

INFORME A LAS NACIONES



Seguridad hídrica en Chile: Caracterización y perspectivas de futuro

Seguridad hídrica en Chile: Caracterización y perspectivas de futuro

Juan Pablo Boisier

Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)²

Universidad de Chile

XXVI Jornadas de Derecho y Gestión de Aguas UC
“Colaboración y Articulación para la Seguridad Hídrica”

Pontificia Universidad Católica de Chile, Agosto 2024

INFORME A LAS NACIONES



Seguridad hídrica en Chile: Caracterización y perspectivas de futuro

Coordinación científica

Camila Álvarez Garretón, Gustavo Blanco, Juan Pablo Boisier

Autores

Camila Álvarez Garretón, Juan Pablo Boisier, Gustavo Blanco, Marco Billi, Chloé Nicolas-Artero, Antoine Maillet, Paulina Aldunce, Rocío Urrutia Jalabert, Mauricio Zambrano-Bigiarini, Gabriela Guevara, Mauricio Galleguillos, Ariel Muñoz, Duncan Christie, Rodrigo Marinao, René Garreaud

Colaboradores

Claudia Alonso, Gabriel Barrantes, Carlos Bopp, Noelia Carrasco, Diego Dinamarca, Zöe Fleming, Eugenia Gayó, Sergio González, Mauricio Abel Herrera, Inti Lefort, Christian Little, Bárbara Morales, Francisca Muñoz, Nicole Tondreau, Roberto Rondanelli, Remi Valois

Edición general

José Barraza, Camila Álvarez Garretón, Gustavo Blanco, Juan Pablo Boisier

Directorio CR2

René Garreaud, Pilar Moraga, Duncan Christie, Eugenia Gayó, Antonio Lara, Martín Jacques

Diseño

M. Giselle Ogaz

¿En qué estamos?

¿Cómo llegamos acá y hacia dónde vamos?

¿Qué impactos tienen de la situación actual y futura de SH?

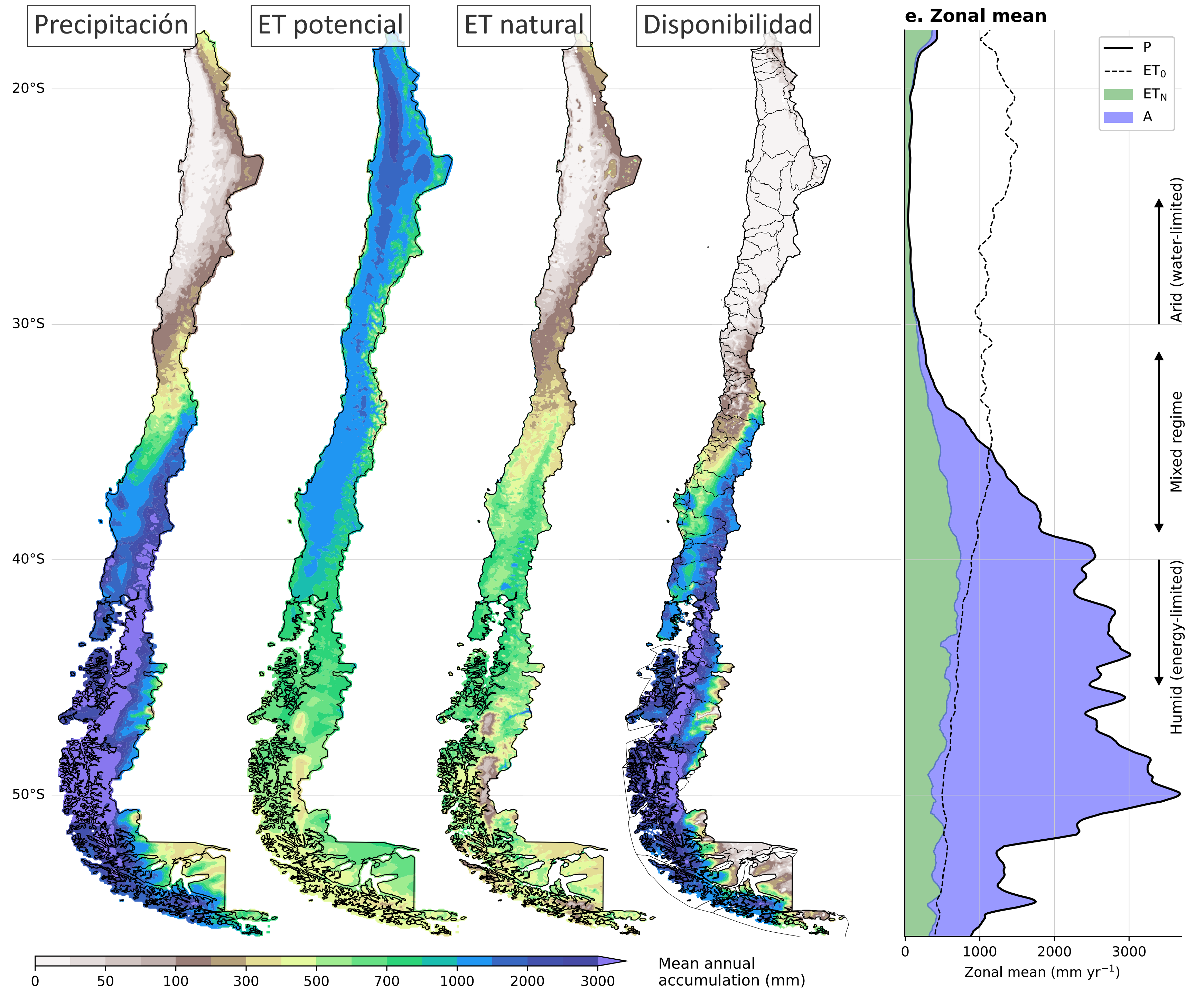
¿Cómo avanzamos hacia mayor seguridad hídrica?

4	Introducción
6	Parte 1: Caracterización y evaluación de la seguridad hídrica en Chile
8	Capítulo 1: Disponibilidad de agua y cambio climático en Chile
14	Capítulo 2: Usos de agua
20	Capítulo 3: Cambios históricos y futuros en los niveles de seguridad hídrica
24	Capítulo 4: Uso no sostenible de aguas subterráneas
28	Capítulo 5: Seguridad hídrica de la población rural
32	Parte 2: Oportunidades de gobernanza para alcanzar la seguridad hídrica en Chile
34	Capítulo 6: Gobernanza del agua y seguridad hídrica
38	Capítulo 7: Derechos de aprovechamiento de aguas y resguardo del caudal ecológico
42	Capítulo 8: Declaración de zonas de escasez hídrica
46	Capítulo 9: Ley de Servicios Sanitarios Rurales
52	Capítulo 10: La transformación como respuesta en comunidades rurales
54	Capítulo 11: Planes Estratégicos de Recursos Hídricos en Cuencas (PERHC)
56	Conclusiones
60	Recomendaciones



Disponibilidad hídrica

Condición actual



Precipitación

ET potencial

ET natural

Disponibilidad

e. Zonal mean

- P
- - - ET₀
- ET_N
- A

Arid (water-limited)

Mixed regime

Humid (energy-limited)

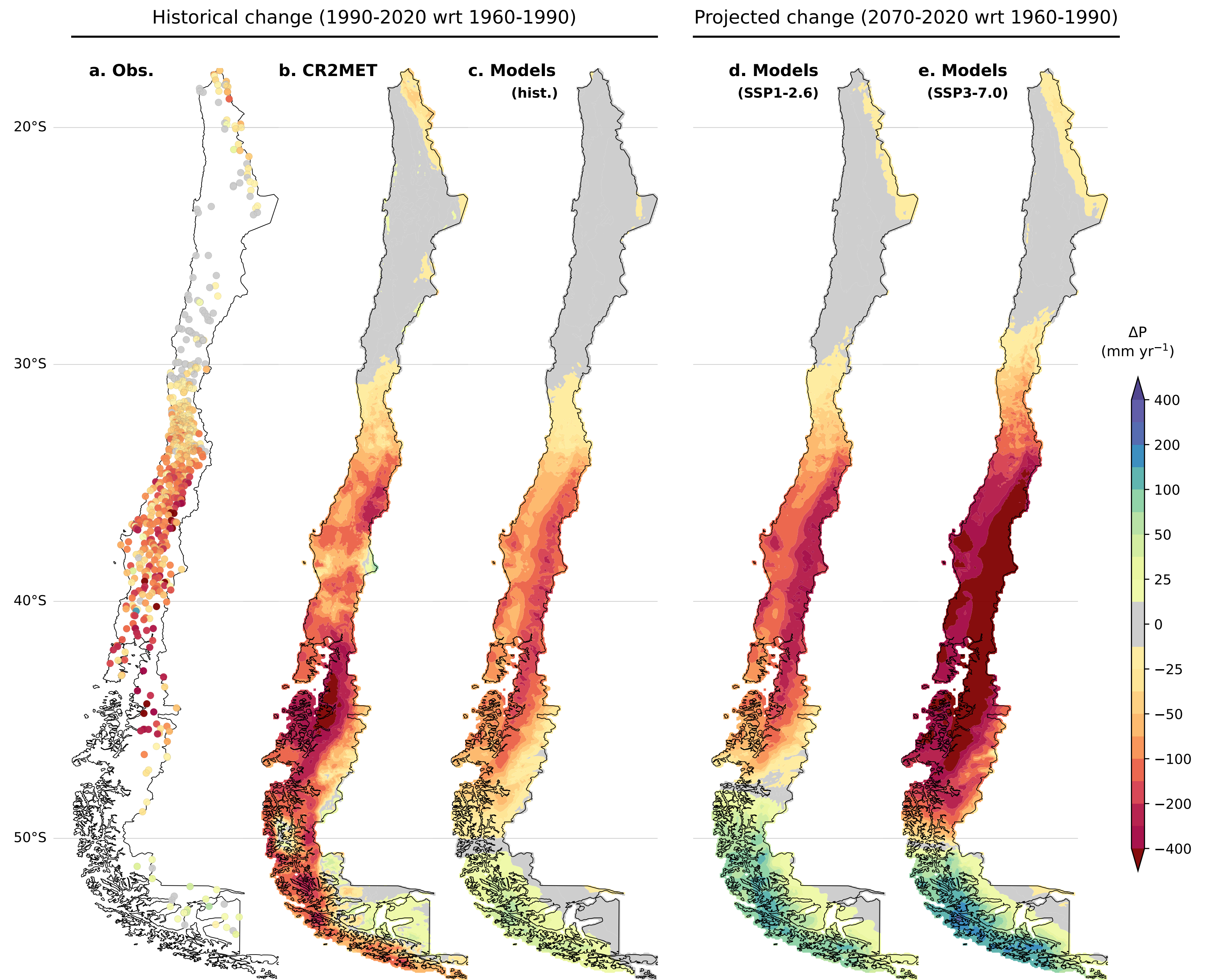
0 50 100 300 500 700 1000 2000 3000

Mean annual accumulation (mm)

0 1000 2000 3000
Zonal mean (mm yr⁻¹)

Disponibilidad hídrica

Cambios








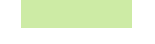

1920s 1930s 1940s 1950s 1960s 1970s 1980s 1990s 2000s 2010s 2020s 2030s 2040s 2050s 2060s 2070s 2080s 2090s

Observaciones

Proyecciones

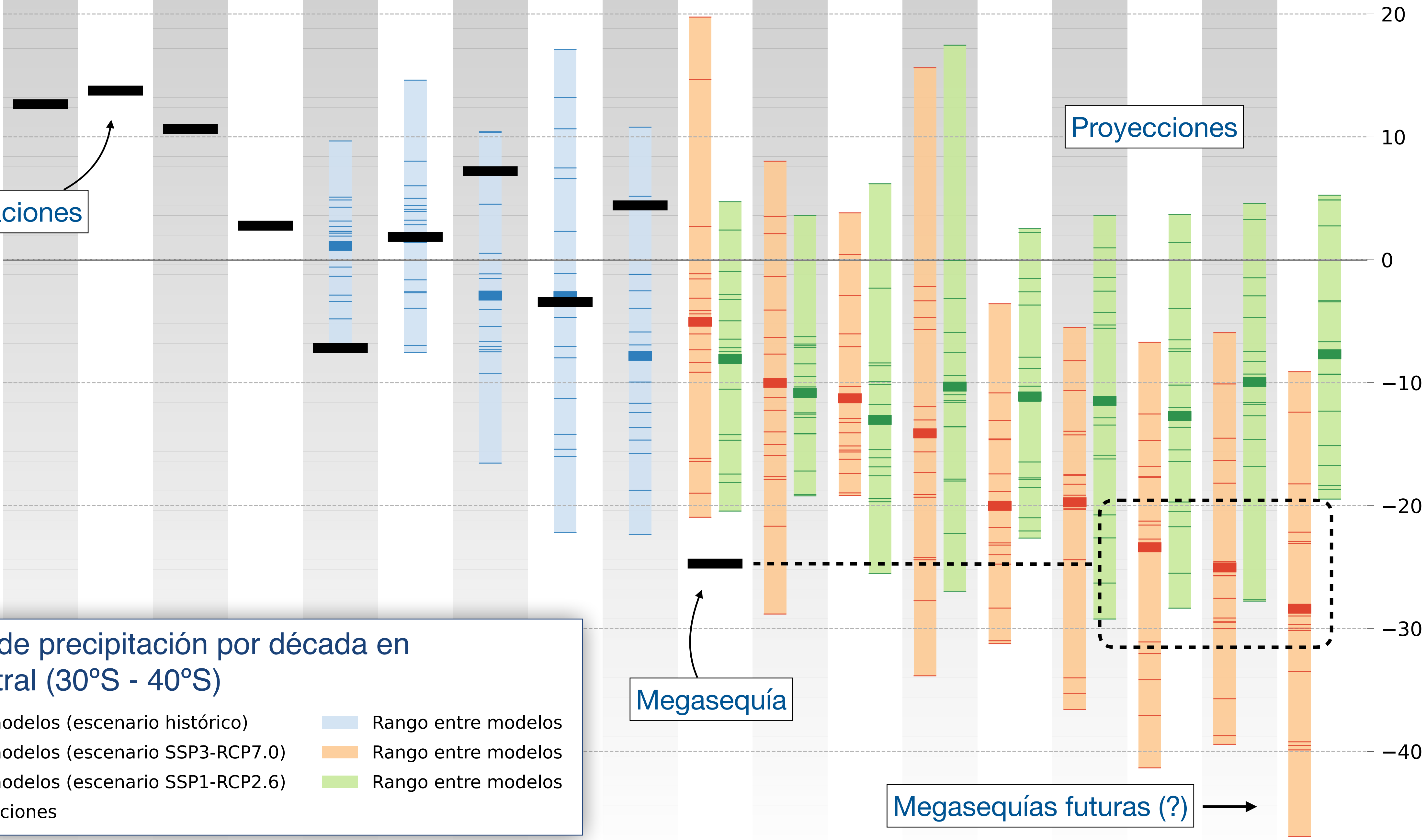
Anomalía de precipitación (%)

Cambios de precipitación por década en Chile central (30°S - 40°S)

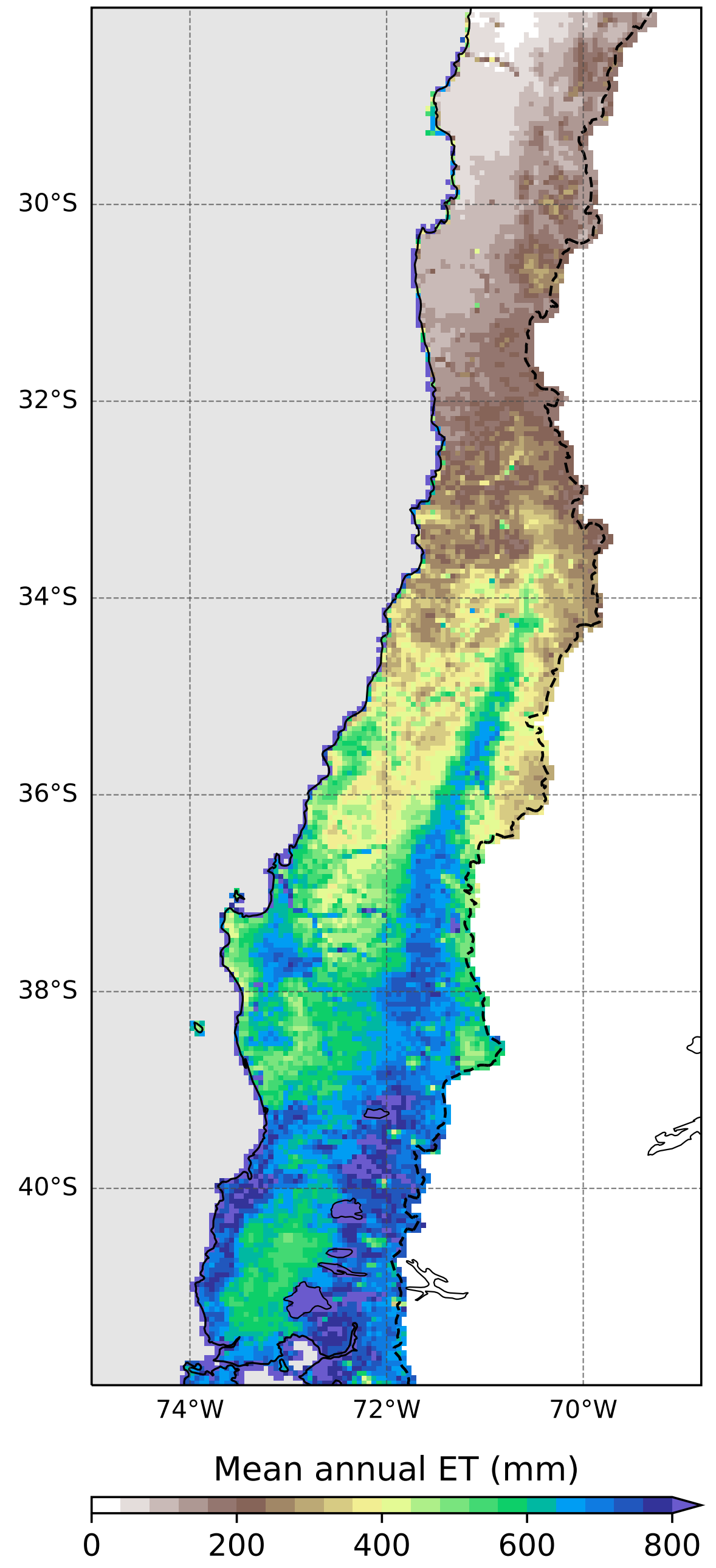
 Media modelos (escenario histórico)	 Rango entre modelos
 Media modelos (escenario SSP3-RCP7.0)	 Rango entre modelos
 Media modelos (escenario SSP1-RCP2.6)	 Rango entre modelos
 Observaciones	

Megasequía

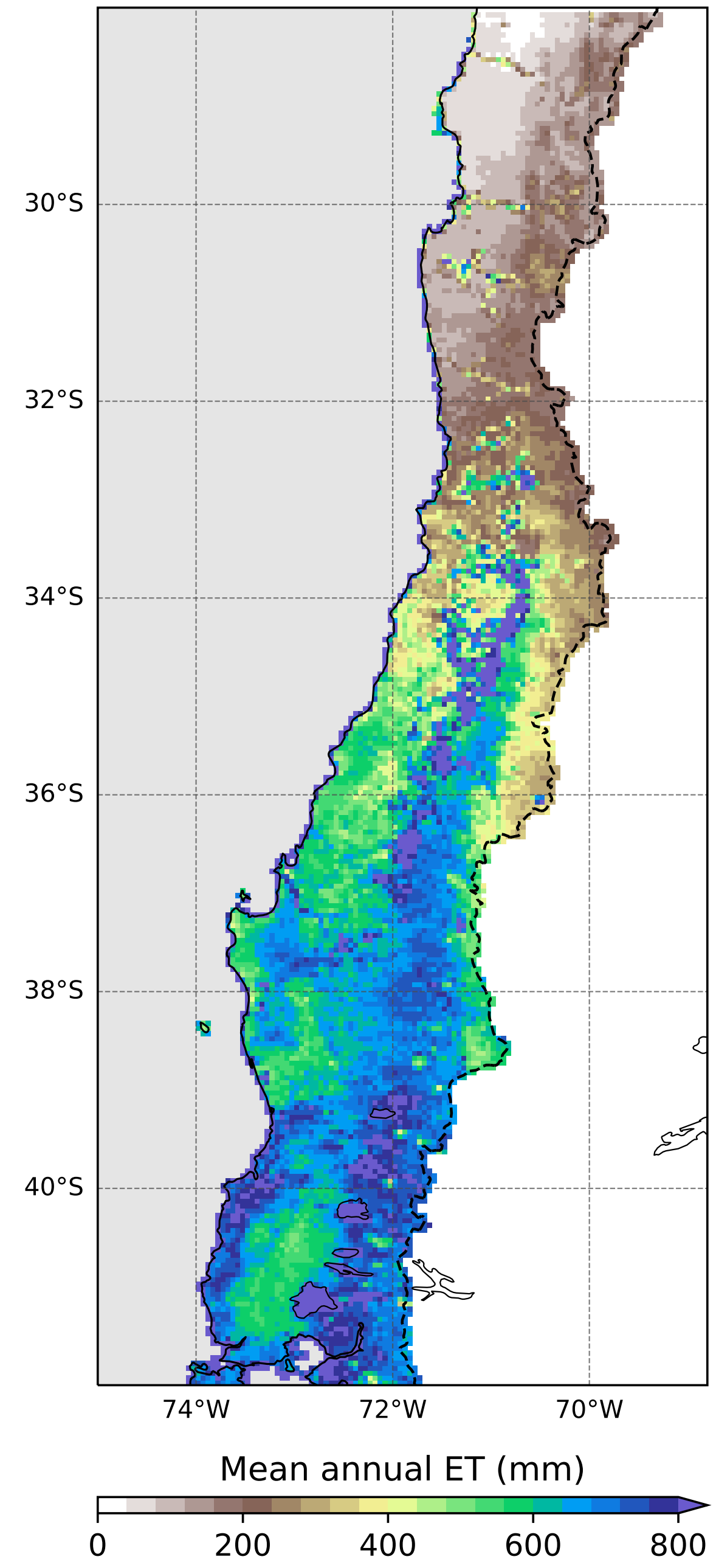
Megasequías futuras (?) →



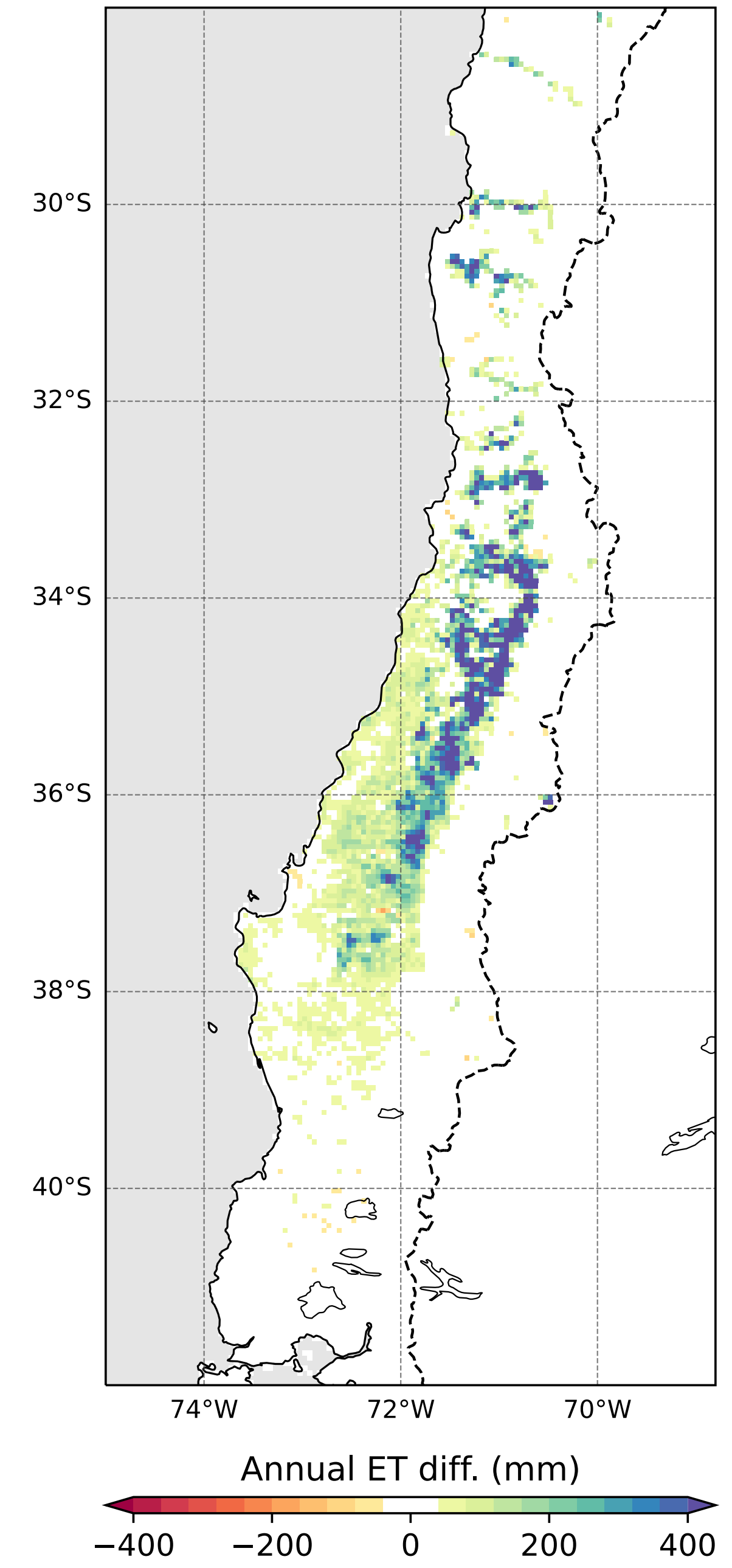
ET control (LC 1950, sin riego)



ET real (LC dinámico, con riego)



ΔET (Uso agrícola)



Reconstrucción de demanda sectorial

- Por comuna
- 1960-2020

Condición actual

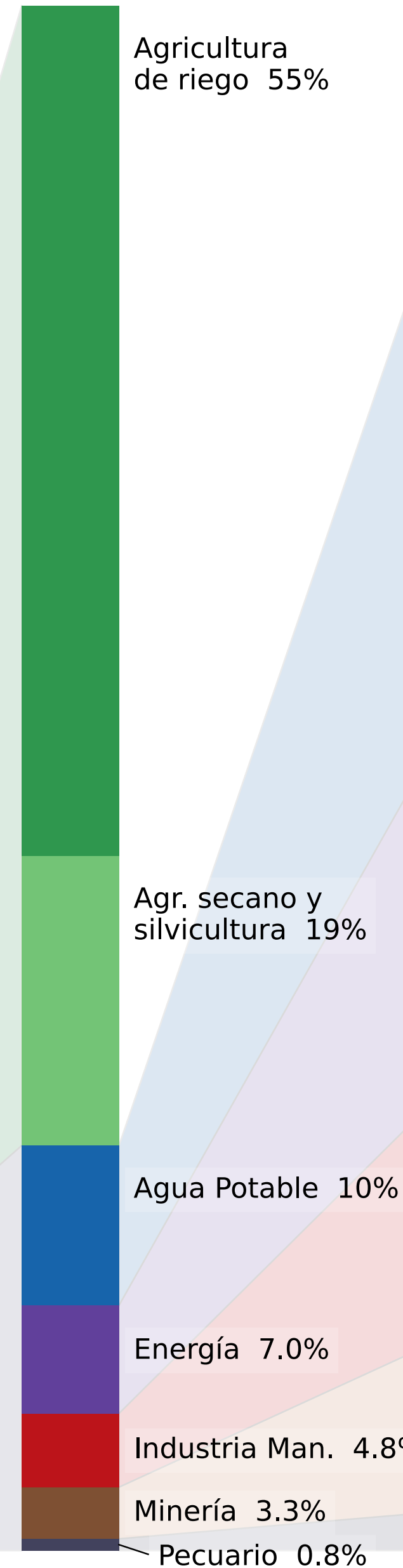
Extracciones totales

107 km³/año
3381 m³/seg



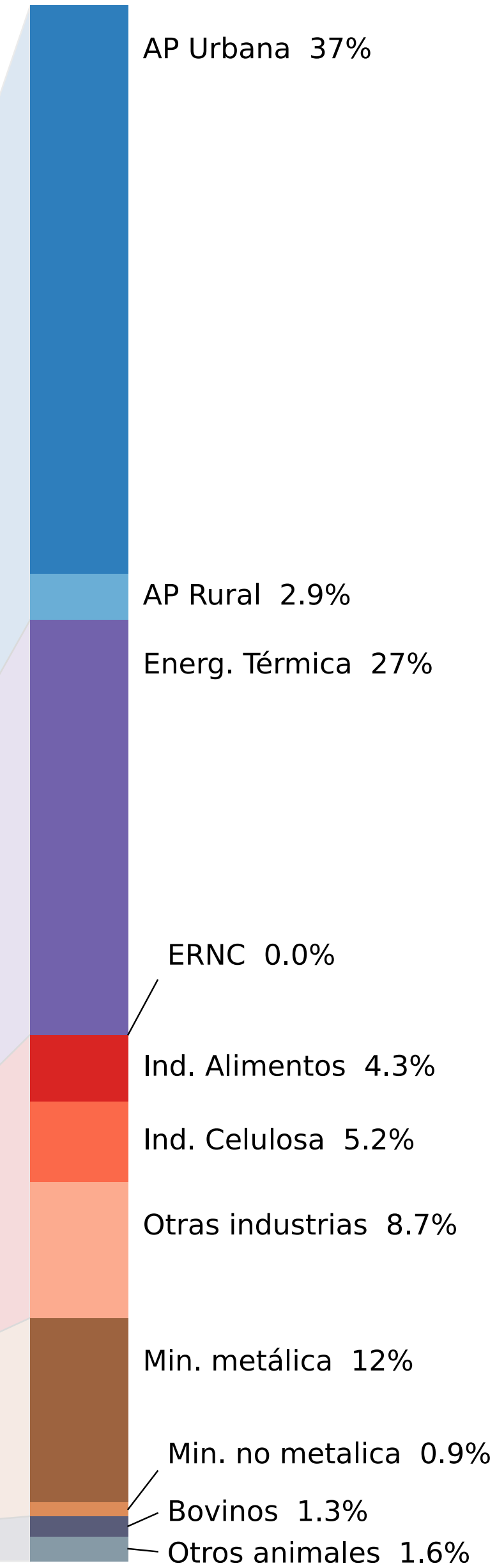
Uso consuntivo y humano

16 km³/año
519 m³/seg



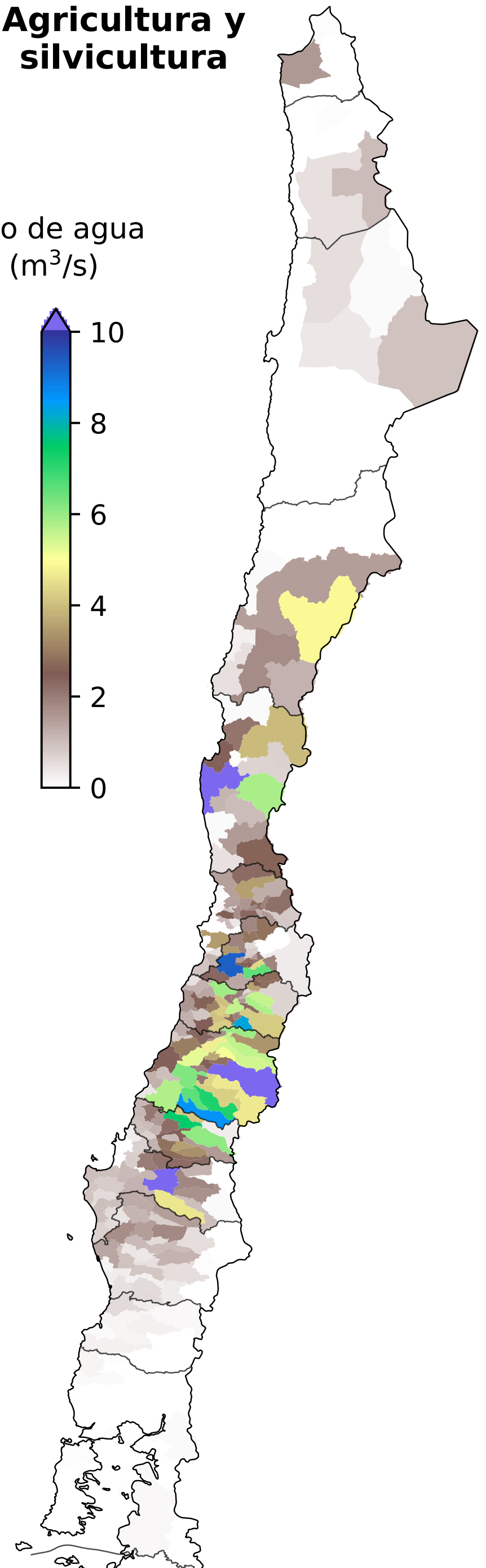
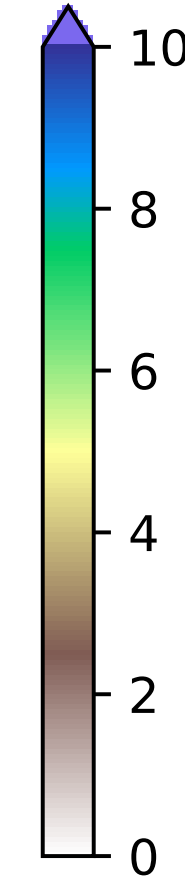
Sectores no UTCUTS

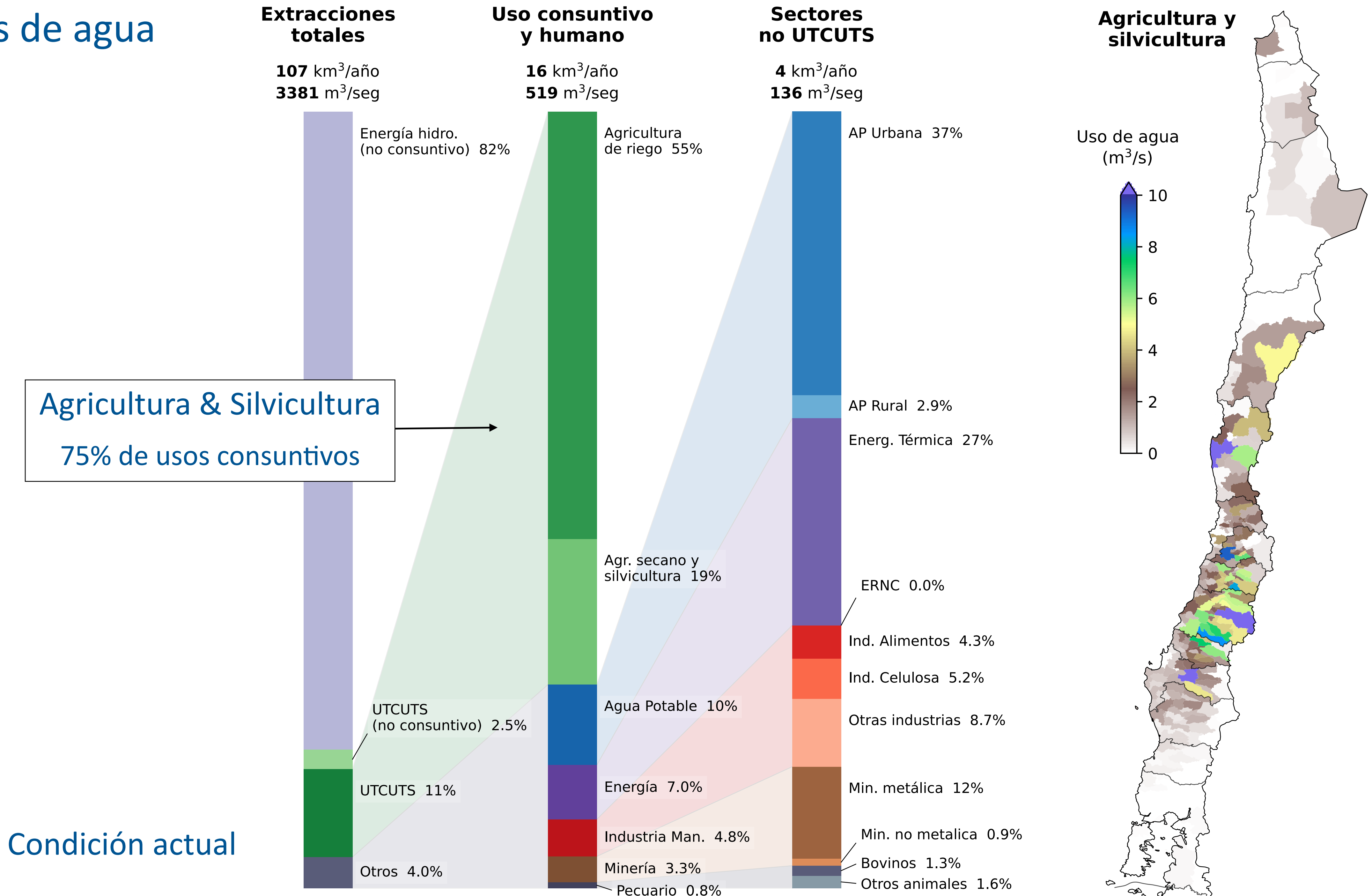
4 km³/año
136 m³/seg



Agricultura y silvicultura

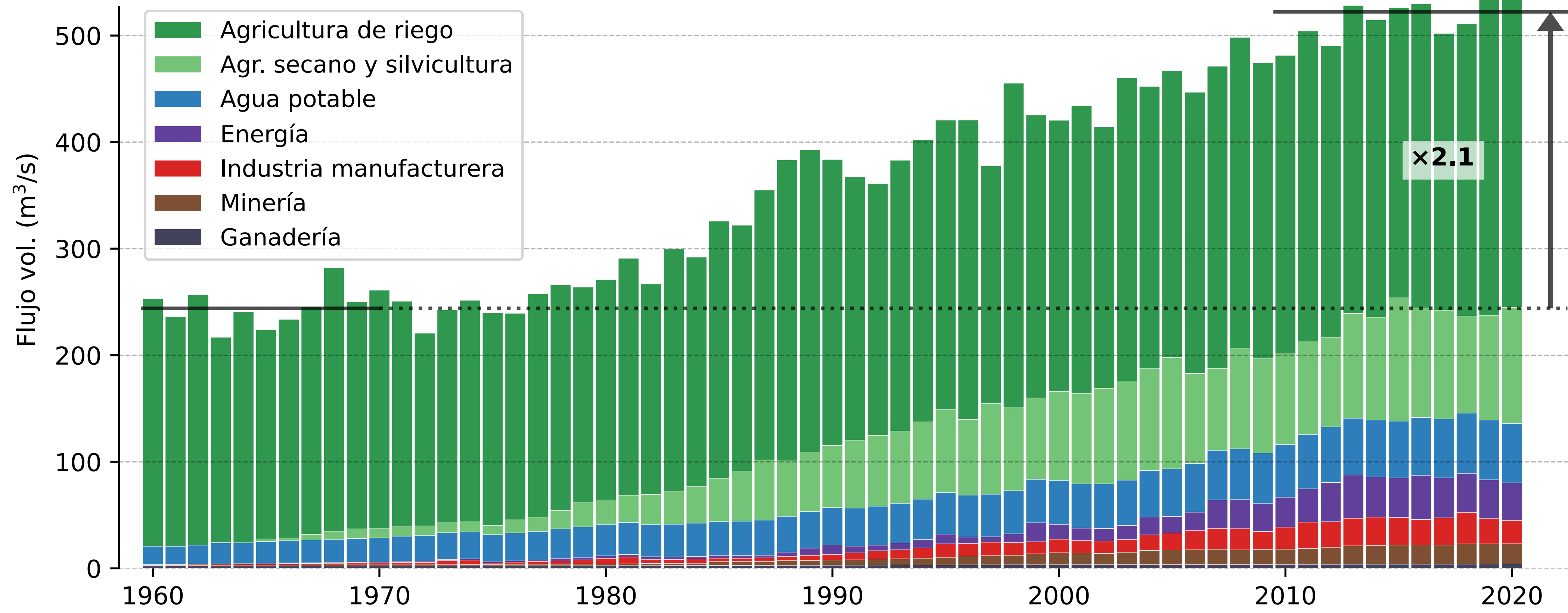
Uso de agua (m³/s)





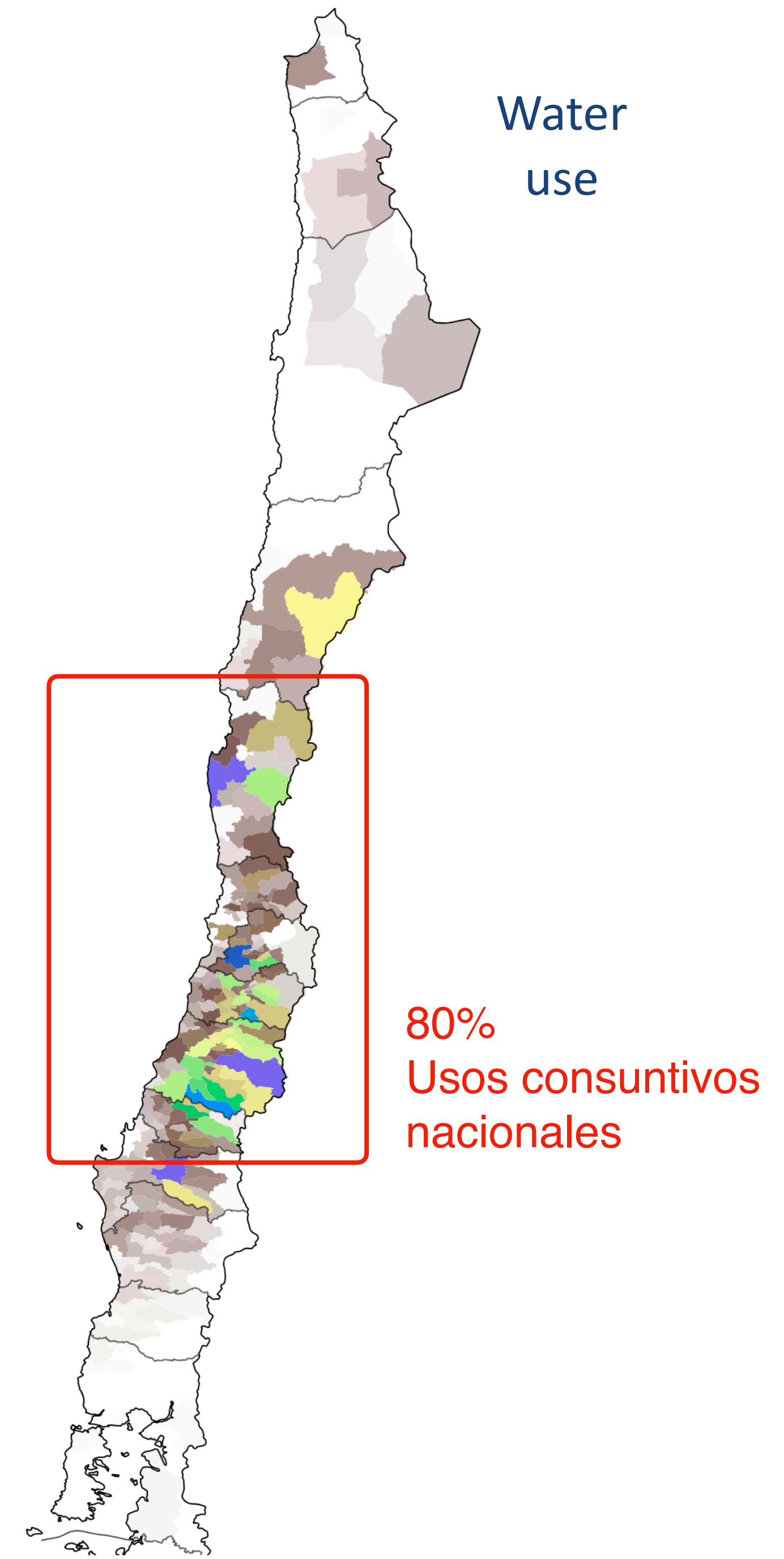
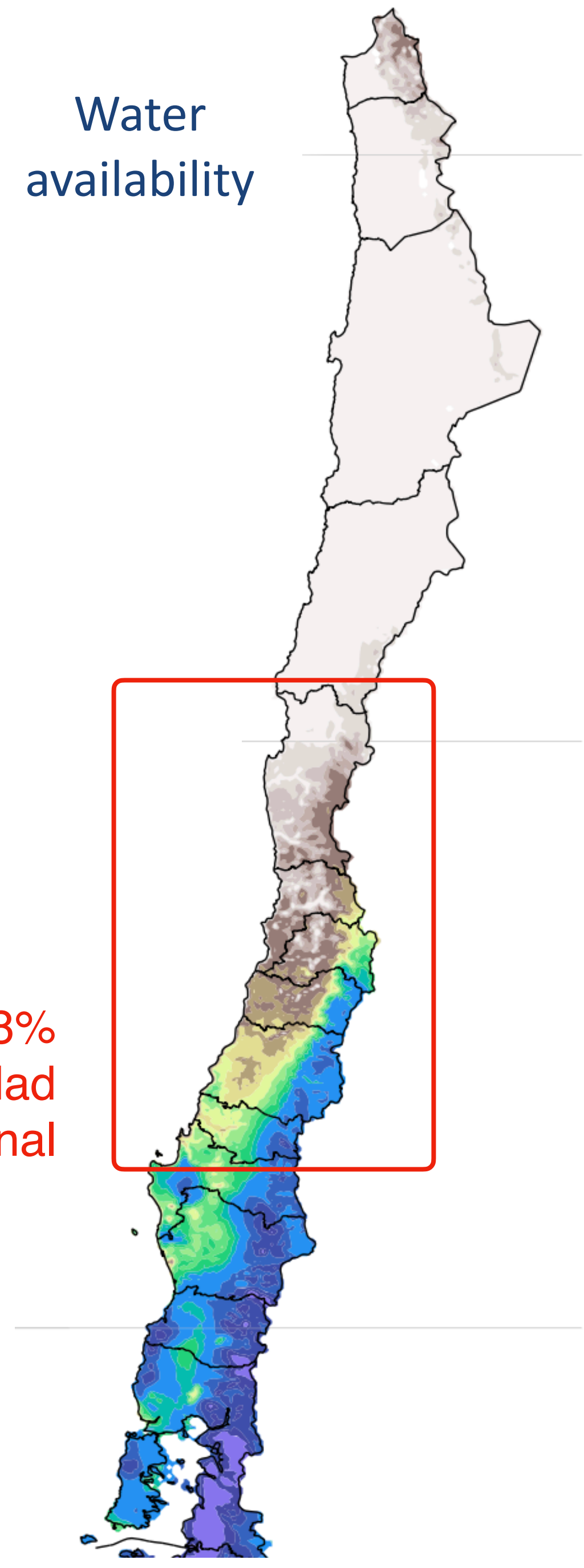


Evolución histórica



Estrés hídrico en la zona central

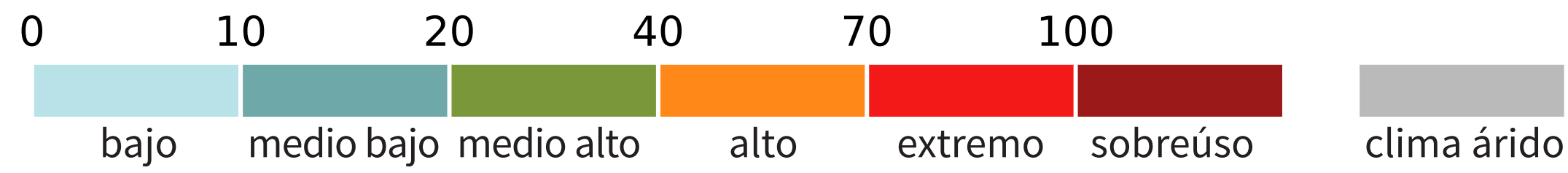
¿Un problema de demanda o oferta?



Estrés hídrico en la zona central

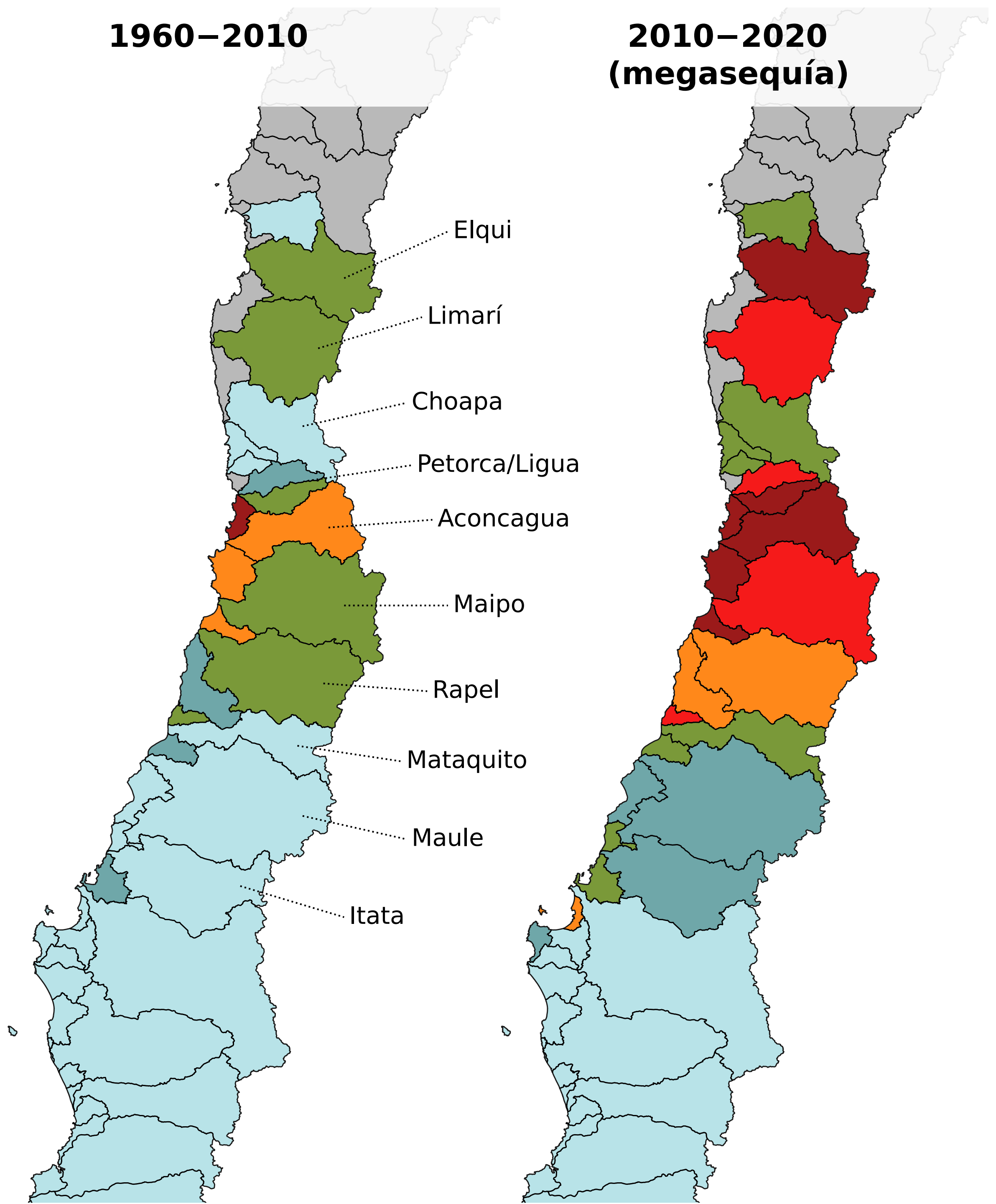
Un indicador simple:

$$WSI = \frac{Use}{Availability}$$



1960–2010

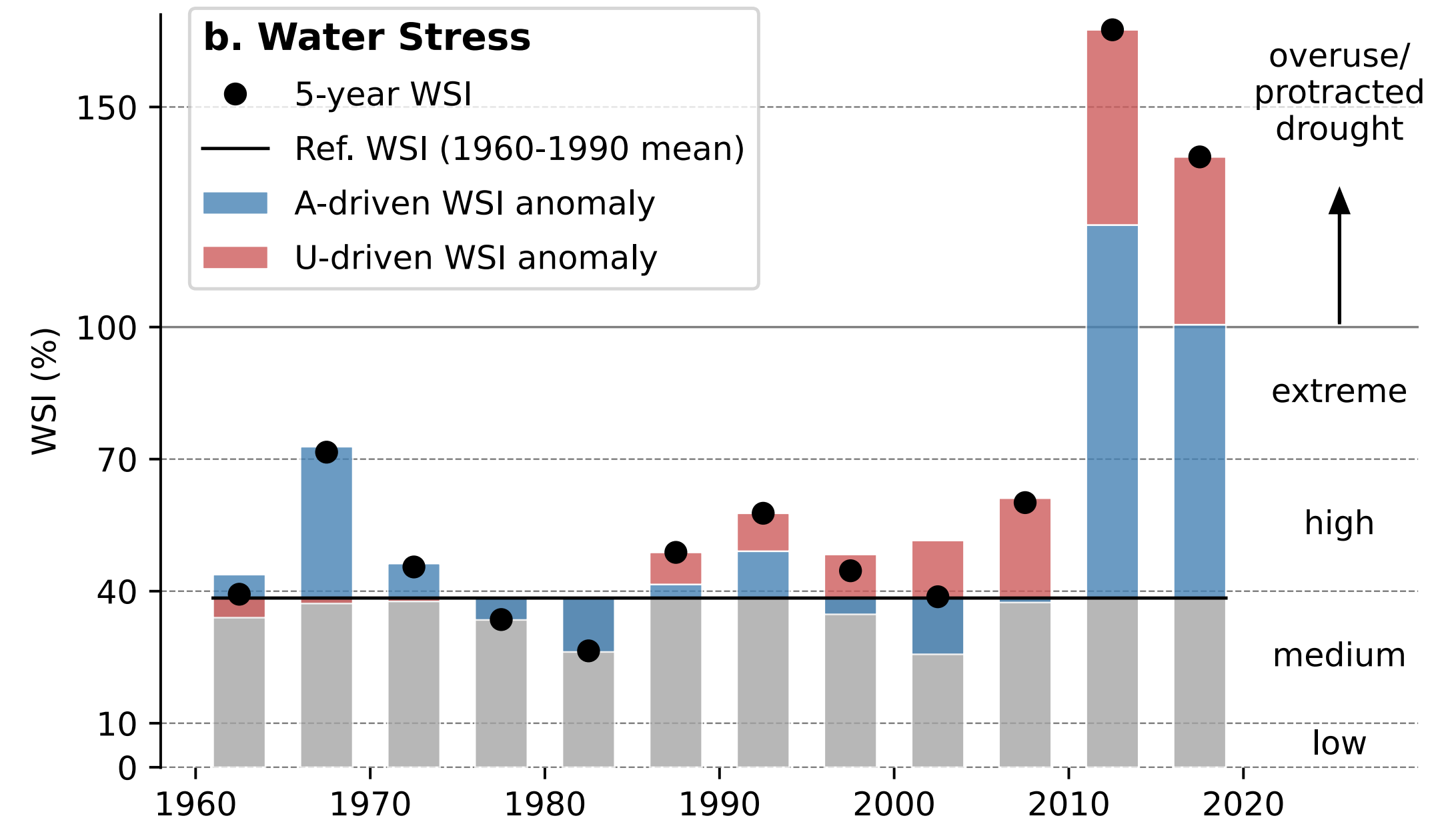
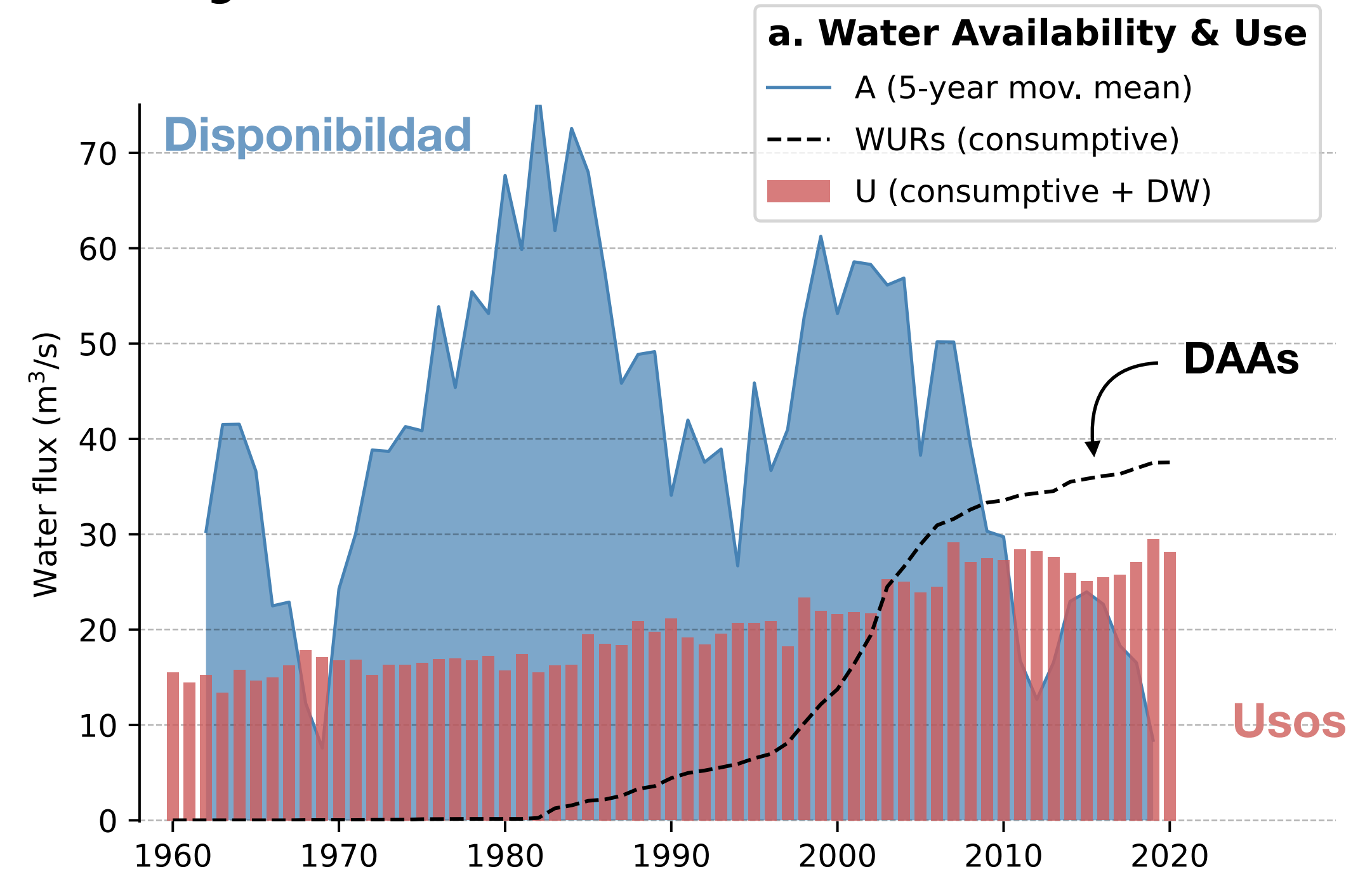
2010–2020
(megasequía)

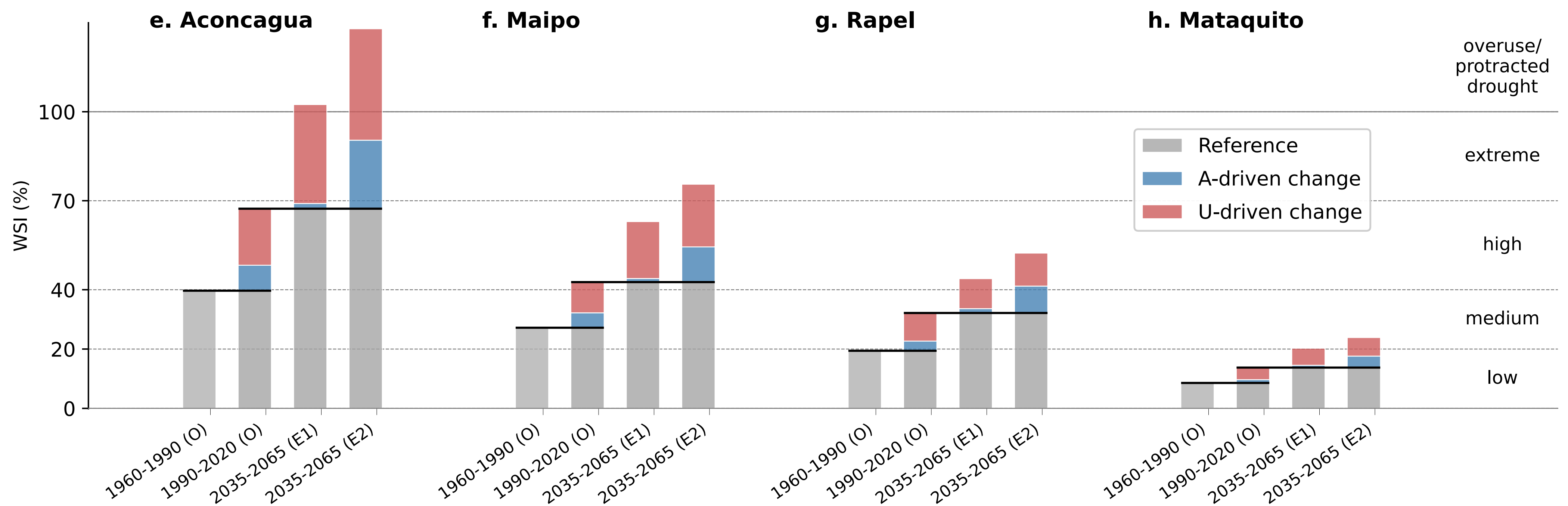
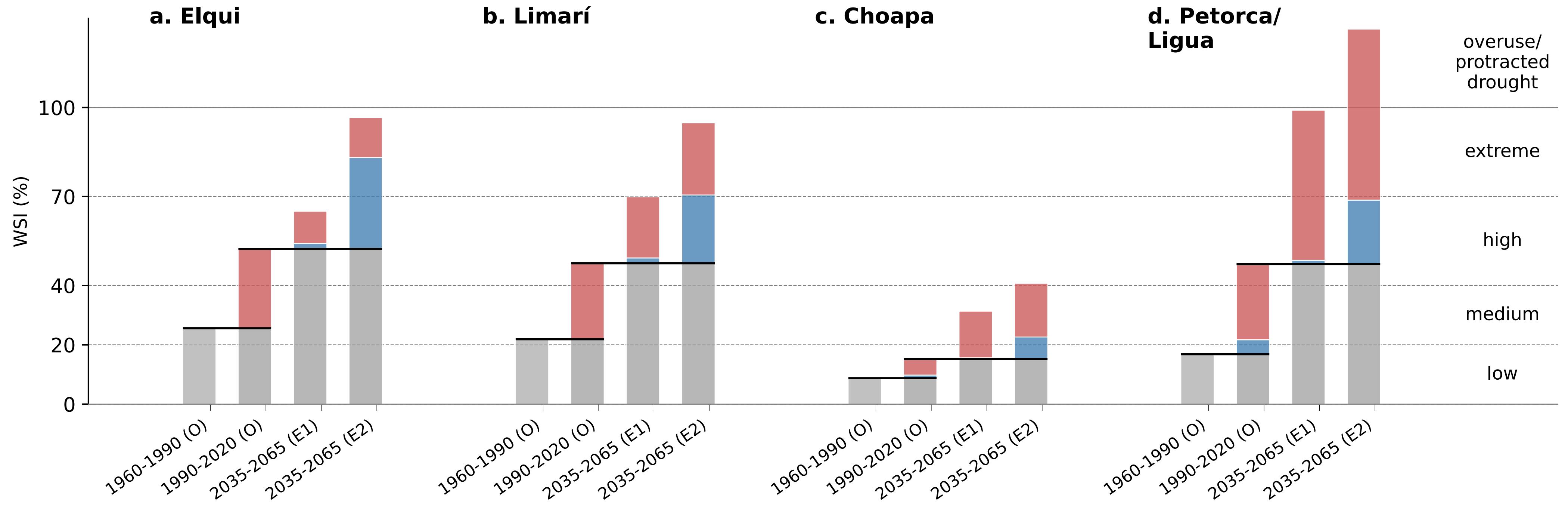


Estrés hídrico en la zona central

- ❖ Disponibilidad variable
 - Domina WSI en escala de años a décadas
 - Fuerte impacto de megasequía
- ❖ Usos de agua en crecimiento sostenido
- ❖ Usos reales estimados actuales cercanos a DAAs (no es saqueo, es gobernanza!)
- ❖ Ambos muy altos (WSI de largo plazo ~ 100%)
- ❖ Cambios tendenciales atribuidos a aumento de usos principalmente
- ❖ Historia similar en otras cuencas

Aconcagua River Basin





Mensajes clave

Altos niveles de estrés hídrico. Varias cuencas de Chile central tienen niveles altos a extremos de estrés hídrico producto de la megasequía y un aumento constante de uso consuntivo de agua.

La situación seguirá siendo adversa. En ausencia de fuertes acciones globales de mitigación al CC, se proyecta un descenso mayor en la disponibilidad hídrica y una menor capacidad de almacenamiento de nieve. Este escenario, combinado con un mayor uso del agua, prevé niveles altos y extremos de estrés hídrico a mediados de este siglo en la mayoría de las cuencas de la zona centro y norte.

Alto estrés implica un uso no sostenible de aguas subterráneas. Tasas de extracción de aguas subterráneas mayores a la recarga de los acuíferos causa un descenso sostenido de los niveles freáticos. Esto tiende hacia agotamiento estos reservorios (día cero absoluto) en un rango de décadas a unos pocos siglos en Maipo-Mapocho, y tiene impactos mucho antes de alcanzar este límite.

Mensajes clave

Algunos desafíos para la Gobernanza del agua:

Establecer metas cuantificables de SH a escala de cuenca. Adaptar usos (DAA, caudal ecológico, integración superficial - subterránea) y/o fuentes alternativas de agua a esa meta.

La no retroactividad de las modificaciones al código de aguas no permite adaptarnos a un clima cambiante.

Decretos de escasez implementados de forma sucesiva resulta contraproducente.

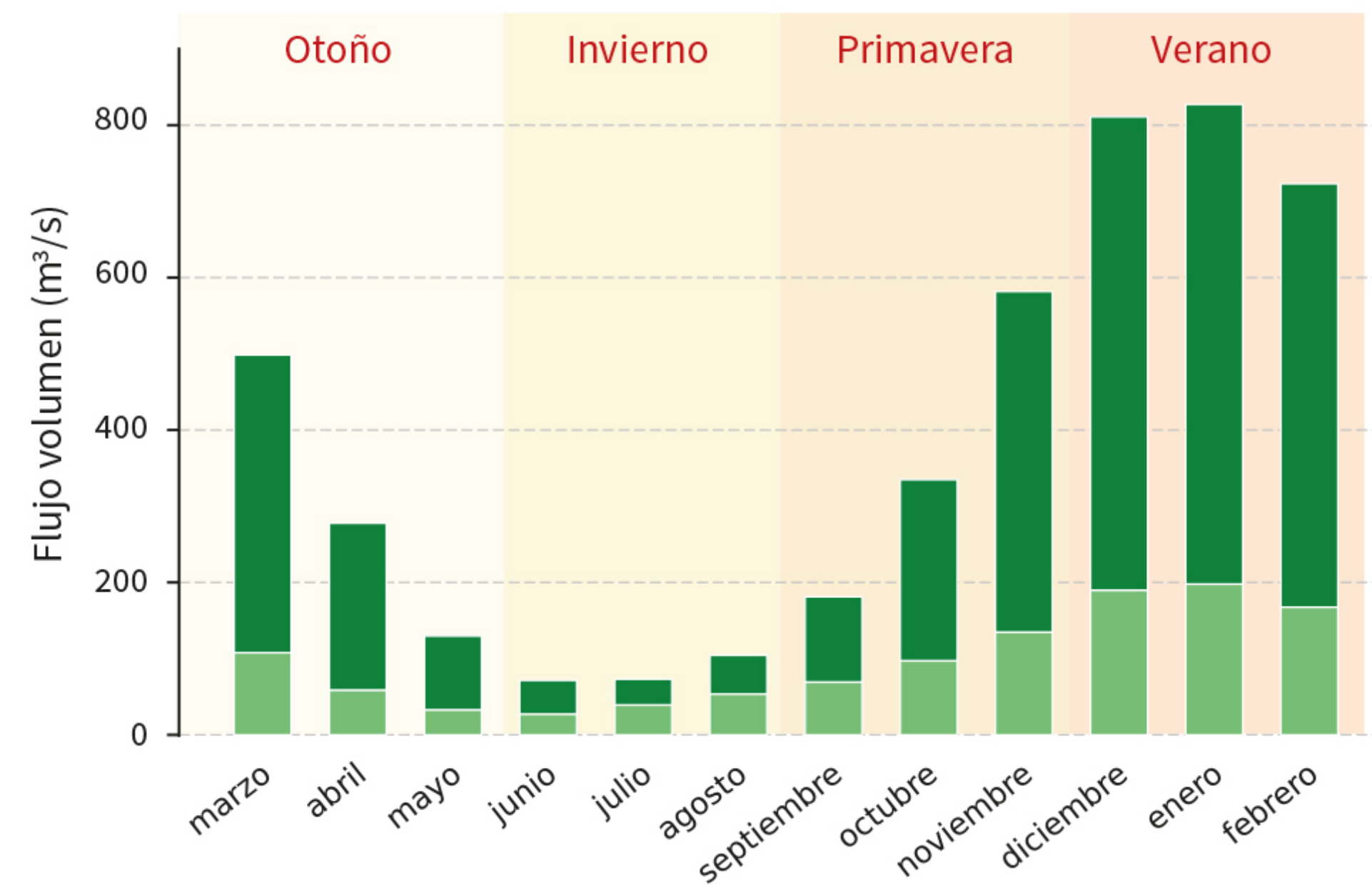
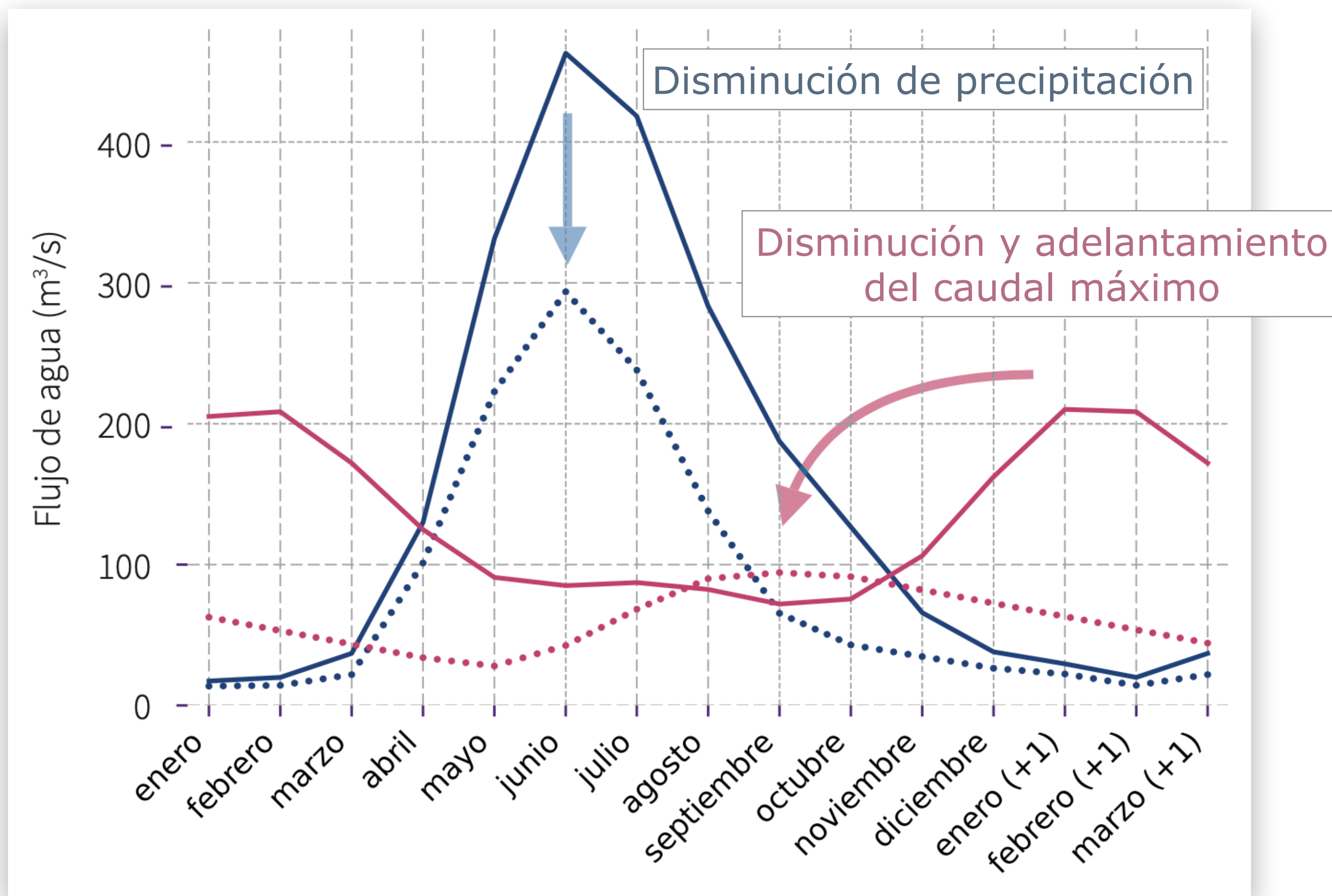
El uso de agua del sector forestal y de agricultura de secano. Usos efectivos que no requieren DAA representan un problema para la gestión de los RRHH, ya que dificulta el catastro de dos sectores consumidores de agua importantes en el país.

Oportunidades en nuevas estructuras como los SSR y los PERHC.

(Anexos)

Cambios pasados y futuros

Caso extremo de cambios hidrológicos proyectados en la cuenca del río Maipo Alto (modelo CanESM5@mHM, escenario SSP3-RCP7.0)

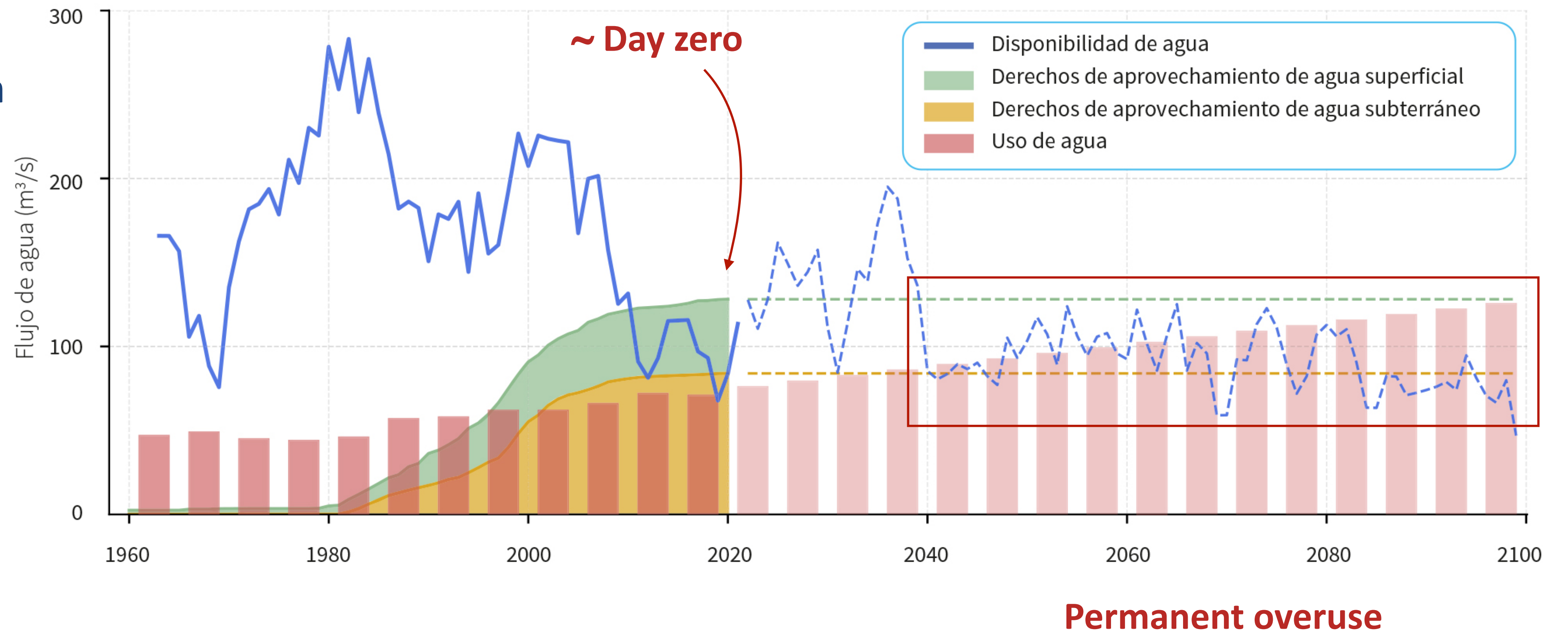


Los usos se concentran en verano

Necesidad de emprender medidas de adaptación considerando la mayor vulnerabilidad de los reservorios naturales de agua.

Impacts

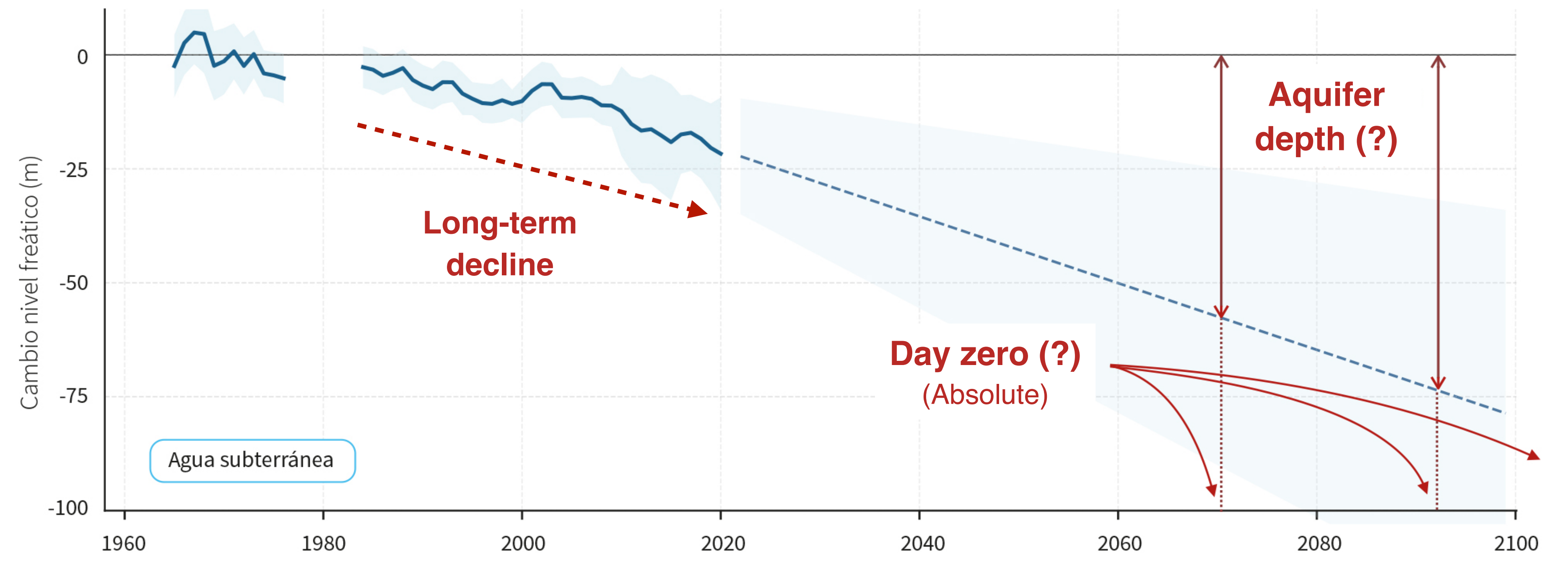
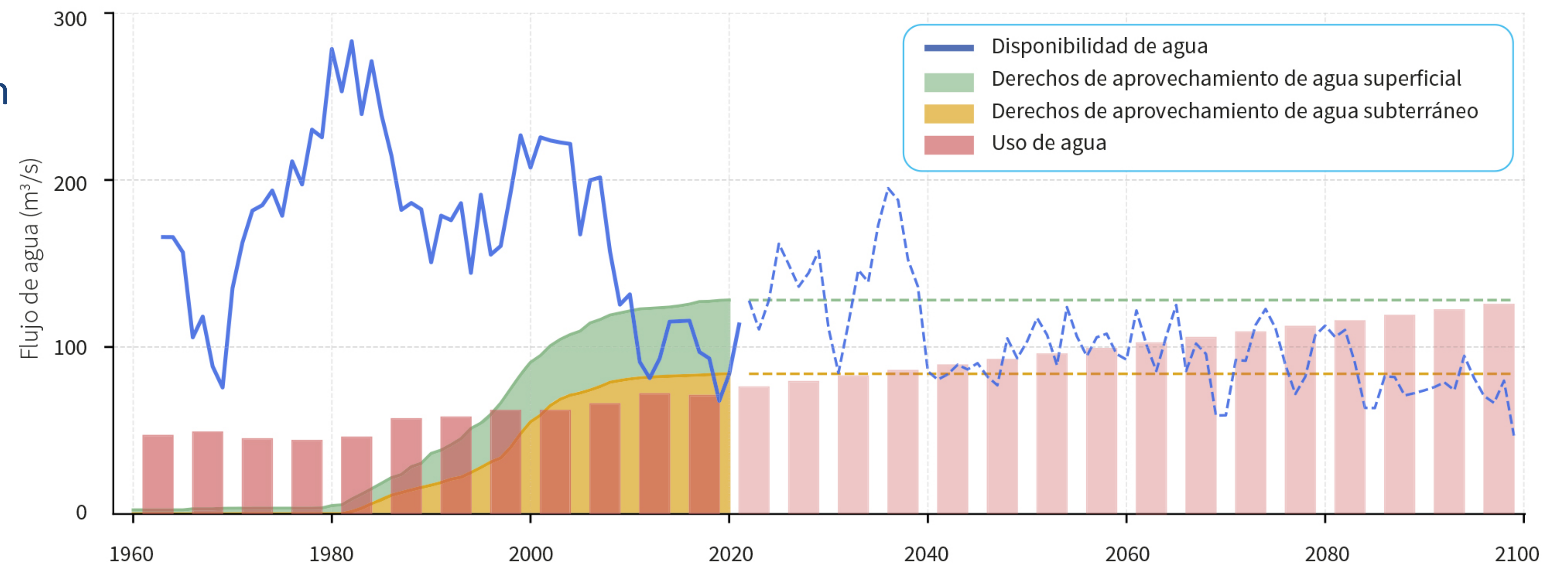
Río Maipo basin

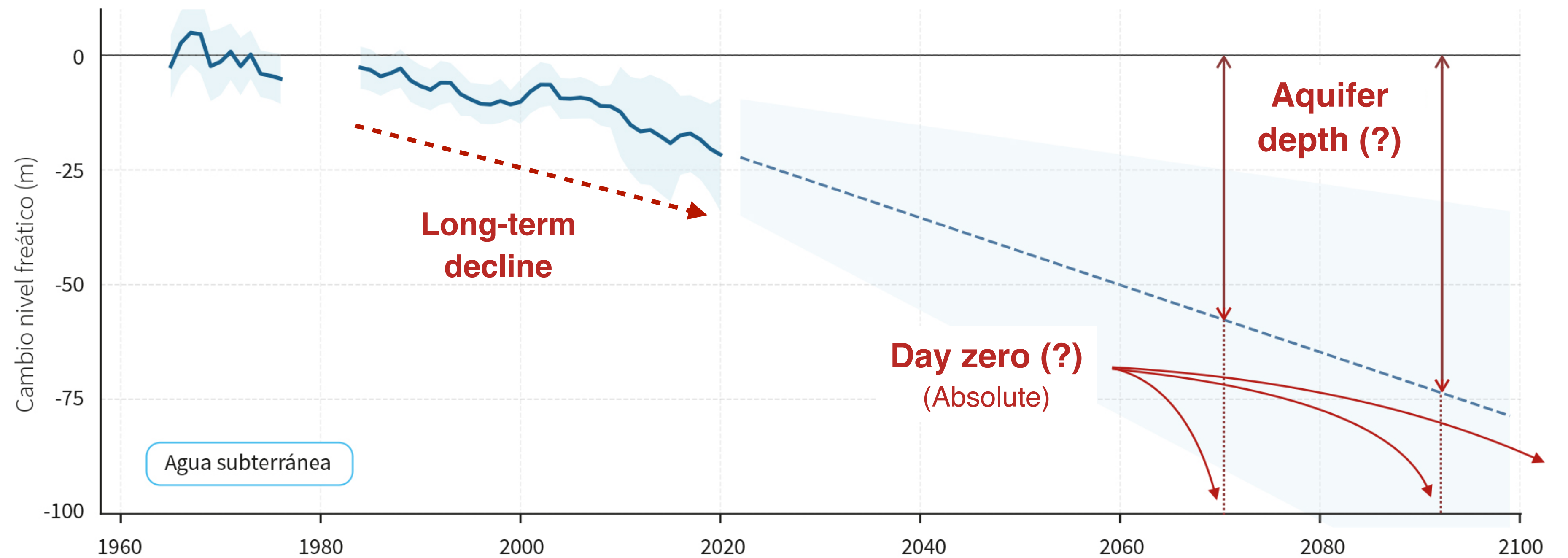




Impacts

Río Maipo basin

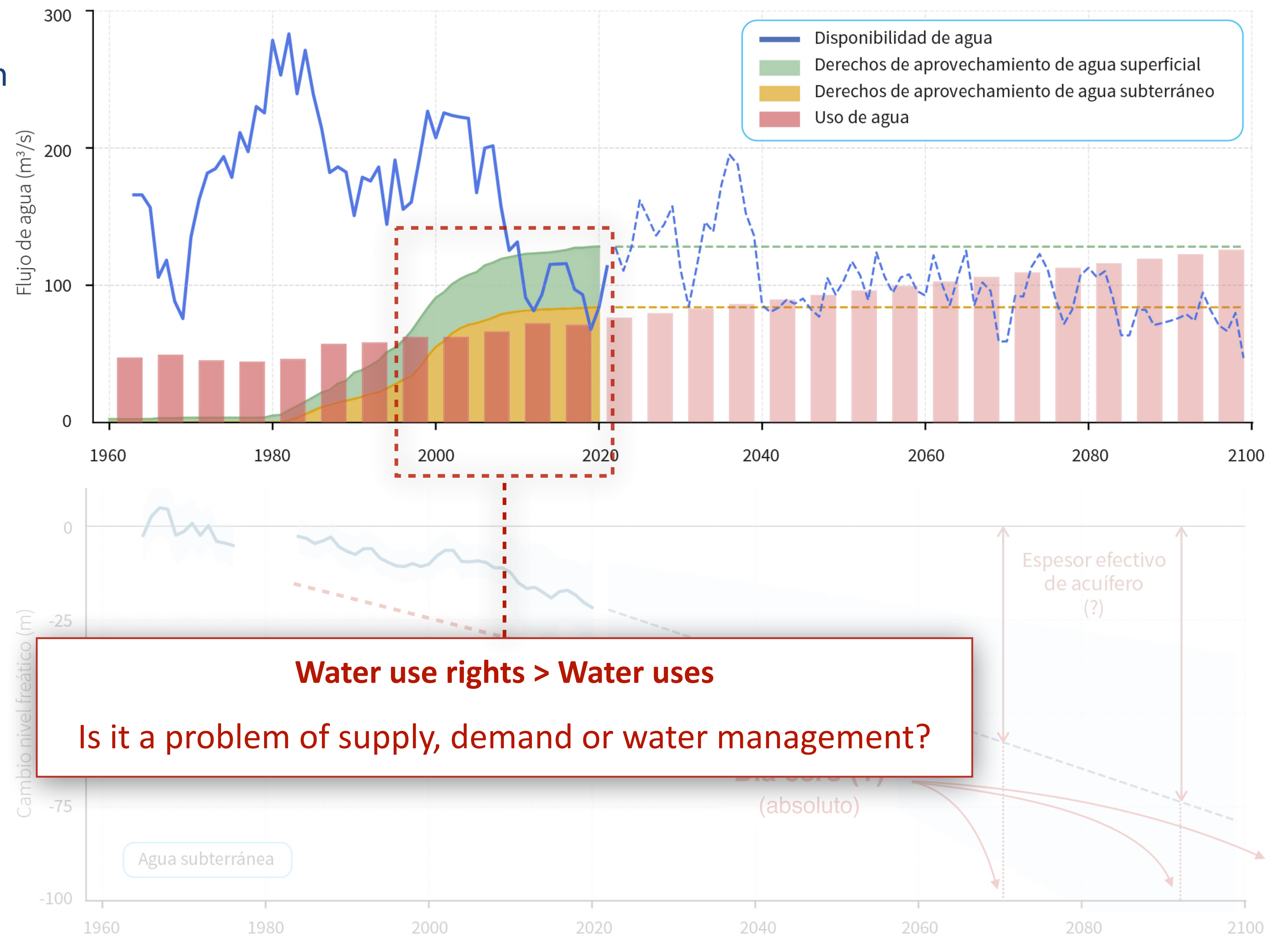






Impacts

Río Maipo basin



Water use rights > Water uses

Is it a problem of supply, demand or water management?