

(CR)²

Center for Climate
and Resilience Research
www.CR2.cl



UNIVERSIDAD
DE CHILE
PATROCINA



UNIVERSIDAD
DE CONCEPCIÓN
INSTITUCIONES ASOCIADAS



UNIVERSIDAD
AUSTRAL DE CHILE



CONICYT
FINANCIA



Incorporación de escenarios climáticos en la evaluación de proyectos en Chile Cesco Week, 12 abril 2019

Andrea Rudnick G.

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

🌐 www.cr2.cl

🐦 [@cr2_uchile](https://twitter.com/cr2_uchile)

📘 [/cr2uchile](https://www.facebook.com/cr2uchile)

Sobre el (CR)²

- El Centro de Ciencia del Clima y Resiliencia (CR)² **nace en 2013** financiado por el programa de áreas prioritarias (Fondap) de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (Conicyt).
- Participan investigadores de la **Universidad de Chile** (institución patrocinante), la **Universidad de Concepción** y la **Universidad Austral de Chile** (instituciones asociadas), y de otras instituciones.



Objetivos

- Profundizar la comprensión de los procesos e impactos del **sistema climático en Chile** desde una visión interdisciplinaria.
- Contribuir a la definición de **medidas de adaptación y mitigación** para el cambio climático que aporten a la resiliencia social.
- Contribuir al desafío país de lograr un **desarrollo sostenible bajo en carbono** en sintonía con el Acuerdo de París y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).
- Ser un actor relevante en el **desarrollo de la ciencia del clima y la resiliencia** en Chile.



Servicios Climáticos CR2

¿Qué pasó?

¿Qué está pasando?

¿Qué pasará?

→ Explorador Climático

Datos históricos diarios, mensuales y anuales en estaciones en Sud América
<http://explorador.cr2.cl/>

→ Camels CL

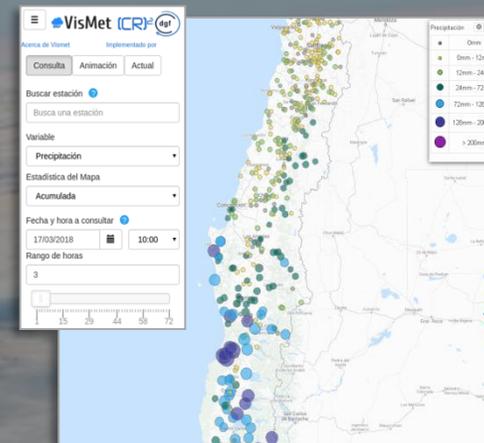
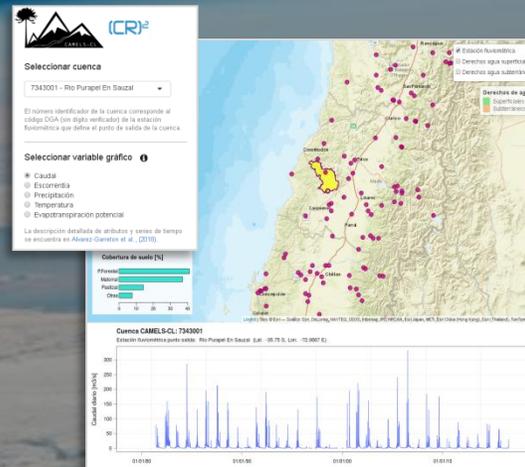
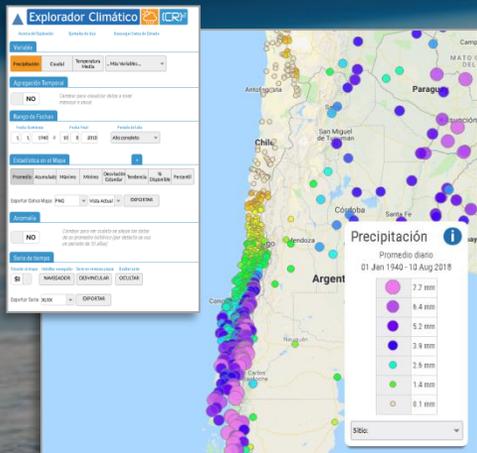
Explorador hidrológico para cuencas de Chile
<http://camels.cr2.cl/>

→ VisMet

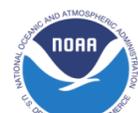
Registros horarios en tiempo real en estaciones en Chile
<http://vismet.cr2.cl/>

→ Plataforma Simulaciones

Resultados de modelos climáticos globales y regionales para el siglo XXI
<http://simulaciones.cr2.cl/>



Nuestras Fuentes de Datos



AGROMET
Red Agroclimática
Nacional



Dirección
General de Aguas

Plataforma de simulaciones climáticas regionales

<http://simulaciones.cr2.cl/>

<http://www.cr2.cl/plataforma-de-simulaciones-climaticas/ejemplos/>

Herramienta en línea que permite acceder a proyecciones climáticas para el siglo XXI en Sudamérica, con énfasis en Chile continental. Desarrollada por el Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)² para el Ministerio de Medio Ambiente.

¿Qué datos emplea?

- Utiliza simulaciones climáticas.
- Resultado de la integración de modelos climáticos bajo distintos escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero.
- Simulaciones abarcan el periodo desde 1985 hasta 2065.

¿Qué puede hacer la plataforma?

- Facilita el acceso a simulaciones climáticas que requieren gran capacidad de procesamiento computacional.
- Permite visualizar mapas de Chile y Sudamérica con sus condiciones actuales y futuras.
- El usuario puede seleccionar un punto o definir una región para obtener los valores mensuales de diversas variables, comparar los cambios proyectados en distintos escenarios, analizar los cambios en el ciclo anual, entre otros.
- Variables: temperatura (máx. y mín.), precipitación, presión nivel del mar, humedad relativa, escorrentía, etc.

Acceso de la plataforma Ejercicios de uso Selección de dominio

Plataforma de Simulaciones Climáticas

Variable: Temperatura 1 Período de año: Año completo 2 Representación espacial: RegCM Chile 3 Configuración: 4

MADA

Cambio de temperatura anual

Se muestra el cambio de valor medio de la temperatura entre el PRESENTE (1985-2005) y el FUTURO CERCANO (2020-2035), considerando el escenario Histórico y el escenario futuro RCP85, respectivamente.

Definir Mapa

Región: Chile 11 SUDAMÉRICA 12

Tipo de Cálculo entre el Mapa: PROMEDIO 12 DIFERENCIA

Periodo de referencia

Periodo: Presente (1985-2005) Escenario: Histórico

Periodo futuro

Periodo: Futuro cercano (2020-2035) Escenario: RCP85

Exportar Mapa

Contenido como descripción: GeoJSON 13

Formato formato Output: GeoTIFF 13

Ubicación seleccionada

Selección de tipo: Punto 14 Zona 14 Macrozona: Norte Grande 14

Panel de configuración 4

Variable a mostrar: 5

Intervalo: 6

Normalización: 6

Período a considerar: 7

Modelos: 8

Configurar mapa

Escala de colores: 9

Mapa: 9

Intervalo de selección: 9

Tipos de contorno: 10

Breve manual de manejo del Vismet

- 1 Seleccionar una variable.
- 2 Período de estudio: año, mes y estación del año.
- 3 Seleccionar entre los Modelos: CMIP5 (global), CORDEX (regional) y RegCM4 (Chile)
- 4 Desplegar el "Panel de configuración"
- 5 Seleccionar intervalo: datos diarios, mensuales o anuales.
- 6 Aplicar una normalización con o sin modelo de referencia.
- 7 Seleccionar el período y escenario a mostrar sobre el gráfico o tabla resumen.
- 8 Seleccionar modelos por categoría: global, regional o local (Chile)
- 9 Opción para cambiar escala de colores, intervalo y rango de selección.
- 10 Genera un mapa de contorno o un área de sombreado para visualizar los resultados del mapa.
- 11 Seleccionar dominio en el mapa (Chile o Sudamérica)
- 12 Seleccionar el tipo de cálculo; PROMEDIO de un periodo o DIFERENCIA entre dos periodos.
- 13 Opciones para exportar el mapa a GeoJSON o GeoTIFF.
- 14 Seleccionar un punto sobre el mapa, macrozona o dibujar un polígono; para desplegar un gráfico o tabla con los resultados en el Panel Inferior.

¿Por qué es relevante analizar la perspectiva de largo plazo en la evaluación de proyectos?

11

Feb
2019

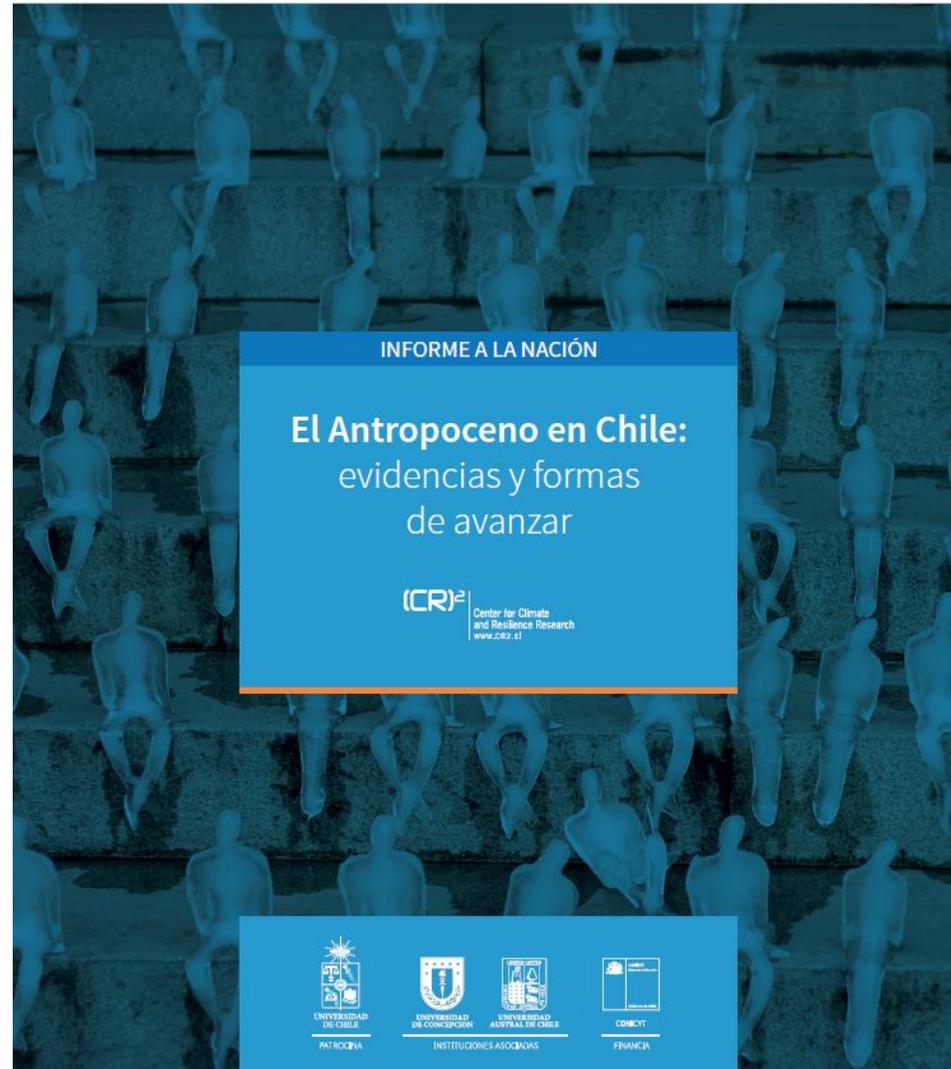
Tribunal acoge parcialmente reclamación de vecino contra resolución de calificación ambiental de proyecto minero Cerro Colorado

- Judicatura resolvió la nulidad parcial de la RCA, ordenando a la autoridad ambiental y al titular hacerse cargo del impacto en la recuperación hídrica del humedal Pampa Lagunillas, incorporando escenarios de cambio climático

Reflexión respecto del cambio climático:

- Efectos del cambio climático en la recarga de los acuíferos, debido a la alteración de los patrones de precipitación y temperatura.
- Las proyecciones indican para el altiplano chileno un aumento de entre 0.5 a 1.5°C en las temperaturas medias y una disminución de un 5 a 15% de las precipitaciones anuales al año 2040.
- Los ministros observaron que “las simulaciones llevadas a cabo para evaluar los efectos tanto del bombeo de agua subterránea, ..., no consideraron la influencia del cambio climático sobre la recarga del acuífero y por ende sobre los tiempos de recuperación esperados”.
- “En conclusión, ... la autoridad ambiental deberá evaluar el efecto sobre el ecosistema Lagunillas de la extracción de agua subterránea para la actividad minera de CMCC, considerando los escenarios de cambio climático utilizados por los expertos en la materia”.

Antropoceno y caudales: una perspectiva de largo aliento de caudales y derechos de agua



Barría, P, et al. 2019. Anthropocene and streamflow: Long-term perspective of streamflow variability and water rights. *Elem Sci Anth*, 7: 2. DOI: <https://doi.org/10.1525/elementa.340>

RESEARCH ARTICLE

Anthropocene and streamflow: Long-term perspective of streamflow variability and water rights

Pilar Barría^{*†}, Maisa Rojas^{†‡}, Pilar Moraga^{*§}, Ariel Muñoz^{†||}, Deniz Bozkurt^{†‡} and Camila Alvarez-Garreton^{*¶}

Since 1981, water allocation in Chile has been based on a water use rights (WURs) market, with limited regulatory and supervisory mechanisms. The volume to be granted as permanent and eventual WURs is calculated from streamflow records, if stream gauge data are available, or from hydrologic parameter transfer from gauged to ungauged catchments, usually with less than 50 years of record. To test the performance of this allocation system, while analyzing the long-term natural variability in water resources, we investigated a 400 year-long (1590–2015) tree-ring reconstruction of runoff and historical water rights for Perquillauquén at Quella catchment, a tributary to the Maule River in Central Chile (35°S–36°30S). Furthermore, we assess how the current legislation would perform under a projected climate scenario, based on historical climate simulations of runoff calibrated against observed data, and future projections. Our analyses indicate that the allocation methodology currently applied by the Water Authority in Chile is very sensitive to the time window of data used, which leads to an underestimation of variability and long-term trends. According to the WURs database provided by the Chilean Water Directorate, WURs at Perquillauquén at Quella are already over-allocated. Considering regional climate projections, this condition will be exacerbated in the future. Furthermore, serious problems regarding the access and quality of information on already-granted WURs and actual water usage have been diagnosed, which further encumber environmental strategies to deal with and adapt to climate change. We emphasize the urgent need for a review and revision of current water allocation methodologies and water law in Chile, which are not concordant with the dynamics and non-stationarity of hydrological processes. Water scarcity and water governance are two of the key issues to be faced by Chile in the Anthropocene.

Keywords: Water rights; Runoff variability; Water governance; Multicentury variability

Antropoceno y caudales: una perspectiva de largo aliento de caudales y derechos de agua

La asignación del agua en Chile se basó en un mercado de derechos.

El volumen que se otorga, permanente y eventual, se calcula a partir de los registros de caudal en la cuenca de interés o a partir de datos de cuencas similares.

Para evaluar el desempeño de este sistema de asignación, se analizó el caso del río Perquillauquén, un afluente del río Maule en Chile central.

Se estudió su variabilidad natural a largo plazo a través de una reconstrucción de la escorrentía de ~400 años (1590–2015) y los derechos históricos de agua. Además, se evaluó el desempeño de la legislación actual en un **escenario climático proyectado en base a simulaciones históricas de escorrentía calibradas contra datos observados y proyecciones futuras.**

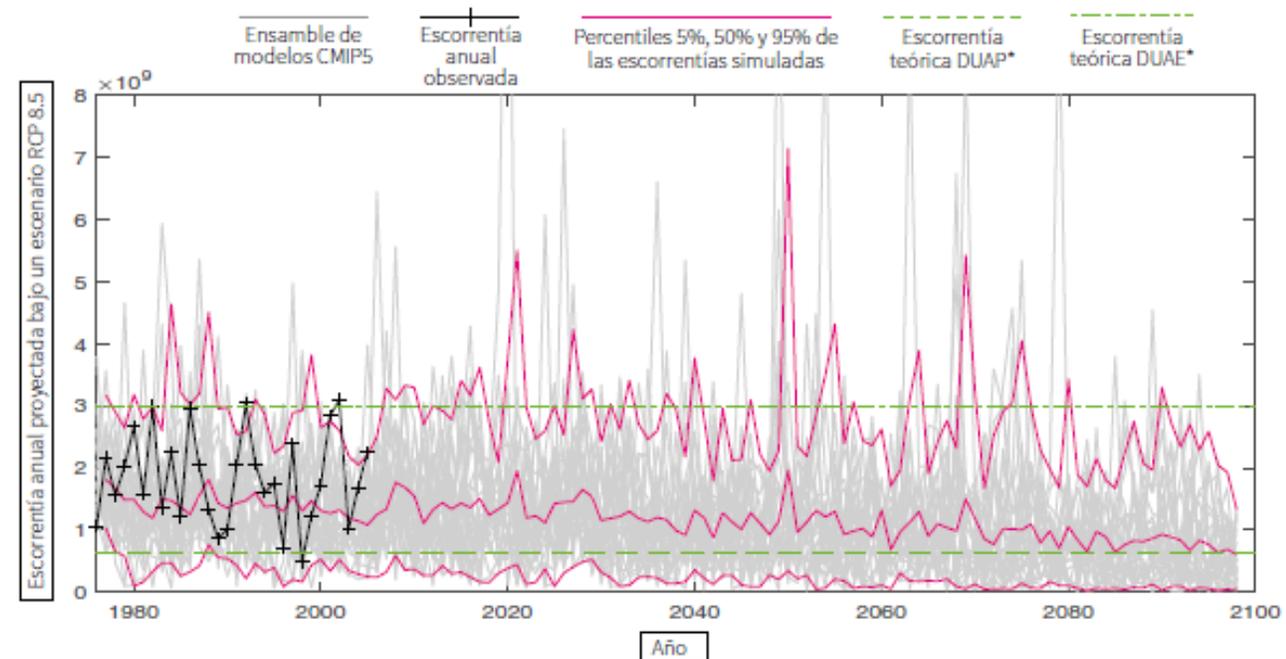
Los análisis indican que la metodología de asignación que aplica actualmente la DGA es muy sensible a la ventana de tiempo de los datos utilizados, lo que conduce a una subestimación de la variabilidad y las tendencias a largo plazo.

Según la base de datos de la DGA los derechos de uso del agua en el río Perquillauquén ya están sobreasignados.

Considerando las proyecciones climáticas regionales, la condición actual de sobreasignación se exacerbará en el futuro.

Es necesaria una revisión de las metodologías actuales de asignación, pues no concuerdan con la dinámica y la característica no estacionaria de los procesos hidrológicos.

Proyecciones de escorrentía anual (m³) del río Perquillauquén considerando el período futuro(2006-2080)



*(DUAP) Derechos de Uso de Agua Permanente
(DUAE) Derechos de Uso de Agua Eventual

Reflexiones

- Existen investigaciones científicas que analizan las asignaciones de los derechos de uso de agua considerando la variabilidad natural de largo plazo (1590–2015) y los escenarios futuros de los recursos hídricos.
- Es posible replicar este análisis para todas las cuencas de Chile (Liderado por @Pilar Barría) usando a su vez CAMELS-CL (@Camila Álvarez).
- Es urgente la revisión de las metodologías actuales de asignación de derechos de agua y su legislación.
- Es necesario analizar qué metodologías existen para replicar el análisis de las aguas subterráneas para atender la sentencia del tribunal.
- Este es un ejemplo claro de la interfaz entre ciencia y toma de decisiones.

(CR)²

Center for Climate
and Resilience Research
www.CR2.cl



UNIVERSIDAD
DE CHILE
PATROCINA



UNIVERSIDAD
DE CONCEPCIÓN
INSTITUCIONES ASOCIADAS



UNIVERSIDAD
AUSTRAL DE CHILE



CONICYT
FINANCIA



Incorporación de escenarios climáticos en la evaluación de proyectos en Chile Cesco Week, 12 abril 2019

Andrea Rudnick G.

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

 www.cr2.cl

 [@cr2_uchile](https://twitter.com/cr2_uchile)

 [/cr2uchile](https://www.facebook.com/cr2uchile)