



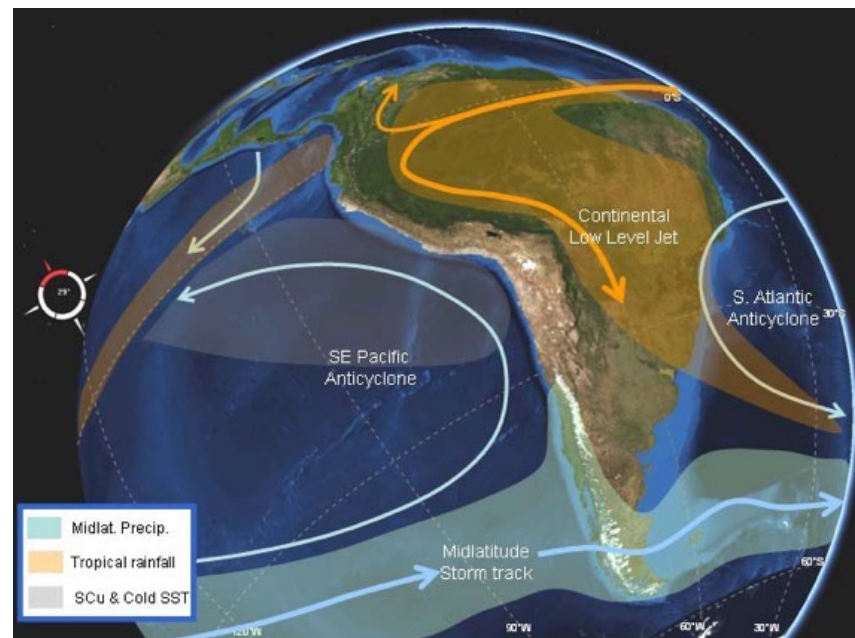
Infraestructura crítica del agua hoy y para el futuro

Dr. José Luis Arumí
Ingeniero. Civil Ph.D.

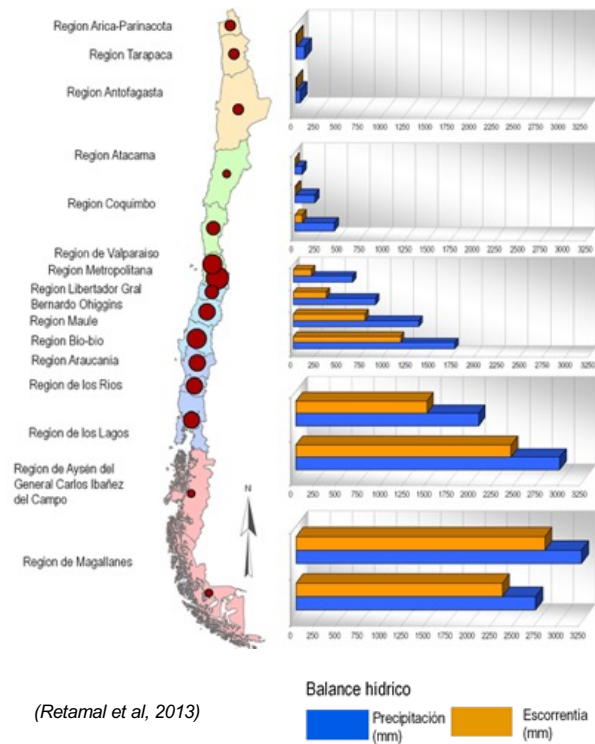


La disponibilidad de agua en Chile esta condicionada por dos elementos:

- La circulación general de los vientos
- La Cordillera de los Andes

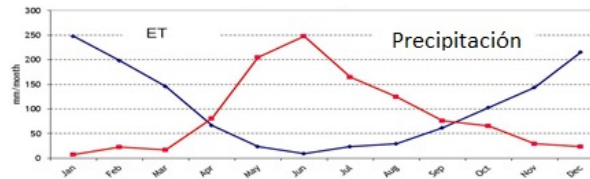


Gran presión por el agua



(Retamal et al, 2013)

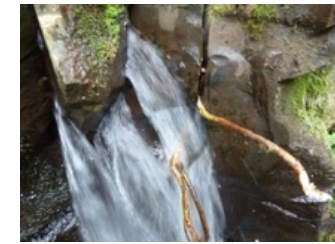
- Tenemos más agua en el sur que en el norte
- Tenemos más agua en invierno, pero la necesitamos en verano



¿De qué depende la disponibilidad de agua?

Procesos de acumulación y liberación de agua:


- Derretimiento de glaciares y del manto nival
- Almacenamiento y transporte de agua en acuíferos fracturados y porosos
- Almacenamiento de lagos como el Laja o embalses como Laguna del Maule o el Punilla



Cambio climático

Existe consenso de que el cambio climático producirá:

- Menos acumulación nival
- Adelantamiento del derretimiento de nieves
- Menos aportes de deshielo durante los meses de verano y otoño
- Más dependencia de los sistemas de agua subterránea

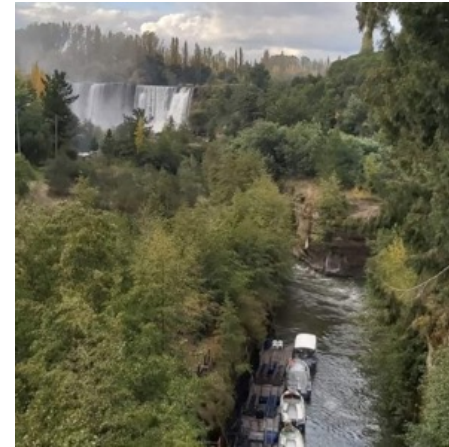

A low-to-no snow future and its impacts on water resources in the western United States

Erica R. Siirila-Woodburn^{1,9}, Alan M. Rhoades^{1,9}, Benjar^{1,9} <http://orcid.org/0000-0002-4463-9848>
Laurie S. Huning^{3,4}, Julia Szinal^{1,5}, Christina Tague⁶, Peter S. Nico¹,
Daniel R. Feldman¹, Andrew D. Jones^{1,5}, William D. Collins^{1,7} and Laura Kaatz⁸



Cambio climático aquí y ahora

Junio 2023



fiaudec
Facultad Ingeniería Agrícola



Universidad de Concepción

Departamento de Recursos Hídricos



CRHIAM
CENTRO DE RECURSOS HÍDRICOS PARA LA AGRICULTURA Y LA MINERÍA

Cambio climático aquí y ahora

Agosto 2023

Junio 2023



Prácticamente sin nieve está la cordillera en El Maule, poniendo en riesgo la producción alimentaria.

Regantes del Maule se quedan sin agua

Las lluvias de junio deshicieron la nieve que había acumulada y que sería la fuente de agua para alargar el río para la temporada de riego, lo que complicaría la situación de los agricultores a partir de octubre. La Junta de Vigilancia llama a que los productores planifiquen sus siembras y cultivos y, además, buscan el apoyo de las eléctricas.

PATRICIA VILDÓSOLA ERRÁZURIZ

Preocupados están los regantes del Maule. Ven con angustia que, de acuerdo a la "ruta de la nieve" —medición que vienen haciendo desde hace cerca de 60 años— ya no hay nieve suficiente para contar con agua para regar este verano: las cveas de 200 mil hectáreas de producción de alimentos de la cuenca.

José Manuel Silva, presidente de la Junta de Vigilancia del Río Maule, explica que este año la ruta de la nieve muestra que probablemente el déficit de agua en el río comenzará a partir de fines de octubre o principios de noviembre: "Si eso ocurre, el déficit que se genera es tan grande que es imposible enfrentarlo y no hay cómo distribuir el agua. Lo malo es que ya hemos venido reduciendo la repartición a un 50% de lo que les correspondía a los derechos, y eso ya hace muy difícil la distribución", enfatiza, quien está a cargo de la cuenca que riega la mayor superficie productiva del país.

El problema no es la lluvia, que sí ha caído, sino que ha llovido con altas temperaturas, lo que ha llevado a que se desbaga la nieve que había en la cordillera. Por ello, el dirigente recalca que se vive una tormenta perfecta.

"Lo que ocurrió es que la nieve que debiera estar en la cordillera, y que iba a permitir que el río se alargara más tiempo, con las lluvias y las temperaturas se deshielo y se trasladó al mar, llenando Colbuén. Entonces, hoy tenemos una condición bastante grave para lo que viene", comenta.

Reconoce que agosto usualmente ha generado un diferencial positivo, pero con las condiciones atípicas y las lluvias cálidas que se han producido, se ve como muy complejo que ocurra. "No podemos jugar con el futuro y los

regantes. Todo esto lleva a un año con un pronóstico muy difícil. Aun agosto no está terminado, pero si se mantiene la calidez que hemos visto en julio, no se puede anticipar que ocurrirá, probablemente vamos a perder la poca nieve que queda", acota Silva.

Es por ello que la junta está ya realizando acciones para alertar a los regantes para estar preparados ante una temporada con escases hídrica.

"Como junta estamos comprometidos a nuestros regantes para que cada uno, en su realidad, tome a tiempo las medidas correspondientes para evitar un riesgo de una situación mayor", comenta.

El llamado es a estar atentos a su capacidad de riego real, tomando en consideración que el agua podría disminuir más del 50% que ya está, y a partir de ahí planificar y decidir que superficie trabajar esta temporada, y de esa forma minimizar el riesgo de no poder regar una cierta cantidad de hectáreas.

El tema es complejo, ya que el 85% de los usuarios de la Junta de Vigilancia son pequeños productores.

"El problema lo van a tener principalmente los más pequeños, porque los más grandes tienen ya tomadas algunas soluciones, cuentan con pozos, con sistemas de riego, que les permiten mantener su producción. Pero el pequeño, que siembra a partir de ahora, se puede encontrar luego en una situación muy compleja, que es a la que no queremos que se llegue", recalca el presidente de los regantes del Maule.

Enfatiza que el tema no se trata solo del agua, sino que los agricultores buscan formas de financiar sus cultivos, y que si bien situaciones como esta pueden complicar el acceso a esos recursos económicos, no se puede dejar de dar la alerta para que los productores tomen a tiempo las decisiones.

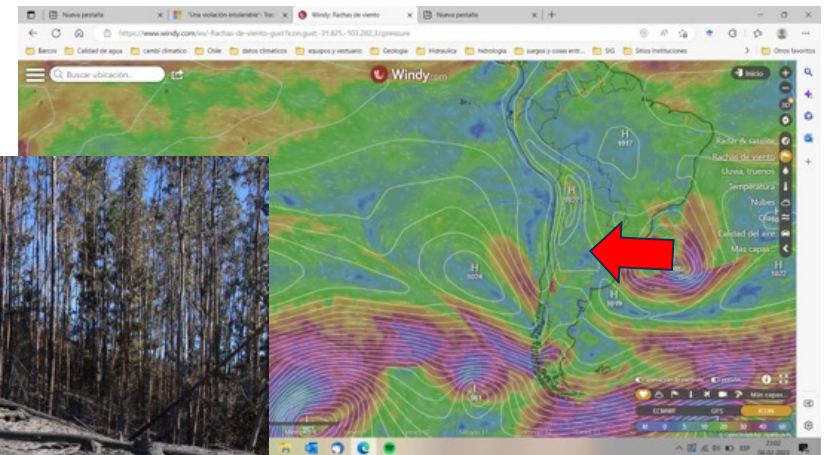
La noticia positiva podría



Nos llegó el cambio climático

Periodicidad de los mega incendios

- 2015
- 2017
- 2023



Infraestructura para mitigar CC

Almacenamiento de agua

- Embalses
- Recarga artificial AS
- Infraestructura verde

Distribución de agua

- Telemetría
- Sistemas de compuerta
- Repartición agua según demanda



Embalses

- Los embalses son cuerpos de agua creados artificialmente por la construcción de un muro
- Si son lo suficientemente antiguos, la gente se olvida de que son embalses
- O confunden lagos con embalses



DESTACADOS

Déficit en embalse Laja llega al 22.6% pese a las intensas precipitaciones de junio

Uno de los principales cuerpos lacustres del país - clave para la agricultura, la producción de energía y el turismo- tiene menos agua embalsada que el año pasado. Se espera acumulación de nieve en la cordillera para contar con los deshielos entre septiembre y octubre que permitirían recuperar esa laguna.



Embalses

- La mayoría son pequeñas obras de riego

Tamaño	Rango de tamaño	Cantidad
• Micro embalses	menor a 50.000 m ³	207
• Acumuladores	entre 50.000 y 100.000 m ³	144
• Embalses pequeños	entre 100.000 y 1.000.000 m ³	162
• Embalses medianos	entre 1 y 10 Mm ³	37
• Embalses grandes	entre 10 y 100 Mm ³	16
• Embalses muy grandes	Sobre 100 Mm ³	13
Subtotal		566
Sin información técnica		881
Total		1387



Embalses en junio 2023

- Laja acumuló 400 Mm³
- Ralco protegió Concepción
- Embalses del Maule se llenaron
- En Itata vimos pasar las crecidas

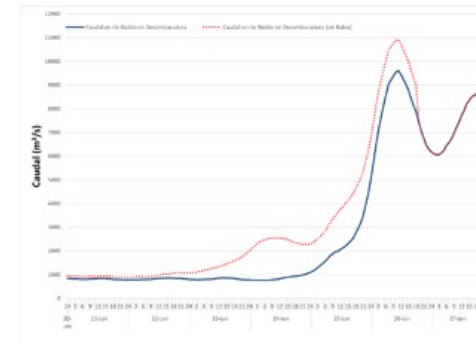


Fig. 2 Hidrograma Biobío en desembocadura

Caudal Registrado en estación Río Biobío en desembocadura y Caudal simulado sin embalse Ralco.



Recarga artificial aguas subterráneas

- **Debe existir una fuente de agua** invernial; ya sea un río, un estero o un canal que pueda funcionar durante el invierno. Esto es primer requisito para este tipo de proyectos.
- **Que el acuífero permita recargar agua**, esto quiere decir que debe existir espacio disponible en el suelo para que se rellene con agua. Se requiere que el suelo sea permeable (arenas y gravas) y que el nivel del agua subterránea haya bajado.



Mega sequía y aguas subterráneas

- 2010 a 2022: Mega Sequía, nos salvamos por el uso de las aguas subterráneas



Descenso de niveles



Reducción de almacenamiento



Intrusión salina



Deterioro de calidad



Subsidencia



Reducción aguas superficiales

Aguas Subterráneas

Hemos logrado salvarnos de la Mega Sequia gracias al aumento de construcción de pozos

- Menor costo de explotación
- Tecnología



- Impacto sobre Aguas subterráneas
 - Menos recarga
 - Más explotación
- Descenso de niveles
 - **Cierre de acuíferos**
 - **Secado de humedales**



Descenso de niveles



Reducción de almacenamiento



Intrusión salina



Deterioro de calidad



Subsidencia



Reducción aguas superficiales

Pozos de inyección

Bombear agua al acuífero en invierno y extraerla en verano

Problemas con presión de trabajo, subsidencia y aire atrapado



Lagunas de infiltración

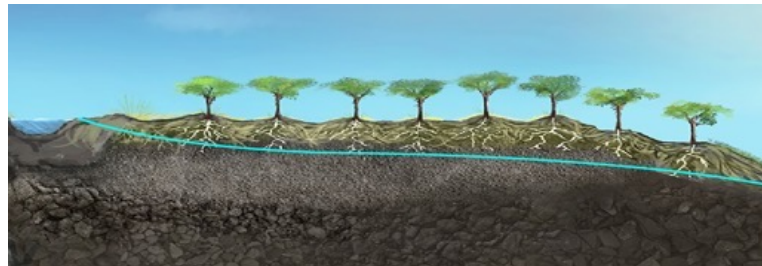
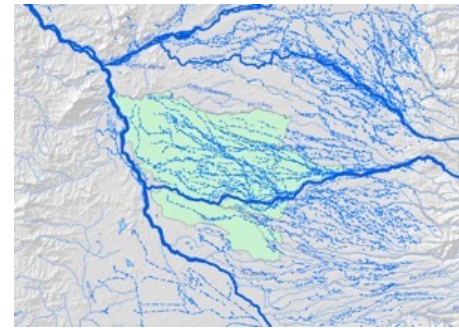
Se aumenta el tiempo y el área de contacto entre el agua y el suelo para aprovechar la capacidad de infiltración del suelo

Demanda una gran superficie y se puede producir colmatación



Recarga usando la red de canales

- Existen 38.500 km de canales en Chile
- Aprovechar los tramos donde los canales pierden agua
- Compatibilizar conducción de verano y recarga de invierno para recarga



Infraestructura verde

- Reduce vulnerabilidad frente a los incendios
- Mejora calidad de vida en ciudades y en zonas rurales



Infraestructura verde

- No reemplaza embalses, los complementa
- Colectivos y línea de metro



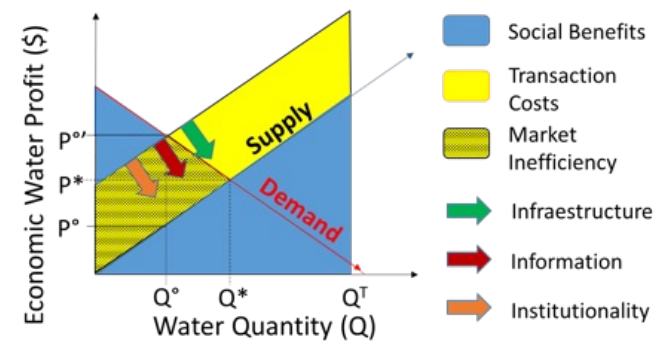
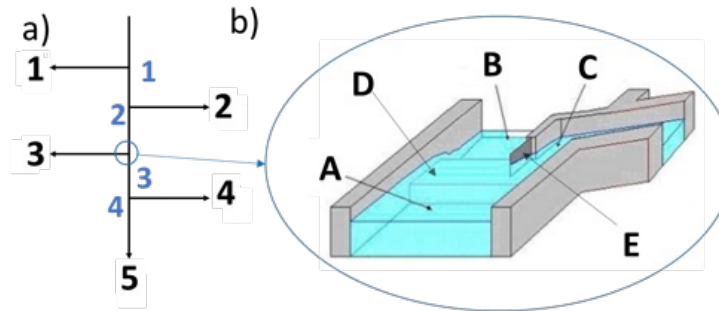
Distribución de agua

- Telemetría
- Sistemas de compuertas



Distribución de agua

- Distribución agua según demanda



Infraestructura crítica

- Adaptación y mitigación
- Recuperar almacenamiento
- Todo tipo de infraestructura disponible
- No gastar tiempo en discusiones estériles
- Necesita proyectos de bien común.
- Dialogar y generar confianzas.





Gracias

Prof. José Luis Arumí
Ingeniero Civil
Departamento de Recursos Hídricos
Universidad de Concepción, Chile

jarumi@udec.cl

