

**AGRICULTURE IN A  
CHANGING WORLD  
CONFERENCE**

*Exploring Solutions between Chile and California*

# Vulnerabilidad de cuencas, adaptación al cambio climático y comunidades de aguas subterráneas

## Estado general regulatorio y saturación de cuencas



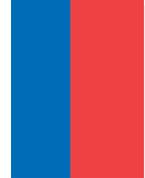
Ministerio de  
Obras Públicas

**Oscar Cristi Marfil**

**Director**

**Dirección General de Aguas  
Ministerio de Obras Públicas**

**Agosto, 2019**

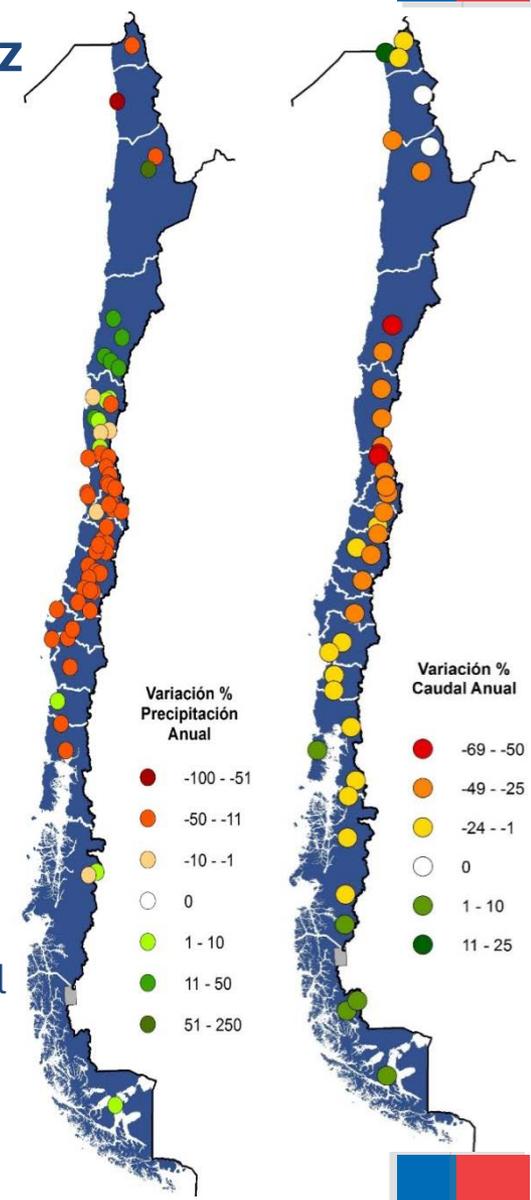


# Cambio Climático y desbalance hídrico

Estamos transitando desde la abundancia a la escasez



Variación porcentual entre media anual en el período 2013-2017 y la media anual de en el período 1965-2014, para cada estación.



# Cambio Climático y desbalance hídrico

Variación porcentual entre media anual en el período 2013-2017 y la media anual en el período 1965-2014, para cada estación.

Balance hídrico de tres décadas de la Dirección de Aguas revela sus primeros resultados:  
**Una dramática baja de las precipitaciones y del caudal de los ríos se registra desde 1985**

Los datos ya disponibles para la zona norte y central de Chile muestran una disminución mayor al 50% en el caudal del río Elqui y cercana al 25% en el Maipo.

RICARDO GARCÍA  
 La sequía que se viene arrastrando por casi una década ha sido tan persistente que cuenta con el apoyo del Ministerio de Obras Públicas, con el apoyo de investigadores de distintas instituciones y que acaba de revelar sus primeros resultados, correspondientes a la zona norte y centro.

El análisis muestra cómo ha descendido en forma preocupante la disponibilidad de agua de casi todas las cuencas. Y además ha ascendido su relevancia en casi ninguna, como el Loa, donde el caudal medio anual pasó de 2,5 metros cúbicos, en el período 1985-1995, a 2,6, entre 2005 y 2015.

Distante es el caso del río Copiapó, donde la caída ha sido de 60 metros cúbicos por segundo en el primer período, a 2,9 en el más reciente. O en el Elqui, donde de 20,1 metros cúbicos por segundo cayó a solo 10,8.

"Una baja de esta magnitud es muchísimo", dice el ingeniero agrónomo de la U. de Chile Fernando Santibañer, doctorando en fitoclimatología de la U. de París IV.

"Eso significa que si el Elqui retrocediera 30 mil hectáreas, habría solo capacidad de riego para la mitad. No es que se dejen de regar, sino que hay menos agua disponible para el conjunto. Afortunadamente, los embalses suplen esa deficiencia, pero siempre que tengan agua acumulada", agrega.

En el caso de la zona central, el caso más emblemático es el Maipo, principal río de la Región Metropolitana y que, entre otras cosas, es una de las fuentes principales de suministro de agua potable de la capital y de su riego depende la mayor parte de los cultivos del valle.

"El Maipo ha ido disminuyendo con el tiempo, tanto en caudal como en precipitaciones", detalla Alfredo Álvarez, asesor de la División de Estudios de la DGA.

Está así como su caudal medio anual descendió de 165 metros por segundo a casi 127 (23%) en la primera década de análisis y a uno ligeramente más lluvioso en la última.

En tanto, la precipitación media anual bajó en más de 80 milímetros en el mismo período. Es decir, casi 20% menos de la que se registraba en la década de los 80.

"Efectivamente, la precipitación media ha disminuido en la zona central y buena parte de ello se debe a la sucesión de años se-



Mediciones de caudal de la DGA en el río Maipo. Los caudales en el Maipo y las precipitaciones en la última década han sido de 20%, aproximadamente una cifra que para la región es de gran relevancia.

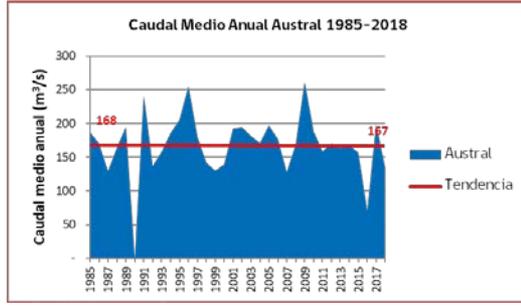
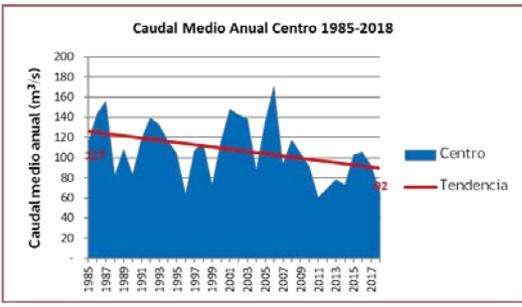
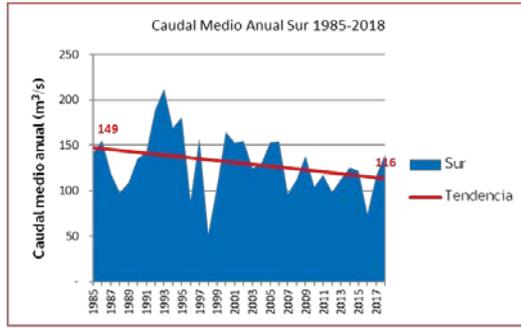
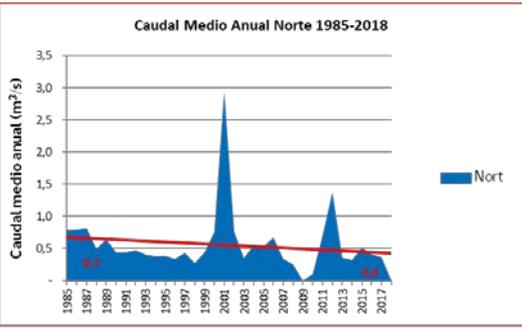


Los de los últimos 30 años, la megasequía", dice el físico y meteorólogo de la U. de Chile Juan Pablo Boisier, investigador del Centro de Ciencia del Clima y Resiliencia (CCCR).

Boisier, quien participó en la elaboración del Balance, dice que lógicamente la baja en las precipitaciones se ha trasladado a las cuencas, especialmente en la década más reciente.

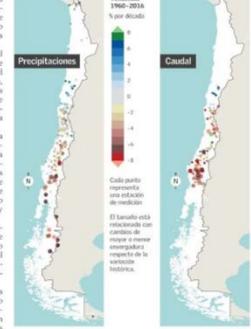
"Esto hace necesario mejorar la gestión del recurso hídrico para enfrentar la menor disponibilidad de agua, que afecta a varias regiones de nuestro país", reconoce Oscar Cristóbal, director de la DGA. De ahí que espera que los legisladores aprueben cambios para mejorar la sustentabilidad de las aguas subterráneas.

Santibañer tiene esperanza de que la situación mejore. "Por estadística, deberíamos estar terminando este ciclo seco e ingresar a uno ligeramente más lluvioso". No obstante, reconoce que también es cierto que a los ciclos naturales de 15 a 20 años que tiene el clima, Chile entra en períodos lluviosos y secos se está superponiendo una tendencia de largo plazo que apunta a una disminución de la lluvia debido al cambio climático.



## Una tendencia que preocupa

Tanto las precipitaciones como el caudal de los ríos han presentado un caído en gran parte del país respecto de mediciones del agua XX.



El trabajo está relacionado con cambios de mayor o menor amplitud respecto de la historia.

El río Elqui, donde de 20,1 metros cúbicos por segundo cayó a solo 10,8.

En el caso de la zona central, el caso más emblemático es el Maipo, principal río de la Región Metropolitana y que, entre otras cosas, es una de las fuentes principales de suministro de agua potable de la capital y de su riego depende la mayor parte de los cultivos del valle.

"El Maipo ha ido disminuyendo con el tiempo, tanto en caudal como en precipitaciones", detalla Alfredo Álvarez, asesor de la División de Estudios de la DGA.

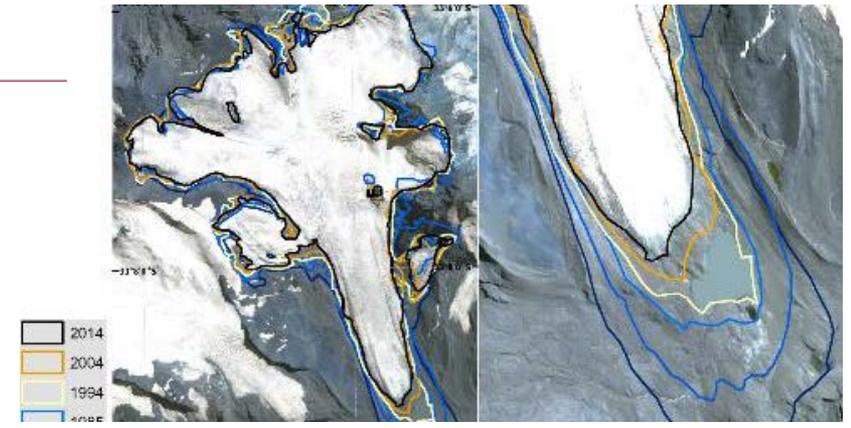
Está así como su caudal medio anual descendió de 165 metros por segundo a casi 127 (23%) en la primera década de análisis y a uno ligeramente más lluvioso en la última.

En tanto, la precipitación media anual bajó en más de 80 milímetros en el mismo período. Es decir, casi 20% menos de la que se registraba en la década de los 80.

"Efectivamente, la precipitación media ha disminuido en la zona central y buena parte de ello se debe a la sucesión de años se-



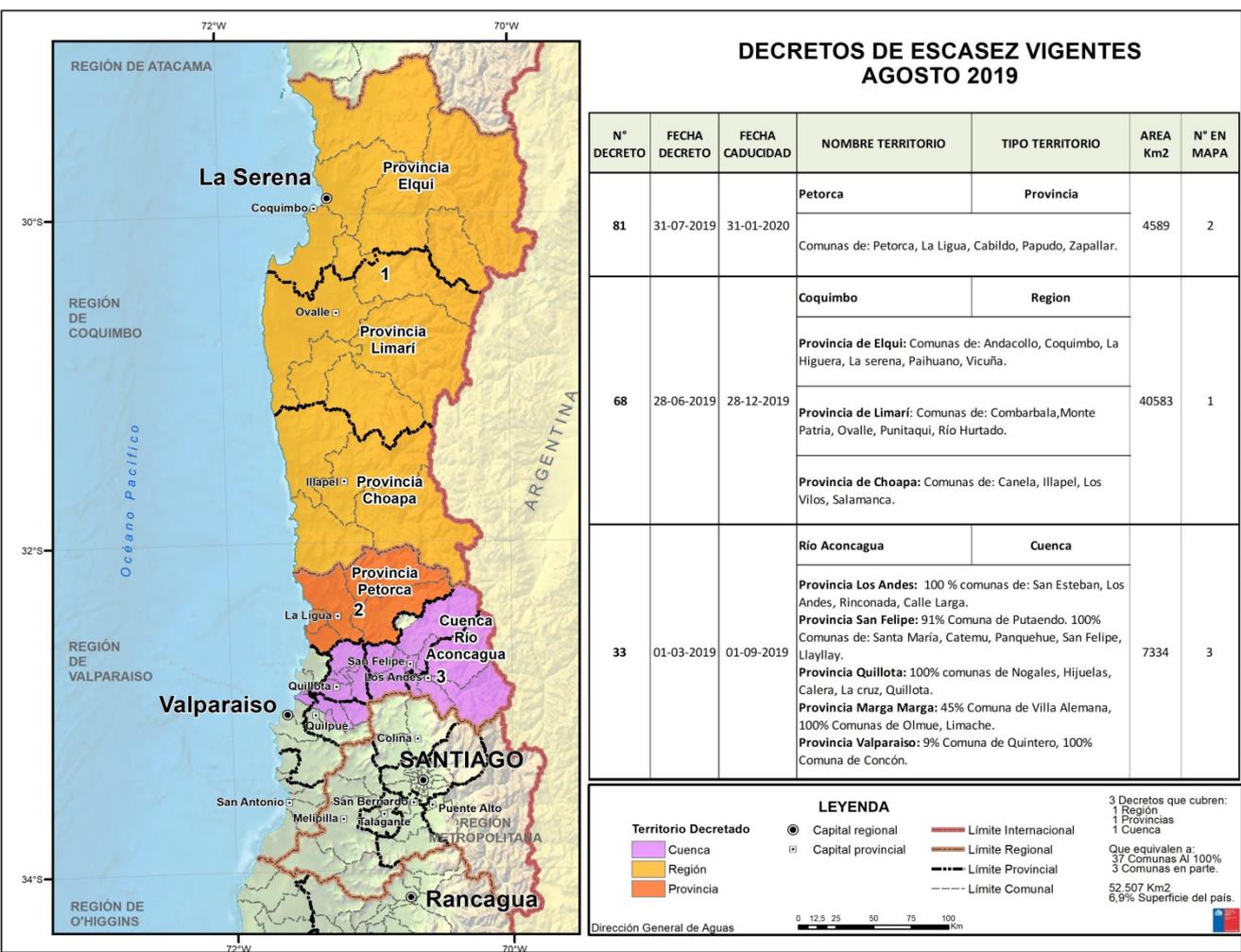
El Glaciar Olivares Gamma ha retrocedido 20 metros por año entre 1995 y 2019.



Sistema glaciar Olivares-Juncal Sur es la mayor concentración de glaciares en la RM (55 km<sup>2</sup>).



# Cambio Climático y desbalance hídrico



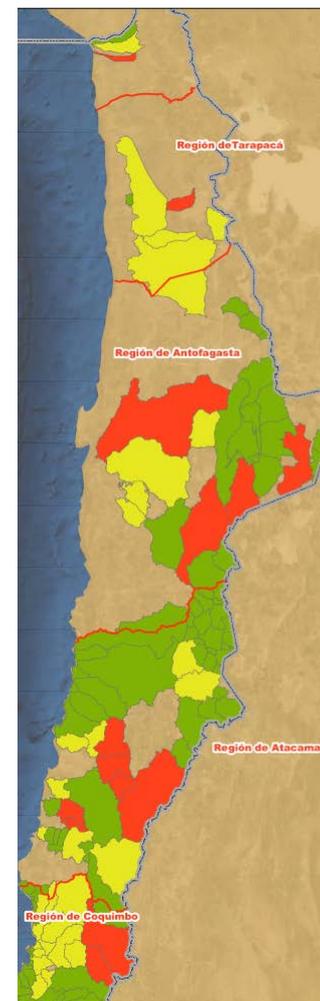
Varias regiones enfrentan desbalance entre disponibilidad y demanda por agua.

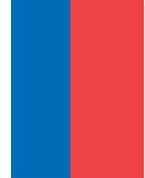


# Cambio Climático y desbalance hídrico

La menor recarga natural sumado a mayores extracciones de caudal → 47% de 375 sectores de acuíferos están bajo restricción o prohibición. Se estudia la situación de otros 70 sectores.

Región	Restricción	Prohibición	Total
I	4	1	5
II	4	4	8
III	7	6	13
IV	30	2	32
RM	27	1	28
V	42	13	55
VI	29	0	29
VII	2	0	2
VIII	0	2	2
XV	1	1	2
<b>Total</b>	<b>146</b>	<b>30</b>	<b>176</b>



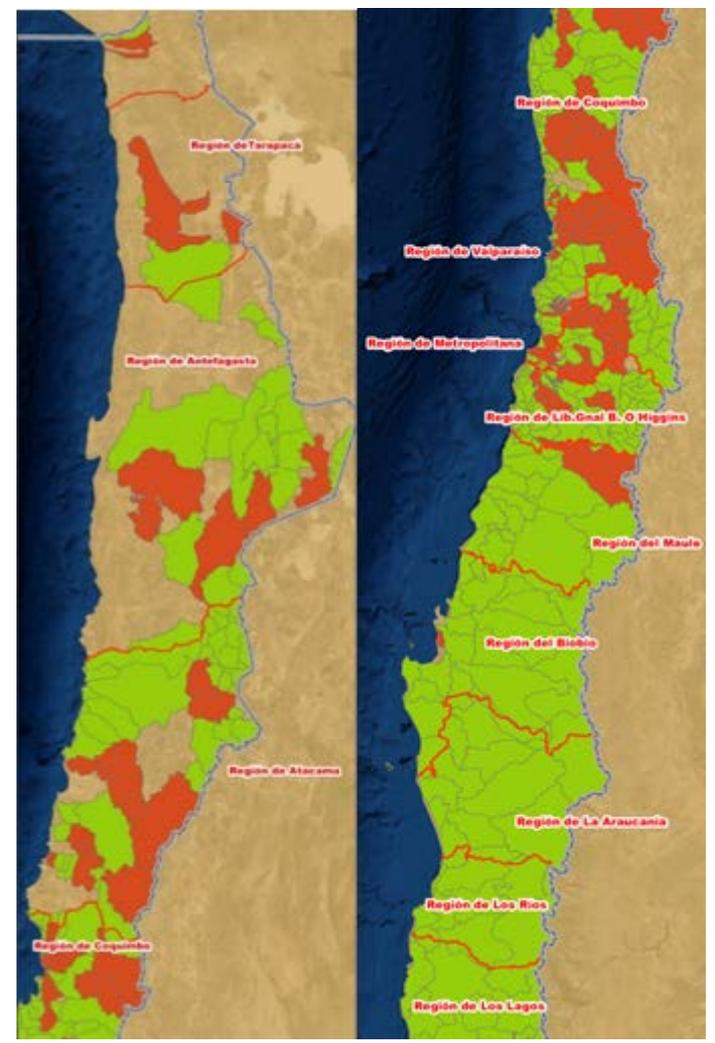


# Cambio Climático y desbalance hídrico

La recarga natural es inferior a la suma de DAA otorgados: Acuíferos con problemas de sustentabilidad.

Región	SHAC con Sobreotorgamiento
I	3
II	12
III	19
IV	42
V	27
RM	12
VI	6
VIII	1
XV	1
<b>Total</b>	<b>123</b>

33% de 375 sectores de acuíferos tiene sobre otorgamiento.

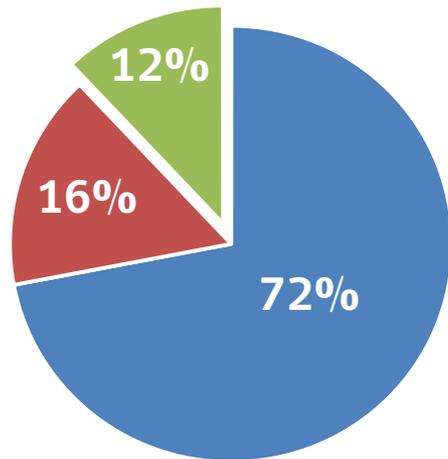






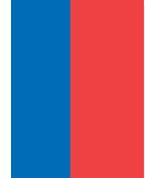
# ¿Cómo enfrentar este desafío?

Las personas consumen 12% de usos totales: 11% urbano y 1% rural.



- Agricultura
- Industria + Minería + Energía + Otros
- Personas





# Innovación y Tecnología

## Unidad Gestión Técnica del Agua

Objetivo: Apoyo tecnológico a unidades la DGA.



### Teledetección

Identificar a través de **imágenes satelitales** del uso de agua en los predios, contrastar con los derechos de aprovechamiento de aguas correspondientes, hacer un balance y **georeferenciar** potenciales sujetos de fiscalización por la demanda de recursos hídricos que poseen en la cuenca.



**Observatorio Georreferenciado**

Dirección General de Aguas  
Ministerio de Obras Públicas  
Gobierno de Chile

Paneles de Información | Condiciones de uso de la información | Glosario

**Derechos de Aguas**

Solicitudes de Derechos de Aguas

- Solicitudes de construcción, modificación, cambio y unificación de Bocatomas
- Solicitudes de construcción de Obras Hidráulica / Modificación de Cauces

**Red hidrométrica**

Estaciones fluviométricas

- Estación vigente
- Estación suspendida
- Región de Tarapacá
- Región de Antofagasta
- Región de Atacama
- Región de Coquimbo
- Región de Valparaíso
- Región del Libertador General Bernardo O'Higgins

**Fuentes Superficiales**

- Red hídrica nacional
- Lagos

**Fuentes Subterráneas**

- Acuíferos

**Glaciares**

**Obras Hidráulica**

**Organizaciones de Usuarios**

**Áreas de Restricción y Protección**

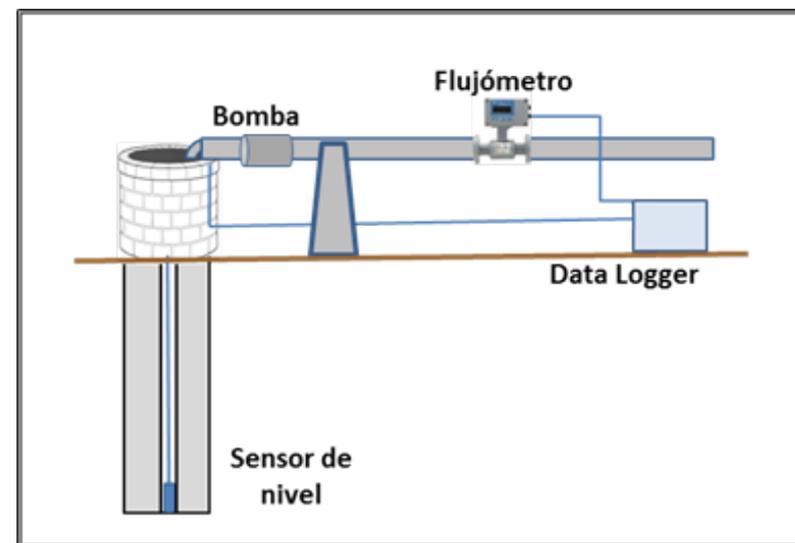
- Áreas de restricción y zonas de prohibición
- Áreas de restricción
- Zonas de prohibición
- Declaraciones agotamiento

# Innovación y Tecnología



## Medición y Transmisión Extracciones de Aguas Subterráneas

Con la Casubs de Petorca comenzó la instalación y mantenimiento de Sistema de Medición de caudales, volúmenes extraídos y niveles freáticos en las obras de captación de aguas subterráneas y Sistema de Transmisión de la información que se obtenga al software control de extracciones DGA.

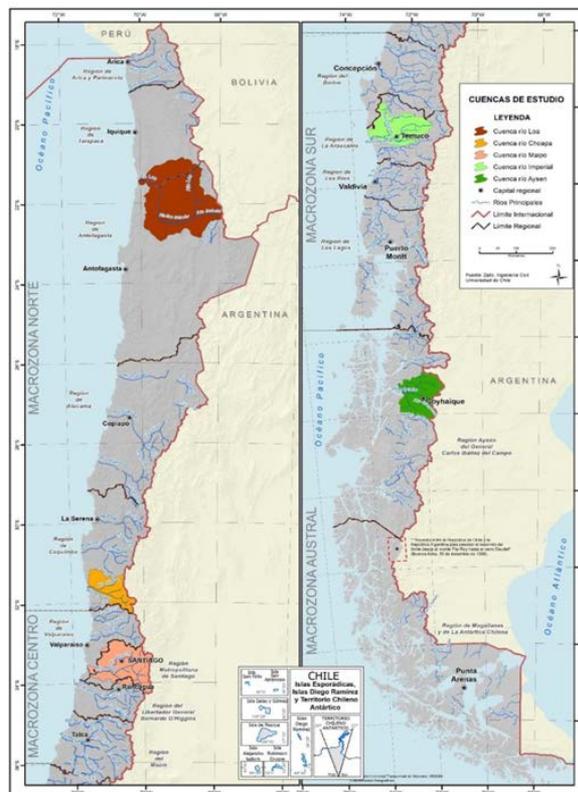
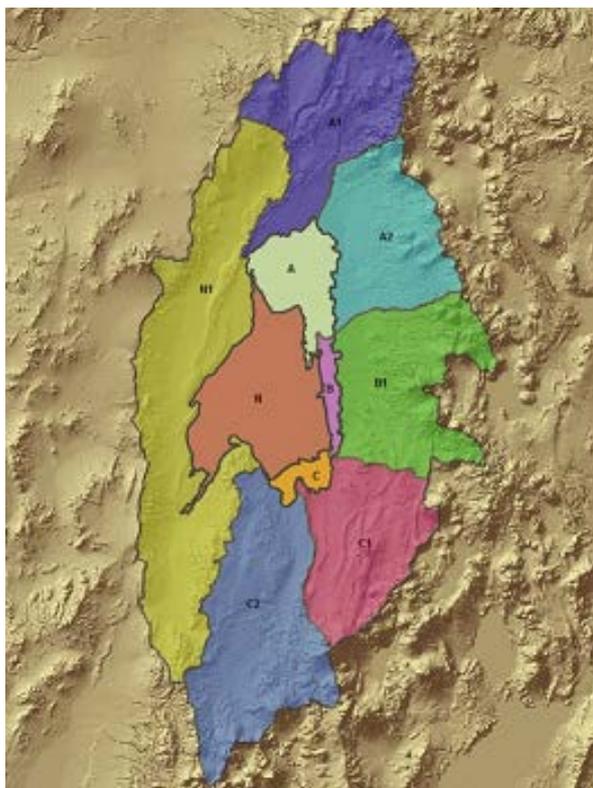


# Innovación y Tecnología



Innovación y  
Tecnología

## Innovación en la construcción de modelos hidrológicos



La DGA-MOP está transitando hacia una modelación hidrológica integrada del tipo WEAP\_MODFLOW estableciéndolo como el nuevo estándar de simulación.

Con esto se podrá gestionar las aguas en forma conjunta con capacidad de evaluar distintos escenarios de cambio climático.

# Innovación y Tecnología

## DGA Digital



Dirección General de Aguas

Ingreso funcionarios

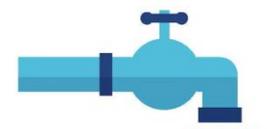
Ingresar con ClaveÚnica

### Listado de trámites disponibles

#### Trámites destacados

SOLICITUD DE DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

SOLICITUD DE DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS SUPERFICIALES



### Solicitud de Derechos de Aprovechamiento de Aguas Subterráneas y Superficiales en Línea

A partir de mayo de 2019, la DGA-MOP dispondrá de una plataforma online para ingresar y tramitar solicitudes de derechos de aprovechamiento de aguas:

[www.dga.cl](http://www.dga.cl) o

[www.chileatiende.cl](http://www.chileatiende.cl)

(Esta plataforma será complementaria a las modalidades de solicitud vigentes)



#### FORMULARIO DE INGRESO DE REQUERIMIENTO DE FISCALIZACIÓN (para denuncias y autodenuncias)

**Uso Exclusivo Oficina de Partes D.G.A.:**

¿Completa Campos Obligatorios? Sí:  No:

¿Incluye documentos adjuntos? Sí:  No:

Lugar de Ingreso:

Observaciones:

Timbre Oficina de Partes

**IMPORTANTE:** Campos con asterisco (\*) son obligatorios para poder procesar su solicitud.

Estamos trabajando para desarrollar una DGA-MOP digital que permita tramitar en línea las distintas autorizaciones que se presentan al servicio.

# Gestión y planificación

## Planes de Gestión Estratégicos de Cuencas



### Permitirán contar con:

- Modelación hidrológica integrada de la cuenca.
- Balance hídrico que considere los derechos constituidos y usos susceptibles de regularización; la disponibilidad de recursos hídricos para la constitución de nuevos derechos; y el caudal susceptible de ser destinado a conservación; y los requerimientos de agua para consumo humano.
- Plan de recuperación de los acuíferos cuya sustentabilidad se encuentre afectada.





# Gestión y planificación

## Planes de Gestión Estratégicos de Cuencas



Permitirán contar con:

- Programa quinquenal para la instalación, modernización y/o reparación de estaciones fluviométricas, meteorológicas, sedimentométricas, y la mantención e implementación de red de monitoreo de calidad de las aguas, de niveles de pozos, embalses, lagos, glaciares y rutas de nieve.





# Actualización de la legislación

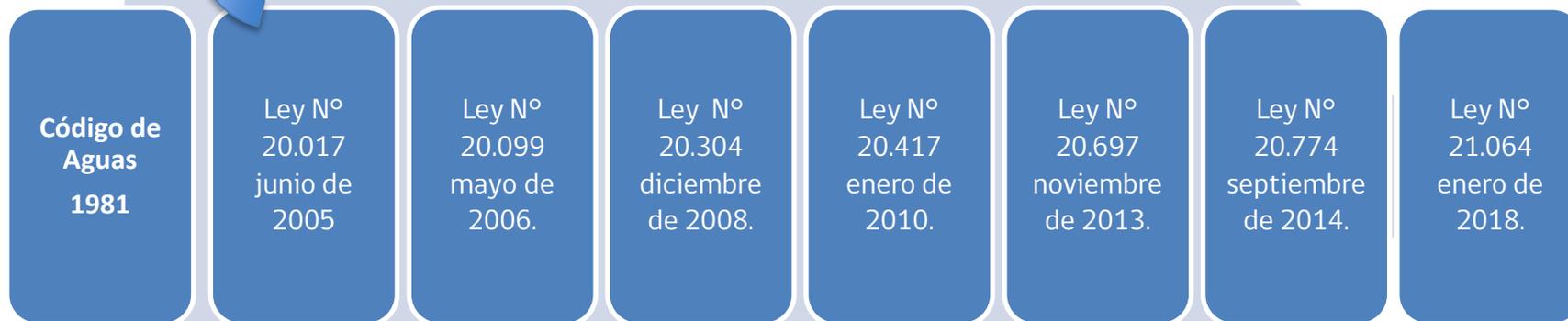


## Código de Aguas

- Patente por no uso
- Caudales ecológicos

**7 modificaciones / 93 artículos**

**317 artículos**



- Separación tierras y aguas
- Derechos de aprovechamiento
- Mercados de aguas

Más de 30 artículos con foco en:

- Fiscalización
- Refuerza responsabilidades en calidad
- Medición



# Actualización de la legislación

## Propuesta Modificación Código de Aguas

- Indicación Sustitutiva ingresada a la Comisión de Agricultura del Senado (enero, 2019).
- ✓ 6 razones técnicas y empíricas para modificar el Código de Aguas.
- ✓ 9 ejes principales.
- ✓ 113 artículos modificados (36% del actual articulado).
- ✓ Beneficios tangibles para la ciudadanía, para los sistemas de agua potable rural, para los agricultores y en particular los pequeños agricultores.





# Actualización de la legislación



## 9 Ejes de la Reforma del Código de Aguas

1. Dar prioridad al consumo humano por sobre otros usos.
2. Otorgar seguridad hídrica en cuencas.
3. Gestionar acuíferos en forma sustentable.
4. Promover uso del agua con fines no extractivos, tales como conservación.
5. Agilizar y simplificar trámites.



# Actualización de la legislación

## 9 Ejes de la Reforma del Código de Aguas

6. Fortalecer Organizaciones de Usuarios de Agua ("OUAs").
7. Plena certeza jurídica de derechos de agua.
8. Desincentivar especulación de derechos de agua.
9. Institucionalidad y toma de decisiones.





Ministerio de  
Obras Públicas

Gobierno de Chile

**CHILE LO  
HACEMOS  
TODOS**