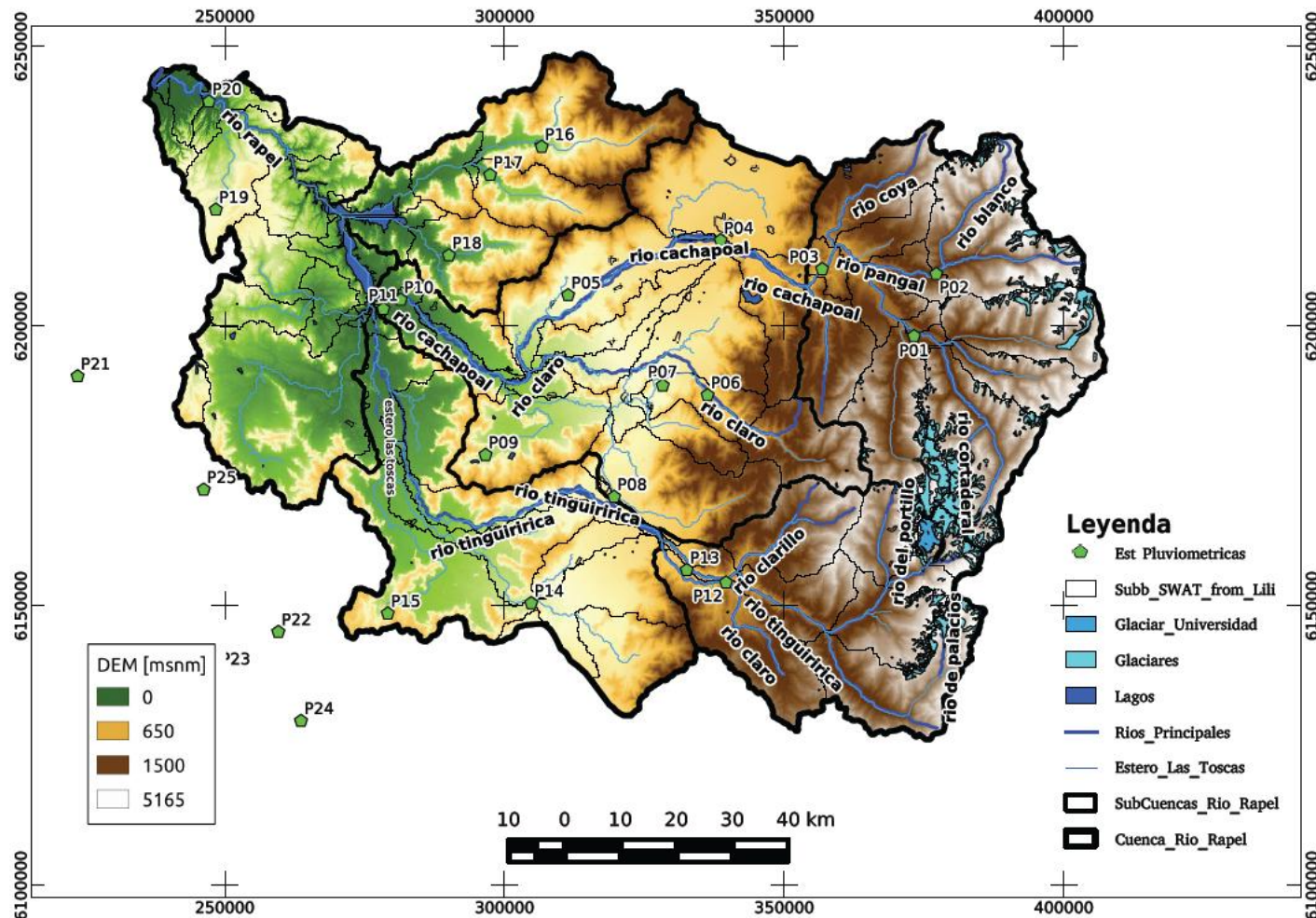


FIGURA 2.6: Ubicación de las estaciones pluviométricas descritas en la Tabla 2.5, para las cuales se dispone de datos diarios de precipitación.





ESTACIONES TERMOMETRICAS

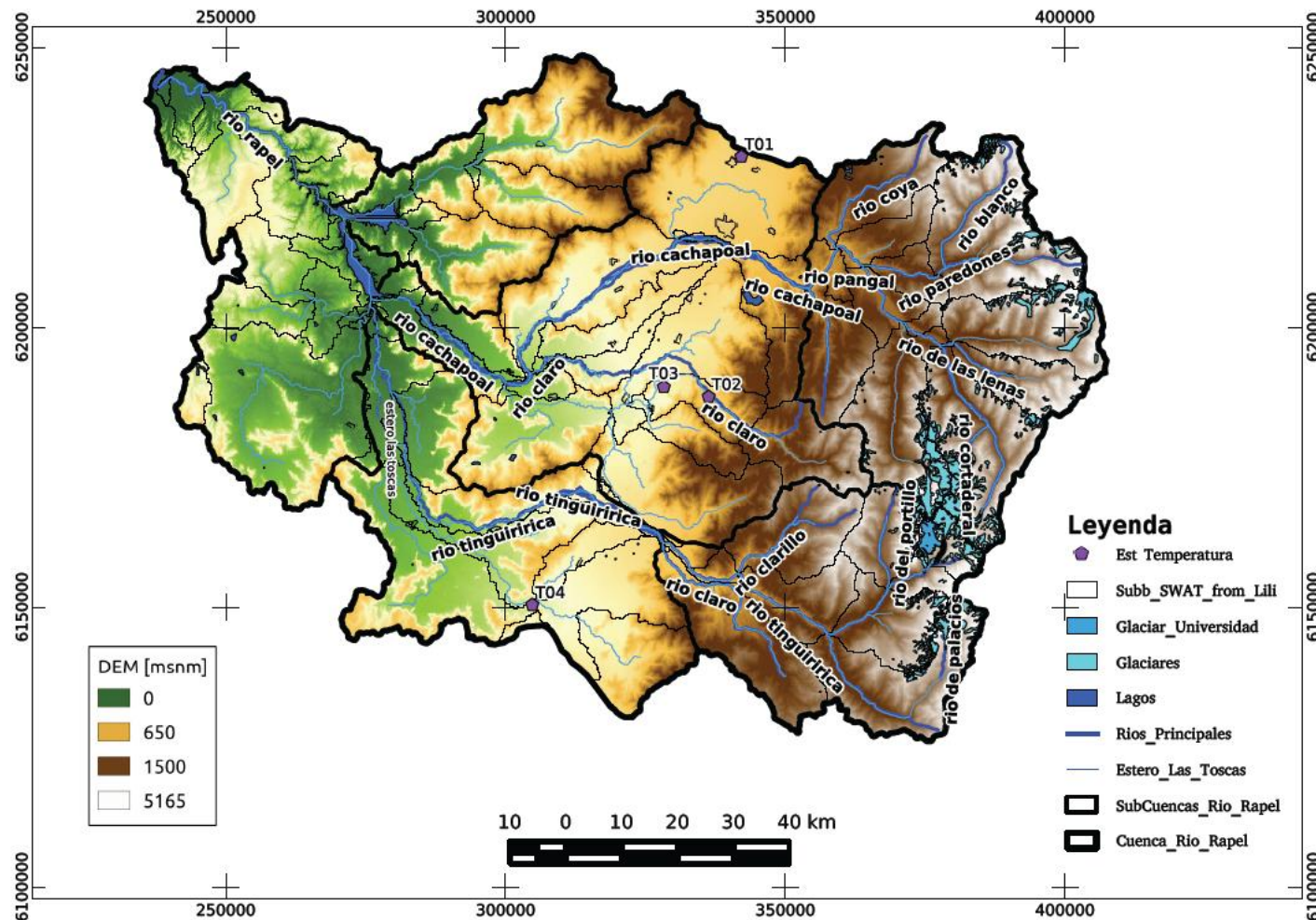
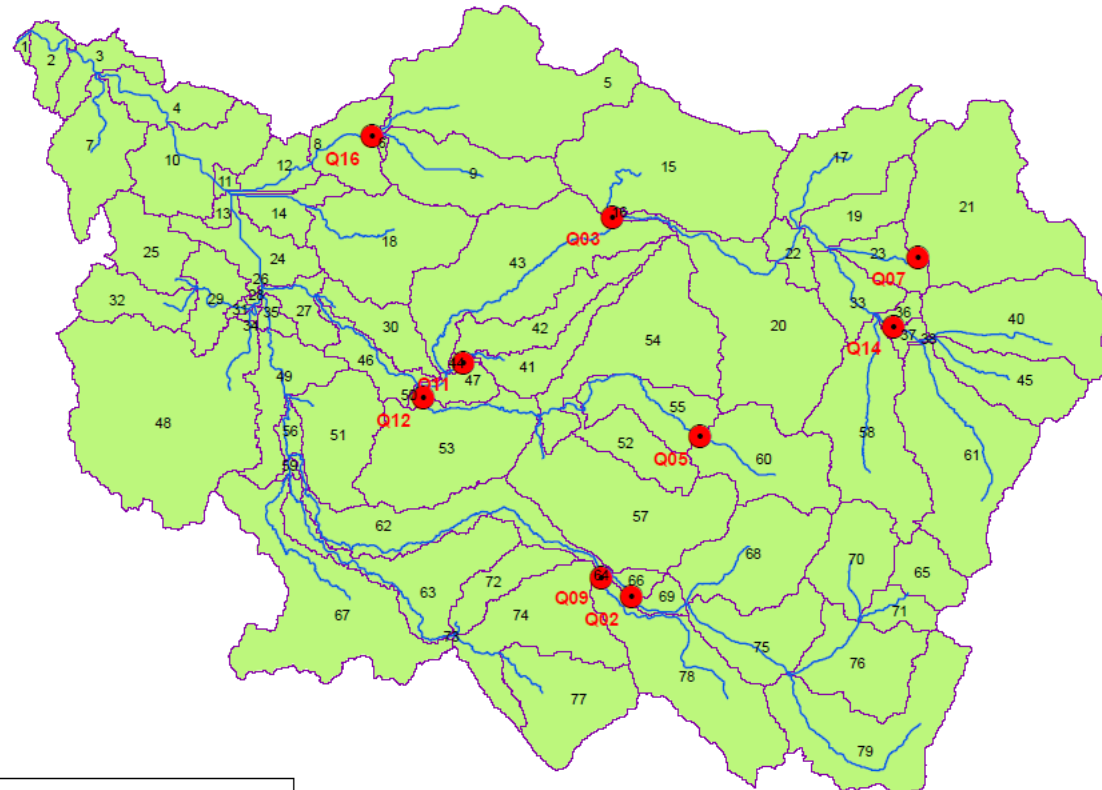


FIGURA 2.7: Ubicación de las estaciones termométricas descritas en la Tabla 2.10, para las cuales se dispone de datos diarios de temperatura máxima y mínima, además de otras variables meteorológicas.

ESTACIONES FLUVIOMÉTRICAS



- Est. Fluvimétricas de calibración
- Reach
- Watershed

25 12.5 0 25 Kilometers



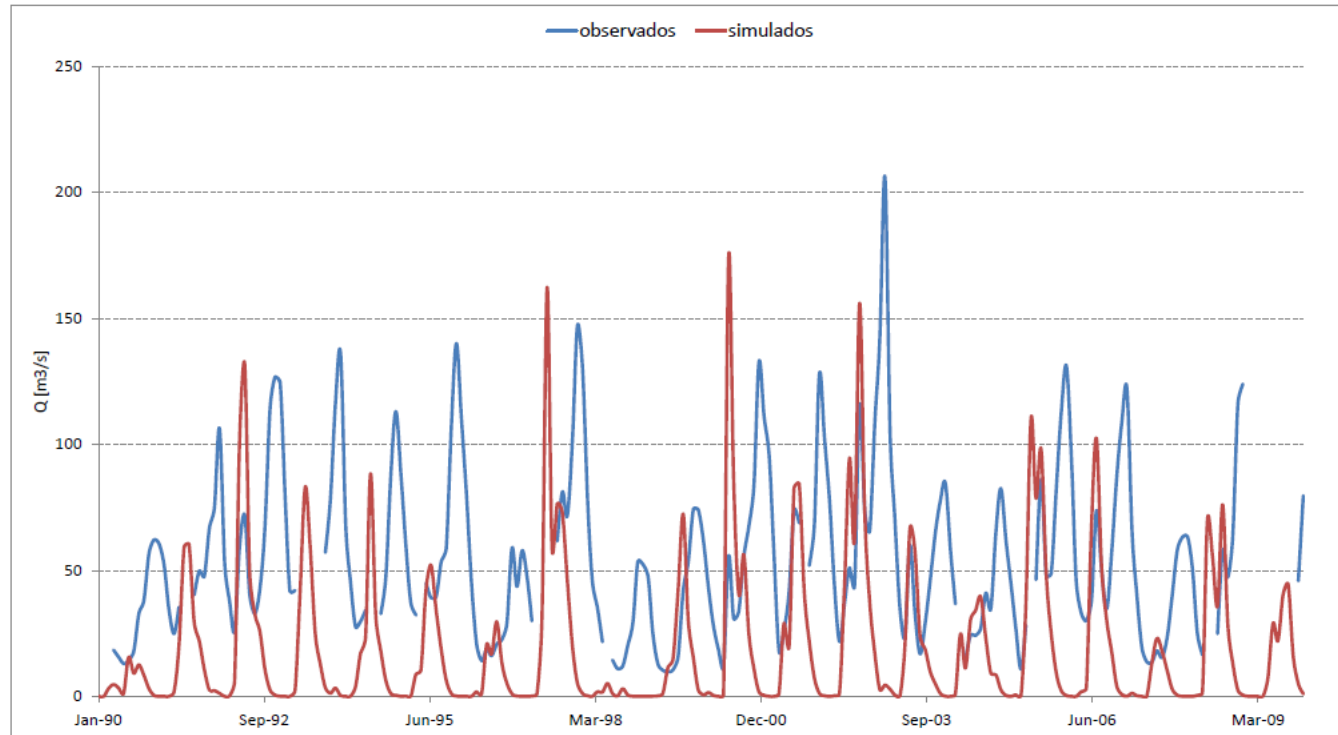


FIGURA 3.2: Comparación entre caudales medios mensuales observados y simulados, para la estación fluviométrica RIO TINGUIRIRICA BAJO LOS BRIONES (Q02, Cod.BNA: 06028001-0), subcuenca 69.

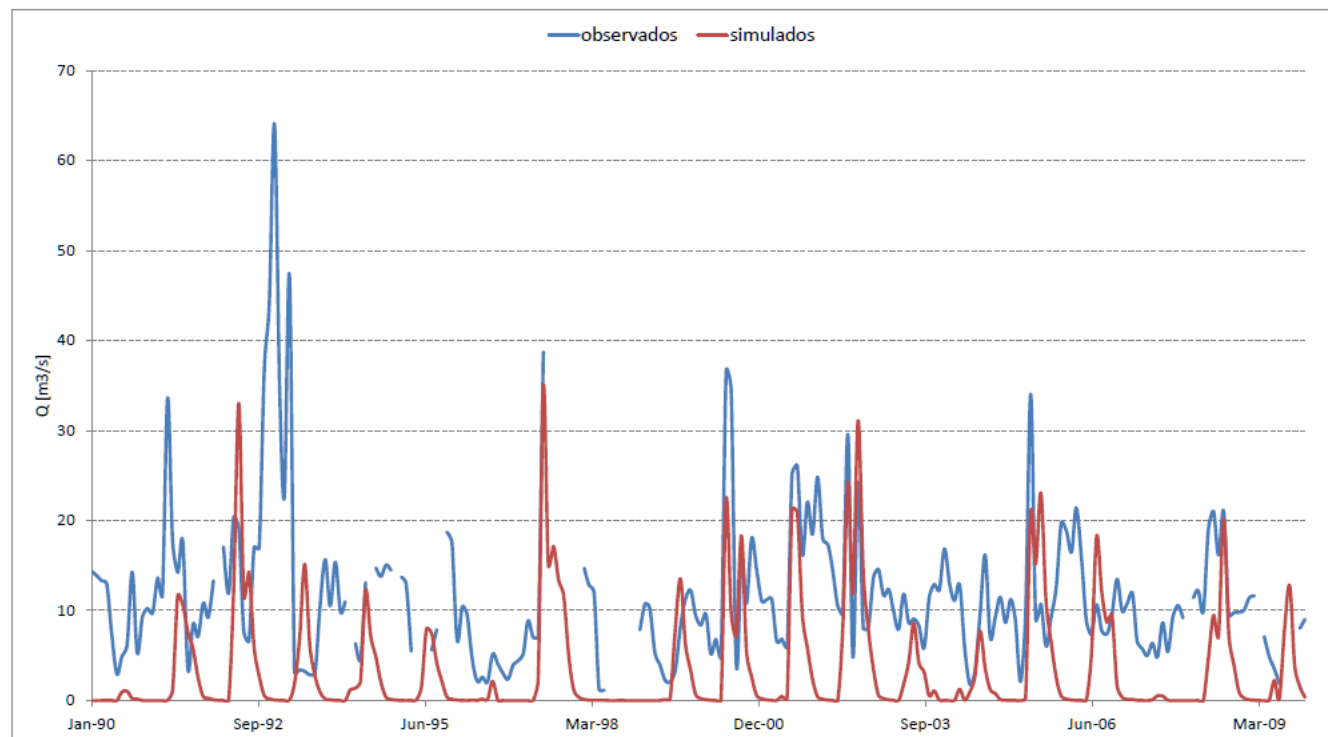


FIGURA 3.3: Comparación entre caudales medios mensuales observados y simulados, para la estación fluviométrica ESTERO DE LA CADENA ANTES JUNTA RIO CACHAPOAL (Q03, Cod.BNA: 06011001-8), subcuenca 15.

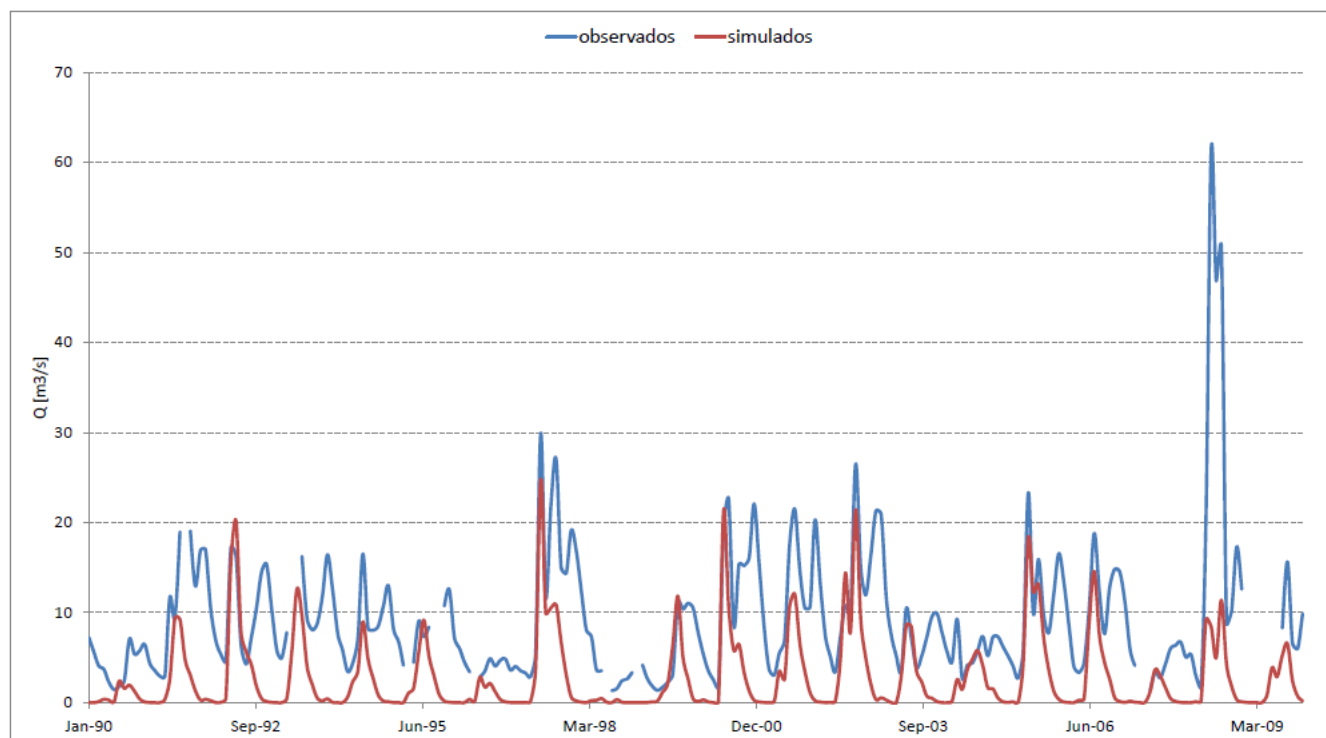


FIGURA 3.4: Comparación entre caudales medios mensuales observados y simulados, para la estación fluviométrica RIO CLARO EN HACIENDA LAS NIEVES (Q05, Cod.BNA: 06013001-9), subcuenca 60.

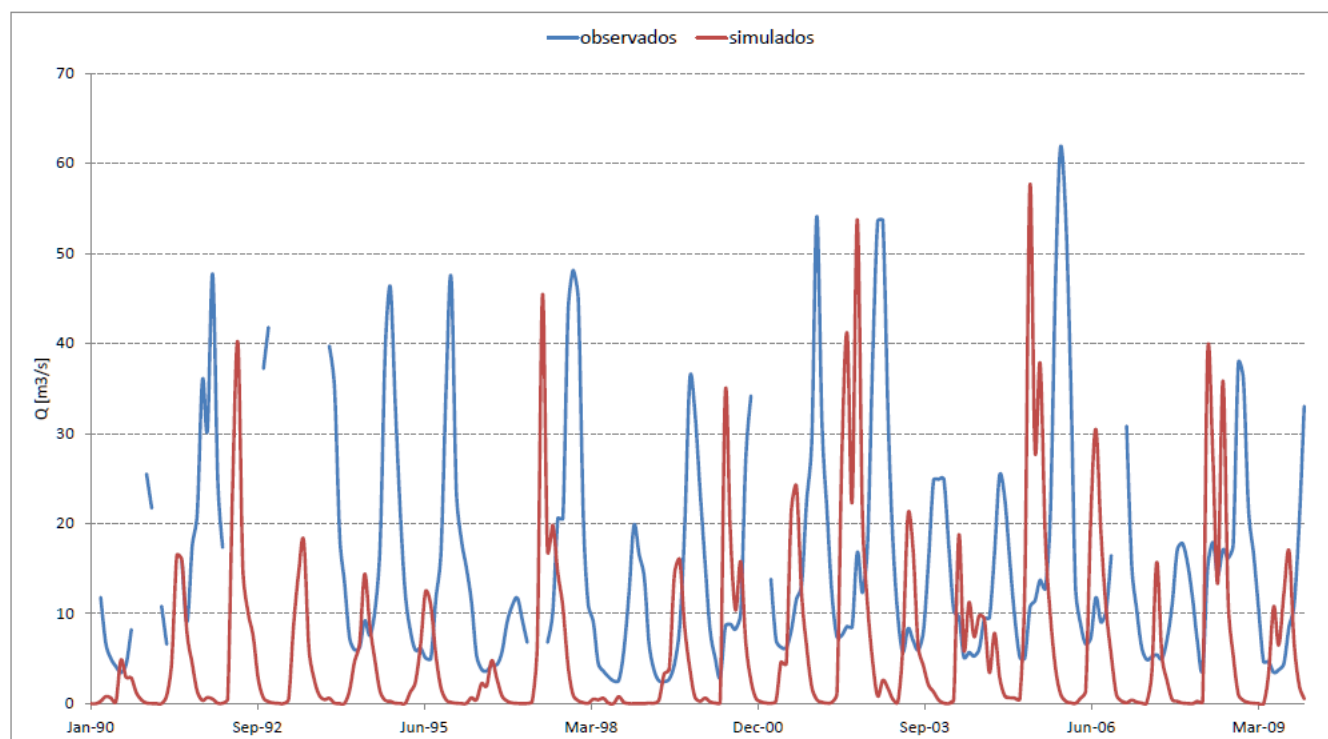


FIGURA 3.5: Comparación entre caudales medios mensuales observados y simulados, para la estación fluviométrica RIO PANGAL EN PANGAL (Q07, Cod.BNA: 06006001-0), subcuenca 21.

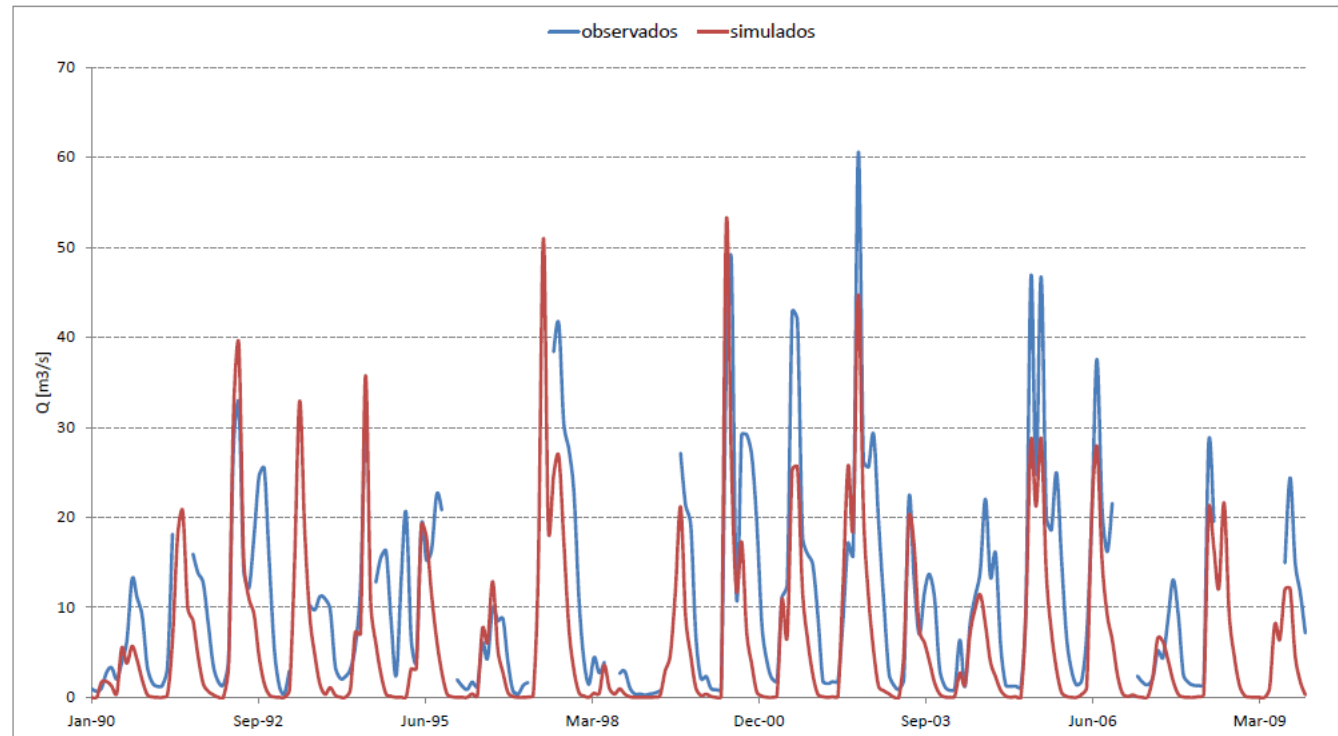


FIGURA 3.6: Comparación entre caudales medios mensuales observados y simulados, para la estación fluviométrica RIO CLARO EN EL VALLE (Q09, Cod.BNA: 06027001-5), subcuenca 78.

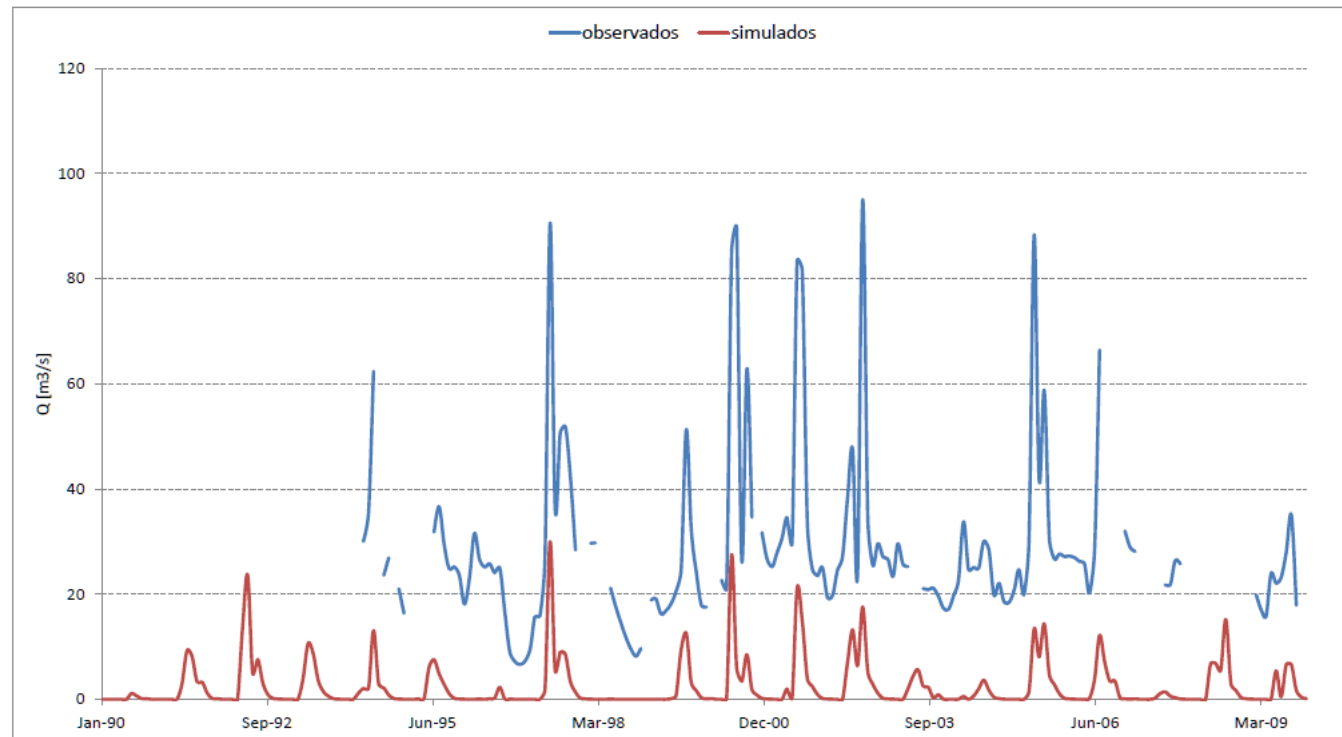


FIGURA 3.7: Comparación entre caudales medios mensuales observados y simulados, para la estación fluviométrica RIO CLARO EN TUNCA (Q11, Cod.BNA: 06015001-K), subcuena 42.

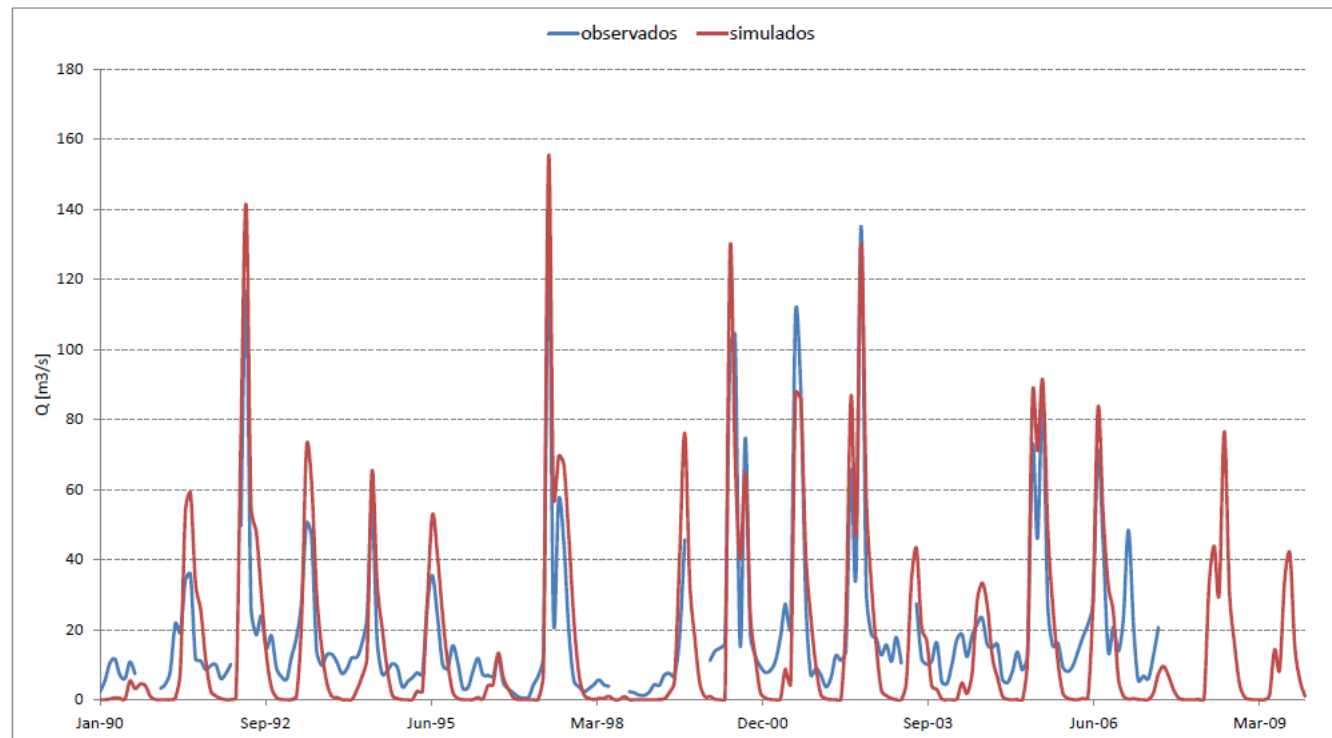


FIGURA 3.8: Comparación entre caudales medios mensuales observados y simulados, para la estación fluviométrica ESTERO ZAMORANO EN PUENTE EL NICHE (Q12, Cod.BNA: 06018001-6), subcuenca 53.

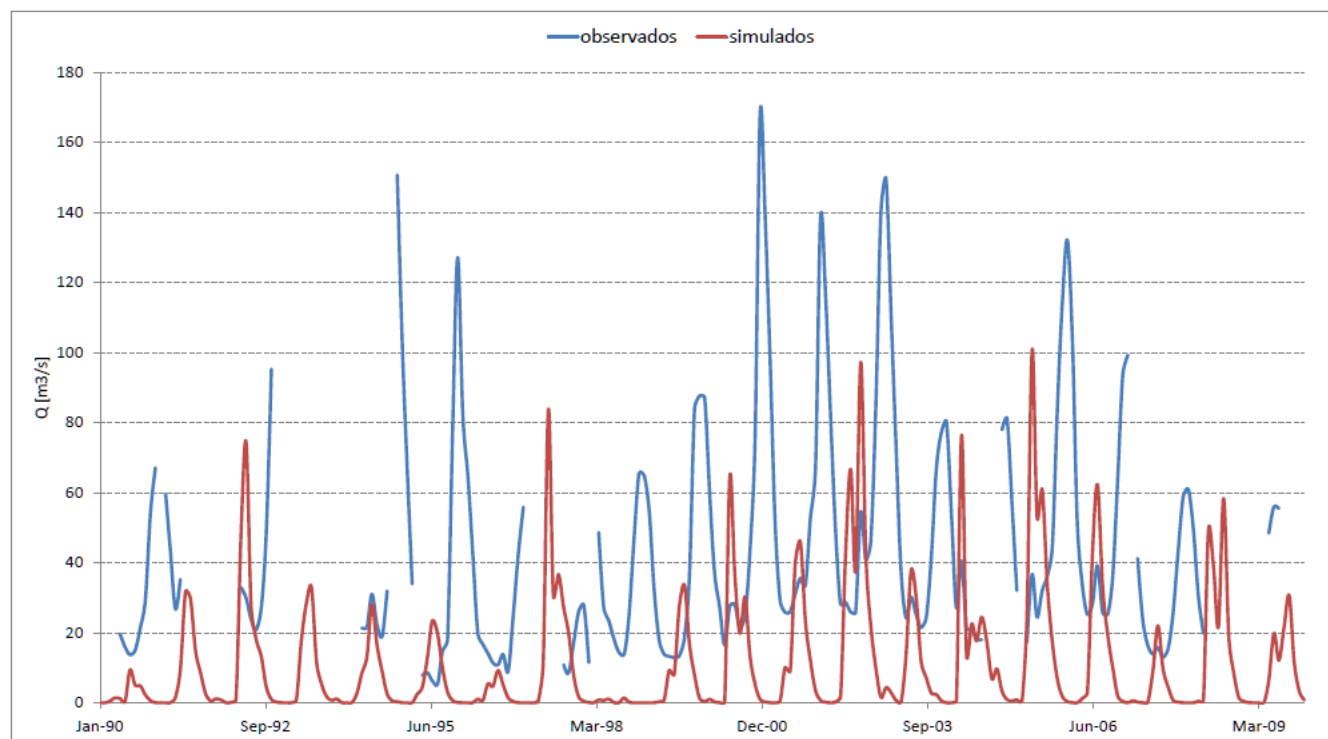


FIGURA 3.9: Comparación entre caudales medios mensuales observados y simulados, para la estación fluviométrica RIO CACHAPOAL 5 KM. AGUAS ABAJO JUNTA CORTADERAL (Q14, Cod.BNA: 06003001-4), subcuenca 37.

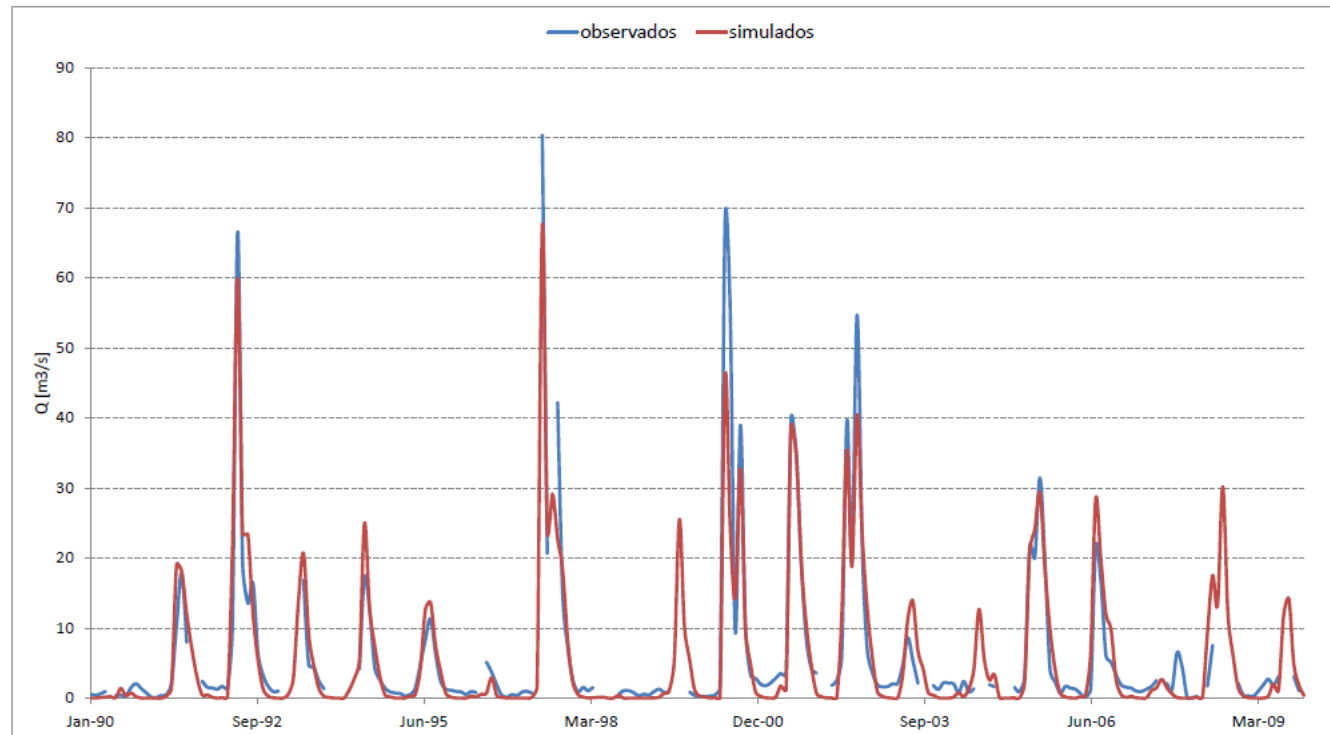


FIGURA 3.10: Comparación entre caudales medios mensuales observados y simulados, para la estación fluviométrica ESTERO ALHUE EN QUILAMUTA (Q16, Cod.BNA: 06043001-2), subcuenca 06.

En Resumen:

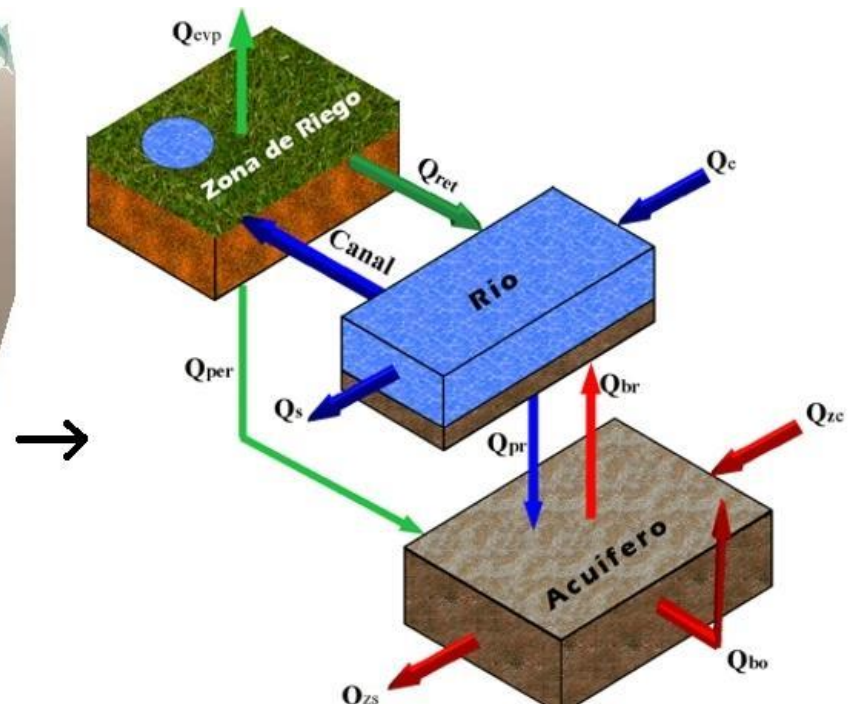
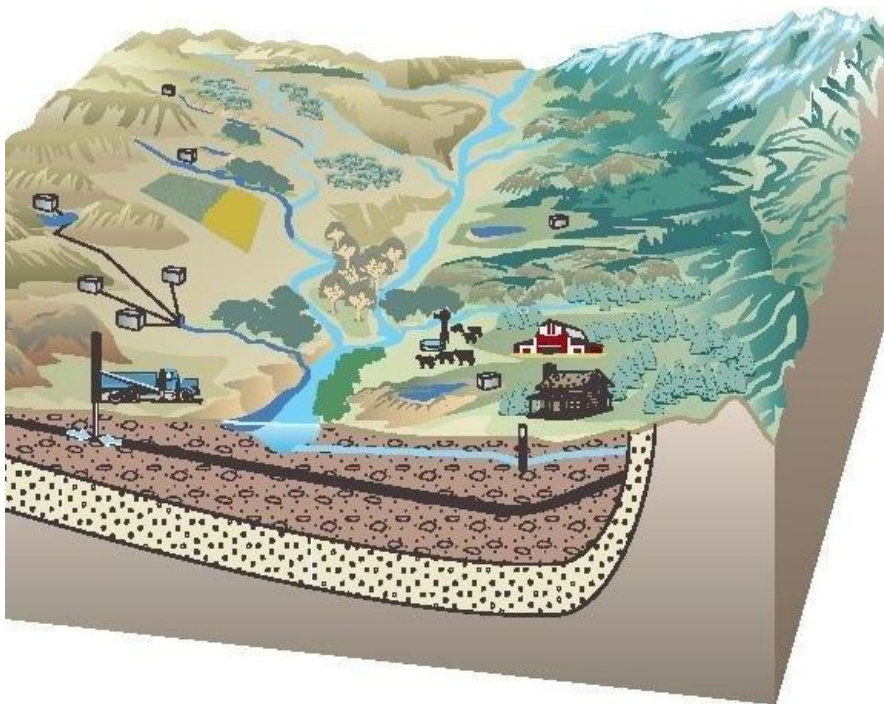


- ☐ Se realizó una primera modelación con el Modelo SWAT generando caudales diarios para cada una de las cuencas consideradas para el período de simulación 1990-2009.
- ☐ En general, se observó :
 - Subcuencas donde falta agua,
 - Subcuencas en las que el hidrógrama simulado presenta un desfase temporal con respecto al hidrógrama observado, y
 - Subcuencas en que ya en la primera simulación, sin calibración, se ve una buena correspondencia entre valores medios mensuales simulados y observados.
- ☐ Se está trabajando en la calibración de los parámetros para calibrar el modelo considerando los puntos anteriores.

MAGIC: Modelación Analítica Genérica Integrada de Cuencas

- Modelo hidrológico que simula el comportamiento integrado de la componente superficial y subterránea de cualquier cuenca hidrográfica

Objetivo: cuantificar el efecto de distintas alternativas de manejo de una cuenca (escenarios según derechos o según demandas)



Aplicaciones de MAGIC

Cuantificación de los recursos hídricos disponibles en una cuenca y de la dinámica de sus variaciones naturales.

Determinar hasta que punto puede desarrollarse una cuenca, en términos de sus embalses, esquemas de riego y sistemas de suministro de agua; evitando perjudicar los cultivos existentes en la cuenca o a otros usos del agua.

Aplicaciones de MAGIC

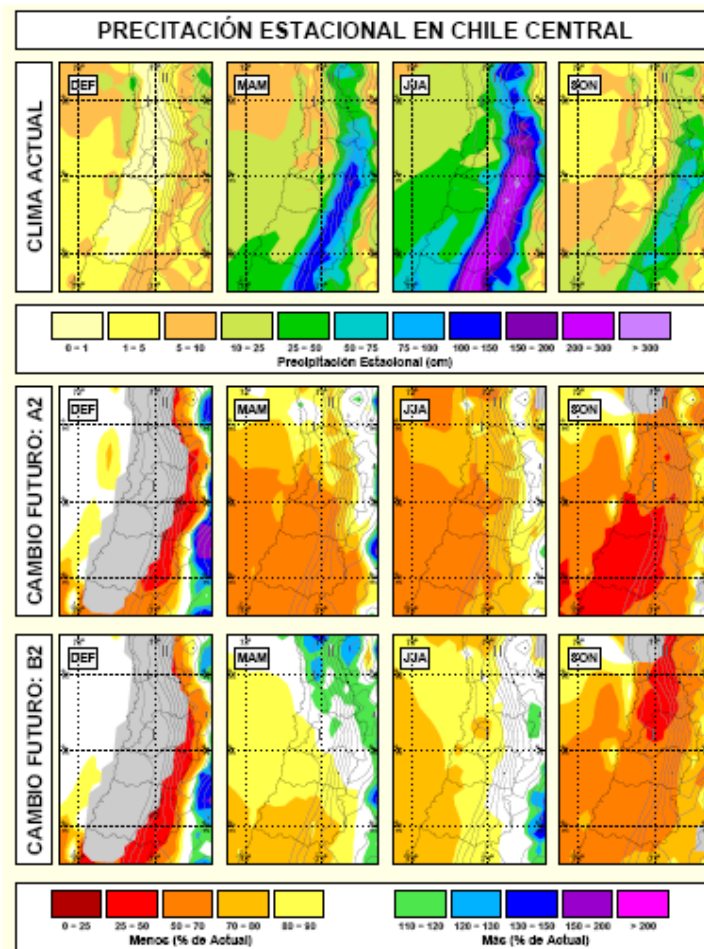
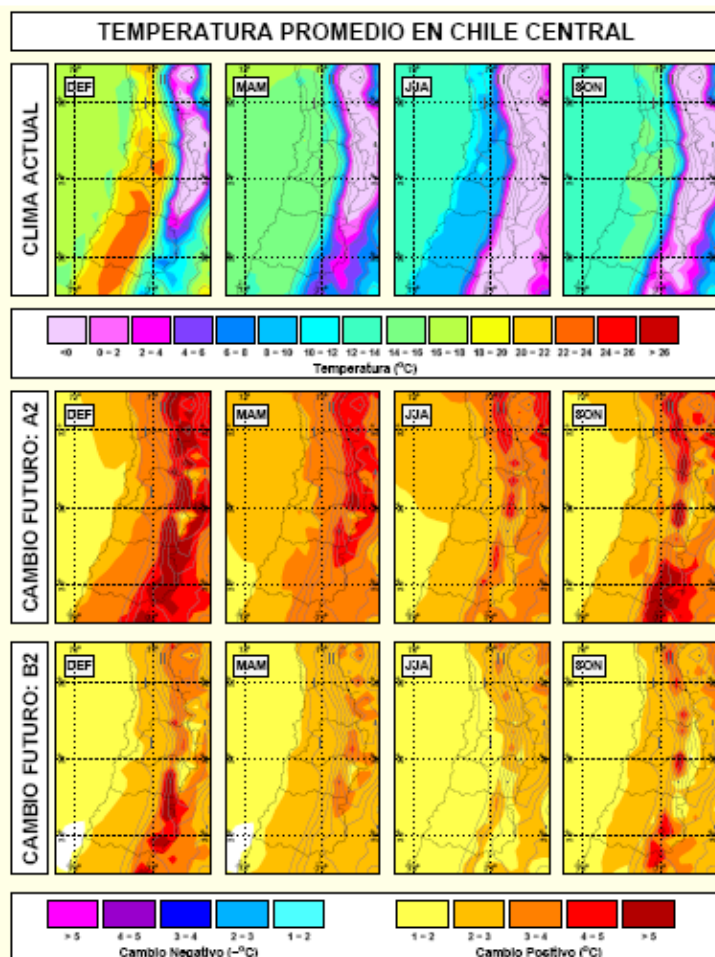
- **Simular y evaluar el impacto de la construcción de nuevas obras de aprovechamiento del recurso hídrico (canales, pozos, embalses, etc.), o del cambio en las condiciones de operación actuales (métodos de riego, eficiencias de aprovechamiento, traslados de puntos de extracción, etc.)**
-

Aplicaciones de MAGIC

- **Establecer cuando y donde pueden ocurrir conflictos entre usuarios del agua, tales como producción de energía hidroeléctrica y desarrollo agrícola.**
- **Establecer el potencial de producción de energía hidroeléctrica de una cuenca.**

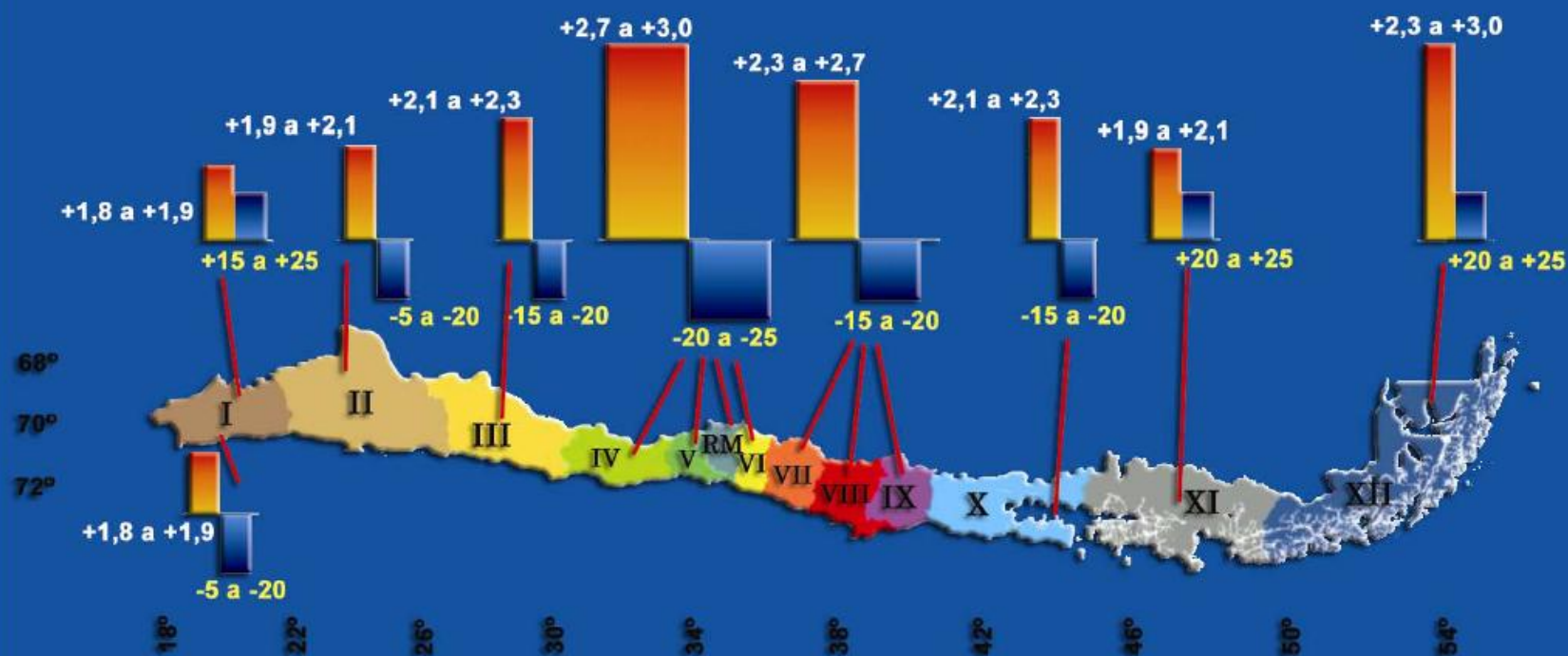
❑ Modelar escenarios críticos para la cuenca, considerando situaciones de sequia y cambio climático.

Se analizarán diferentes modelos para simular escenarios de condiciones climáticas críticas (sequía, aumento de precipitación, etc.) de interés para la región que permitan orientar la planificación de la gestión del recurso hídrico en la cuenca.



Chile: Perspectiva del cambio climático en 40 años (2040)

Variación Temperatura en °Celcius



Variación Precipitación %

❑Transferir y capacitar en el manejo de las herramientas desarrolladas en el presente proyecto.

Se realizarán talleres para dejar la capacidad en los organismos locales de utilizar la herramienta generada para la planificación y gestión del recurso hídrico.

La información técnica generada en este estudio, será traducida a un lenguaje didáctico, con el fin de poder entregar los resultados de la investigación, lo más claramente posible a todos los participantes posibles.



CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

[illegible]

Equipo de trabajo

Nombre Investigador	Profesión	Institución
Dr. Roberto Urrutia	Biólogo, Dr. Ciencias Ambientales	Centro EULA-Chile
Dra. Alejandra Stehr	Ing. Civil, Dra. Ciencias Ambientales	Centro EULA-Chile
Dr. Oscar Link	Ing. Civil, Dr.	Fac. Ingeniería, UdeC.
Dr. Mauricio Aguayo	Ing. Forestal, Dr. Ciencias Ambientales	Centro EULA-Chile
Dr. Alberto Araneda	Biol. Mar., Dr. Ciencias Ambientales	Centro EULA-Chile
Dr. José Luis Arumi	Ing. Civil, Ph.D. Ingeniería	Fac. Ciencias Agrícola, Chillán, UdeC.
Prof. Fernando Torrejón	Profesor Historiador	Centro EULA-Chile
Dr. Oscar Parra	Biologo, Dr. Rer.Nat.	Centro EULA-Chile
Mag. Fabiola Lara	Biol. Mar.	Centro EULA-Chile
Mag. Jorge Félez	Geógrafo, Mag. TIG para OT	Centro EULA-Chile
Dr. Christophere Kinnard	Glaciólogo, Dr. Glaciología	CEAZA, La Serena
Mag. Paula Nieto	Abogado, Magister en Gestión Integrada	Centro EULA-Chile
Carlos Mendoza	Biólogo Gestión RRNN	Centro EULA-Chile
Dr. Mauricio Zambrano	Ing. Civil, PhD Ingeniería Ambiental	Centro Comunitario de Investigación de la Comunidad Europea, Ispra, Italia.
Dr. (c) Liliana Pagliero	Ing. Civil. PhD (candidato) en Ingeniería Civil. Universidad Católica de Lovaina, Bélgica.	Centro Comunitario de Investigación de la Comunidad Europea, Ispra, Italia

Duración estimada de 3 años, comienzo Enero 2012.
Contratante GORE VI Región (Fondo Innovación Competitividad)