



UNIVERSIDAD
DE ATACAMA



Proyecto de ley que establece normas de eficiencia hídrica y adaptación al cambio climático

BOLETÍN 13.179-09

AYÓN GARCÍA PIÑA, INVESTIGADOR IDICTEC-UDA

AYON.GARCIA@UDA.CL

Artículo 1.- Objeto de la ley

La presente ley tiene por objeto paliar los efectos del cambio climático y la megasequía en el país y el medio ambiente, a través de incentivar la eficiencia hídrica en los diversos sectores y niveles de la sociedad chilena y del país, así como incentivar un uso racional del agua en el sector productivo, entendiendo por este evitar emplear más del agua necesaria en los procesos productivos.





UNIVERSIDAD
DE ATACAMA



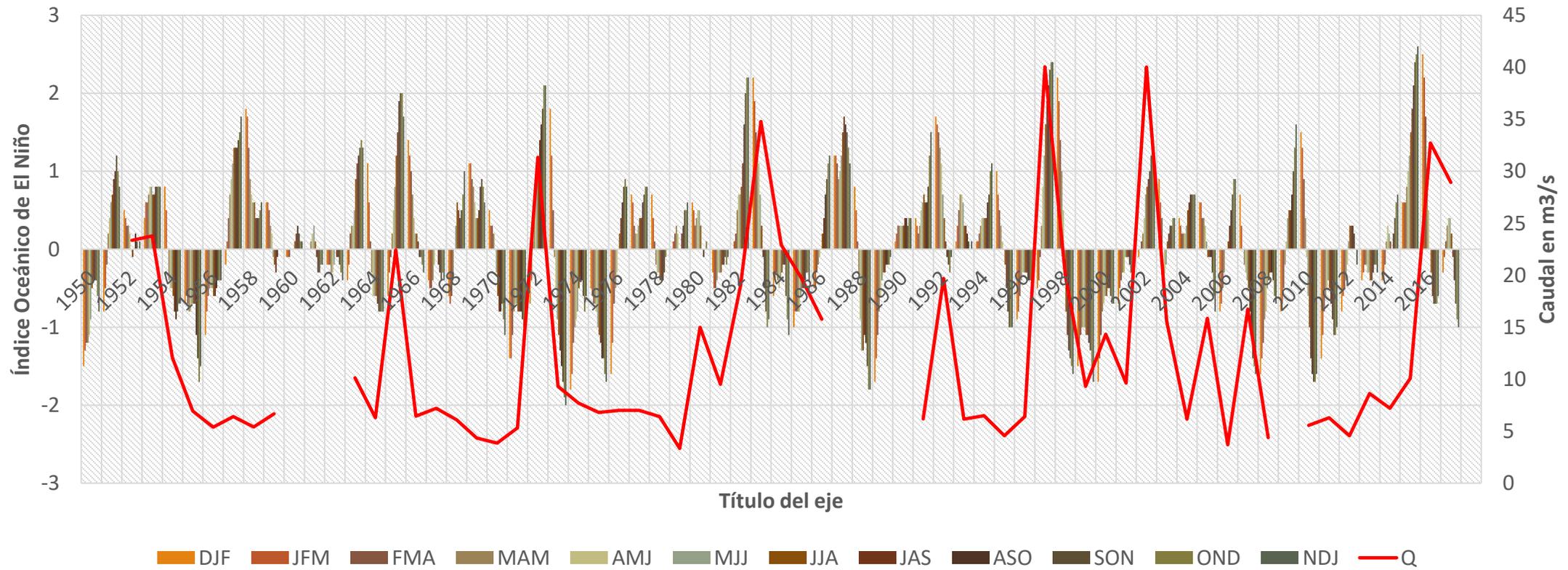
Eficiencia hídrica

La eficiencia en el uso del agua es un concepto de múltiples facetas. Significa "hacer más y mejor con menos" mediante la obtención de más valor con los **recursos disponibles**, reduciendo el consumo de recursos y la contaminación y el impacto ambiental del uso del agua para la producción de bienes y servicios en cada etapa de la cadena de valor y de la prestación de servicios de agua.



Caudales de deshielo

Índice Oceánico de El Niño VS Caudales de deshielo en el Río Copiapó



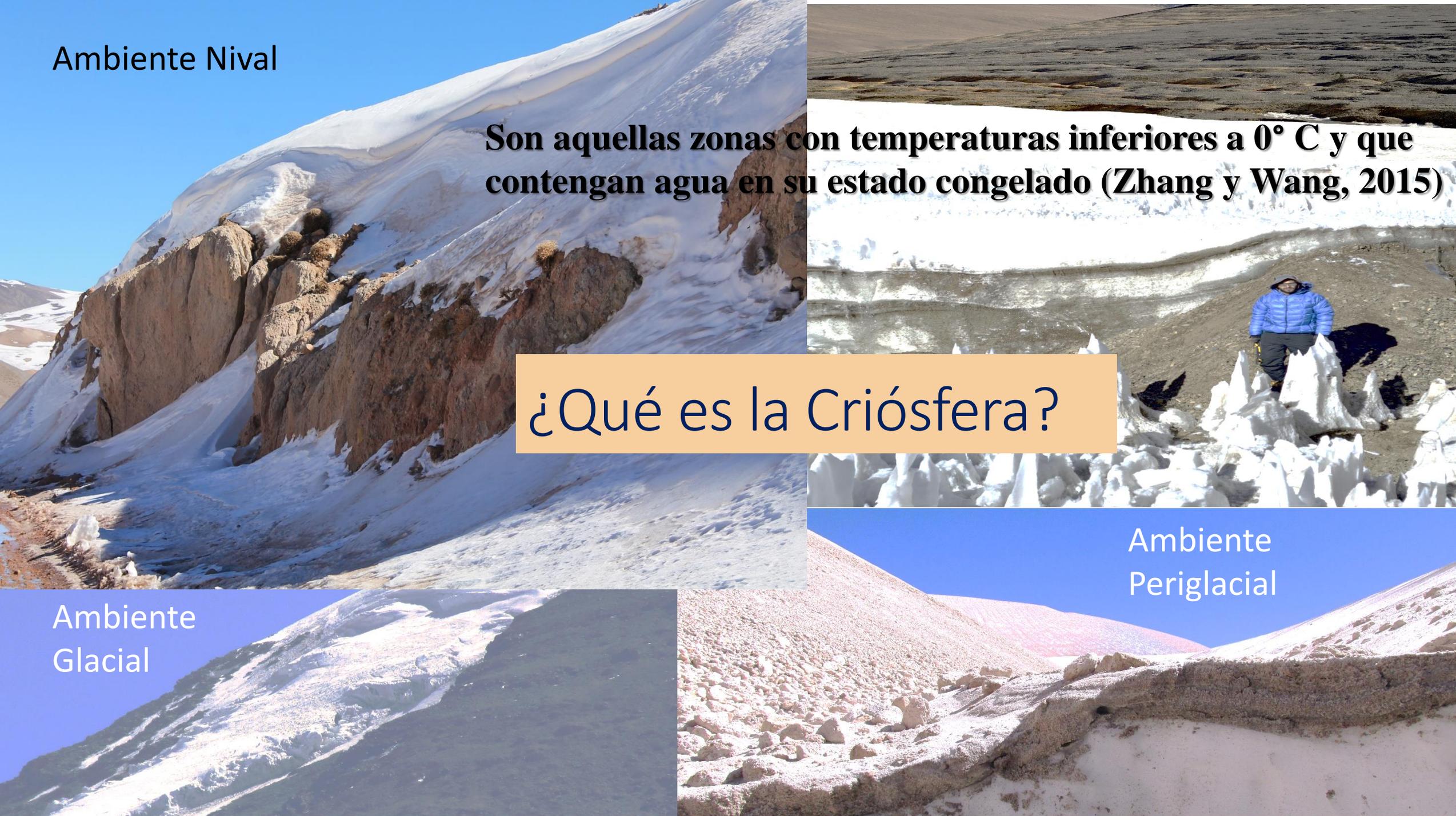
Ambiente Nival

Son aquellas zonas con temperaturas inferiores a 0° C y que contengan agua en su estado congelado (Zhang y Wang, 2015)

¿Qué es la Criósfera?

Ambiente
Glacial

Ambiente
Periglacial





UNIVERSIDAD
DE ATACAMA

¿Cómo afecta el cambio climático a nuestros glaciares?



¿Es solo la tendencia del cambio climático?

Las reservas naturales están amenazadas



27 Abril 1955



31 Mayo 1978



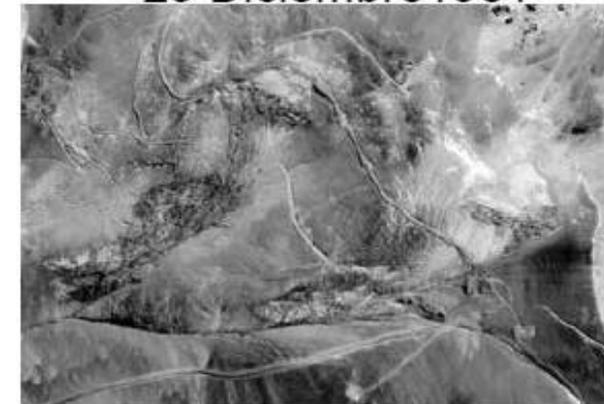
29 Diciembre 1981



26 Noviembre 1996



Enero 2000



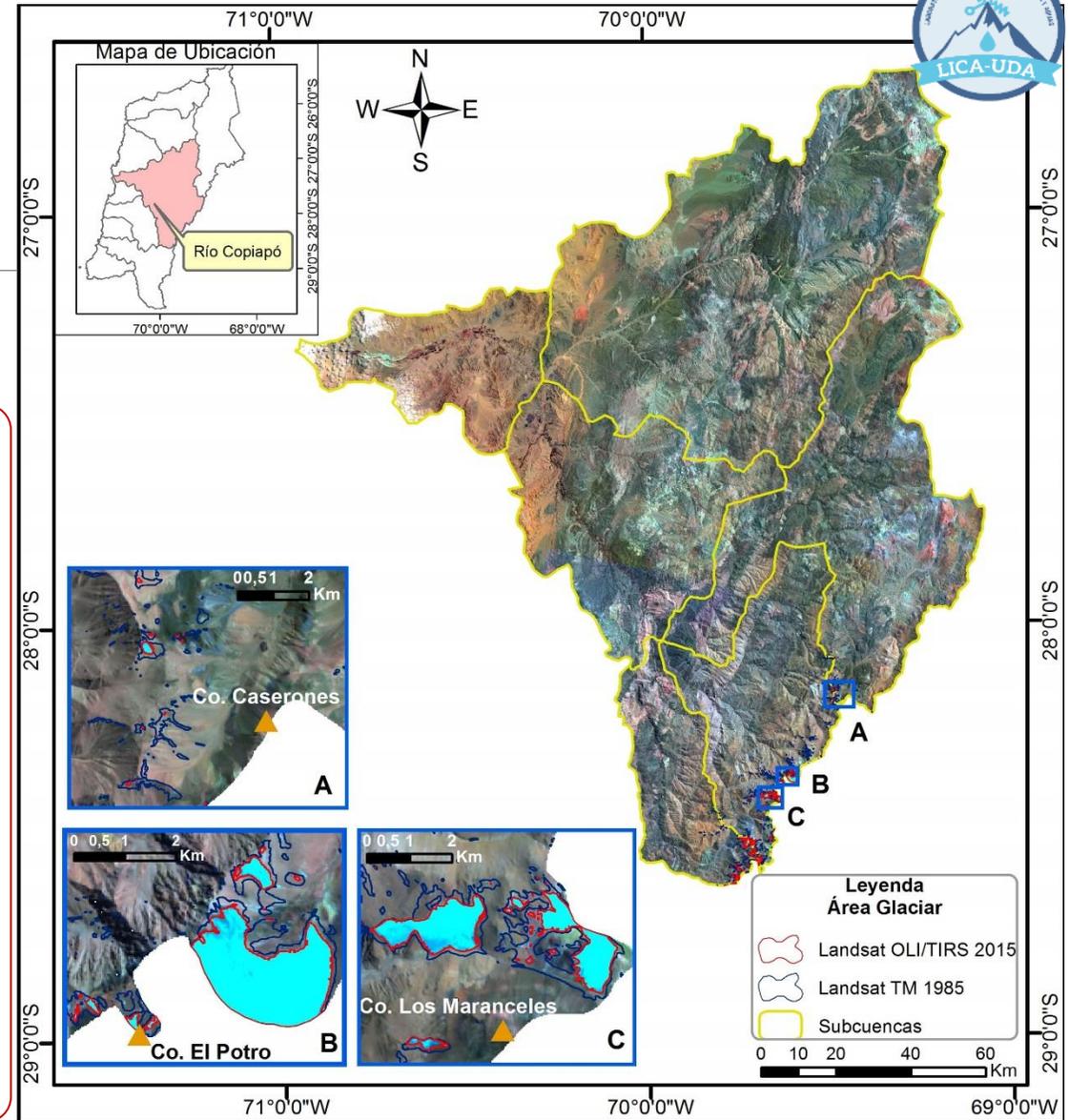
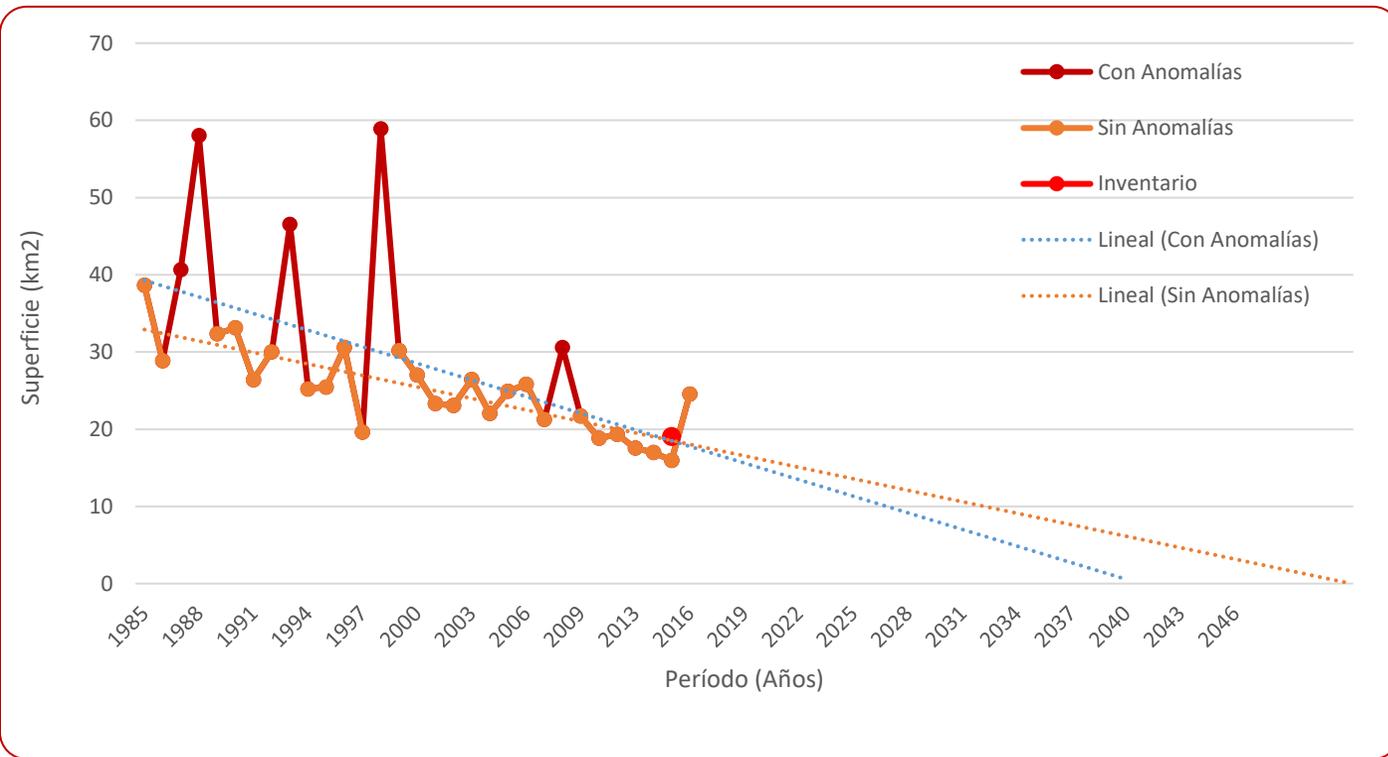
1 Marzo 2005

GOLDER ASSOCIATES. Estudio de impacto ambiental Modificaciones proyecto Pascua-Lama. Santiago: Golder Associates, 2006.



UNIVERSIDAD DE ATACAMA

Reducción Glaciar Descubierta



(Betzabe Flores, 2018)

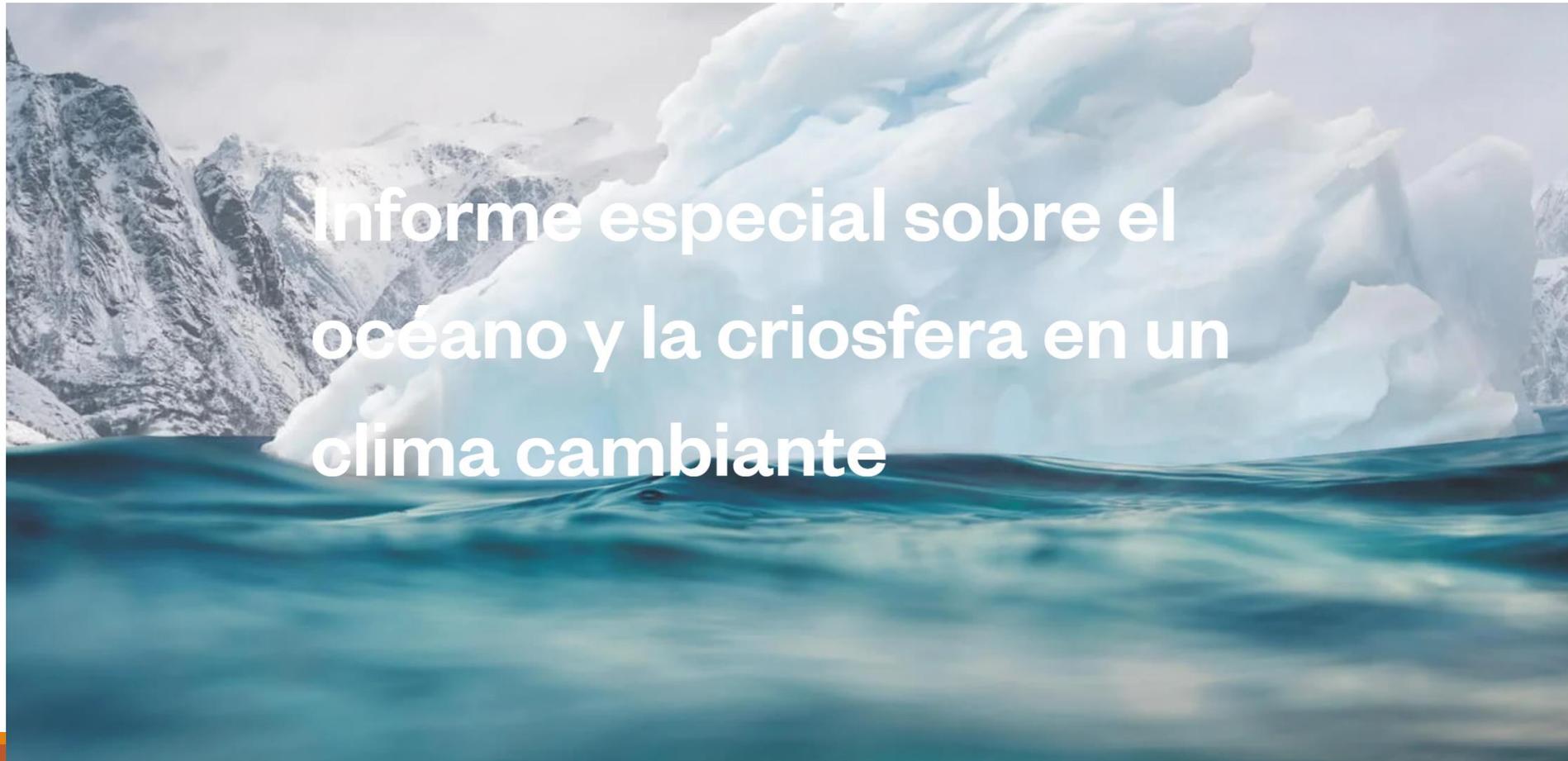
Evolución del área glaciar en la cuenca **del Río Copiapó.**



UNIVERSIDAD
DE ATACAMA

ipcc

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON
climate change



Informe especial sobre el océano y la criosfera en un clima cambiante

- S Resumen para responsables de políticas
- T Resumen técnico
- 1 Encuadre y contexto del informe
- 2 **Áreas de alta montaña**
- 3 Regiones polares
- 4 4 Aumento del nivel del mar e implicaciones para las islas bajas, costas y comunidades
- 5 5 Océano cambiante, ecosistemas marinos y comunidades dependientes
- 6 6 Extremos, cambios bruscos y gestión de riesgos
- OB9 Recuadro de capítulos integrales sobre islas y costas bajas
- GRAMOGlosario



**UNIVERSIDAD
DE ATACAMA**



La escorrentía de los ríos en las cuencas de ríos dominados por la nieve y alimentados por glaciares cambiará aún más en cantidad y estacionalidad en respuesta a la cubierta de nieve proyectada y la disminución del glaciar con impactos negativos en la agricultura, la energía hidroeléctrica y la calidad del agua en algunas regiones.

EL CAMBIO CLIMÁTICO YA COMPROMETIDO E INEVITABLE QUE AFECTA A TODOS LOS ELEMENTOS DE LA CRIÓSFERA, INDEPENDIENTEMENTE DEL ESCENARIO DE EMISIÓN, APUNTA A UNA PLANIFICACIÓN DE ADAPTACIÓN INTEGRADA PARA APOYAR Y MEJORAR LA DISPONIBILIDAD, EL ACCESO Y LA GESTIÓN DEL AGUA.

LA GOBERNANZA EFECTIVA ES UN FACILITADOR CLAVE PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES, TENIENDO EN CUENTA LOS FACTORES DE EXPOSICIÓN RELEVANTES, COMO LAS PRESIONES DE PLANIFICACIÓN, ZONIFICACIÓN Y URBANIZACIÓN, ASÍ COMO LOS FACTORES DE VULNERABILIDAD COMO LA POBREZA, QUE PUEDEN DESAFIAR LOS ESFUERZOS HACIA LA RESILIENCIA Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE PARA LAS COMUNIDADES.

ipcc



INTERGOVERNMENTAL PANEL ON
climate change



Artículo 3.- Definiciones.

Modificase la ley 19.300 para agregar las dos letras nuevas, entre la letra J y la letra K del artículo 2:

J bis) Evaluación de la huella del agua **en estado sólido y líquido**: recopilación y evaluación de las entradas, las salidas y los impactos ambientales potenciales ambientales relacionados con el agua utilizada o afectada, por un producto, un proceso, o una organización.

J ter) Huella del agua: métrica o métricas con las que se cuantifican los impactos ambientales potenciales relacionados con el agua **en estado sólido y líquido**





UNIVERSIDAD
DE ATACAMA



Artículo 4.- Planes, sistemas y auditorías de eficiencia hídrica

Cuanto tenemos y cuanto estamos consumiendo? Oferta y demanda...

Se requiere una línea base de glaciares y recursos hídricos por cuenca hidrográfica.

Establecer los mínimos viables para garantizar la eficiencia hídrica (sostenibilidad) de la cuenca.

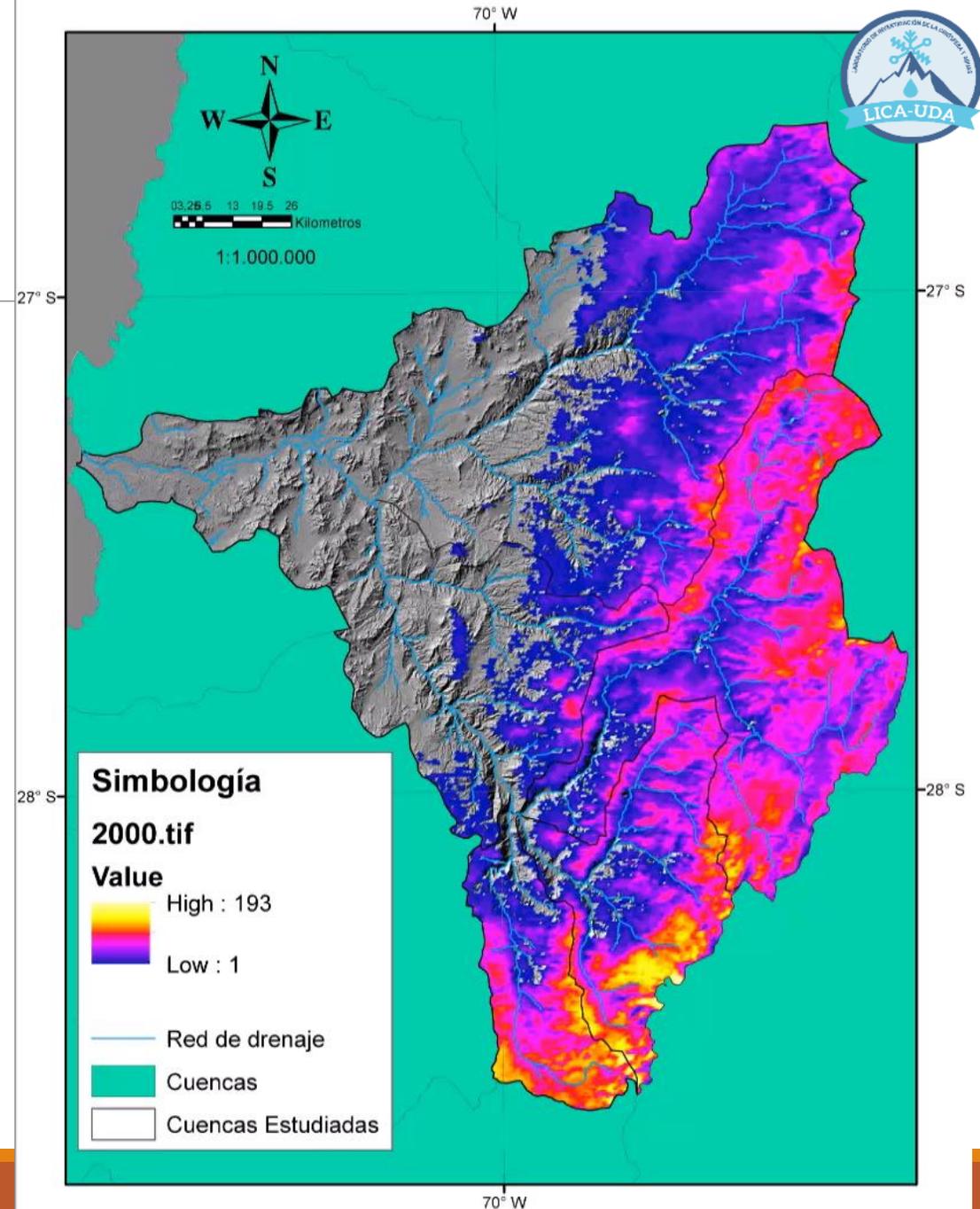


UNIVERSIDAD
DE ATACAMA

Artículo 7.- Aprovechamiento de aguas lluvias
en zonas de mayor precipitación.

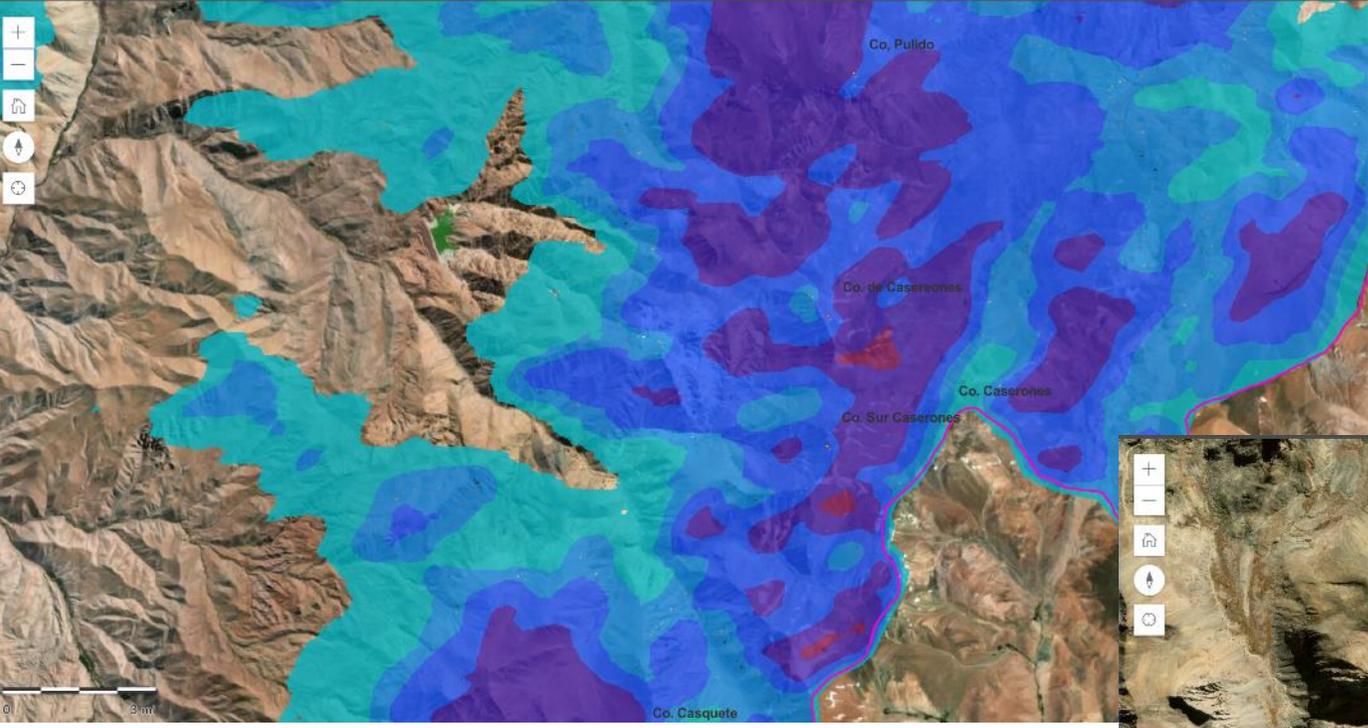
ARTICULO 7. (BIS) - Aprovechamiento de
FUSION DE NIEVE en zonas
CRIOSFERICAS.

Las industrias con instalaciones superiores a
5.000 metros cuadrados deberán contar con
sistemas captación y almacenamiento de
aguas DE FUSIÓN DE NIEVE, GLACIARES
Y PERMAFROST, QUE DEBERAN SER
REINTEGRADOS A LA CUENCA.





Inventario de la Cobertura de Nieve para la Región de Atacama





Artículo 9°.- Huella hídrica y estudios de impacto ambiental

Modificase la ley 19.300 en el artículo 12, letra d, para incluir entre la palabra "riesgo" y antes del primer punto de la primera oración, la siguiente frase "así como una evaluación de la huella del agua, límites de consumo de agua y metas de eficiencia".

La huella hídrica no es la única herramienta que permite definir límites de consumo y metas de eficiencia.



UNIVERSIDAD
DE ATACAMA



Herramientas para la administración y gestión del recurso hídrico en la cuenca del río Copiapó.

Proyecto INNOVA CORFO 16BPER-66851



Proyecto apoyado por

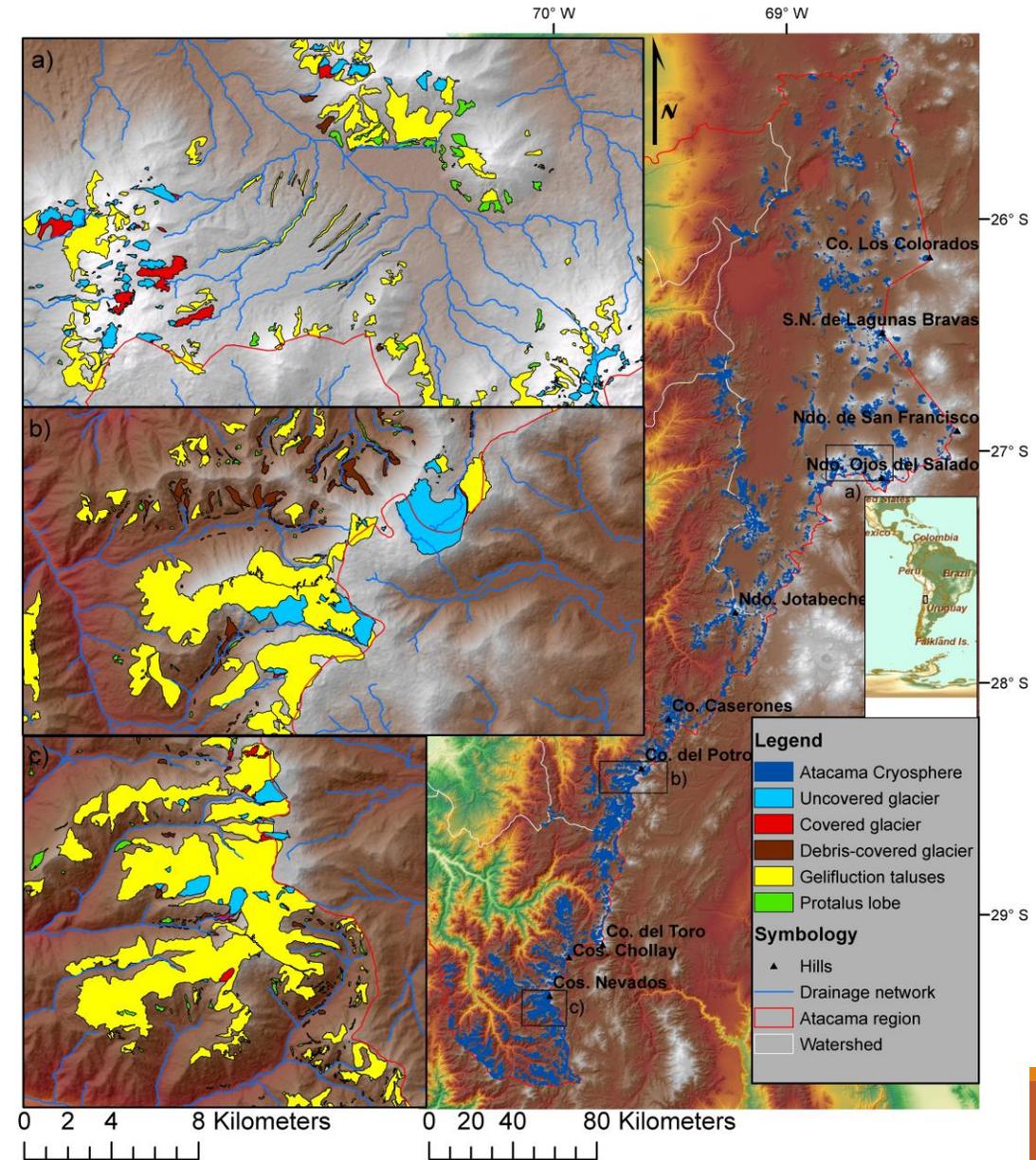
CORFO



Gobierno
de Chile

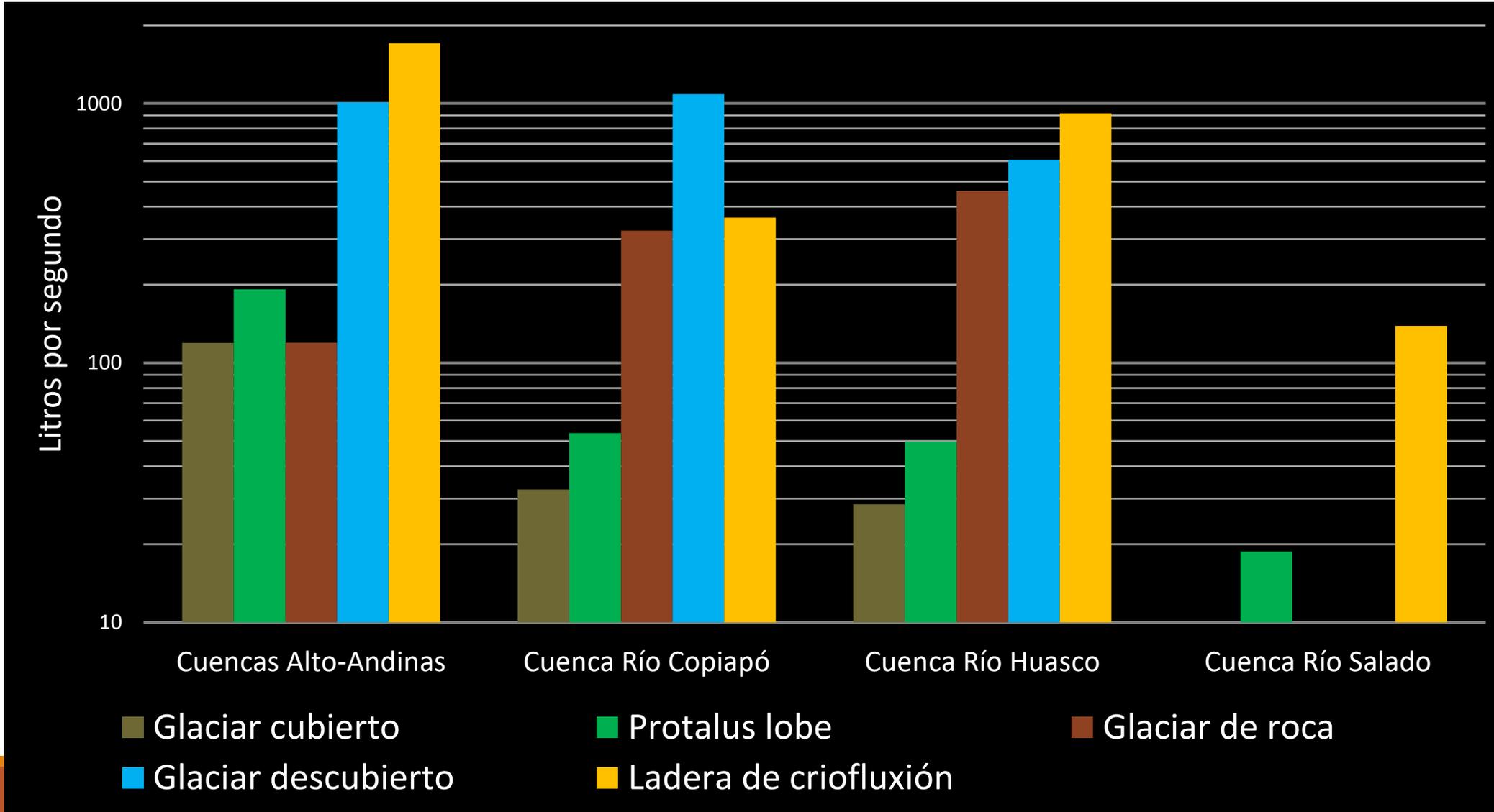
Inventario de glaciares y geoformas periglaciales para la región de Atacama (Chile)

- ▶ Mapeo de glaciares y geoformas periglaciales, abarcando ambientes climáticos semi-áridos, áridos e hiper-áridos
- ▶ 1.639 km² de geoformas con contenido de hielo y detritos asignables al ambiente periglacial (glaciares de roca, laderas de gelifluxión y protalus lobes).
- ▶ 50,2 km² asignables al ambiente glacial (glaciares descubiertos y cubiertos).





Productividad hídrica reservas criosféricas



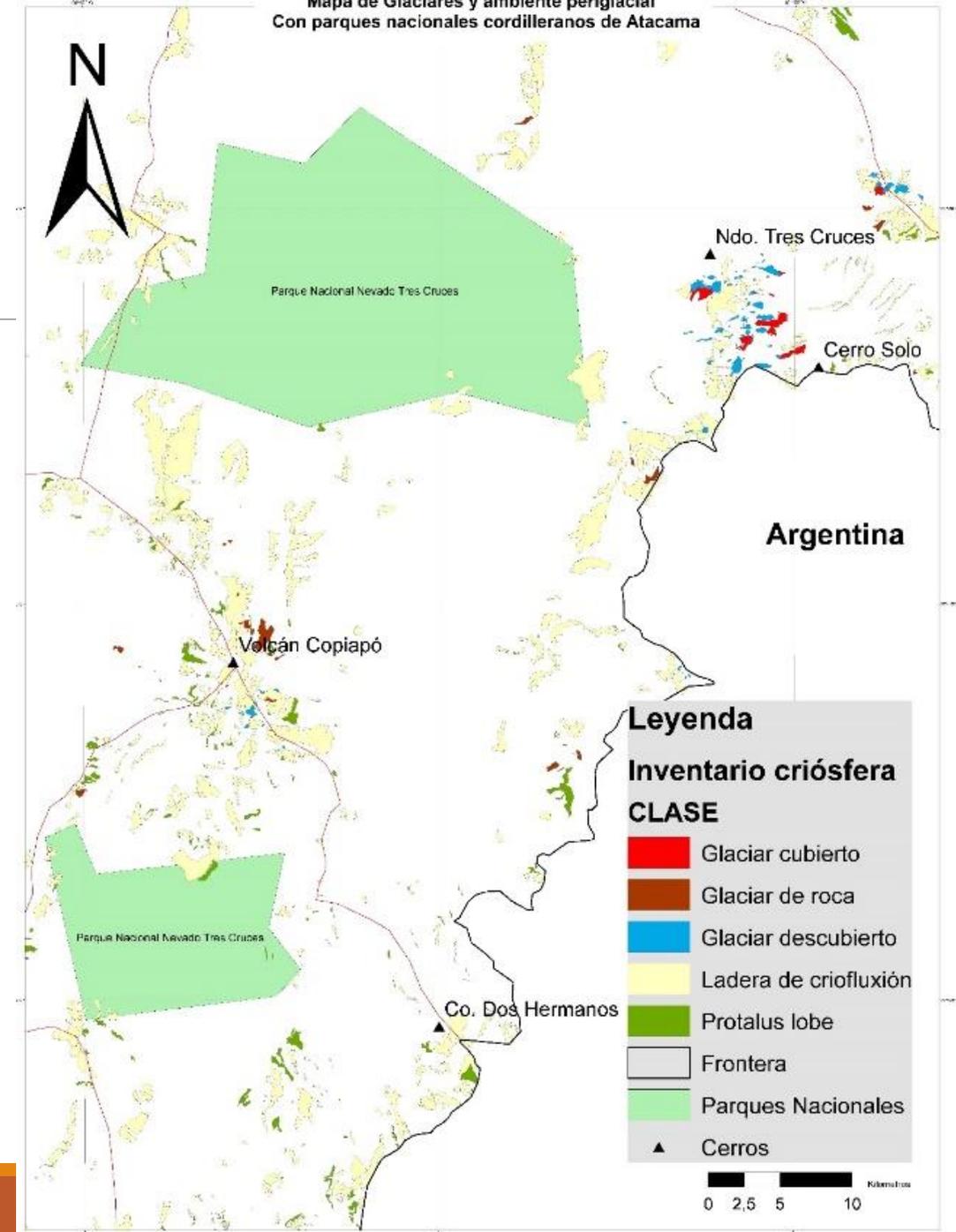
Cuencas principales	Litros por segundo
Cuencas Alto-Andinas	3.148
Cuenca Río Copiapó	1.860
Cuenca Río Huasco	2.064
Cuenca Río Salado	158



UNIVERSIDAD
DE ATACAMA

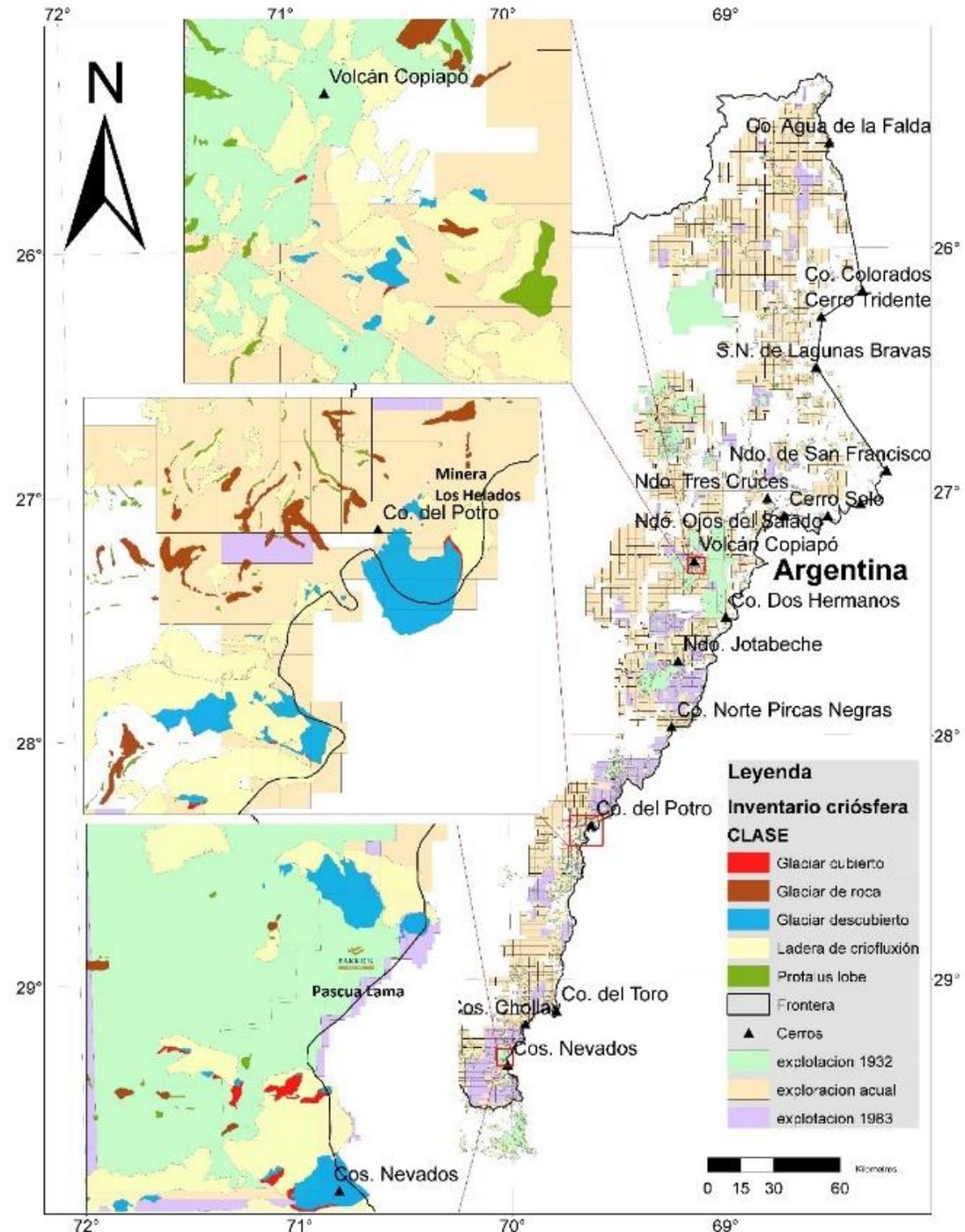
Parques nacionales e inventario de glaciares

La importancia de definir cuencas estratégicas



Pertenencias mineras e inventario de glaciares

La importancia de definir
cuencas estratégicas





UNIVERSIDAD
DE ATACAMA



Herramienta de planificación hídrica. Cuencas estratégicas del río Copiapó.

Proyecto INNOVA CORFO 16BPER-66851

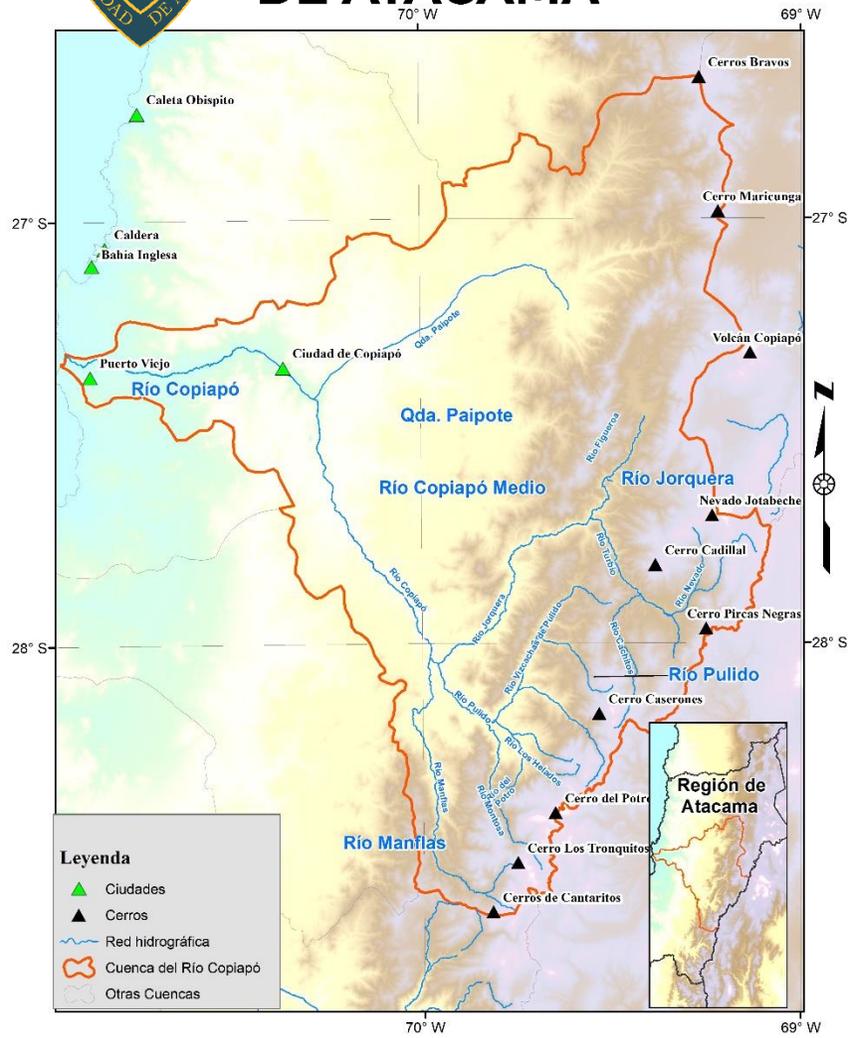


Proyecto apoyado por

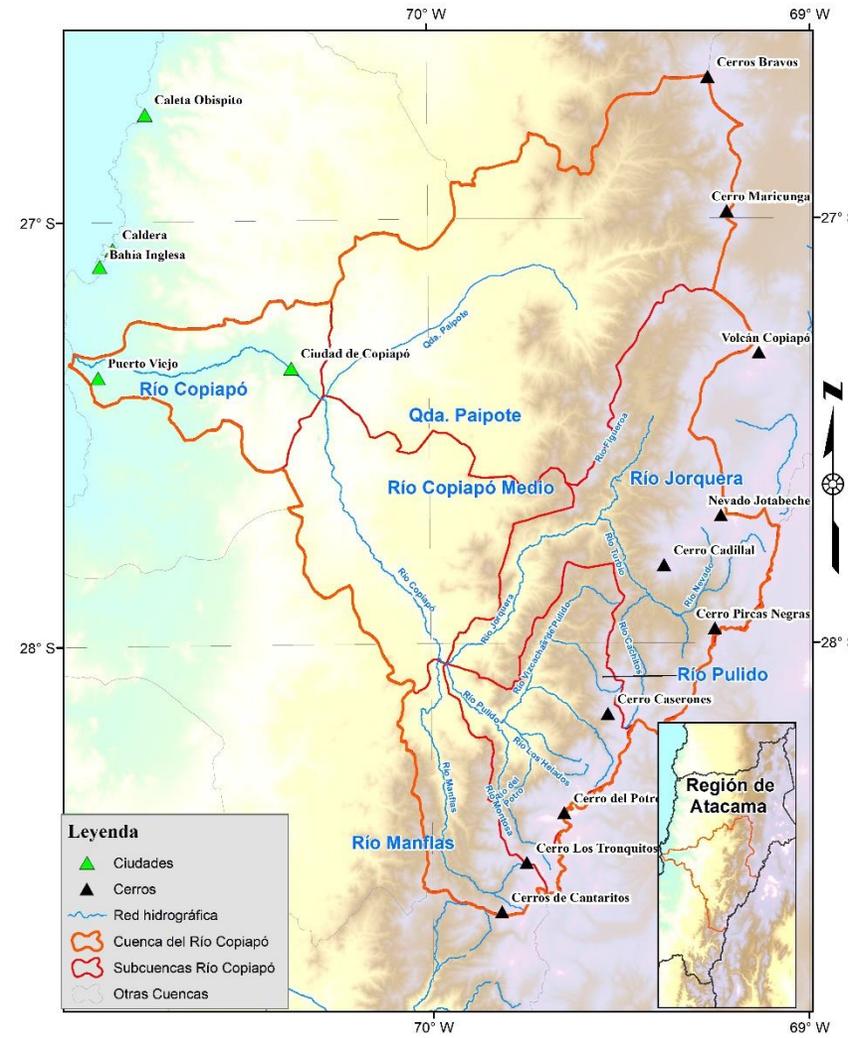
CORFO



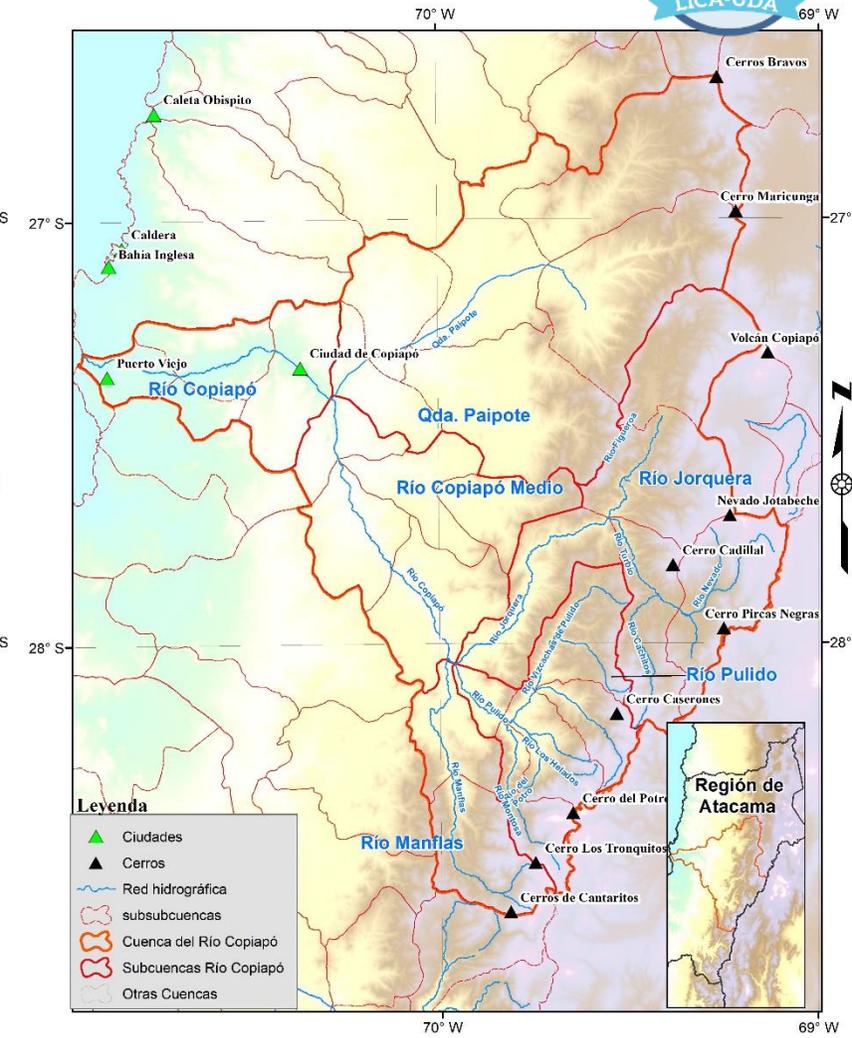
Gobierno
de Chile



Cuenca



Subcuenca

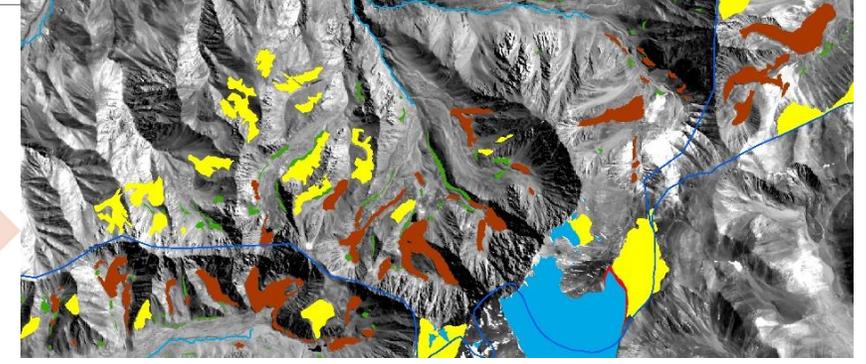


Subsubcuenca

Metodología para la detección de cuencas estratégicas

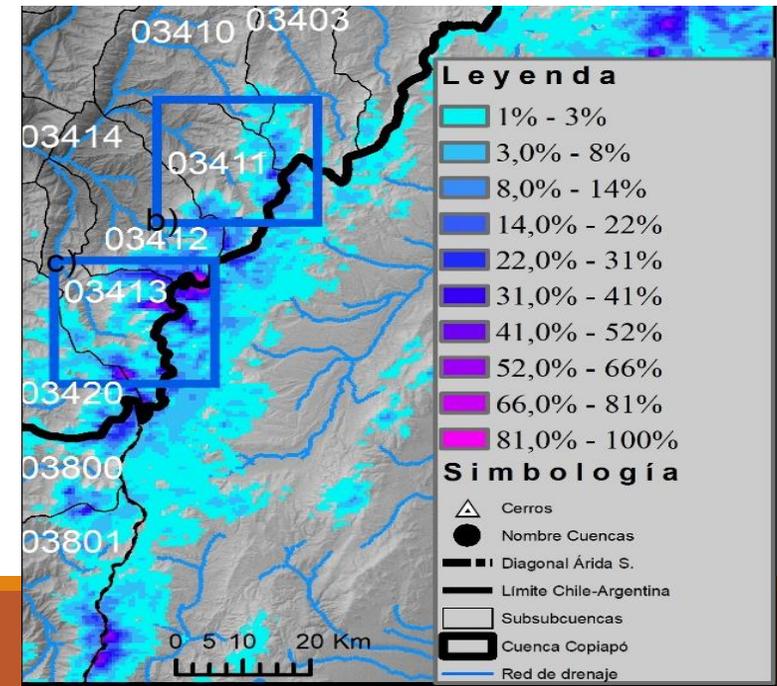
Reservas
criosféricas

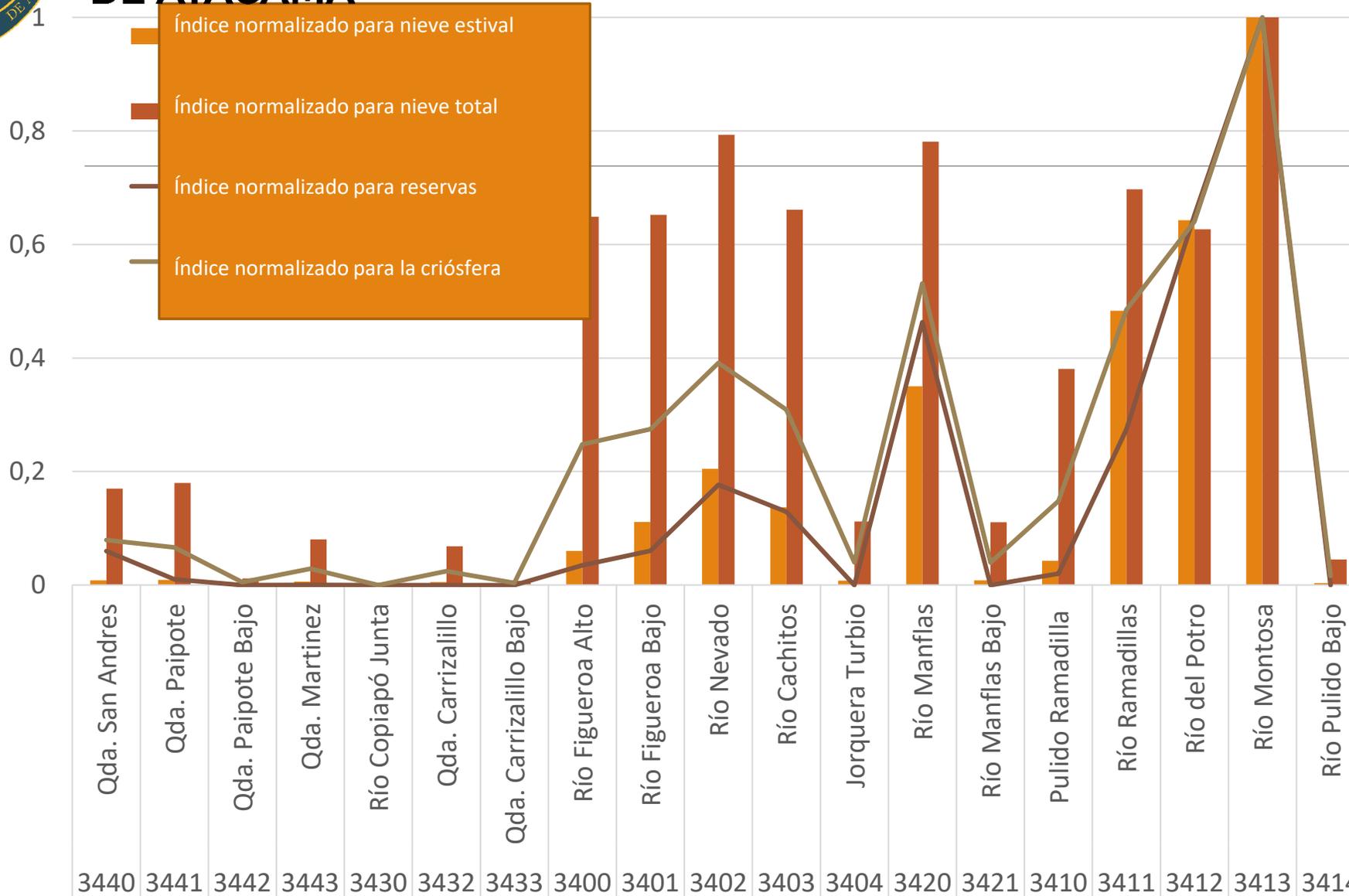
- Inventario de glaciares y ambiente periglacial
- Detección geomorfológica
- Uso de técnicas de teledetección
- Procesamientos GIS



Recursos
criosféricos

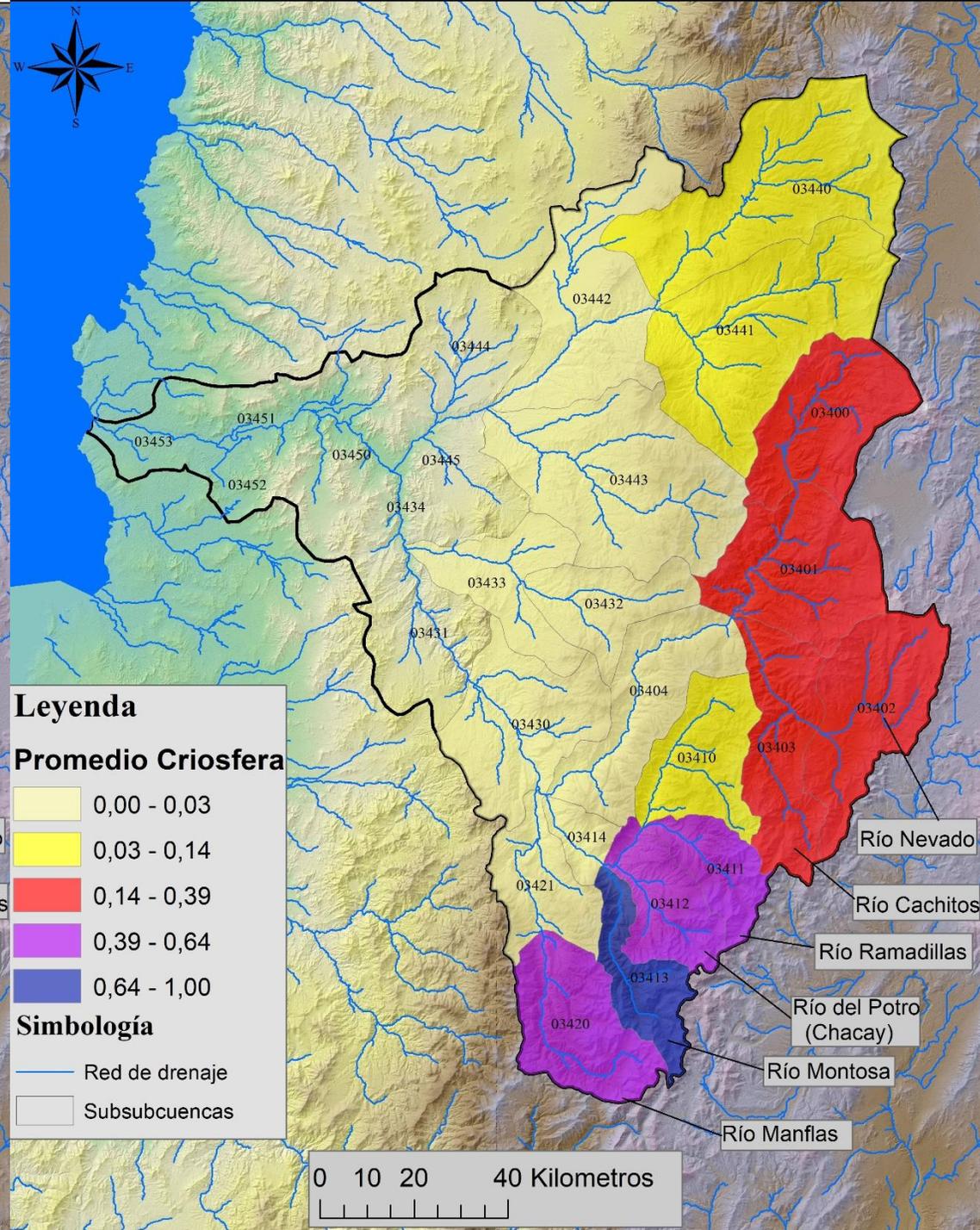
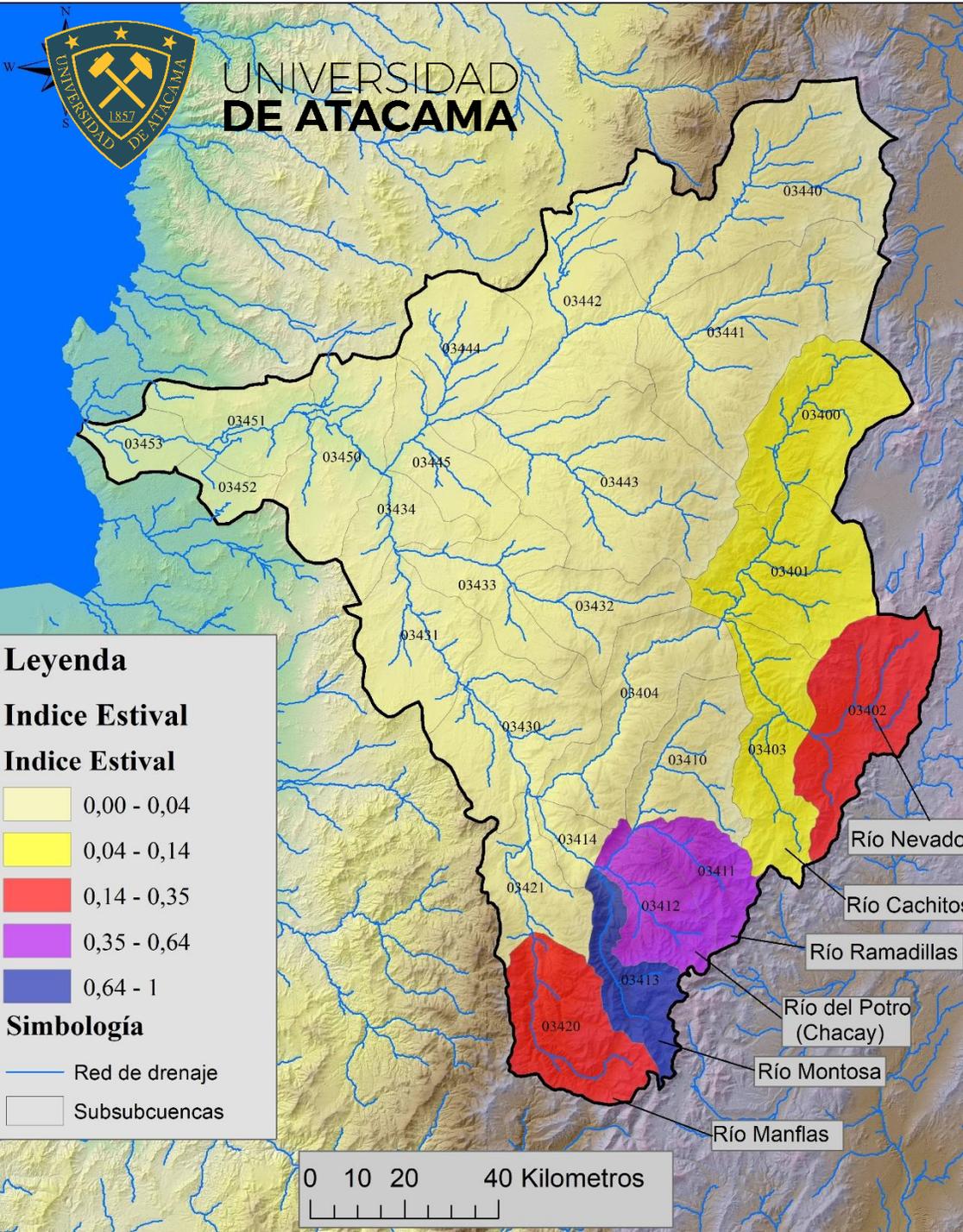
- Snow Cover Area (FSCA)-MODIS
- Procesamientos GIS
- Snow Melt Analyzer





► La subcuenca asociada al Río Montosa resultó ser la mas estratégica con 806 l/s, alcanzando un valor máximo del índice normalizado para la criósfera. (mayor índice de recursos y reservas).

Qda. Paipote	Río Copiapó Medio	Río Jorquera	Río Manflas	Río Pulido
--------------	-------------------	--------------	-------------	------------





UNIVERSIDAD
DE ATACAMA



Herramienta de planificación hídrica.

Modelo de Pronóstico Hídrico

Proyecto INNOVA CORFO 16BPER-66851



Proyecto apoyado por

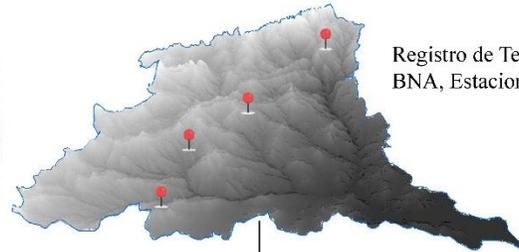
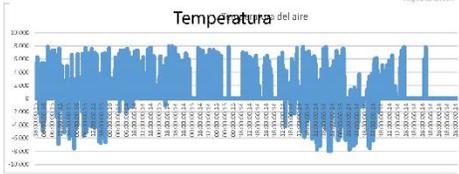
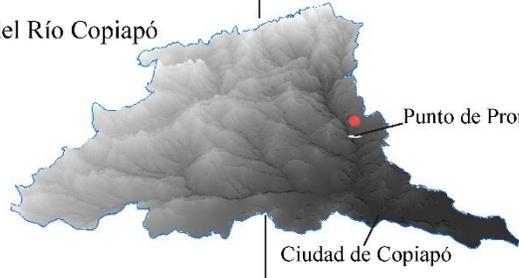
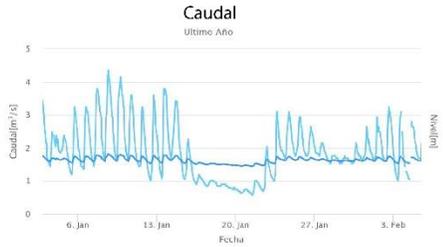
CORFO



Modelo de pronóstico

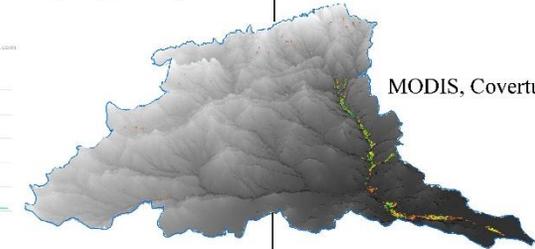
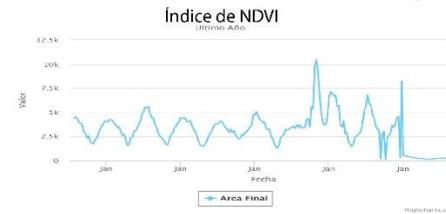
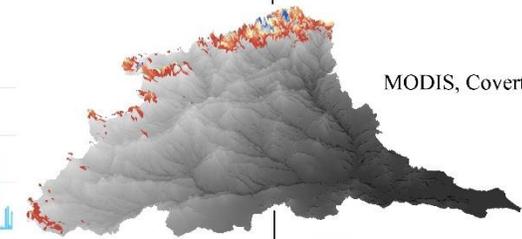
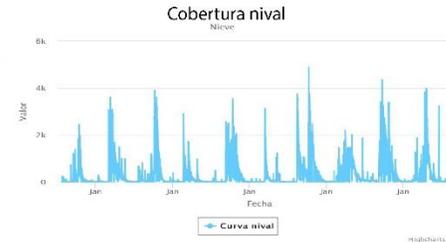
Datos DGA

Cuenca del Río Copiapó



Registro de Temperaturas BNA, Estaciones meteorológicas

Datos NASA



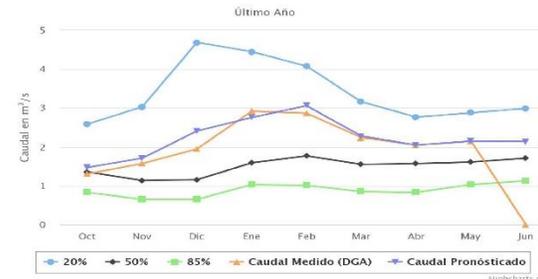
$$Q_{n+1} = kQ_n + (1-k)\sum_i (a_i T_i A_i + P_i)$$

Where:

- n is the day number
- i indexes the elevation zones of the basin
- Q is discharge from the basin
- T is air temperature extrapolated to the hypsometric mean height of each zone
- P is precipitation falling as rain in this zone (when $T > 0^\circ\text{C}$)
- A is the areal Snow Covered Area (SCA) in the zone
- k is a recession coefficient
- a is a melt coefficient, or degree day factor

Ecuación de Pronóstico

Pronóstico Caudales Copiapó en Pastillo





UNIVERSIDAD DE ATACAMA

¿Dónde se realizara el pronostico?



0 4 8 16 24 32 Kilometros

1:1.250.000

27° S

28° S

29° S



Simbología

- Cuencas de drenaje en estudio
- Red de drenaje
- ▲ Estaciones fluviométricas
- Cuencas
- Cuenca Copiapó

Estudio:
Informe de pronostico de caudales periodo mayo-septiembre 2016

Título:
Mapa de ubicacion de las subcuencas en cuestión y punto de pronostico, Estacion Pastillo.

Referencia espacial:
Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 18S
Projection: Transverse Mercator
Datum: WGS 1984
False Easting: 500 000 0000
False Northing: 10 000 000 0000
Central Meridian: -69 0000
Scale Factor: 0.9996
Latitude Of Origin: 0.00000
Units: Meter

Referencia cartográfica:
DGA
ASTERGDEM
IGM



0 2 4 752,96 1,9 2,85 3,8 Kilometros

1:125.000

Estudio:
Informe de pronostico de caudales periodo mayo-septiembre 2016

Título:
Mapa de detalle de la estacion de pronostico

Referencia espacial:
Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 18S
Projection: Transverse Mercator
Datum: WGS 1984
False Easting: 500 000 0000
False Northing: 10 000 000 0000
Central Meridian: -69 0000
Scale Factor: 0.9996
Latitude Of Origin: 0.00000
Units: Meter

Referencia cartográfica:
DGA
ASTERGDEM
IGM



Conclusiones

- La ley marco no nombra la gestión del recurso hídrico como una herramienta para paliar los efectos del cambio climático. No nombra la criósfera incluyendo glaciares permafrost y nieve, como fuentes del recurso hídrico.
- Las zonas cordilleranas deberían ser protegidas como fuentes del recurso hídrico (cuencas estratégicas).
- La ley que se propone actualmente no garantiza paliar los efectos del cambio climático y megasequía. Si bien el incentivo mediante a huella hídrica aporta a reducir el uso de los recursos hídricos a escala local.
- Se debe tener conocimiento detallado (línea base hídrica por cuenca) con el fin de poder apuntar a una eficiencia hídrica. Y poder evaluar los proyectos en su impacto a nivel de cuenca.
- Es importante definir una línea base, esto es conocer los recursos hídricos disponibles en cada cuenca permitirá definir metas para mantener el caudal base de la cuenca. Se deben establecer los mínimos viables para que los esfuerzos de eficiencia hídrica garantice la sostenibilidad de las cuencas. Esta es una de las herramientas que contribuirá a la eficiencia hídrica permitiendo gestionar de mejor manera los recursos garantizando la sostenibilidad de la misma.
- La huella hídrica debe cuantificarse en estado líquido y sólido, así como garantizar el total o una parte del agua recolectada como restitución al caudal de la misma cuenca. Lo anterior permite visualizar los impactos ambientales potencial mas realistas sobre los recursos hídricos de la cuenca.
- El aprovechamiento de las aguas de fusión de nieve en zonas sobre la isoterma 0°C con sistemas de captación y almacenamiento, amplia y mejora la captación de recursos hídricos desde sus diferentes fuentes . Considerando que la fusión de la nieve en la macro zona norte genera un aporte significativo a los recursos hídricos de las cuencas.



UNIVERSIDAD
DE ATACAMA

Muchas gracias!

