



amulén  
LA FUNDACIÓN DEL AGUA

# Pobres de agua

Radiografía del agua rural de Chile:  
Visualización de un problema oculto





amulén  
LA FUNDACIÓN DEL AGUA

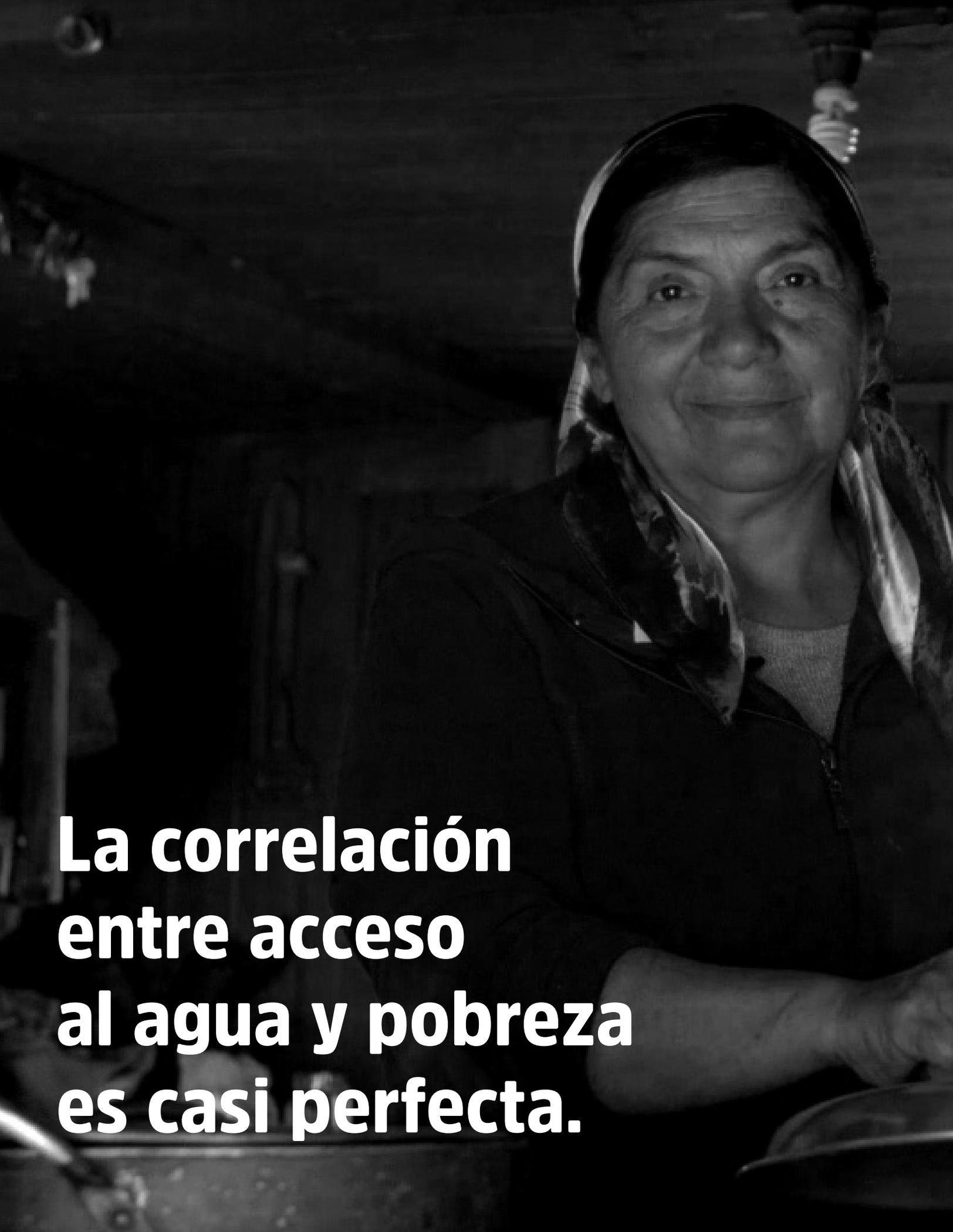
# Pobres de agua

Radiografía del agua rural de Chile:  
Visualización de un problema oculto

**En Chile, la escasez  
de agua afecta a  
cerca de un millón  
de personas.**







**La correlación  
entre acceso  
al agua y pobreza  
es casi perfecta.**





---

# Índice

08	Agua para todos es parte de nuestra misión
12	Resumen ejecutivo
15	Sobre este estudio
16	¿Por qué hay chilenos que viven sin agua?
20	Vivir sin agua = pobreza
26	¿Cómo se abastecen de agua las comunidades rurales?
30	Diagnóstico del acceso al agua potable en el sector rural
54	Principales problemas del abastecimiento de agua potable en zonas rurales
62	La visión de los comités de APR sobre los problemas del sistema
74	Los efectos del cambio climático en los problemas de los APR
82	Proyecciones climáticas del abastecimiento de agua
90	Proyección de crecimiento de los APR
94	Principales conclusiones y desafíos
98	Referencias
100	Anexos

# **Agua para todos** es parte de nuestra misión

**Fundación Amulén es la fundación del agua, y nuestra misión es dar acceso a este elemento a comunidades rurales vulnerables a lo largo de todo Chile. Hoy sabemos que en nuestro país más de 300.000 viviendas del sector rural aún no cuentan con infraestructura que les permita abastecerse de agua potable, y solucionan esta carencia recurriendo a ríos, vertientes, pozos y camiones aljibes. Esta situación afecta a estas familias en distintas dimensiones: económica, salud, educación y equidad de género. Como Fundación no hemos propuesto acortar esta brecha, que para un país en vías de desarrollo que transita en el siglo XXI es poco entendible e inaceptable.**

La constante escasez hídrica que enfrentan la mayoría de las regiones de nuestro país, al parecer a causa de los efectos del cambio climático, nos demanda mayor urgencia, porque a la falta de infraestructura se suma la escasez del recurso. Según el último Censo poblacional, la carencia de servicios de agua potable aumentó en relación al Censo precedente. Además, viviendas del sector rural que nunca han contado con agua potable y que hoy se abastecen de fuentes alternativas enfrentan una realidad en la que cada vez les es más difícil y costoso encontrar agua.

Si bien como Fundación hemos hecho el esfuerzo de entender la problemática del agua potable rural, hemos concluido que no existe información ni análisis fidedigno y certero de qué significa el problema de la carencia de acceso al agua potable en el Chile rural. Ante esto, junto con el Centro de Cambio Climático Global y el Centro de Derecho y Gestión de Agua de la Pontificia Universidad Católica de Chile, realizamos esta Radiografía del Agua Rural de Chile.

El objetivo de este estudio es entender el problema en profundidad. Para ello realizamos un catastro general de los sistemas de APR, para conocer y entender por qué a pesar de que han sido muy exitosos en dar cobertura a las comunidades rurales de alta y media densidad poblacional, estos presentan fallas constantemente. El objetivo entonces fue identificar cuáles son los problemas de diseño del sistema de APR y cómo también la escasez hídrica ha hecho más crítica esta situación.

Como Fundación, una de nuestras líneas de trabajo es aportar al debate de las políticas públicas para mejorar el diseño de los sistemas APR, para que los incentivos estén alineados correctamente y pueda darse solución a una problemática que genera retrocesos en la realidad rural de los que carecen de agua.

Un segundo objetivo de esta Radiografía del Agua Rural de Chile fue insertarnos en el mundo de las comunidades dispersas o de baja densidad poblacional, esta realidad que no ha sido atendida por el Estado y que tampoco está dentro del radar de las soluciones que pueden entregar los Sistemas de Agua Potable Rural. Este es un universo que quisimos identificar y descifrar, porque es también el foco de trabajo de nuestra Fundación. Con una mirada innovadora queremos ayudar a entregar soluciones a familias que hoy no están dentro de los programas del Estado y difícilmente lo estarán en un futuro próximo.

Como Fundación Amulén nos conmueve esta situación y la manera en que está estrechamente relacionada con la pobreza. Si se analizan todas las variables que afectan a las personas a partir de la carencia de agua potable, se puede entender por qué es una dimensión tan importante para definir la pobreza multidimensional. Hemos trabajado durante los últimos años en dar acceso a agua potable a más de 300 viviendas rurales, sin embargo, la brecha y el desafío siguen siendo grandes. Esperamos que la información que nace a partir de esta Radiografía del Agua de Chile Rural sirva para elevar la discusión de las políticas públicas que tienen relación con esta problemática, contribuya a dar a conocer un mundo rural disperso al cual debemos y queremos atender, y permita analizar y sensibilizar sobre cómo y con qué profundidad la escasez hídrica agrava la situación del agua a nivel del Chile rural.



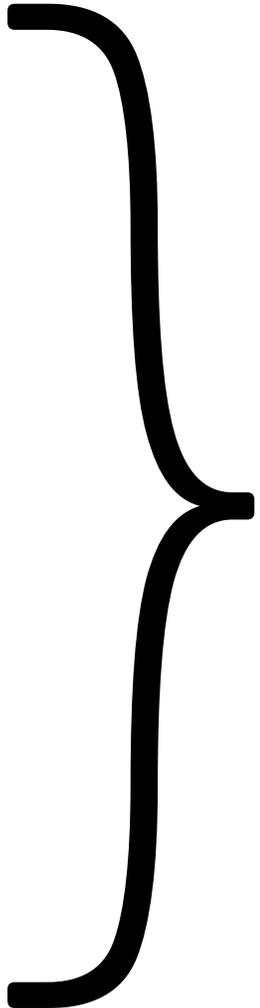
amulén  
LA FUNDACIÓN DEL AGUA



**Jorge Matte Capdevilla**  
Presidente  
Fundación Amulén

# 47,2%

**de la población rural  
en Chile, no cuenta con  
un abastecimiento formal  
de agua potable.**



**58,8%**

se abastece  
desde pozos

**25,8%**

se abastece de ríos,  
esteros, canales o vertientes

**15,4%**

se abastece  
de camiones aljibes



## Resumen ejecutivo

En Chile

383.204

viviendas carecen  
de agua potable

El presente documento busca mostrar la realidad en forma detallada y acuciosa en relación al agua potable del Chile rural. Esta inquietud nace debido a la escasez de información en relación a una pregunta básica: ¿Cuántas personas en Chile no tienen agua? El análisis de la información del Censo 2017 concluye que 383.204 viviendas en Chile son carentes de agua potable. En el mundo rural, el 47,2% de la población se abastece de pozos, ríos, vertientes, esteros o camiones aljibes. Adicionalmente, la encuesta Casen 2017 presenta un aumento en la carencia de servicios básicos desde el año 2015 al 2017.

Lo anterior es preocupante, ya que las comunidades carentes de servicios básicos ven afectado su desarrollo en múltiples dimensiones: en lo económico, educación, salud y equidad de género. La primera es quizás la más clara: la Organización Mundial de la Salud (OMS) calcula que por cada dólar invertido en suministro de agua potable se ahorran entre tres y 34 en sanidad. En relación a la educación, los menores pasan largas horas transportando este recurso básico en vez de asistir a sus establecimientos educacionales. Finalmente, la equidad de género se ve afectada, pues son las mujeres las que suelen cargar con el peso de proveer a sus comunidades, tras interminables recorridos en busca de pozos o ríos. Por ende, sin acceso al agua potable no hay desarrollo ni salida de la pobreza.

El Indicador de Falkenmark establece que una disponibilidad hídrica per cápita por debajo de los 1.700 m<sup>3</sup>/hab/año se considera como situación de estrés hídrico, donde puede faltar con frecuencia el abastecimiento de agua para las diversas actividades, sobre todo en zonas con altas probabilidades de sufrir sequías, como es el caso de la zona norte de Chile. Más aún cuando este indicador de disponibilidad está por debajo de 1.000 m<sup>3</sup>/hab/año las consecuencias pueden ser más severas y comprometer la disponibilidad de agua para consumo humano, producción de alimentos y la superación de la pobreza.

Este 47,2% de la población rural que no cuenta con un abastecimiento formal de agua potable se concentra principalmente en la macrozona sur, siendo las regiones que poseen una mayor proporción de población rural con fuentes informales: La Araucanía (71%), Biobío (68%), Los Lagos (64%) y Los Ríos (62%). La población rural sin abastecimiento formal tiene acceso a agua a través de las siguientes fuentes informales: agua superficial (río, vertiente, estero o lago), subterránea (pozos) y camiones aljibes, en aquellos casos en los cuales no hay fuentes superficiales o subterráneas disponibles.

Muchas de las localidades concentradas y semiconcentradas se abastecen por los tradicionales sistemas de agua potable rural (APR). Este programa, que se inició en 1960, ha sido exitoso en proveer de infraestructura de agua potable rural (APR) a localidades rurales concentradas [1] y semiconcentradas, logrando aumentar la cobertura de la población rural con agua potable rural desde un 6% el año 1960 a un 53% el año 2018, atendiendo a 1.787.916 beneficiarios, acarreado esto importantes consecuencias en el ámbito de la salud pública y la superación de la pobreza.

1 Localidades concentradas: más de 150 habitantes y densidad mayor a 15 viviendas/km de red.

Como la población rural “concentrada” alcanzó cobertura universal (Donoso et al., 2015), a partir del 2010 se agrega también la población semiconcentrada al Programa APR del MOP. En la actualidad, las localidades semiconcentradas cuentan con un 41% de cobertura. El Programa de Agua Potable Rural tiene un plan de inversión para los próximos 10 años, con el cual se estima alcanzar una cobertura universal en las localidades semiconcentradas. Es importante señalar que existen dificultades para aumentar las localidades semiconcentradas en un periodo más breve, debido a los requisitos metodológicos que impone el Ministerio de Desarrollo Social (MDS) para la obtención de la esperada Rentabilidad Social.

Habiéndose alcanzado plena cobertura de agua potable para la población rural concentrada, y presentando importantes avances para la población semiconcentrada, se evalúa positivamente la ampliación de la población objetivo del programa a la población rural dispersa. Sin embargo, esto presenta nuevos desafíos, dado que mientras más dispersa sea la población que se atiende, mayores serán los costos de estas soluciones, lo que demandará propuestas innovadoras que vayan más allá de las tradicionales soluciones aplicadas a poblaciones concentradas o semiconcentradas.

Sin embargo, el porcentaje de cobertura de abastecimiento de agua potable en zonas rurales es heterogéneo en todo el territorio nacional, variando desde un mínimo de 28,8% en la Región de La Araucanía a un máximo de 86,2% en la Región de O’Higgins. La macrorregión central [2] presenta la cobertura promedio más alta, con 69,5%, seguida por la macrorregión norte [3], con 53,8%. La macrorregión sur [4] presenta la menor cobertura promedio de agua, alcanzando un 39,4%. Cabe destacar que las regiones con las menores coberturas, como La Araucanía, presentan, además, menores densidades poblacionales. Esto implica que aumentar las coberturas en estas regiones requerirá de soluciones innovadoras, ya que los sistemas tradicionales no son viables por costo.

El Programa APR estableció normas técnicas que todos los sistemas nuevos deben cumplir para que, al menos en sus inicios, se proporcione agua potable en cantidad, calidad y continuidad de acuerdo con las regulaciones actuales. En términos generales, las organizaciones de APR funcionan si se evalúa su capacidad para entregar con éxito el agua a los usuarios. A nivel nacional, un 80% de los APR cuentan con una alta continuidad en el servicio, cumpliendo así con el objetivo de suministrar agua potable en continuidad. Por ende, el programa ha logrado en un alto porcentaje su objetivo de suministrar agua potable en cantidad y continuidad a la población rural de localidades concentradas y semiconcentradas.

No obstante, con el tiempo los APR han presentado interrupciones en el suministro de agua, afectando a aproximadamente 350.000 personas. La gran mayoría de estos son cortes no programados, debido, principalmente, a razones operacionales, tanto por gestión interna como por razones externas, como cortes de electricidad. En cinco regiones se presentan cortes no programados en más de un 40% de los APR: Valparaíso (60%), Tarapacá (51%), Arica-Parinacota (46%), Antofagasta (40%) y Atacama (40%).

**El Indicador de Falkenmark establece que una disponibilidad hídrica per cápita por debajo de los 1.700 m<sup>3</sup>/hab/año se considera como situación de estrés hídrico, donde puede faltar con frecuencia el abastecimiento de agua para las diversas actividades, sobre todo en zonas con altas probabilidades de sufrir sequías, como es el caso de la zona norte de Chile.**

2 Comprende las regiones de Valparaíso, Metropolitana, O’Higgins y Maule

3 Incluye las regiones de Arica-Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama y Coquimbo

4 Considera las regiones de Biobío, La Araucanía, Los Lagos, Los Ríos, Aysén y Magallanes.

**Los APR han presentado interrupciones en el suministro de agua, afectando a aproximadamente 350.000 personas**

**En cinco regiones se presentan cortes no programados en más de un 40% de los APR: Valparaíso (60%), Tarapacá (51%), Arica-Parinacota (46%), Antofagasta (40%) y Atacama (40%).**

**Se ha evidenciado que los problemas de continuidad del suministro de agua potable se deben mayoritariamente a fallas operativas, provocados por la falta de mantenimiento y mejoras, derivados de problemas de financiamiento y falta de planes de mediano y largo plazo.**

Se ha evidenciado que los problemas de continuidad del suministro de agua potable se deben mayoritariamente a fallas operativas, provocadas por la falta de mantenimiento y mejoras, derivados de problemas de financiamiento y falta de planes de mediano y largo plazo. Este problema de subfinanciamiento está directamente relacionado con la escala de operación; la capacidad de los APR para financiar sus gastos recurrentes y no operacionales. Esto representa un importante desafío, ya que, en la actualidad, aproximadamente un 63% de los sistemas de APR son pequeños sistemas de APR, cuya escala no permite recabar los recursos suficientes.

Podemos observar que las debilidades de los servicios de abastecimiento de agua potable están más relacionadas a la gestión propia de los comités o cooperativas que a los factores directos de producción de agua o de su calidad. Por lo anterior, para asegurar la sustentabilidad de los beneficios del Programa es preciso abordar las debilidades de gestión de estas organizaciones; es decir, se requiere aumentar la competencia en gestión y administración de los comités y cooperativas.

Adicionalmente, del estudio en terreno realizado se desprende que sí existe una asociación entre la cantidad de tiempo en que se encuentra un APR en condición de sequía con la cantidad de fallas que presenta. Podemos destacar el alto número de cortes por sequía en relación con el número total de cortes por razones climáticas en las regiones de Valparaíso, Biobío, Maule y La Araucanía.

Frente a las proyecciones de cambio climático, es de interés evaluar cuál es la situación esperada respecto del abastecimiento de agua potable en las localidades rurales para un periodo futuro cercano. Con este fin, se realizó un análisis de sequías utilizando como periodo histórico el intervalo de años 1985–2015 y como periodo futuro 2030–2060. Se evidencia que la mayoría de los modelos proyectan reducciones en las precipitaciones prácticamente en todo el territorio chileno (con excepción de algunas zonas del Norte Grande); además, para la temperatura también, prácticamente en todo Chile (con excepción de la zona austral), los modelos prevén aumentos de temperatura de al menos 1°C. Por ende, el pronóstico respecto de la disponibilidad hídrica impone importantes desafíos al suministro de agua potable.

Finalmente, en este estudio se puede evidenciar que la escasez hídrica agrava y afecta la situación del agua potable rural, pues un número importante de sistemas de APR han presentado fallas por condición de sequía. Asimismo, se observa cómo el mundo rural y, principalmente, comunidades dispersas carecen de infraestructura para contar con el acceso al agua potable en sus viviendas y, por lo mismo, les resulta cada vez más difícil y lejano disponer de este recurso básico, lo que genera altos costos para estas familias.



## Sobre este estudio

El objetivo general de este estudio es diagnosticar la situación actual de cobertura de agua potable en los sectores rurales, visibilizando un problema que está oculto y que no ha sido evaluado en todas sus dimensiones e impactos.

La información recabada en esta investigación permitirá a Fundación Amulén cumplir su misión de “buscar el desarrollo de comunidades vulnerables por medio del agua, mejorando su calidad de vida desde el uso, manejo y acceso a este recurso básico”. Esta es una realidad social que por sus características requiere movilizar a distintos actores de la sociedad. También, este estudio pretende ser un gatillador de voluntades para enfrentar este desafío.

### **Objetivos específicos:**

1. Levantar información cuantitativa básica del estado actual de las organizaciones y de los sistemas de agua potable rural a nivel nacional.
2. Identificar comunidades rurales que presentan problemas de suministro de agua potable.
3. Analizar las principales razones que explican los cortes no programados y APR que ya no cuentan con suministro de agua potable.
4. Identificar las necesidades asociadas al acceso de agua potable y saneamiento de las comunidades rurales en Chile.
5. Priorizar y planificar futuras intervenciones en agua potable rural de la Fundación Amulén.

Para comenzar a entender el problema del agua potable rural de Chile, en las primeras secciones de este informe se explica por qué hay chilenos que viven sin agua, cuál es la relación de esta realidad con la pobreza y cómo estas comunidades sin acceso consiguen abastecimiento. Luego se profundiza en el diagnóstico en las zonas rurales, se detallan cuáles son los principales problemas de abastecimiento y cuál es la visión que tienen los propios comités de APR sobre estos problemas. Más adelante se incorporan al análisis los efectos del cambio climático y su relación con el funcionamiento de los APR, para finalizar con las proyecciones futuras en relación al agua rural, considerando el cambio climático y las proyecciones de crecimiento de los APR que tiene el Estado.

## ¿Por qué hay chilenos que viven sin agua?

Cuando el mundo entero reflexiona acerca de la disponibilidad y la gestión sostenible del agua, 2.100 millones de personas aún viven sin agua potable –en el hogar, las escuelas, el trabajo, el campo, las fábricas– y luchan por sobrevivir y prosperar. De acuerdo a estimaciones de la ONU, el 25% de la población mundial vive en zonas con escasez de agua. Con el calentamiento global, la proyección es pesimista. Hacia el año 2050, 5.700 millones de personas vivirán en áreas afectadas por esta situación, al menos un mes por año.

# 2.100

millones de personas aún viven sin agua potable.

En Chile, la escasez de agua afecta a cerca de un millón de personas.

En Chile, la escasez de agua afecta a cerca de un millón de personas que hoy no tienen acceso asegurado a un recurso fundamental para la vida y, con ello, presentan altos índices de vulnerabilidad social, ambiental y económica.

Las cifras son elocuentes, un 47,2% de los habitantes de sectores rurales no tiene abastecimiento regular [5]; de estos, un 58,8% se abastece desde pozos; 25,8% desde ríos, esteros, canales o vertientes, y un 15,4% lo hace recurriendo a camiones aljibes.

Si hacemos un zoom a esta cifra, vemos que las regiones más afectadas se concentran en la zona sur de nuestro país. De ellas, la Región de La Araucanía ostenta un preocupante récord: 71,1% de su población rural no tiene acceso. Si adicionalmente cruzamos este análisis con la encuesta Casen 2015 (nivel comunal) y la pobreza multidimensional vemos que la correlación entre acceso y pobreza es casi perfecta.

La respuesta de cómo las zonas sin agua potable en Chile enfrentan esta situación se puede dividir en dos grandes verticales: las comunidades de población semiconcentrada que tienen o no sistemas de APR y las comunidades dispersas, que son aquellas de baja densidad poblacional, con muy bajas o nulas posibilidades de tener este recurso básico.

En ambos casos se presentan problemas de abastecimiento. Las comunidades semiconcentradas que tienen sistemas de APR han tenido importantes fallas o cortes en sus suministros, lo que ha afectado a los beneficiarios de estos sistemas. Estas fallas se deben principalmente a falta de mantención, pero también a cambios en las condiciones climáticas.

En relación al porcentaje de la población semiconcentrada que no tiene aún abastecimiento a través de APR, el MOP pretende tener 100% de cobertura en los próximos 10 a 12 años. Mientras tanto, estas comunidades siguen abasteciéndose de manera informal.

En relación a las comunidades dispersas, la situación es más dramática, ya que no solo no tienen abastecimiento, sino que no hay planes de inversión para ellos.

Las proyecciones en torno al cambio climático exacerban esta situación, proyectándose que al menos ocho de las 16 regiones de Chile presentarán escasez de agua en los próximos años.

5 Según el Censo Abreviado de Población y Vivienda 2017 y la encuesta CASEN del mismo año.



## ¿Que és un APR?

El Programa Nacional de APR se creó en 1964 como respuesta a los graves problemas sanitarios y al déficit de abastecimiento de agua potable en las localidades rurales concentradas, es decir, aquellas con una población de entre 150 y 3.000 habitantes y una concentración no inferior a 15 viviendas por kilómetro de red (Celedón and Alegría, 2006). Desde un principio el Programa de Agua Potable Rural (APR) buscó el desarrollo de las familias rurales, tanto en salud como en desarrollo social, siendo sus objetivos:

1. Dotar de agua potable a la población rural en calidad, cantidad y continuidad.
2. Disminuir la tasa de morbilidad y mortalidad originada por enfermedades de origen hídrico.
3. Promover el desarrollo económico y social de las localidades atendidas.

La provisión de los servicios de agua potable para las áreas rurales en condiciones de calidad, continuidad y cantidad es un desafío que demanda la atención especial de los gobiernos de todo el mundo, debido a las características particulares propias de la ruralidad. Dentro de tales características se destacan: i) dispersión de las viviendas; ii) limitaciones geográficas; iii) bajo nivel socioeconómico de los habitantes; iv) utilización de tecnologías no convencionales para la provisión de los servicios, y v) dificultades para ofrecer asistencia técnica y capacitación a los prestadores de los servicios que generalmente cuentan con una reducida capacidad financiera, administrativa y técnica. Estas particularidades de las zonas rurales explican, en gran parte, la disparidad que existe entre las coberturas urbanas y rurales en el mundo (Carrasco Mantilla, 2011).

**Al menos ocho de las 16 regiones de Chile presentarán escasez de agua en los próximos años**

**Sin agua =**





# Pobreza

25% de la población mundial vive en zonas con escasez de agua



## Vivir sin agua = pobreza

Cuando la infraestructura de agua sigue siendo escasa en las áreas rurales de nuestro país y un 47,2% [6] de la población no cuenta con una fuente de abastecimiento segura, teniendo que recurrir a pozos de aguas subterráneas, lagos o ríos o camiones aljibes, tenemos un impacto en las oportunidades de desarrollo de un grupo importante de la población. Esta carencia puede afectar el desarrollo en múltiples dimensiones, como son lo económico, la salud, la educación y la equidad de género.

Particularmente, mujeres y niñas son quienes invierten largas horas todos los días para ir a buscar aguas superficiales de fuentes mal gestionadas y muchas veces contaminadas. Desde el punto de vista económico, el tiempo destinado imposibilita a las mujeres para realizar otra labor económica que aumente su autonomía y el ingreso familiar. En promedio, “las mujeres dedican de una a tres horas más al día que los hombres en labores domésticas”[7]. Por esta razón, son ellas las encargadas de la recolección del agua diariamente y terminan abandonando la educación y no teniendo otras oportunidades laborales.

*“Las mujeres y las niñas son responsables de la recolección en ocho de cada 10 hogares donde el agua está ubicada fuera de la casa, así que reducir la población con servicios limitados de agua potable tendrá un fuerte impacto de género” (OMS/ UNICEF, 2017a, p11).*

En el mundo de la educación, afecta en varias direcciones. La primera es para la higiene personal, la manipulación de alimentos y la hidratación de los niños y del personal. En regiones críticas como La Araucanía existen más de 20 jardines infantiles y escuelas básicas sin este recurso, teniendo que abastecerse de agua en bidones, pozos o camiones aljibes. Los niños y niñas ven, a su vez, interrumpida su continuidad escolar por tener que dedicar su tiempo en estas labores de recolección en vez de asistir a clases.

En temas de salud la situación no es menos dramática. Según la OMS, 361.000 niños menores de cinco años mueren cada año a causa de la diarrea. El saneamiento deficiente y el agua contaminada también están relacionados con la transmisión de enfermedades como el cólera, la disentería, la hepatitis A y la fiebre tifoidea.

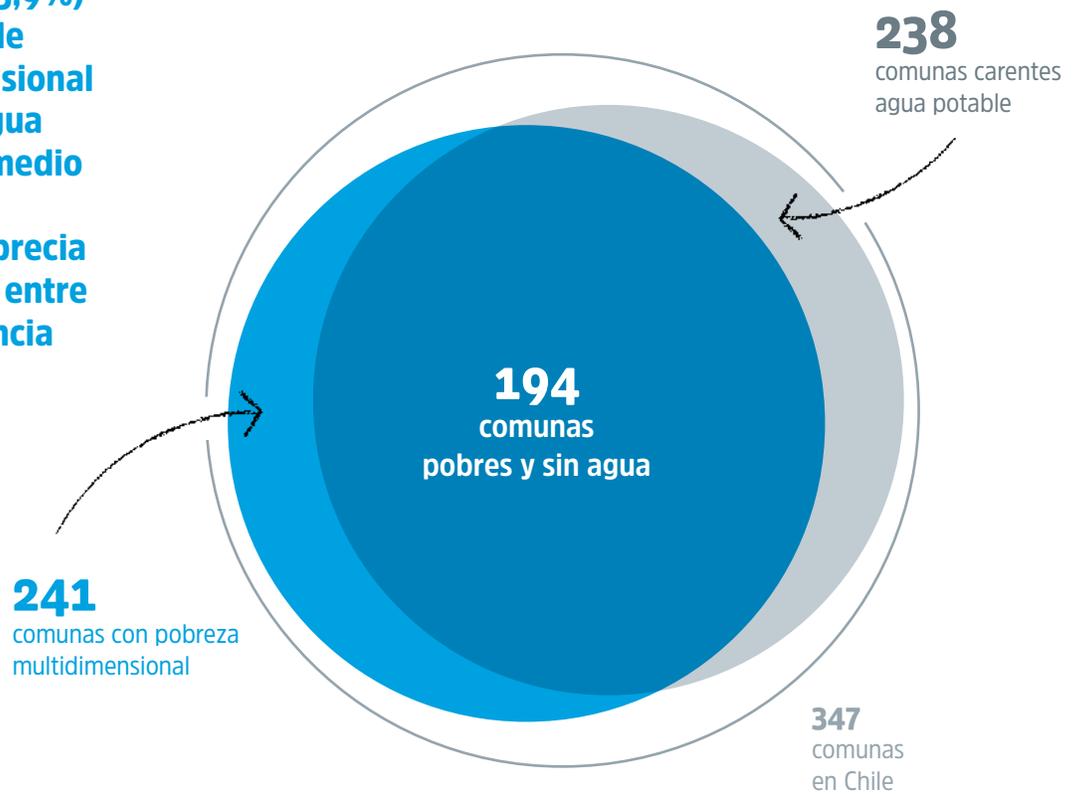
En Chile, 84,7% de la población rural carente se abastece de agua a través de pozos o ríos, lagos o esteros, sin embargo, la calidad del agua que beben no está siendo garantizada por nadie y son las poblaciones rurales más pobres las con mayor abastecimiento de estas fuentes. El contaminante químico más común encontrado en los acuíferos subterráneos es el nitrato que viene derivado de la agricultura. La acumulación de pesticidas y minerales pesados en el agua tiene efectos nocivos demostrados en los seres humanos.

Por otro lado, se piensa que las personas más pobres del mundo carecen de suministros de agua formales, porque no pueden darse el lujo de asumir el costo de financiarla. Pero en realidad los más pobres pagan más caro el litro de agua que aquellos que

6 Censo Abreviado 2017

7 Banco Mundial, 2012

**De las 347 comunas que hay en Chile, 194 (55,9%) registran un índice de pobreza multidimensional y una carencia de agua mayores que al promedio nacional. En el esquema, se aprecia una relación directa entre la pobreza y la carencia de agua.**



cuentan con un suministro potable por redes formales en sus hogares. Esto se debe a que, en gran medida, deben complementar su abastecimiento comprando bidones de agua y el valor por litro es de \$150 versus los \$0,36 que vale el litro del agua en tubería suministrada por una empresa sanitaria.

En Chile, si hacemos un cruce en relación a las personas que no tienen abastecimiento de agua potable a través de tuberías con la pobreza multidimensional reportada en la CASEN 2015 [8] vemos que existe una directa relación entre ambas variables.

De las 347 comunas que tiene Chile, 194 (55,9%) de ellas cumplen con ambos criterios que son: mayor índice de pobreza multidimensional y una carencia mayor de agua que el promedio nacional [9].

8 Encuesta CASEN 2015 a nivel comunal

9 Promedio nacional de pobreza multidimensional 21% y carencia promedio a agua potable 7%

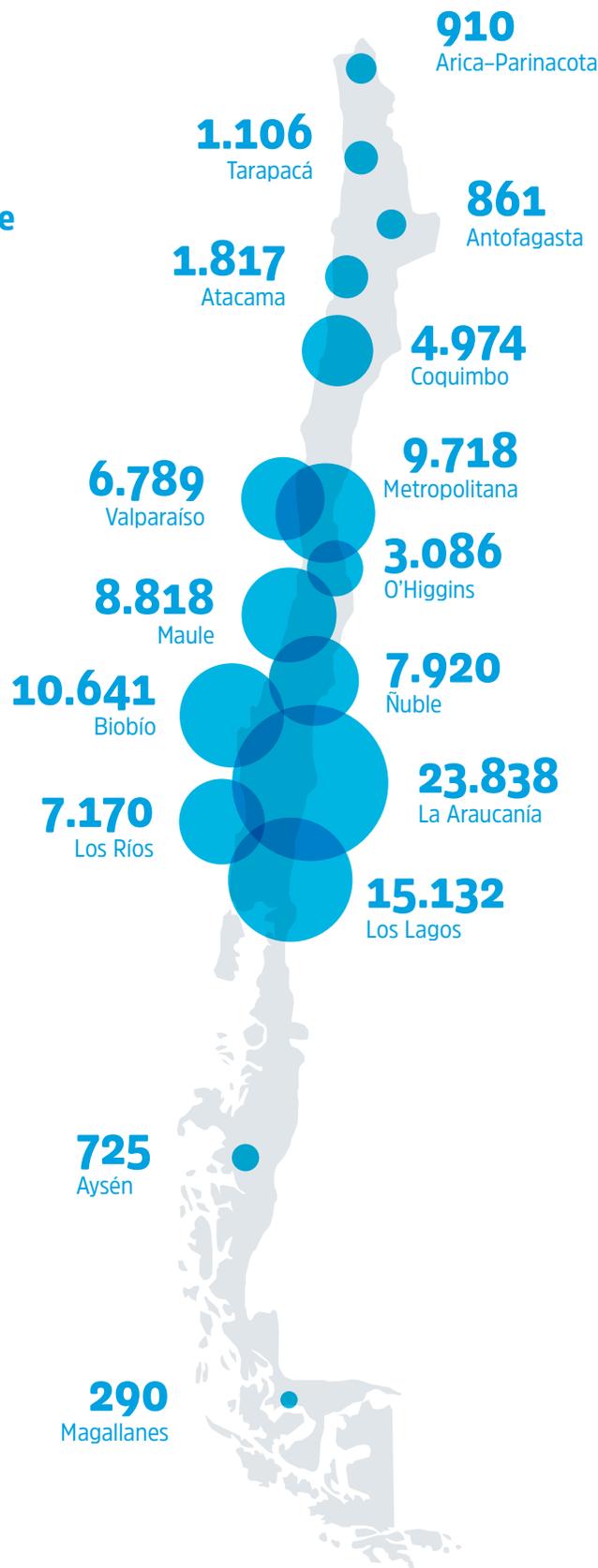
**El saneamiento  
deficiente y el  
agua contaminada  
están relacionados  
con la transmisión  
de enfermedades  
como el cólera,  
la disentería, la  
hepatitis A y la  
fiebre tifoidea.**



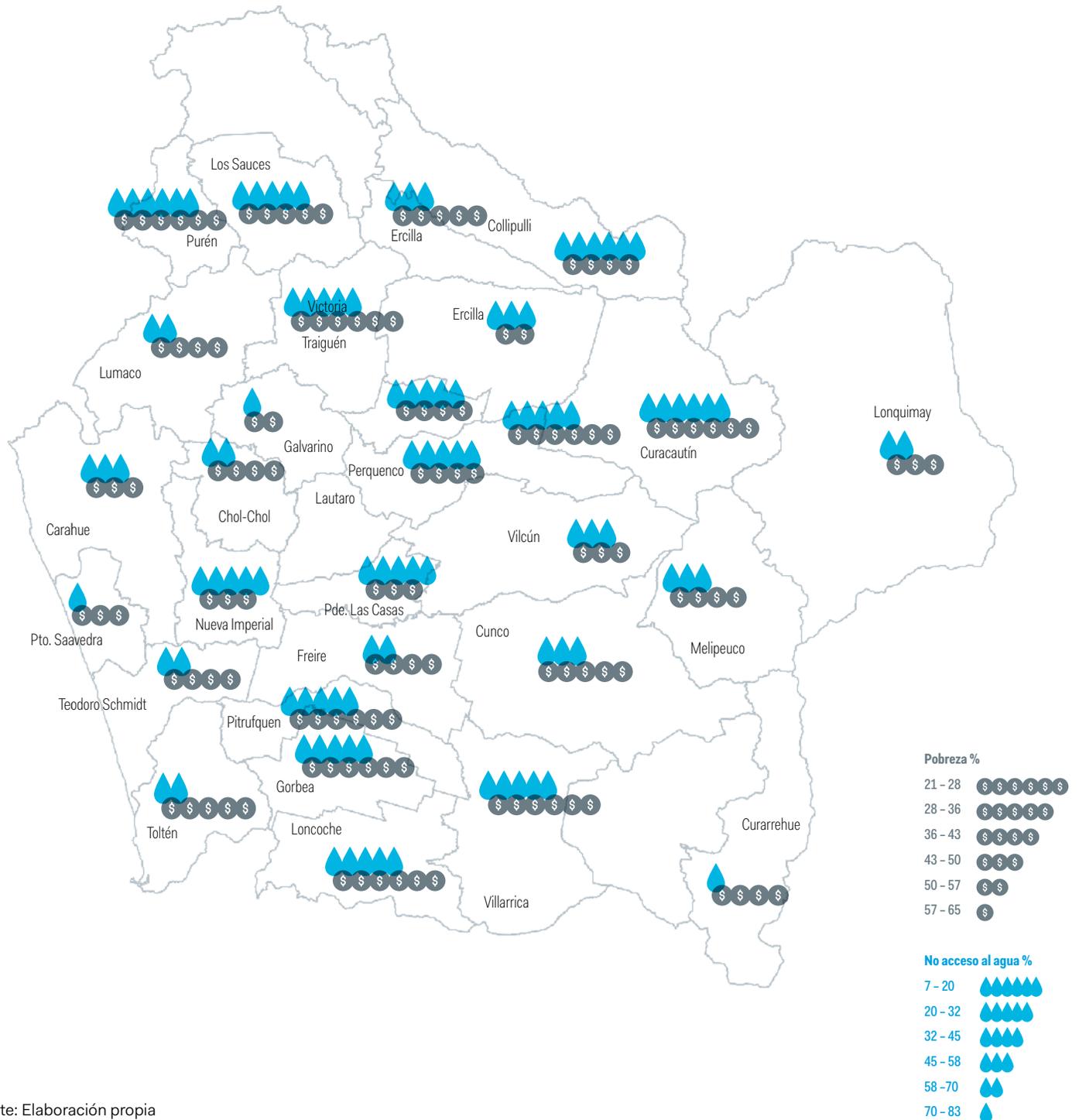
**84,7%**

**de la población rural carente de Chile se abastece de agua a través de pozos o ríos, lagos o esteros, sin embargo, la calidad del agua que beben no está siendo garantizada por nadie.**

**A nivel nacional, podemos ver que las viviendas pobres multidimensionalmente y carentes de agua se distribuyen de la siguiente manera:**



**Si tomamos como ejemplo el caso de la Región de La Araucanía, podemos apreciar de forma gráfica la relación de los índices de carencia de agua potable con la pobreza multidimensional:**

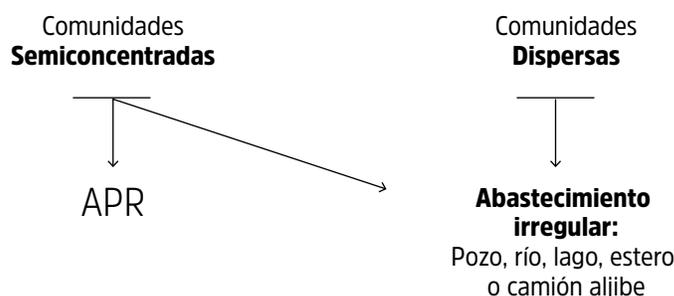


Fuente: Elaboración propia

## ¿Cómo se abastecen de agua las comunidades rurales?

Las ciudades se estructuran o dividen de acuerdo a su densidad poblacional en base a tres categorías: concentradas, semiconcentradas y dispersas. Según el Programa de Agua Potable Rural del MOP, el abastecimiento de agua en las localidades concentradas está resuelto, teniendo un 100% de cobertura.

Las localidades semiconcentradas tienen una tarea pendiente, ya que estas pueden o no tener sistemas de APR. La realidad es que solo el 41% de las localidades semiconcentradas tienen agua potable, mientras que el resto de la población se abastece de pozos, ríos, esteros, lagos o camiones aljibes. Las fuentes de abastecimiento para las localidades semiconcentradas que no tienen APR es la misma que para las comunidades dispersas.



### ¿Cómo funcionan los APR?

El Programa de Agua Potable Rural tiene como fin “contribuir a mejorar las condiciones de salud y bienestar de la población rural”, con el propósito de que la “población residente en localidades rurales concentradas y semiconcentradas acceda a un sistema de agua potable rural que provee un servicio en cantidad [10], calidad [11] y continuidad en conformidad a la normativa vigente” (Figura 2).

Para lograr sus objetivos, el Programa proporciona un sistema de infraestructura de agua potable rural (APR) a localidades rurales concentradas [12] y semiconcentradas [13], que cumplen con los estándares técnicos de la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) del Ministerio de Obras Públicas (MOP) y los estándares de evaluación socioeconómica del Ministerio de Desarrollo Social (MDS).

La administración, operación y mantenimiento de la infraestructura se entrega a los comités y las cooperativas de APR preexistentes o constituidos para tal efecto, a través de una licencia por un periodo de tiempo indefinido. El programa también invierte en la mejora, expansión y conservación de la infraestructura de APR. Las inversiones en mejoramiento y expansión buscan incrementar la oferta máxima de abastecimiento de agua potable, mientras que las inversiones en conservación tienen como propósito aumentar la calidad del servicio (presión, calidad del agua y cantidad) y/o disminuir las pérdidas. Otro de los componentes del programa es entregar asesoría, capacitación y supervisión en aspectos técnicos, administrativos, financieros y organizativos a los comités y cooperativas.

10 La cantidad se define según el consumo máximo cubierto por el subsidio al pago de consumo de agua potable y servicio de alcantarillado. Este se calcula a través de la estimación de la demanda diaria con fines de consumo residencial, estimada por MDS en 100 a 150 litros por habitante al día. Esta cantidad coincide con el tope máximo de 15 m<sup>3</sup> al mes que el Estado subsidia a las familias consideradas vulnerables.

11 La calidad se define según la normativa vigente para agua potable: Norma Chilena NCh409.

12 Definida como aquella constituida por una población entre 100/150 y 3.000 habitantes y una concentración mínima de 15 viviendas por km de red de agua potable.

13 Definida como aquella constituida por un mínimo de 80 habitantes y con una densidad de a lo menos ocho viviendas por cada km de futura red.

## Diseño del Programa APR

Esta iniciativa involucra a distintos actores, como los Gobiernos Regionales (GORE), que participan a través de los respectivos Consejos Regionales (CORE), los cuales aprueban o rechazan las propuestas de priorización de la cartera de proyectos presentadas por el Programa.

Participan también las Empresas Concesionarias de Servicios Sanitarios que operan como Unidades Técnicas Regionales entregando asesoría y asistencia comunitaria, técnica, administrativa, contable y legal a los Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural existentes.

Adicionalmente, el Ministerio de Desarrollo Social (MDS) participa en la evaluación de los proyectos y en la aprobación de la inversión pública por medio del otorgamiento de la Recomendación Sin Condiciones (RS), lo que permite finalmente la ejecución del proyecto. Por último, participa el Ministerio de Hacienda en la provisión presupuestaria, y la Dirección General de Aguas (DGA) en lo relativo a derechos de aprovechamiento (DAA) que requieren el sistema de APR. Indirectamente, participa también la Subsecretaría de Desarrollo Regional (SUBDERE), en la distribución, asignación y provisiones para inversiones complementarias, como las de electrificación rural, saneamiento y otros (Donoso et al., 2015).

Finalmente, existen otros sistemas de APR, ejecutados con recursos distintos a los recursos sectoriales asignados al Programa APR (FNDR, privados, Programa de Infraestructura Rural para el Desarrollo Territorial –PIRDT–, Fondo Presidente de la República del Ministerio del Interior y otros). En este caso, el municipio busca financiamiento regional a través de la SUBDERE, que una vez aprobado el diseño busca financiamiento generalmente en los FNDR, pero sin pasar por el MDS, acortando el tiempo para la construcción del servicio de APR. Es importante señalar que estos APR no siempre cumplen con los estándares exigidos por la DOH. En los últimos años, estos sistemas han ido siendo incorporados paulatinamente al Programa, en la medida en que cumplen con estos estándares de calidad.

Solo el  
**41%**

**de las localidades  
semiconcentradas tienen  
agua potable**



**El abastecimiento de  
agua en las localidades  
concentradas está  
resuelto, teniendo un  
100% de cobertura.**

**En la actualidad, 10 regiones afectadas de nuestro país están siendo abastecidas por camiones aljibes. Entre las regiones más afectadas están Biobío, La Araucanía y Coquimbo, concentrando el 66% del gasto público.**

### **Camiones aljibes: de solución de emergencia a abastecimiento continuo y costoso**

En Chile, dos entidades suministran agua potable: empresas sanitarias y sistemas Agua Potable Rural, sin embargo, la disminución permanente del recurso hídrico en muchas regiones del país ha significado que se deban implementar medidas complementarias para mantener un suministro de agua para consumo humano para las familias que habitan en aquellas zonas con déficit.

La constante necesidad de camiones en las temporadas de verano e invierno y la amplitud de comunas con el requerimiento dan cuenta de un problema más estructural, donde la escasez no solo se define por la falta de precipitaciones, sino también por la ausencia de redes de agua potable, entre otros.

Cuando una comuna tiene necesidad de agua potable, debe recurrir a fuentes externas, como son el abastecimiento a través de camiones aljibes. Esta solicitud se realiza vía decreto de emergencia directamente al Ministerio del Interior, donde se aprueba/rechaza dicho requerimiento. Con esta autorización, el Ministerio del Interior, a través de la SUBDERE, le entrega los recursos a la Gobernación, la cual contrata una empresa proveedora de agua potable a través de camiones aljibes y es la municipalidad la que se encarga de la administración de este recurso entre los vecinos. La frecuencia de distribución puede ser desde diaria hasta siete a 15 días, según los sistemas de acumulación y las distancias de las diferentes localidades de la región.

En la actualidad, 10 regiones afectadas de nuestro país están siendo abastecidas por camiones aljibes. Entre las regiones más afectadas están Biobío, La Araucanía y Coquimbo, concentrando el 66% del gasto público.

En los últimos cinco años el gasto en camiones aljibes supera los 150.000.000.000 pesos.

Equivalencia: construir nueve hospitales de baja complejidad, o cuatro de mediana, o dos de alta complejidad que supera los 25.000 m<sup>2</sup>.

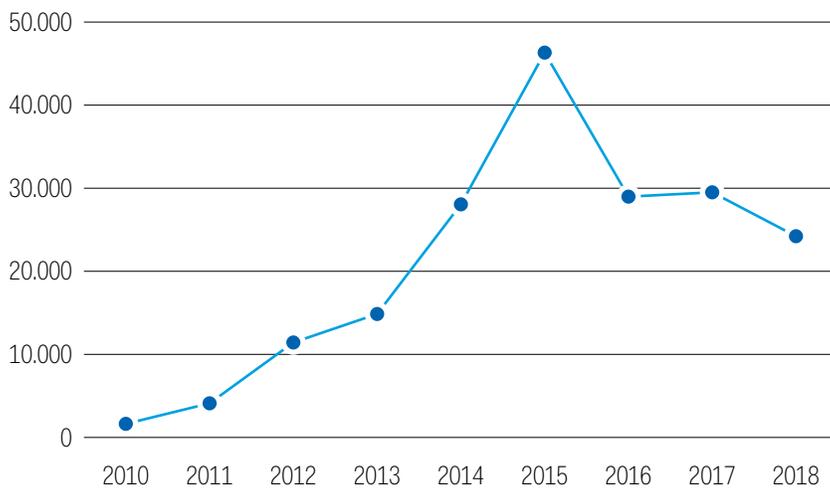
En 2018 se implementó una nueva normativa de agua potable para camiones aljibes, el Decreto Supremo 41. Este surge por la necesidad de regular las condiciones en que se efectúa la distribución de agua potable mediante el uso de estos camiones, a fin de garantizar el suministro de un producto inocuo que asegure la salud de la población.

Esta nueva legislación contempla la regulación de la capacitación de operarios, calidad del agua transportada, fiscalización de la ruta de distribución. Al mismo tiempo, se verificará la calidad del agua desde el origen hasta el consumo, para asegurar que esta sea potable e inocua. Entre los aspectos más específicos que deberá fiscalizar la autoridad sanitaria destacan la calidad del agua transportada, el estado del estanque, que se cuente con un analizador de cloro, el registro de ruta, el certificado de capacitación del operador del sistema, controles de calidad bacteriológica y fisicoquímica y cantidad de agua entregada a los usuarios.

Esta nueva legislación contempla la regulación de la capacitación de operarios, calidad del agua transportada, fiscalización de la ruta de distribución. Al mismo tiempo, se verificará la calidad del agua desde el origen hasta el consumo, para asegurar que esta sea potable e inocua. Entre los aspectos más específicos que deberá fiscalizar la autoridad sanitaria destacan la calidad del agua transportada, el estado del estanque, que se cuente con un analizador de cloro, el registro de ruta, el certificado de capacitación del operador del sistema, controles de calidad bacteriológica y fisicoquímica y cantidad de agua entregada a los usuarios.

### **Gasto en camiones aljibe**

(Millones de \$)



Fuente: Ministerio del Interior



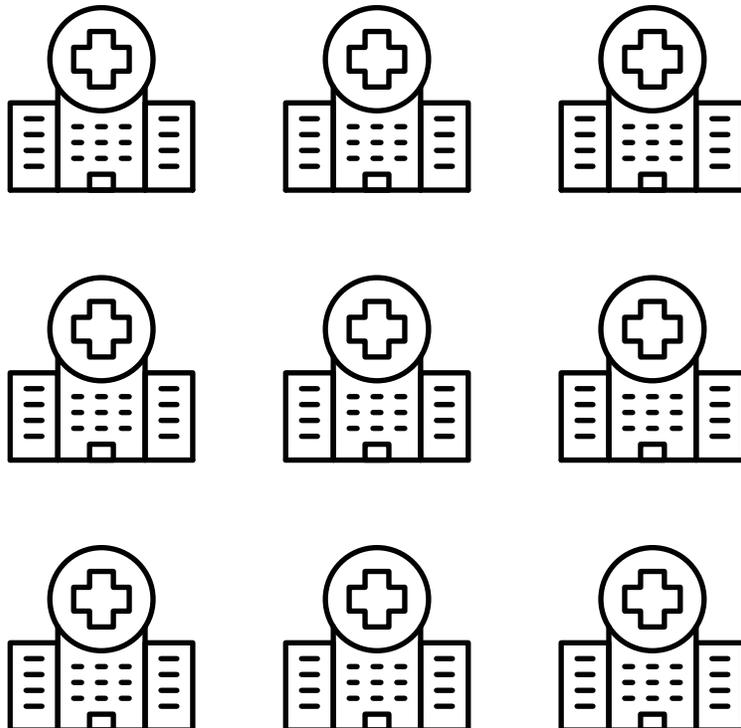
**\$150.000.000.000**

(Gasto en camiones aljibes en los últimos cinco años)



**9 hospitales**

de baja complejidad



**Desde sus inicios hasta 2018, el Programa de Agua Potable Rural ha brindado infraestructura de APR a 1.875 poblados concentrados y semiconcentrados.**

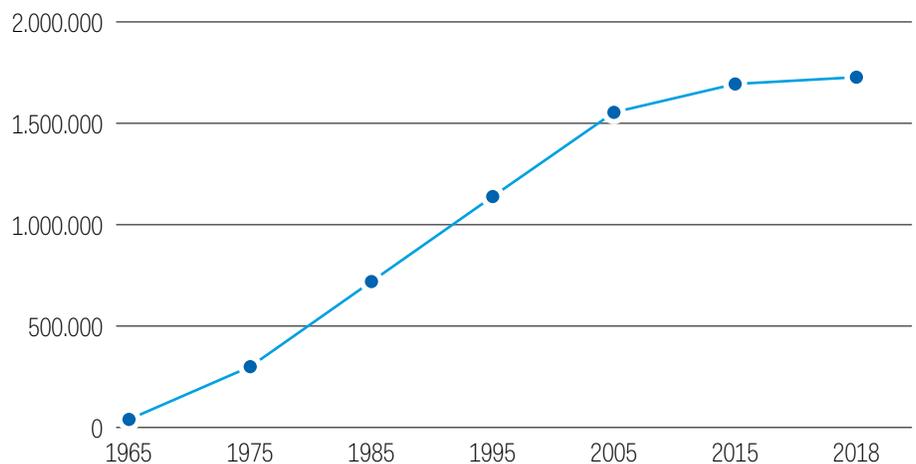
## Diagnóstico del acceso al agua potable en el sector rural

### Cobertura formal a través de APRs

Desde sus inicios hasta 2018, el Programa de Agua Potable Rural ha brindado infraestructura de APR a 1.875 poblados concentrados y semiconcentrados, atendiendo a 1.787.916 beneficiarios y aumentando la cobertura de agua rural desde 6% en 1960 a 52,3% en el año 2018.



### Evolución de población rural atendida por el programa APR



Fuente: Base datos del Programa APR hasta agosto 2018.

El número de APR y su disposición geográfica se encuentra en la siguiente tabla, que considera el total de APRs a nivel nacional [14]

### Cobertura agua potable población rural

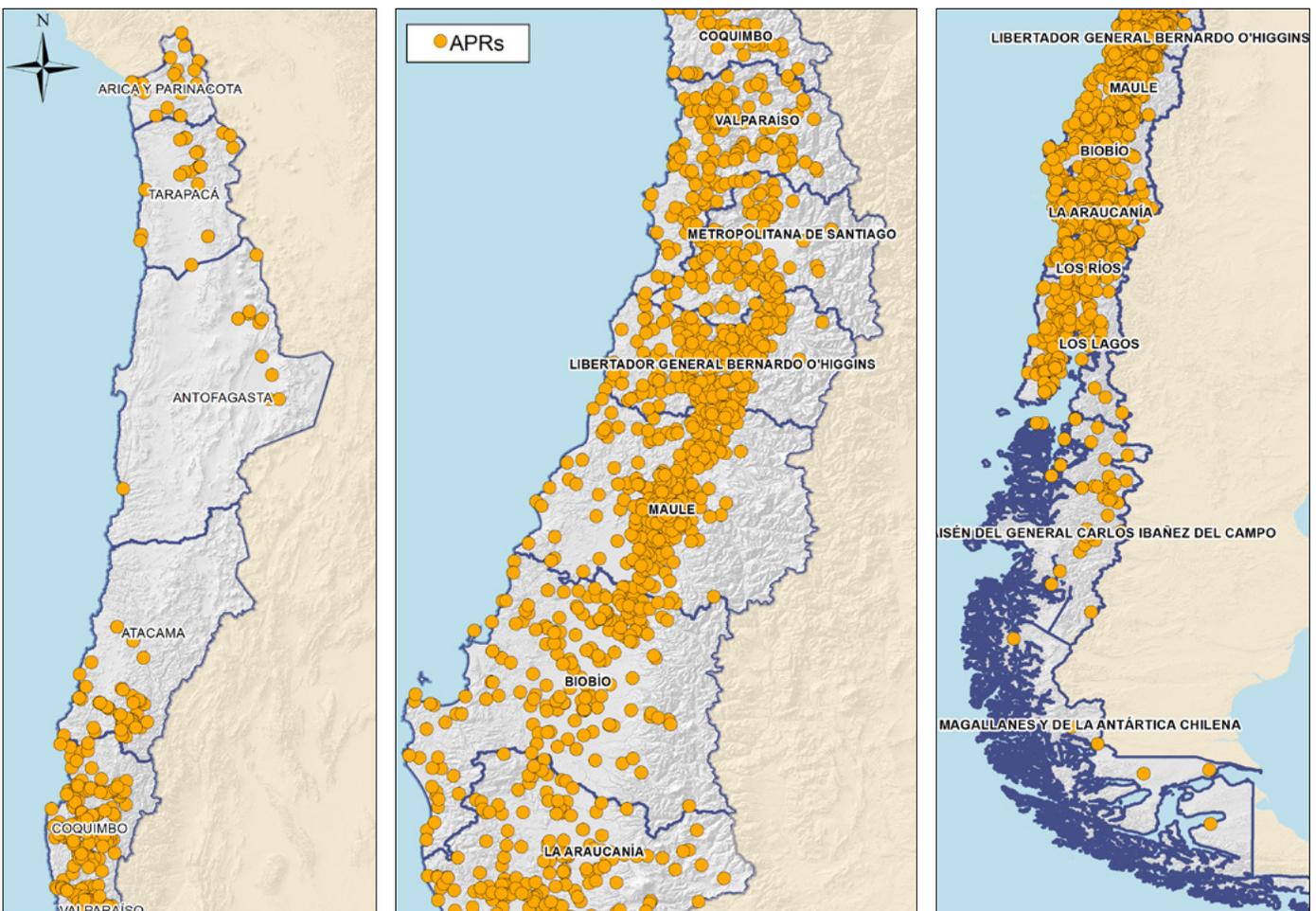
Región	APR (N°)	Edad promedio APR (años)	Población rural con agua potable (N°)	Densidad poblacional (hab/km <sup>2</sup> )	Cobertura agua potable población rural (%)
Arica-Parinacota	27	18,1	16.348	14,17	42,0
Tarapacá	22	15,2	15.176	7,94	50,3
Antofagasta	15	16,3	12.592	4,94	57,1
Atacama	40	20,7	17.140	4,16	53,9
Coquimbo	192	26,0	158.192	19	65,7
Valparaíso	165	27,0	212.984	111,35	65,6
Metropolitana	109	26,5	185.904	474,9	58,8
O'Higgins	220	28,2	277.156	56,07	86,2
Maule	288	25,1	280.192	34,4	67,3
Ñuble	127	21,2	68.505	33,5	46,6
Biobío	88	22,2	57.620	64,38	32,4
La Araucanía	226	19,0	161.616	31,08	28,8
Los Ríos	117	13,8	84.252	17,31	38,1
Los Lagos	186	13,8	127.812	21,94	36,2
Aysen	42	20,7	24.140	0,99	51,7
Magallanes	11	16,4	3.292	1,24	41,6
<b>Total</b>	<b>1.875</b>	<b>20,6</b>	<b>1.787.916</b>		<b>52,8</b>

Fuente: INE, 2017; Base datos Programa APR.

14 Esta información fue construida según la base de datos proporcionada por el Programa de Agua Potable Rural de la Dirección de Obras Hidráulicas.

A continuación se presenta esta información espacialmente distribuida. Las regiones de Antofagasta y de Magallanes son las que poseen menor cantidad de APRs y estos se encuentran distribuidos, principalmente, hacia zonas montañosas.

### Distribución geográfica de APRs



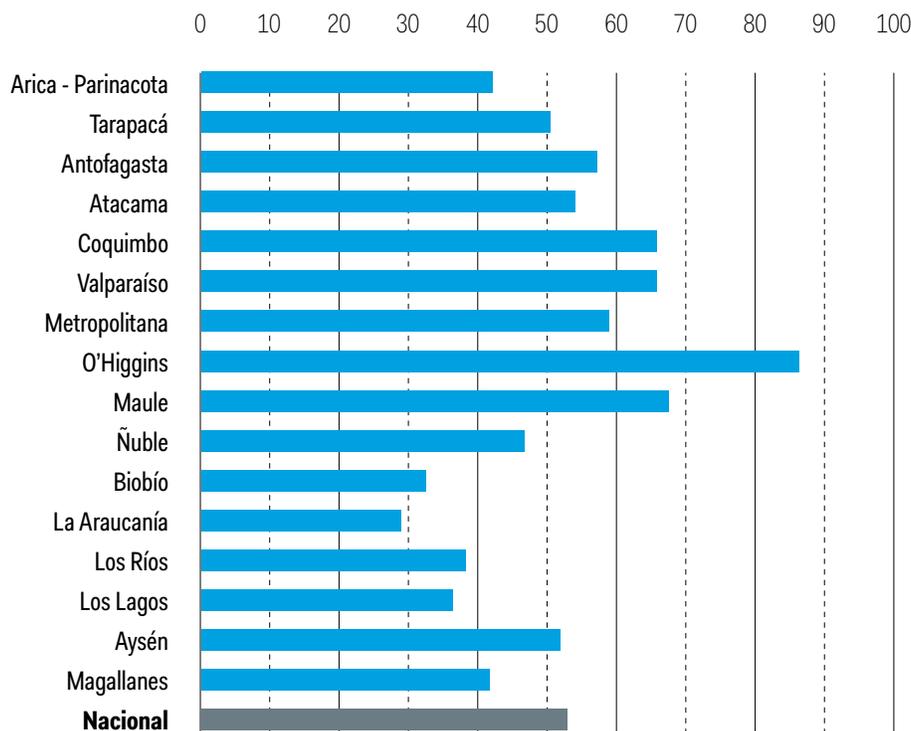
Fuente: Elaboración propia

**El porcentaje de cobertura de abastecimiento de agua potable en zonas rurales es heterogéneo en todo el territorio nacional, variando desde un mínimo de 28,8% en la Región de La Araucanía a un máximo de 86,2% en la Región de O'Higgins.**

El porcentaje de cobertura de abastecimiento de agua potable en zonas rurales es heterogéneo en todo el territorio nacional, variando desde un mínimo de 28,8% en la Región de La Araucanía a un máximo de 86,2% en la Región de O'Higgins. La macroregión central[15] presenta la cobertura promedio más alta, con 69,5%, seguida por la macroregión norte[16], con 53,8%. La macroregión sur[17] presenta la menor cobertura promedio, alcanzando un 39,4%.

Cabe destacar que las regiones con las menores coberturas, como La Araucanía, presentan, además, menores densidades poblacionales. Esto implica que aumentar las coberturas en estas regiones requerirá de soluciones innovadoras, ya que los sistemas tradicionales no son viables por costo.

### Cobertura de agua potable rural 2017



15 Comprende las regiones de Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins y Maule

16 Incluye las regiones de Arica-Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama y Coquimbo

17 Considera las regiones de Biobío, La Araucanía, Los Lagos, Los Ríos, Aysén y Magallanes.



Valor litro de agua  
abastecimiento informal

**Los más pobres  
pagan más caro  
el litro de agua  
que aquellos que  
cuentan con un  
suministro potable  
por redes formales  
en sus hogares.**

Valor litro de agua  
de tubería suministrada  
por empresa sanitaria



**\$0,36**

Valor del litro de agua de tubería  
suministrada por empresa sanitaria



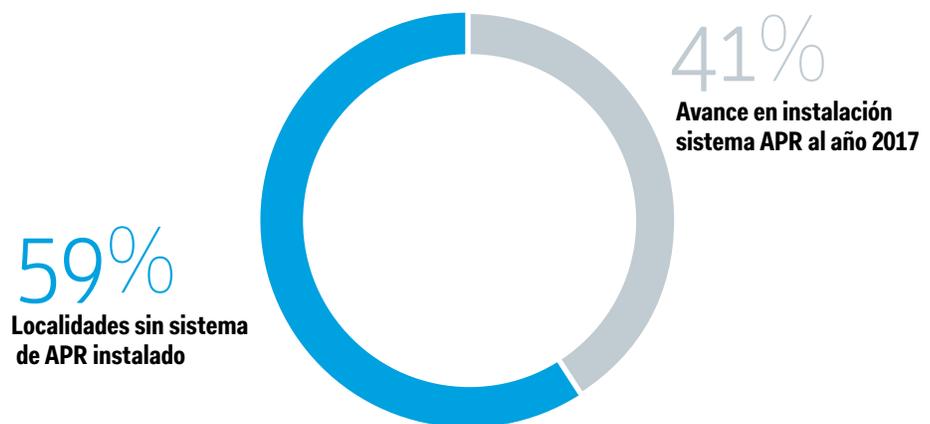
**\$150**

Valor del litro de agua  
de abastecimiento informal

## El desafío del abastecimiento en localidades semiconcentradas y dispersas

Como la población rural “concentrada” alcanzó cobertura universal (Donoso et al., 2015), a partir del 2010 se agrega también la población “semiconcentrada” al Programa de APR del MOP. En la actualidad, las localidades semiconcentradas (SC) cuentan con un 41% de cobertura. El Programa de Agua Potable Rural tiene un plan de inversión para los próximos 10 años con el cual se estima alcanzar una cobertura universal en las localidades semiconcentradas (APR, 2018). Por lo anterior, el desafío que se enfrenta es incrementar la cobertura en localidades rurales dispersas.

### Cobertura de agua potable en localidades rurales semiconcentradas



Fuente: APR. 2018

**En la actualidad,  
las localidades  
semiconcentradas cuentan  
con un  
41%  
de cobertura**

Es importante señalar que existen dificultades para aumentar las localidades semiconcentradas en un periodo más breve. Estas se deben principalmente a los requisitos metodológicos que impone el Ministerio de Desarrollo Social (MDS) para la obtención de la rentabilidad social (RS) de cada proyecto, dado que una localidad semiconcentrada presenta una mayor dispersión, aumentando el costo de la solución técnica, lo que supera el máximo establecido. Por lo anterior, el Programa debe realizar ajustes al proyecto en su diseño para alcanzar la rentabilidad social, lo que implica retrasos en su ejecución.

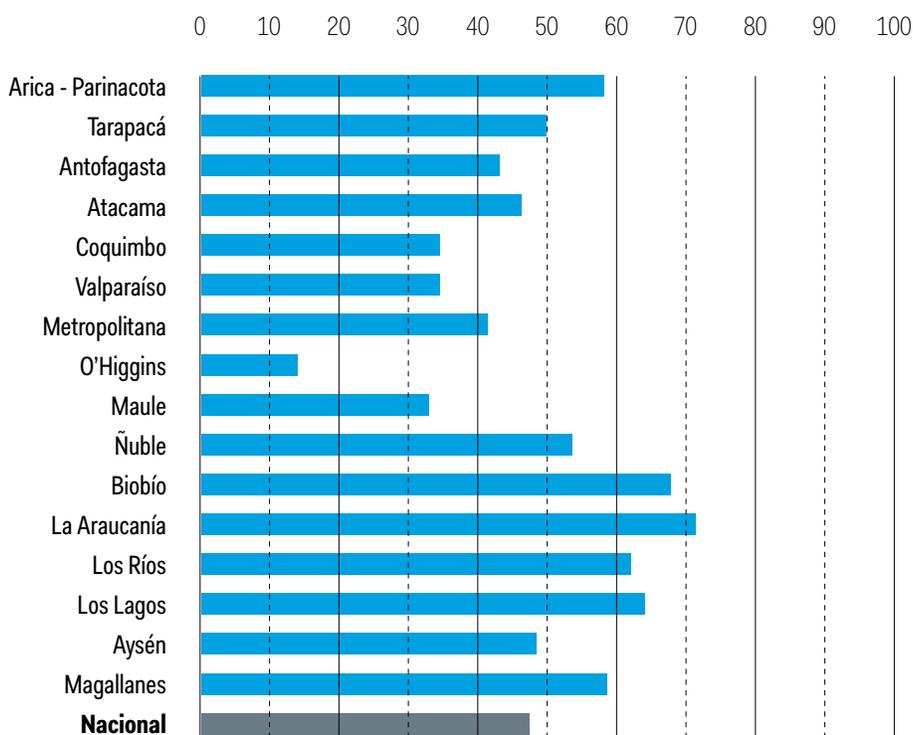
En síntesis, desde sus inicios al presente, el Programa ha sido exitoso en proveer de infraestructura de agua potable rural (APR) a localidades rurales concentradas y semiconcentradas, logrando aumentar la cobertura de la población rural con agua potable rural desde un 6% el año 1960 a un 53% el año 2018, con un impacto positivo en el ámbito de la salud pública y la superación de la pobreza.

Habiéndose alcanzado plena cobertura de agua potable para la población rural concentrada, y presentando importantes avances para la población semiconcentrada, se evalúa positivamente la ampliación de la población objetivo del programa a la población rural dispersa. Sin embargo, esto presenta nuevos desafíos, dado que mientras más dispersa sea la población que se atiende, mayores serán los costos de estas soluciones, lo que demandará propuestas innovadoras que vayan más allá de las soluciones aplicadas tradicionalmente (APR) para las poblaciones concentradas o semiconcentradas.

## Población rural con abastecimiento informal

El 47,2% de la población rural no cuenta con un abastecimiento formal de agua potable; esta se encuentra en localidades semiconcentradas y localidades dispersas. En el siguiente gráfico se presenta el porcentaje de la población rural sin abastecimiento formal de agua potable regionalmente. En cuanto a las regiones que poseen una mayor proporción de población con fuentes informales, se encuentran La Araucanía (71%), Biobío (68%), Los Lagos (64%) y Los Ríos (62%)[18].

### Población rural con abastecimiento informal por región (%)



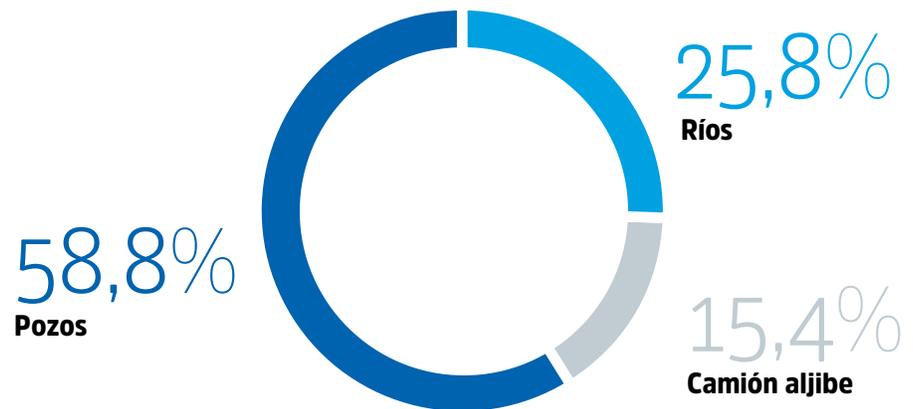
Fuente: Censo 2017.

La población rural sin abastecimiento formal tiene acceso a agua a través de las siguientes fuentes informales: agua superficial (río, vertiente, estero o lago), subterránea (pozos) y camiones aljibes, en aquellos casos en los cuales no hay fuentes superficiales o subterráneas disponibles. La fuente informal más importante a nivel nacional es agua subterránea (58,8%), seguida de fuentes superficiales (25,8%) y, por último, camiones aljibes (15,4%).

**Mientras más dispersa sea la población que se atienda, mayores serán los costos de estas soluciones, lo que demandará propuestas innovadoras.**

18 La Región de Ñuble también posee un alto porcentaje de población en área rural, sin embargo, por temas de estadísticas y considerando que la división ocurrió el año 2018, se considera dentro de la Región del Biobío.

### Fuentes informales de abastecimiento de agua



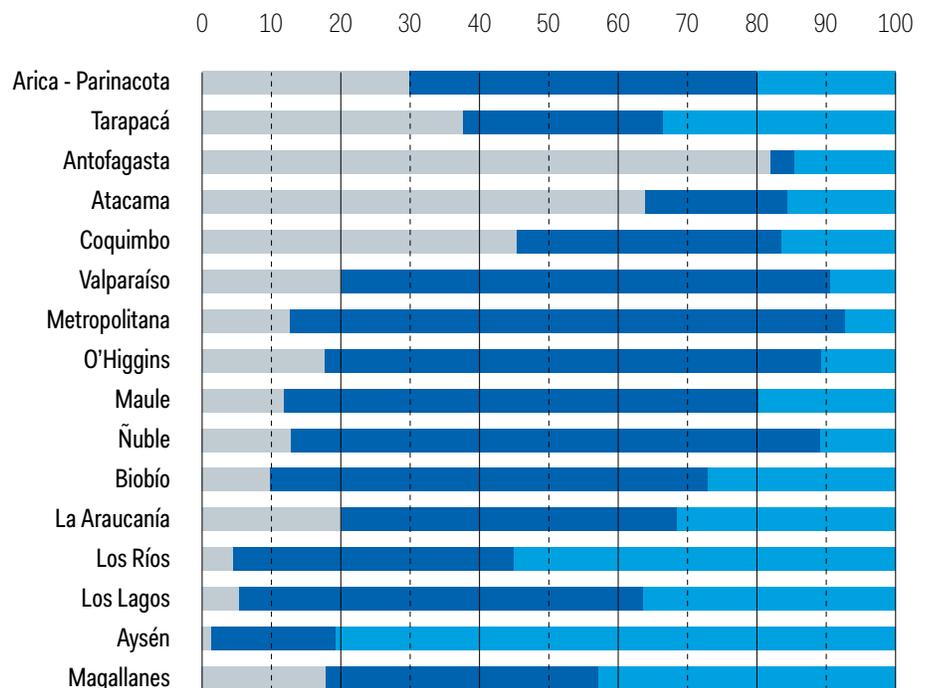
Fuente: INE, 2017.

La participación de cada fuente varía regionalmente. Los camiones aljibes son la fuente informal más frecuente en la macrorregión norte, lo cual se explica por la escasez de agua en esta macrozona.

Los camiones aljibes son la fuente informal más frecuente en la macrorregión norte, lo cual se explica por la escasez de agua en esta macrozona.

### Participación fuentes de agua para población con abastecimiento informal (%)

■ Camión aljibe ■ Pozo o noria ■ Río, vertiente o estero



Fuente: INE, 2017.

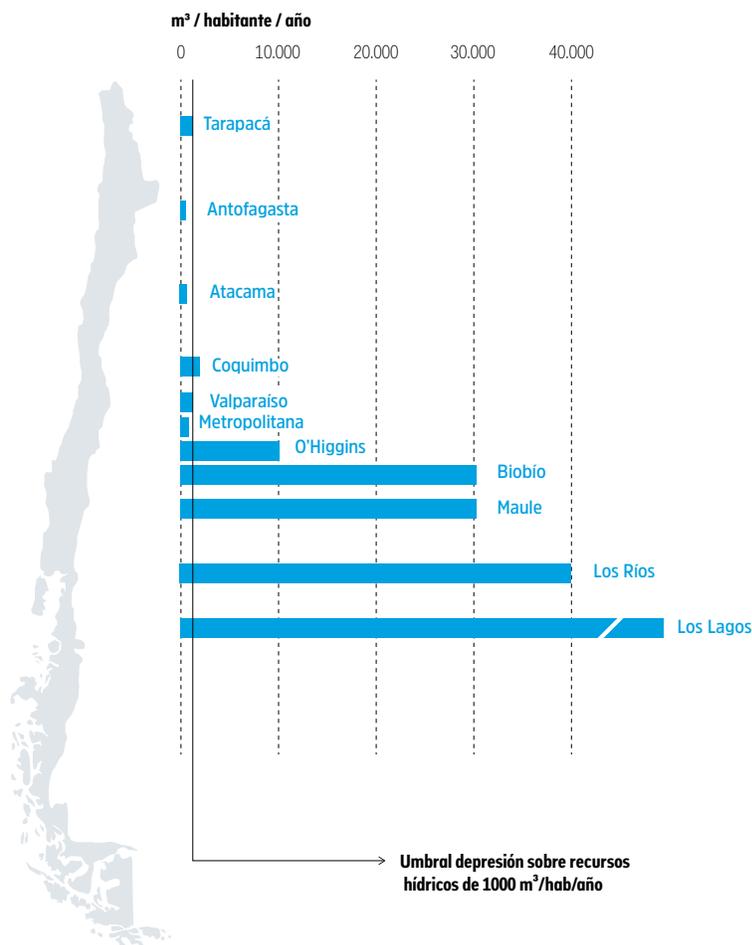
En la macrorregión central predominan los pozos, mientras que en la macrorregión sur, al disponer de mayor escorrentía, la fuente informal más frecuente son las aguas superficiales.

En la macrorregión central predominan los pozos, mientras que en la macrorregión sur, al disponer de mayor escorrentía, la fuente informal más frecuente son las aguas superficiales.

## El impacto del estrés hídrico

El Indicador de Falkenmark establece que una disponibilidad hídrica per cápita por debajo de los 1.700 m<sup>3</sup>/hab/año se considera como situación de estrés hídrico (Falkenmark, 1989), donde puede faltar el abastecimiento de agua para las diversas actividades con frecuencia, sobre todo en zonas con altas probabilidades de sufrir sequías, como es el caso de la zona norte de Chile. Más aún, cuando este indicador de disponibilidad está por debajo de 1.000 m<sup>3</sup>/hab/año, las consecuencias pueden ser más severas y comprometer la disponibilidad de agua para consumo humano, producción de alimentos, el desarrollo económico del país y la protección de sus ecosistemas. En estas circunstancias, con frecuencia se carece temporalmente de agua en determinados lugares y es preciso tomar decisiones que involucran prioridades de uso entre las actividades agrícolas, mineras, industriales o el abastecimiento a la población urbana y rural, a través de intervenciones de la autoridad. Al respecto, cabe destacar que gran parte de Chile se encuentra por debajo de los 1.000 m<sup>3</sup>/hab/año, incluyendo la zona del Norte Grande (entre los paralelos 18° y 25° S) y también las regiones de Valparaíso y Metropolitana.

### Disponibilidad hídrica per cápita



Gran parte de Chile se encuentra por debajo de

1.000  
m<sup>3</sup>/hab/año

## En la mayoría de las regiones del centro y norte del país se presenta un uso no sustentable de las aguas subterráneas

En cuanto a la disponibilidad de agua subterránea, se estima que Chile posee un importante volumen de recursos subterráneos y que la recarga media estimada alcanza aproximadamente 55 m<sup>3</sup>/s desde la Región Metropolitana al norte (Ayala, 2010). Salazar (2003) estimó que la utilización efectiva de las aguas subterráneas alcanza, en promedio, 88 m<sup>3</sup>/s. Por lo anterior, en la mayoría de las regiones del centro y norte del país se presenta un uso no sustentable de las aguas subterráneas (Peña et al., 2011). El Instituto de Ingenieros de Chile (Peña et al., 2011) señala que esta situación se manifiesta principalmente en una profundización creciente de los niveles freáticos, en desecamiento de humedales y en la reducción del caudal de vertientes. Lo anterior aumenta la vulnerabilidad de las APR y localidades dispersas dependientes de aguas subterráneas.

A través del balance hídrico se identifica que, a lo largo del país, existen zonas en las cuales las disponibilidades hídricas son abundantes, por lo que se podría aseverar que, en promedio, el país cuenta con mayores disponibilidades de recursos hídricos que los utilizados. No obstante, al revisar la situación regional, la imagen cambia, ya que de la Región Metropolitana hacia el norte hay una presión importante sobre los recursos hídricos, en donde las demandas de agua superan el caudal disponible, generando una situación de sequía hidrológica permanente (DGA, 2016). Esto último se explica principalmente por el uso de los caudales de retorno y, en algunos casos, por la sobreexplotación de los acuíferos. No obstante, la relación extracción/disponibilidad de agua se presenta favorable entre las regiones del Libertador Bernardo O'Higgins y La Araucanía, y de la Región de Los Lagos al sur la disponibilidad de agua supera ampliamente el uso.

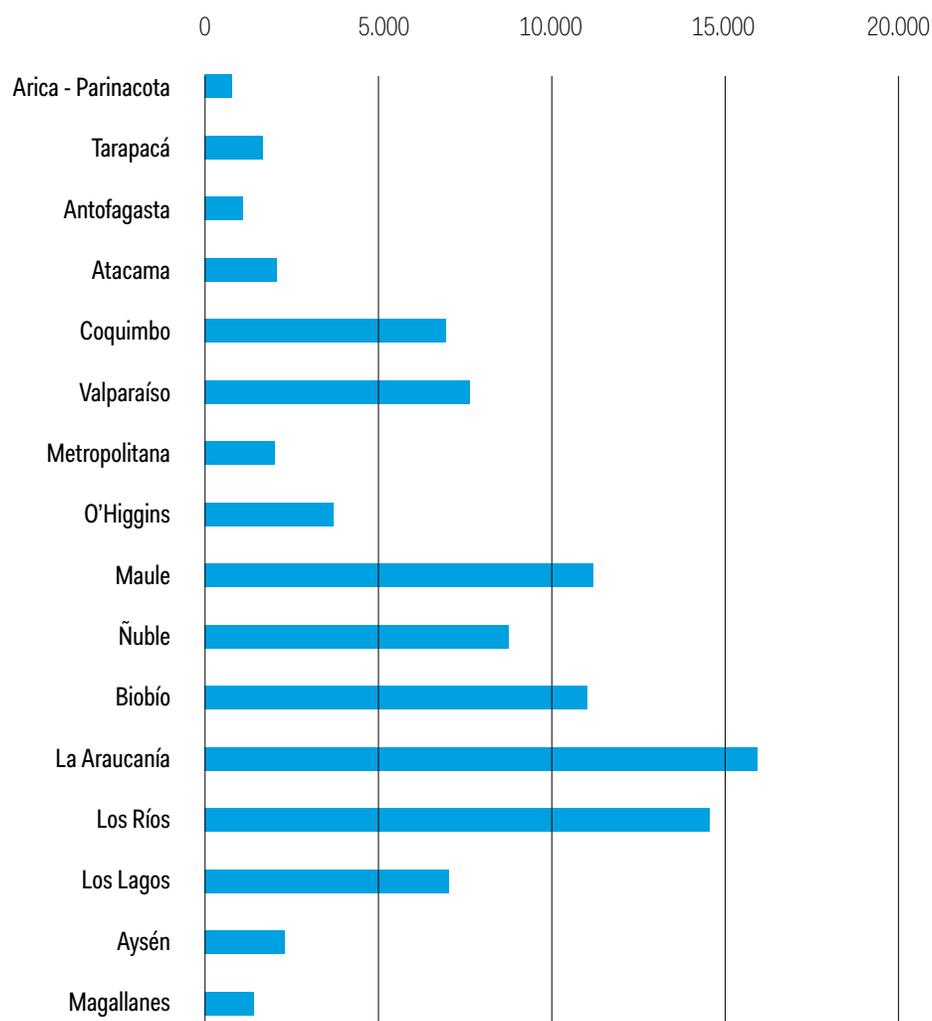


## La situación de las localidades dispersas

Las localidades dispersas rurales son aquellas con una baja densidad poblacional y en donde una vivienda se encuentra muy distante de la otra. En base a nuestro análisis<sup>[19]</sup>, una localidad dispersa tiene una densidad poblacional aproximada de 1,9 habitantes por vivienda y menos de 80 habitantes en toda la localidad.

Al revisar dichas localidades dispersas podemos ver que se concentran principalmente en la macrozona sur, con casi el 70% de las localidades en las regiones de La Araucanía, Los Lagos, Biobío, Maule y Ñuble. Estas cinco regiones concentran más de 60.000 viviendas dispersas carentes de agua.

### Localidades dispersas carentes de agua potable



Fuente: Elaboración propia.

19 Análisis para determinar localidades dispersas en Anexos.

Para determinar la ubicación de dichas localidades dispersas de forma geográfica se desarrollaron dos mapas por cada región según el tipo de abastecimiento de agua que ellas tienen. Es decir, las localidades tienen distintos tipos de abastecimientos de agua (superficiales, subterráneas o camiones aljibes).

Para esto, se distinguen dos proporciones importantes:

#### **a. Porcentaje de abastecimiento informal:**

Este indicador representa todas las viviendas carentes de agua potable o que dependen de un abastecimiento de agua que no está unido a la red pública, como lo son aquellos que dependen de pozo, camión aljibe, río y vertiente, entre otros, con respecto al total de población que incluye aquellos conectados a la red pública.

$$\% \text{ Abastecimiento informal} = \frac{\text{Pob. Pozo} + \text{Pob. Aljibe} + \text{Pob. Río}}{\text{Pob. total localidad}}$$

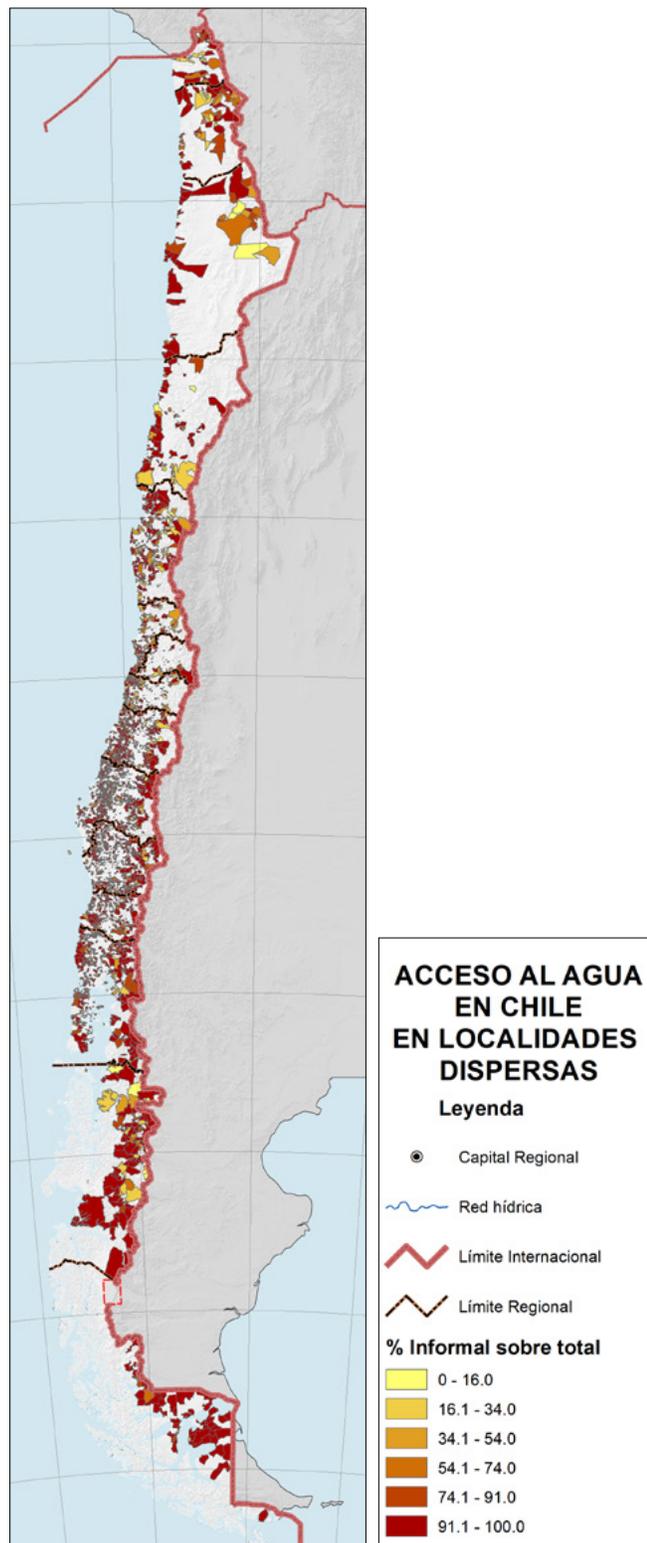
#### **b. Porcentaje de abastecimiento fuera de la vivienda:**

Dentro de la población que no está conectada a la red pública se tiene el abastecimiento que depende de una fuente que se encuentre fuera de la vivienda, es decir, dependencia a fuentes externas como camión aljibe, río, vertiente, etc.

$$\% \text{ Abastecimiento fuera vivienda dentro rango informal} = \frac{\text{Pob. Aljibe} + \text{Pob. Río}}{\text{Pob. Pozo} + \text{Pob. Aljibe} + \text{Pob. Río}}$$

Donde pob.pozo corresponde a la población dependiente de pozo, pob.aljibe aquellos dependientes de camión aljibe y pob.río aquellos dependientes de río, vertiente, etc. Esta distinción se hace debido a que el abastecimiento por pozo puede estar asociado a una red individual en la vivienda, a una regulación y/o intervención por parte del MOP, tanto en la implementación e inversión en infraestructura, como puede poseer una administración. Por el contrario, no existe regulación específica sobre el abastecimiento de la población cuando esta proviene de una fuente natural como un río, un lago, una vertiente, etc. Por lo anterior, a través de estos mapas es posible identificar con precisión geográfica las ubicaciones de las localidades sin acceso al agua potable y, además, priorizar las zonas de intervención.

**Localidades rurales dispersas con acceso informal a agua potable**



Fuente: Elaboración propia con datos INE, 2017

**Localidades rurales dispersas con abastecimiento fuera de vivienda**



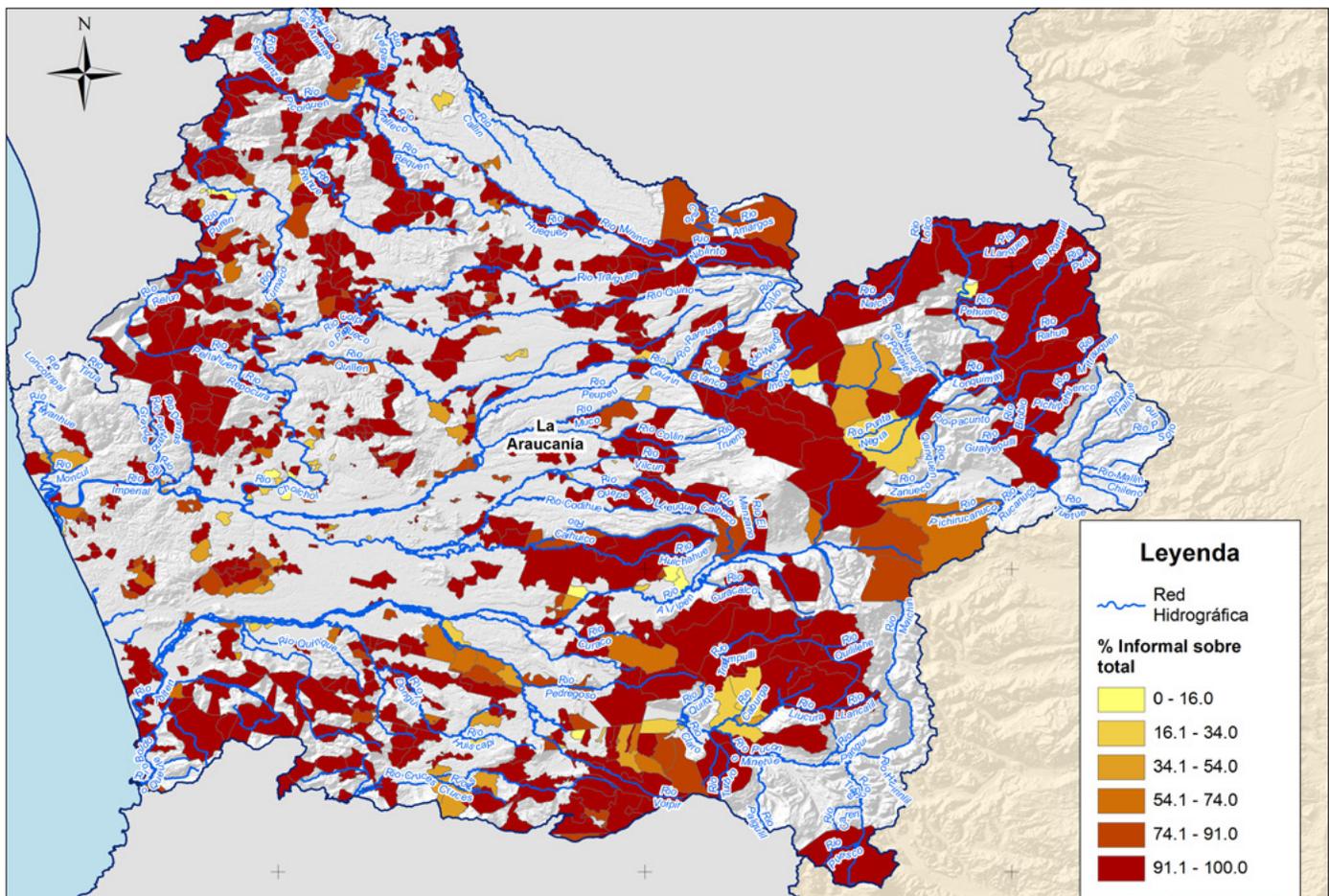
Fuente: Elaboración propia con datos INE, 2017

A continuación se realizará un análisis enfocado principalmente en las cuatro regiones con menor cobertura formal de agua potable: La Araucanía, Los Lagos, Maule y Biobío (los mapas de todas las regiones se presentan en el Anexo 1).

### Población Rural de La Araucanía con abastecimiento informal

Se observa que las localidades dispersas con un nivel de desabastecimiento en general presentan niveles muy altos. Es decir, en las localidades dispersas, la mayoría de la población carece de acceso a redes públicas de agua potable. Además, estas se concentran en las comunas de Villarrica, Pucón, Cunco, Pitrufquén, Loncoche y Lonquimay.

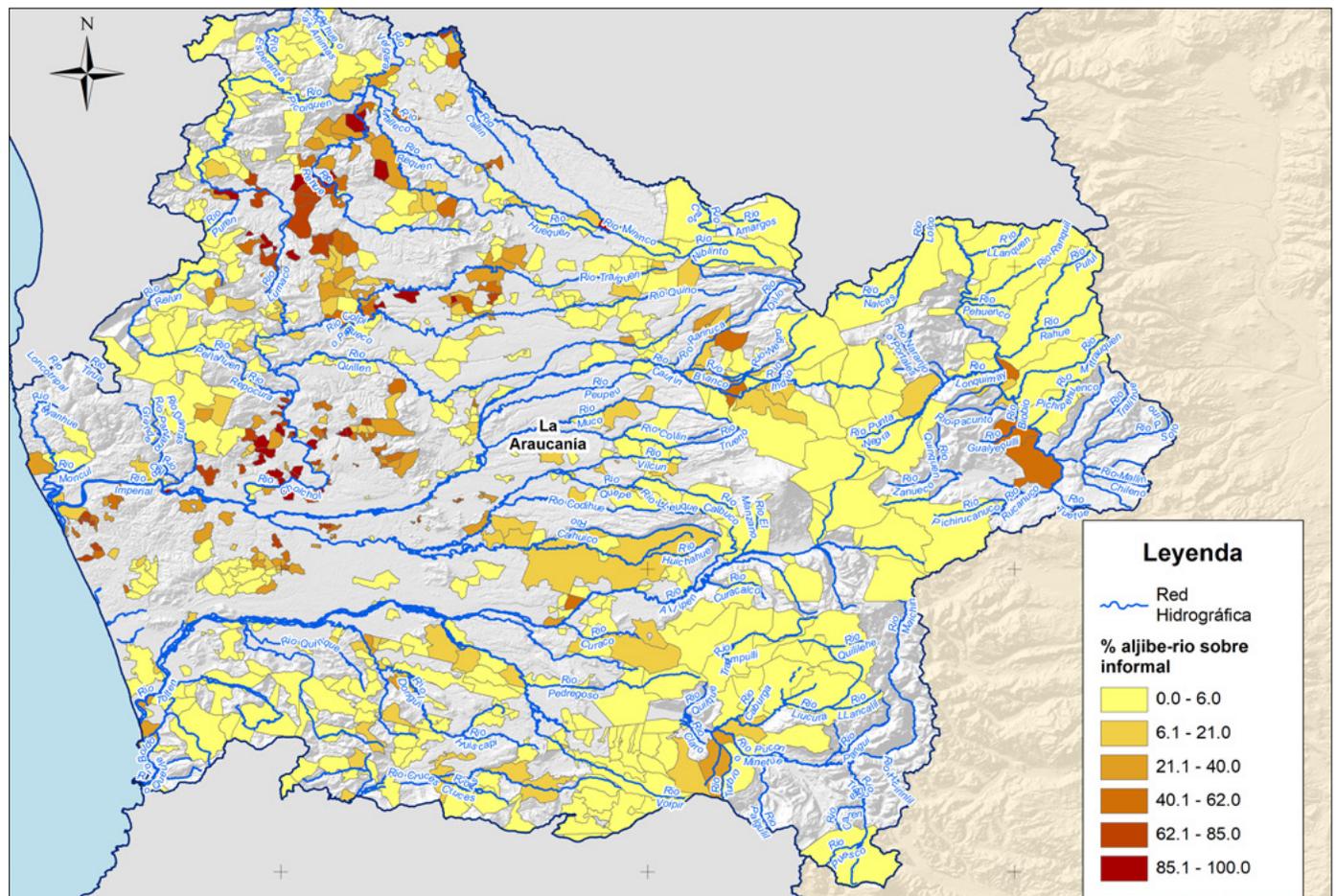
### Porcentaje de abastecimiento informal de localidades dispersas para la Región de La Araucanía en el periodo 2014-2018



Fuente: Elaboración propia

En el mapa se presenta el acceso a las fuentes más informales para la Región de la Araucanía, que requieren de un esfuerzo de los habitantes de las viviendas para buscar agua, como en el caso de acceso a ríos, esteros, lagos y vertientes, así como los que dependen de una fuente externa como los camiones aljibes.

### Porcentaje de abastecimiento fuera de la vivienda de la población con fuentes informales para la Región de La Araucanía en el periodo 2014-2018

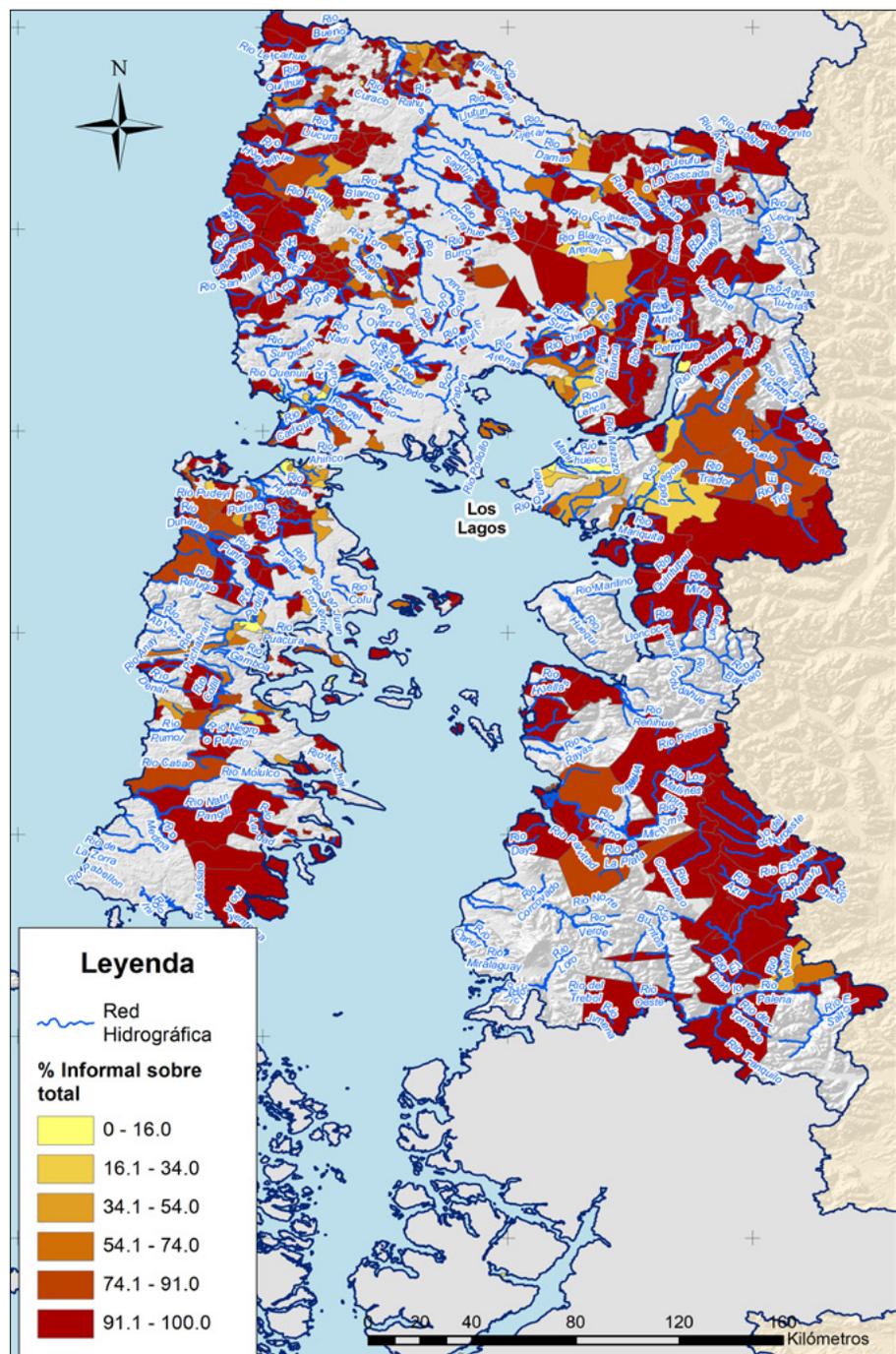


Fuente: Elaboración propia

## Población rural de Los Lagos con abastecimiento informal

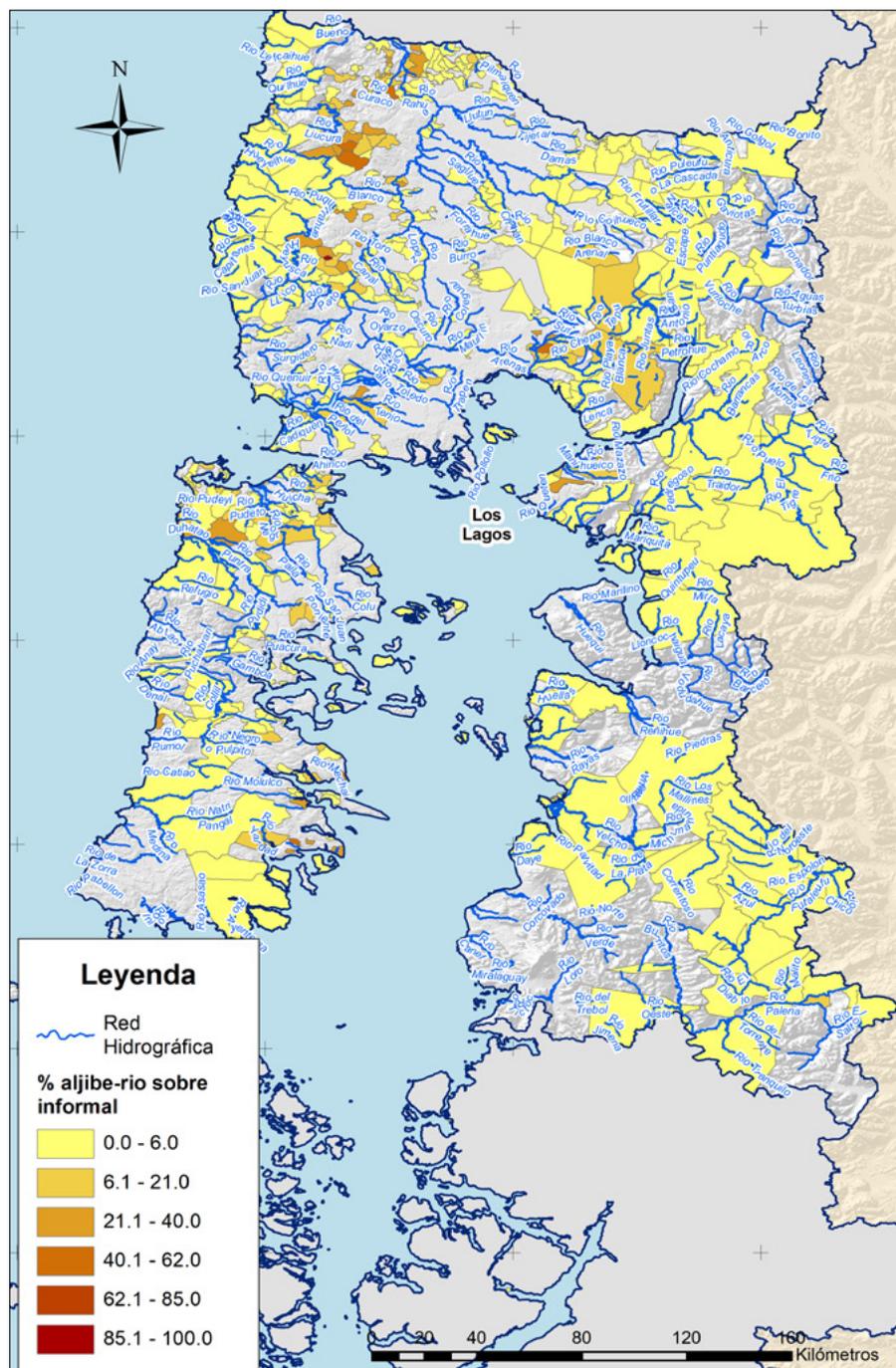
Las localidades sin acceso formal a agua potable se concentran en las comunas de Ancud, San Juan de la Costa, Puerto Varas, Puerto Montt, Chonchi y Cochamó. En total, la Región de Los Lagos tiene más de 14.000 viviendas dispersas.

### Porcentaje de abastecimiento informal de localidades dispersas para la Región de Los Lagos en el periodo 2014-2018



Fuente: Elaboración propia

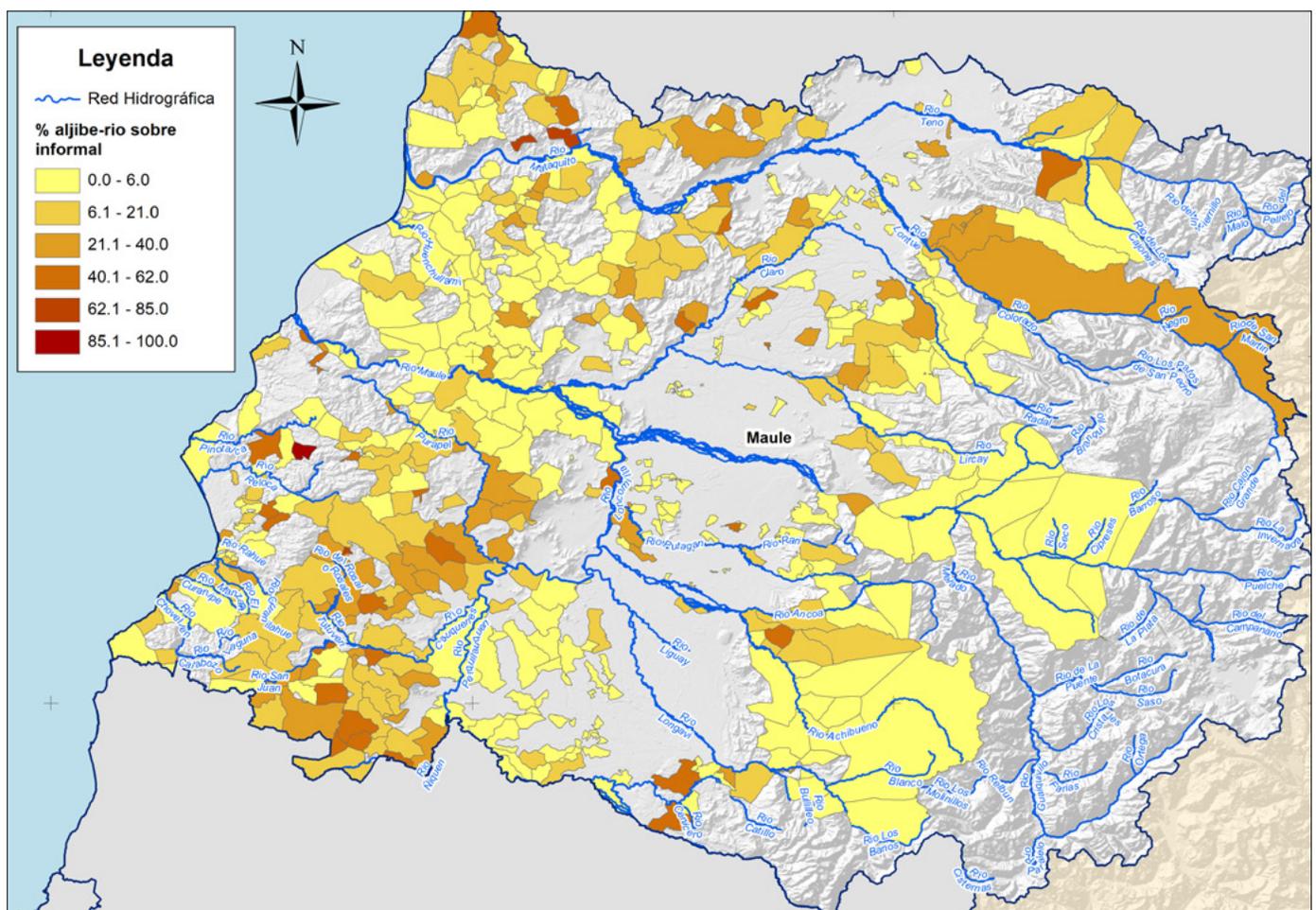
### Porcentaje de abastecimiento fuera de la vivienda de la población con fuentes informales para la Región de Los Lagos en el periodo 2014-2018



Fuente: Elaboración propia



### Porcentaje de abastecimiento fuera de la vivienda de la población con fuentes informales para la Región del Maule en el periodo 2014-2018

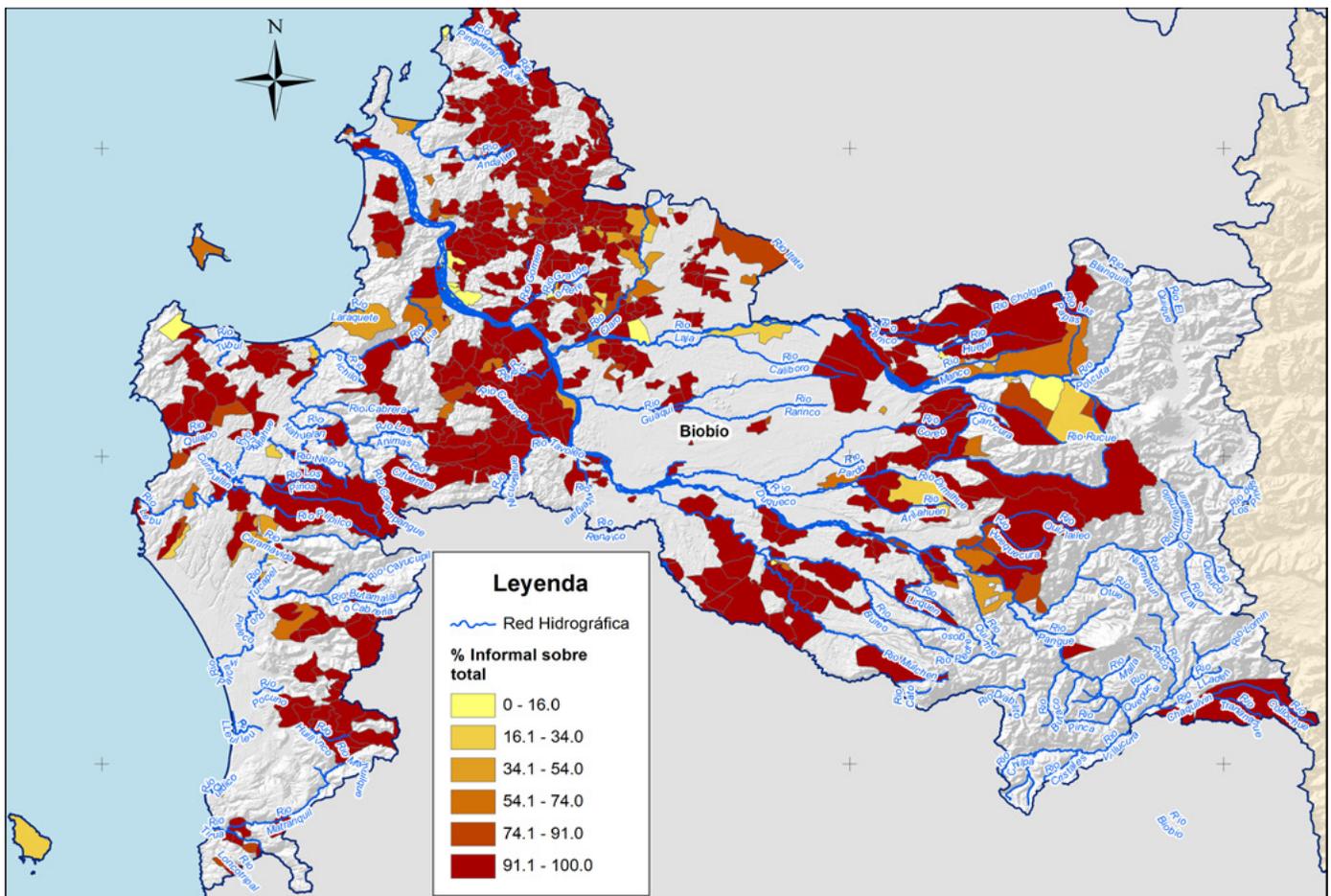


Fuente: Elaboración propia

## Población rural del Biobío con abastecimiento informal

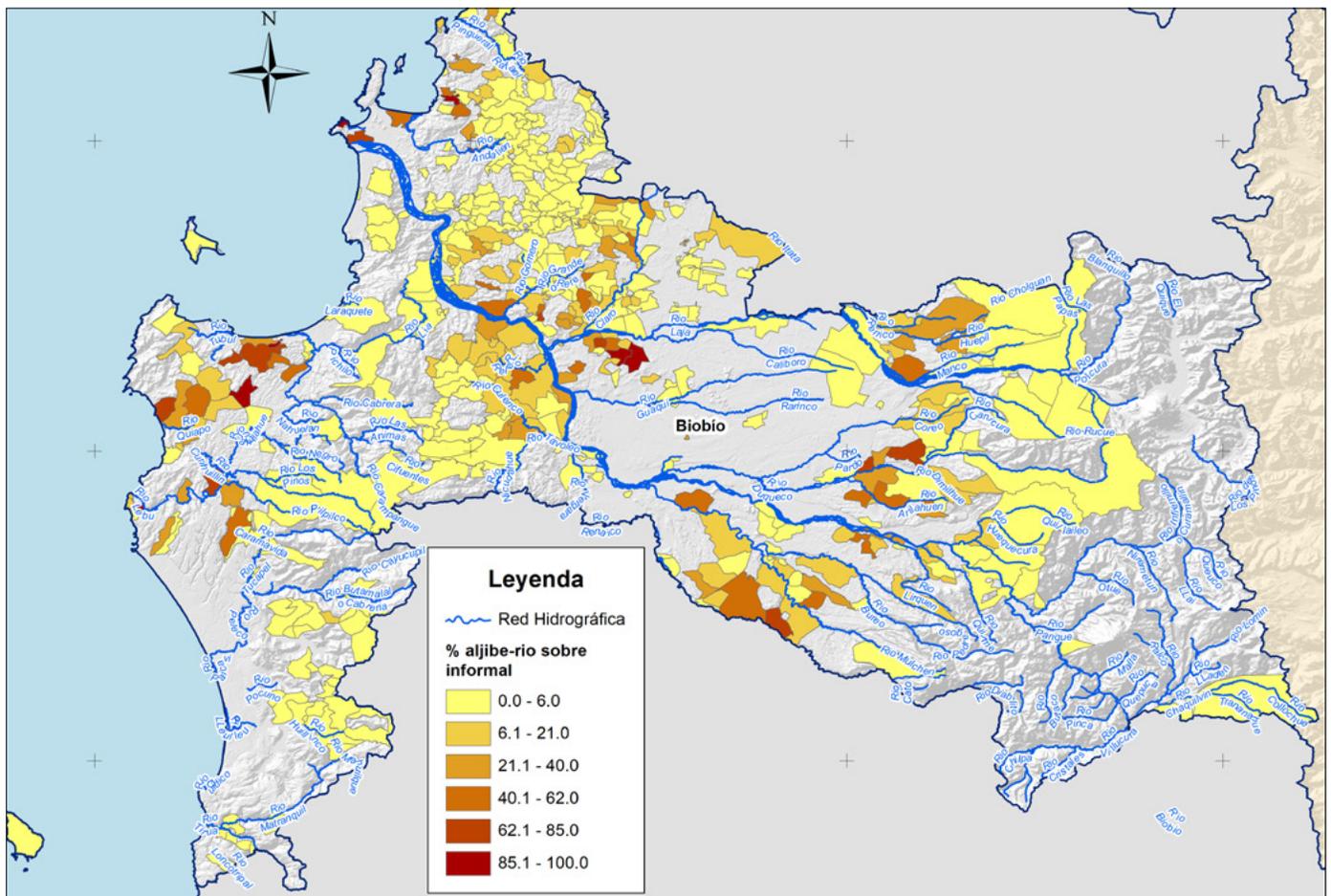
Todas las provincias de Biobío presentan localidades con un alto porcentaje de desabastecimiento, teniendo más de 11.000 viviendas dispersas carentes de agua potable. Las principales comunas afectadas son Yumbel, Florida, Santa Juana, Nacimiento y Hualqui. Al analizar la población con acceso más informal, se concluye que el mayor número de localidades con más altos porcentajes de abastecimiento informal se encuentran en la Provincia de Biobío.

### Porcentaje de abastecimiento informal de localidades dispersas para la Región del Biobío en el periodo 2014-2018



Fuente: Elaboración propia

**Porcentaje de abastecimiento fuera de la vivienda de la población con fuentes informales para la Región del Biobío en el periodo 2014-2018**



Fuente: Elaboración propia



**Gran parte de Chile  
se encuentra por  
debajo de los 1.000  
m<sup>3</sup>/hab/año**



## Principales problemas del abastecimiento de agua potable en zonas rurales

El Programa APR estableció normas técnicas que todos los sistemas nuevos deben cumplir para que, al menos en sus inicios, se proporcione agua potable en cantidad, calidad y continuidad de acuerdo con las regulaciones actuales.

A nivel nacional, un 80% de los APR cuentan con una alta continuidad en el servicio, cumpliendo así con el objetivo de suministrar agua potable en continuidad. Por ende, el programa ha logrado en un alto porcentaje su objetivo de suministrar a la población rural, en localidades concentradas y semiconcentradas, agua potable en cantidad y continuidad.

No obstante, con el tiempo, un 20% de los APR ha presentado interrupciones en el suministro de agua anualmente. A continuación, la tabla presenta el número de APRs que presentan cortes en el periodo 2014-2018.

A nivel regional, dicho porcentaje varía entre un 7% anual en Biobío a 69% en Valparaíso. La gran mayoría de estos cortes se debe a razones operacionales, tanto por gestión interna como por razones externas, como cortes de electricidad. Solo un 6% del total de cortes son programados para realizar mantenciones en el sistema. Es decir, la gran mayoría de estos son cortes no-programados (94%). Se observa que en cinco regiones se presentan cortes no programados en más de un 40% de los APR: Valparaíso (60%), Tarapacá (51%), Arica-Parinacota (46%), Antofagasta (40%) y Atacama (40%).



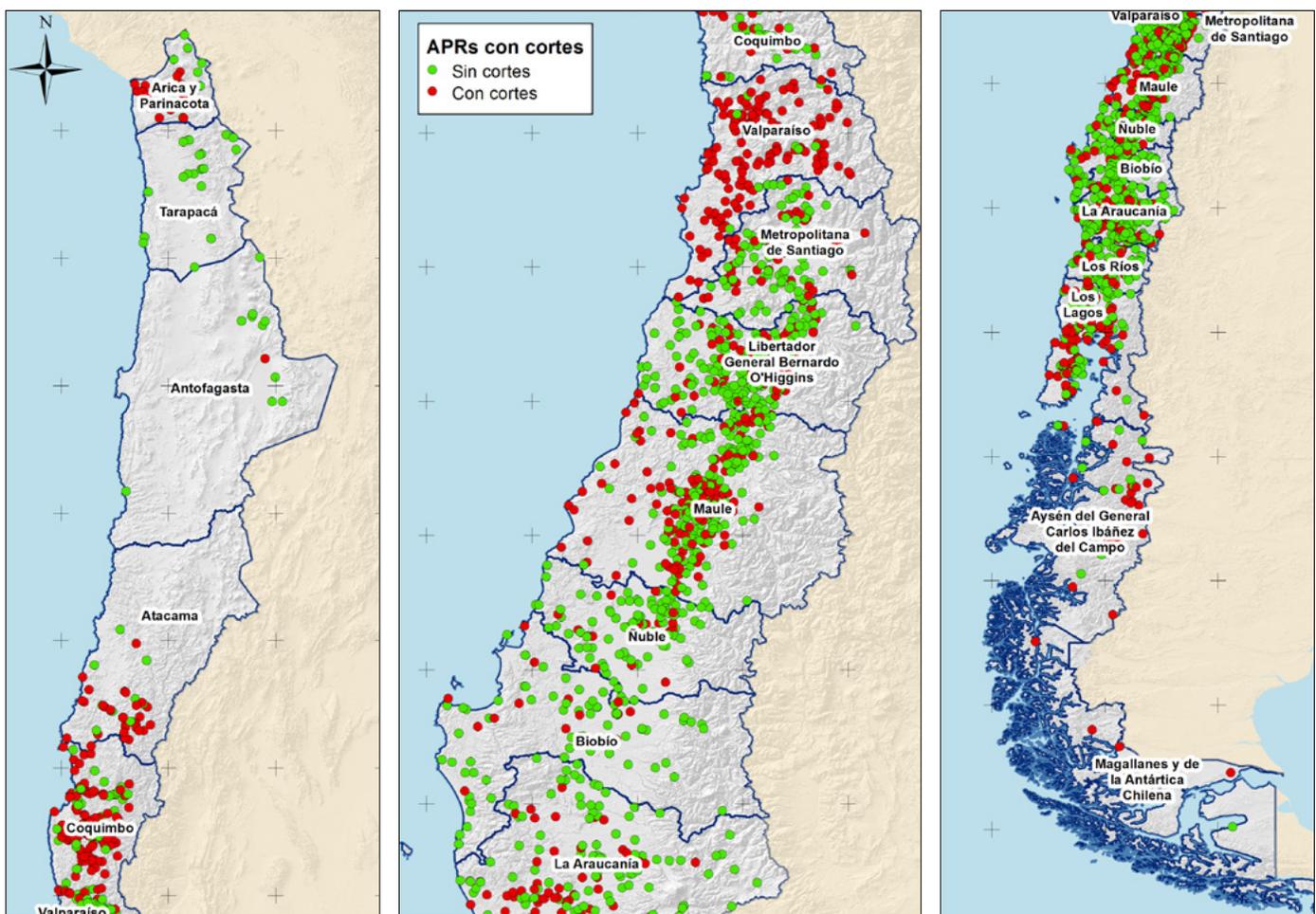
**En cinco regiones se presentan cortes no programados en más de un 40% de los APR: Valparaíso (60%), Tarapacá (51%), Arica-Parinacota (46%), Antofagasta (40%) y Atacama (40%).**

### Número de APRs que presentan cortes por región en el periodo 2014-2017

Región	APR (Nº)	2014	2015	2016	2017
Arica-Parinacota	23	10	14	3	15
Tarapacá	21	8	12	5	18
Antofagasta	13	5	3	6	7
Atacama	40	15	14	15	20
Coquimbo	190	43	95	34	51
Valparaíso	164	104	108	31	149
Metropolitana	103	1	9	5	24
O'Higgins	218	36	15	9	10
Maule	282	30	38	17	59
Biobío	195	23	17	8	5
La Araucanía	217	47	30	11	19
Los Ríos	93	6	3	6	23
Los Lagos	158	20	54	14	31
Aysén	38	8	15	8	15
Magallanes	7	1	1	5	7
<b>Total</b>	<b>1762</b>	<b>357</b>	<b>428</b>	<b>177</b>	<b>453</b>

Del total de APRs que presentan cortes, aquellos que muestran un mayor número de cortes se encuentran en la Región de Arica y Parinacota, Atacama, Valparaíso, Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y la Región de Magallanes.

### Distribución geográfica de los APR que presentaron cortes en el periodo 2014-2018



Fuente: Elaboración propia

A continuación se analizan las fallas que presentan los Sistemas de Agua Potable Rural con un enfoque en las causas asociadas<sup>[20]</sup>. Existe una gran variedad de causas definidas por la DOH por el cual los sistemas presentan cortes en el suministro de agua.

### Causas asociadas a fallas de APRs

Causas de fuerza mayor, pudiendo ser fenómenos de la naturaleza imposibles de prever (terremotos, crecidas de ríos, etc.)

Fallas en infraestructura, como roturas, obstrucciones, interrupciones de energía eléctrica, etc.

Acción de terceros.

Por ampliación de redes y/o conexiones.

Problemas en los arranques, conexiones, uniones, válvulas, piezas especiales, filtros saturados, etc.

Bajo nivel de agua en estanques, deficiencias de producción, disminución del caudal de producción debido a la sequía.

Fallas en los equipos, bomba quemada, contacto de horario punta quemado, bomba sumergible, equipo de bombeo, tablero eléctrico, etc.

Fallas de impulsión y matriz, fatiga de material, rotura espontánea, rotura por raíces, etc.

Problemas en la red de distribución, en subestación, en estanques, etc.

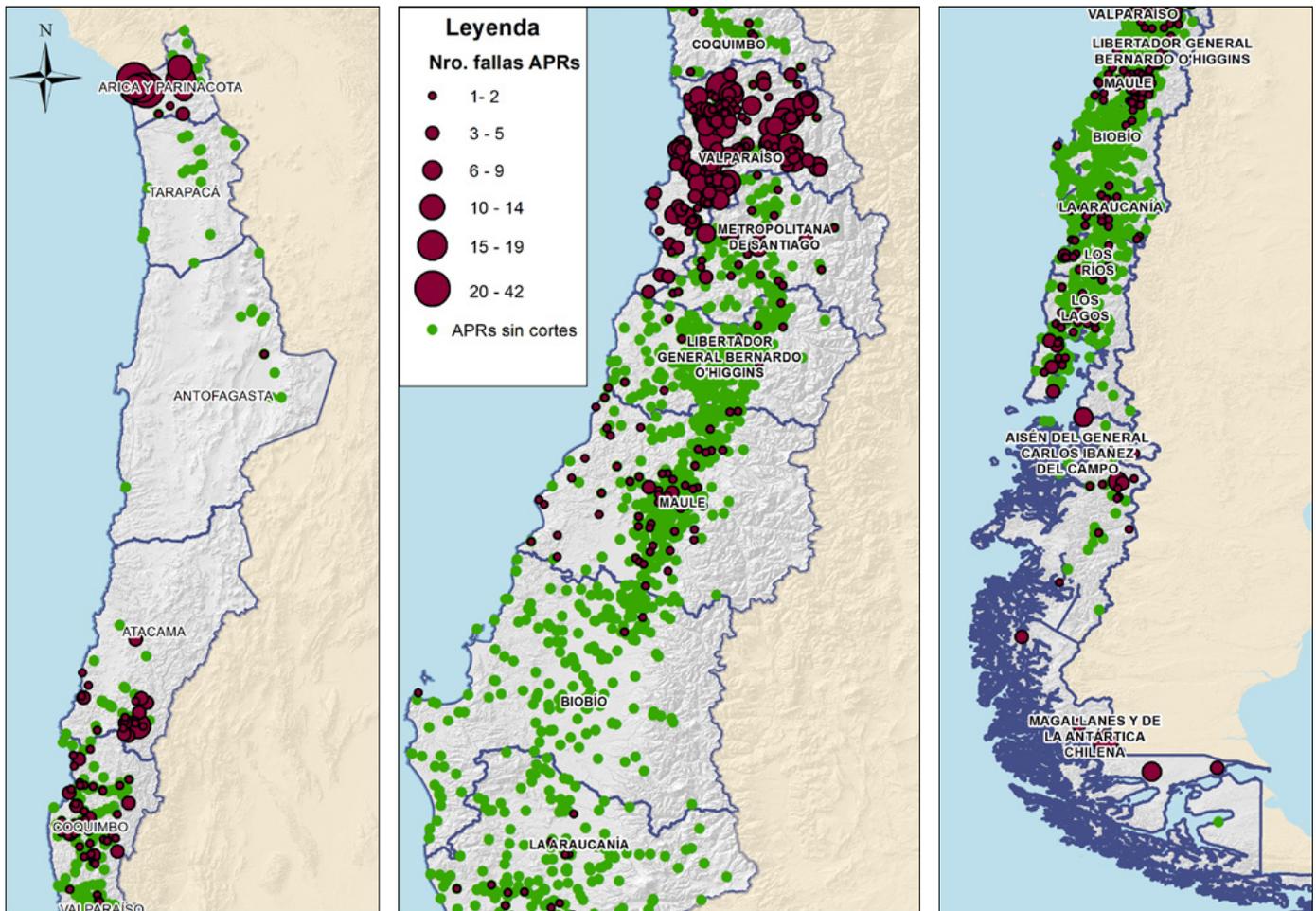
Mantenimiento programada de infraestructura.

Fallas por frentes climáticos, inundaciones en la sala de control, intensas lluvias, entre otros.

Red de distribución sin agua.

20 Los APRs analizados no son todos los existentes a nivel nacional, como se presentó en la Tabla 1, debido a que no se tiene información para todos los puntos a nivel nacional. El número final de APRs estudiados es de 1.762, un 94% del número total, por lo que es una muestra representativa.

**APRs que presentan cortes de suministros y representación de la cantidad de cortes**



Fuente: Elaboración propia

Algunas de las causas mencionadas están relacionadas con factores climáticos, tales como frentes climáticos, inundaciones, bajo nivel de agua en sus fuentes producto de sequía, entre otros. En el periodo analizado, solo un 7,6% del total de cortes no programados se debió a factores climáticos. En promedio, un 22% del total de cortes por razones climáticas se debió a sequía. La relación geográfica a la que está asociada la causa climática se presenta en la sección asociada a fallas por sequías.

La antigüedad de los APR es un factor que incide directamente en la probabilidad de que se produzcan cortes. El mayor número de sistemas de APR (66,1%) fueron implementados entre los años 1981 y 2005, mientras que solo un 16,4% del total se entregó a la comunidad antes del año 1980.

La edad promedio de los APRs existentes al año 2017 es de 20,6 años, lo que corresponde a la vida útil de la inversión de 20 años[21]. Por lo anterior, una proporción significativa de APRs requerirá de inversiones crecientes en mejoramiento/conservación (Componente 2 del Programa). Si no se logra cubrir este mayor requerimiento, es probable que aumente la población afectada por cortes no programados por razones operacionales. Esto es particularmente relevante para las regiones de Coquimbo a Biobío que presentan edades promedio por sobre la vida útil de los APRs.

Como se observa en el siguiente gráfico, existen diferencias regionales significativas en la población que se ve afectada por los cortes de suministro de agua que van desde el 2% a más del 90%. La región más afectada ha sido Valparaíso, donde el 92% de la población rural atendida sufrió interrupciones en el suministro de agua en 2017. Las regiones de Arica-Parinacota y Atacama también sufrieron importantes cortes de suministro de agua, que aumentaron de aproximadamente el 30% en 2014 a más del 50% en 2017. Magallanes, en el extremo sur, también presenta un aumento importante en la población afectada, que alcanza más del 60% en 2017.

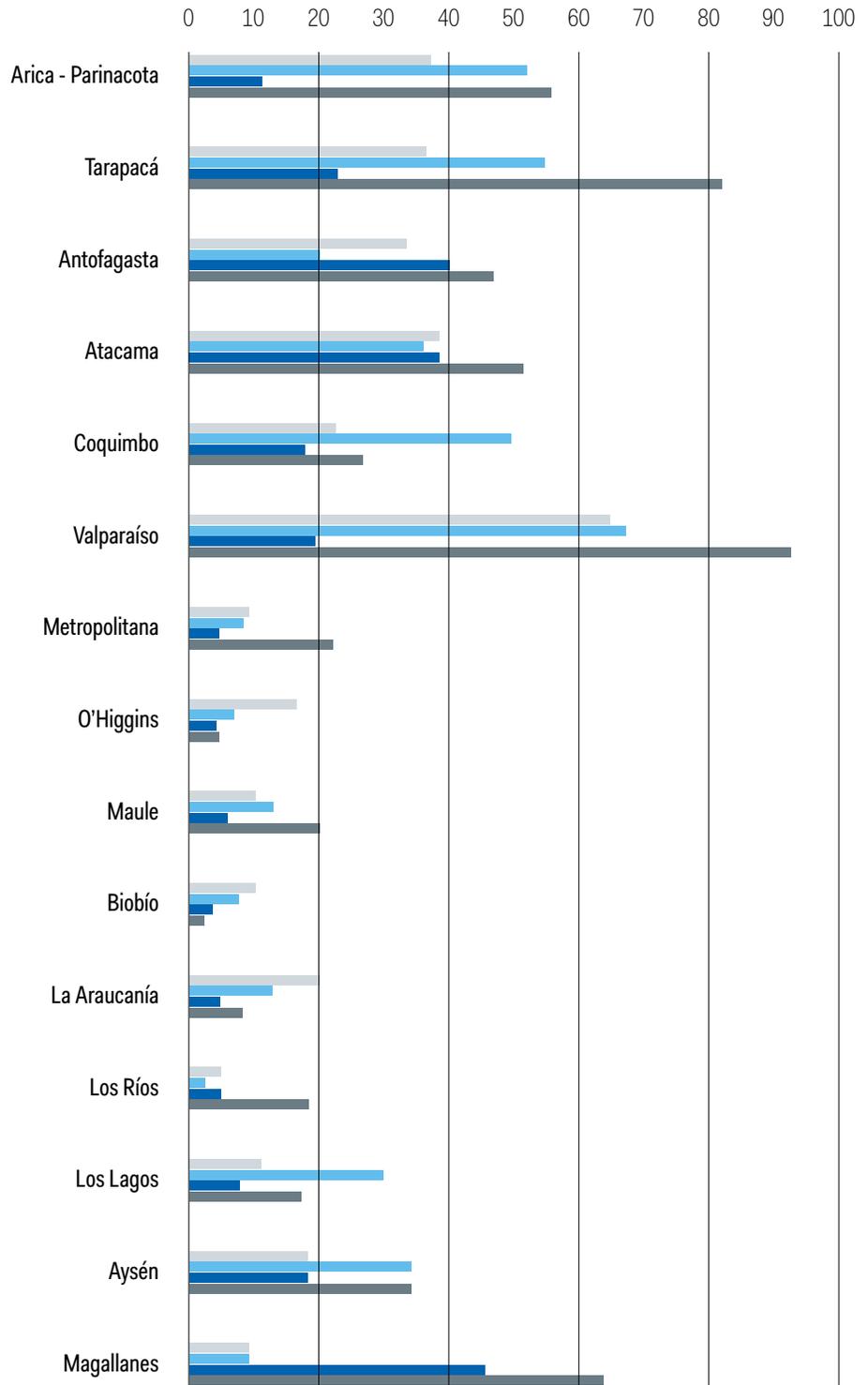


21 Los sistemas de APR se diseñan para una vida útil de 20 años.

La duración promedio de los cortes fue de 17-18 h/corte, con un mínimo de 20 minutos a un máximo de 30 días. Un 80,5% de los APRs presentó una duración menor a 24 horas. La duración del corte más frecuente fue de dos horas.

### Porcentaje por región de APRs afectados por cortes no programados

■ 2014 ■ 2015 ■ 2016 ■ 2017



Fuente: Base datos programa. Datos Biobío incluyen Ñuble.



Gobierno  
de Chile

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS  
DIRECCION DE OBRAS HIDRAULICAS  
PROYECTO DE POTABLE RURAL  
DENTRO Y BAJO

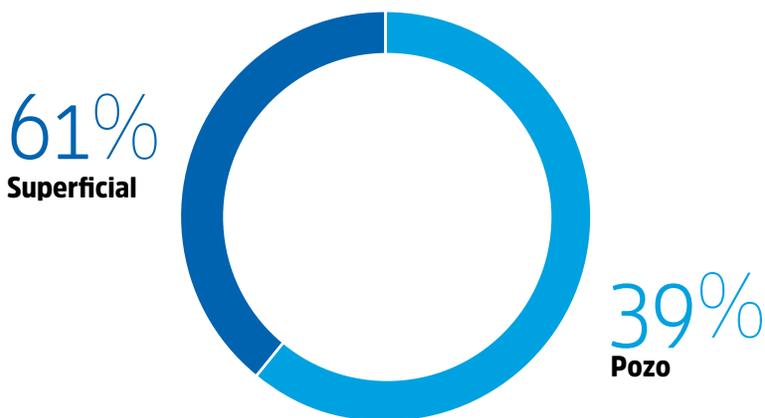
**La edad promedio de los APRs existentes al año 2017 es de 20,6 años.**

## La visión de los comités de APR sobre los problemas del sistema

Para conocer la visión de los usuarios de los APRs, Fundación Amulén decidió realizar un cuestionario para ser aplicado a ciertos comités de APR, en un muestreo de tipo no aleatorio, sino focalizado en un sector de la población que se entiende como más vulnerable y en estado de mayor urgencia y necesidad. Esta decisión metodológica no busca hacer un diagnóstico de la población total del país respecto del acceso al agua, ni tampoco generar cifras representativas de este total por medio de una muestra probabilística, pero sí aspira a generar información cualitativa relevante.

En base a los resultados de la encuesta aplicada se puede determinar que la fuente prioritaria de agua de los APR es pozo. El porcentaje que depende de agua subterránea aumenta en las regiones del centro-norte debido a la escasez de fuentes superficiales.

### Fuentes de agua de los APR



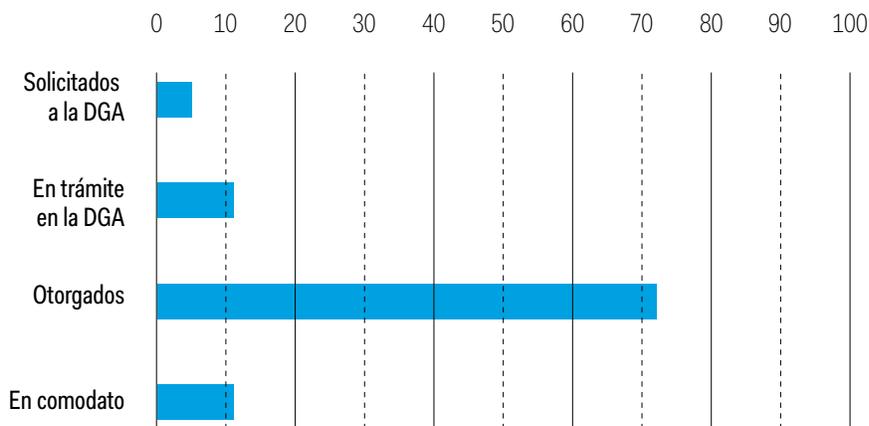
Fuente: Elaboración propia en base a encuesta realizada.

Con el fin de realizar un análisis de los factores determinantes de los cortes, se efectuó una encuesta a una muestra de APRs que presentaron cortes en el periodo 2014-2018[22]. El tamaño muestral fue de 48 APR, lo que representa un 13% de los APR que presentan cortes anualmente. Los APR a encuestar se distribuyeron en las regiones que presentan una mayor proporción de cortes.

Con los resultados obtenidos se pudo determinar que la mayoría de los APR cuenta con derechos de aprovechamiento de agua otorgados. El 71% de los APR encuestados tiene inscritos a nombre del comité o cooperativa los derechos de aprovechamiento de aguas; 10% se encuentran en trámite para su inscripción a nombre del comité mediante procedimiento normal y 11% los tiene inscritos a nombre de un tercero; en un 8% se desconoce su situación.

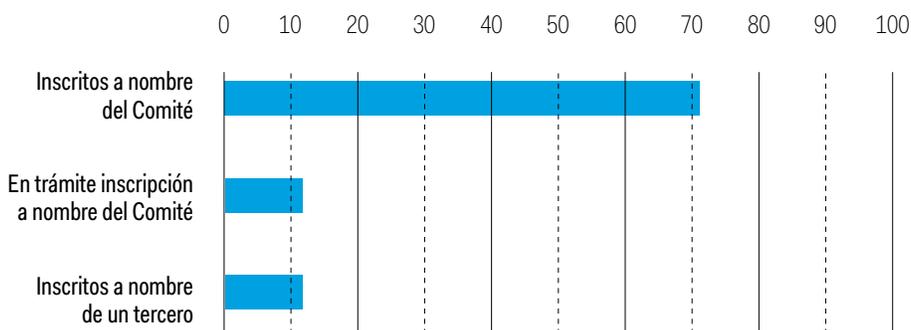
22 La encuesta completa se presenta en el Anexo metodológico.

### Situación de los derechos de aprovechamiento de agua de los APR (%)



Fuente: Elaboración propia en base a encuesta.

### Inscripción de los derechos de aprovechamiento de agua de los APR (%)



Fuente: Elaboración propia.

23 Este porcentaje se refiere al total de APR encuestados.

**Se evidenciaría que los cortes se deben en gran parte a problemas de gestión técnica y administrativa que deriva en un deterioro en la infraestructura del APR.**

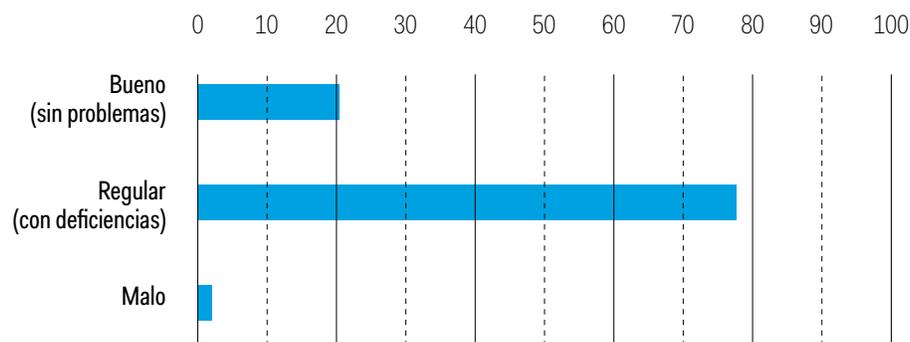
**La edad promedio de los sistemas actuales de APR es de 23 años**

Como se señaló anteriormente, la gran mayoría de los cortes se debe a factores operacionales y de gestión de los comités y cooperativas. Un 85% de los cortes en los APR encuestados se debió a problemas operativos, tales como fallas en la bomba, problemas en la red de distribución y cortocircuitos, entre otros. Solo un 14,8% de los ceses del suministro se debieron a cortes internos por agua. Más aún, la interrupción producto de la escasez hídrica solo representa el 4,7% del total de cortes[23].

Se evidenciaría, entonces, que los cortes se deben en gran parte a problemas de gestión técnica y administrativa que deriva en un deterioro en la infraestructura del APR. Esto es consistente con resultados anteriores (ver Fuster et al., 2016; Donoso et al., 2015; Navarro et al., 2007; Sapag, 2014; Cazalac, 2016).

Respecto del estado general del servicio de agua potable, un 77% de los encuestados lo califica como regular, mientras que un 21% lo califica como bueno, a pesar de que todos los APR encuestados sufrieron cortes en el periodo analizado. El estado actual de la infraestructura del sistema APR depende de cuánto tiempo hayan estado operando. La edad promedio de los sistemas actuales de APR es de 23 años. Estos requerirán mejoras y un mantenimiento constante para poder brindar servicios de calidad a la población.

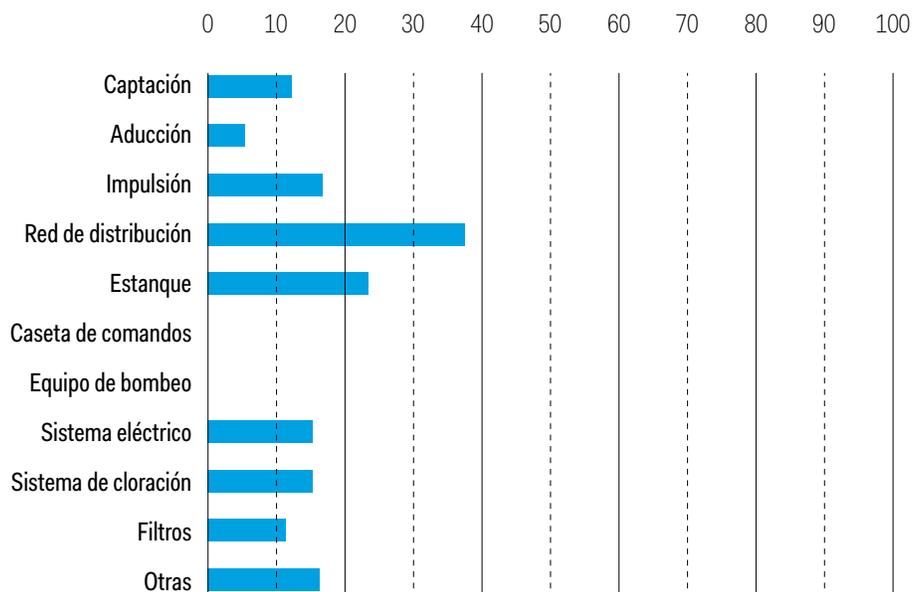
#### Estado general de la infraestructura del sistema de APR (%)



Fuente: Elaboración propia.

Al consultar por los principales problemas operativos que explicarían los cortes, se evidencia que el problema más frecuente se ha presentado en la red de distribución de aguas; un 39% de los entrevistados identifica este problema. Le siguen en importancia las deficiencias en los estanques con un 22% y el sistema eléctrico, impulsión y sistema de cloración, cada uno con 16,7%. Reforzando la conclusión de que la principal causa de discontinuidades en el suministro de agua potable es operativa, se observa que solo un 11% de los entrevistados señaló deficiencias en la captación de agua.

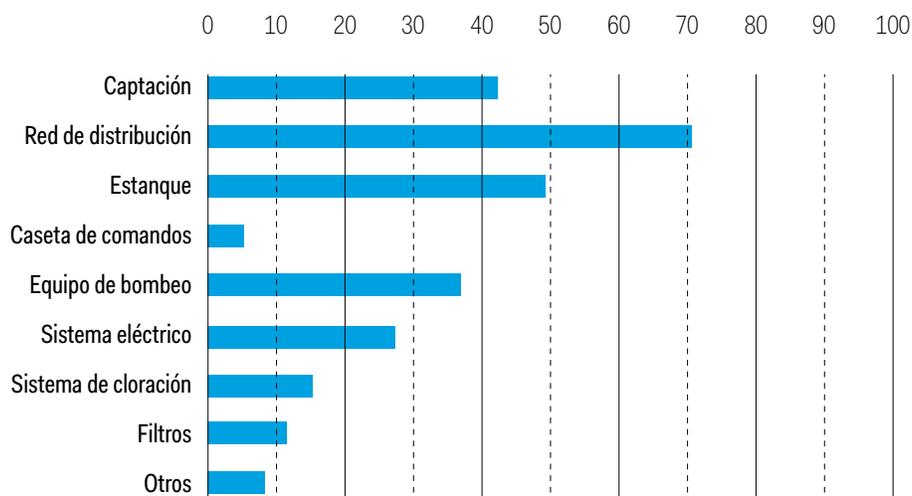
### Principales deficiencias del sistema (%)



Fuente: Elaboración propia según resultados de la encuesta.

Estas deficiencias se presentan aun cuando un importante número de comités realizan trabajos de mantenimiento, lo que estaría reflejando que las mantenciones realizadas son insuficientes para asegurar un suministro continuo de agua potable a los hogares.

### Tipos de mantenimiento realizados por los comités (%)



Fuente: Elaboración propia según resultados de la encuesta.

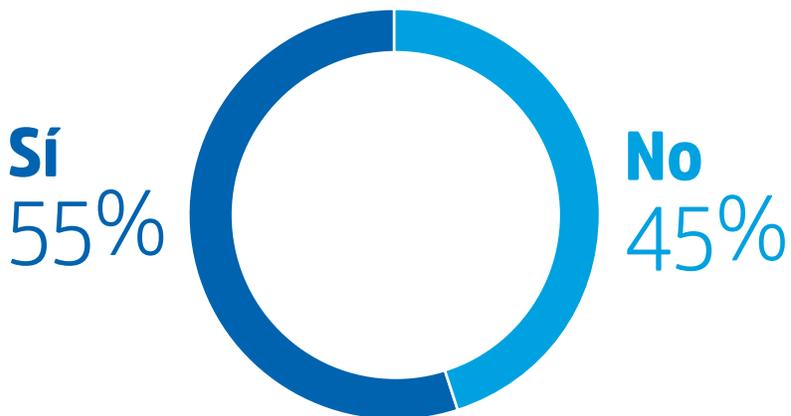
**Se observa una correlación negativa entre el tamaño del APR, medido por su número de arranques, y la frecuencia de cortes.**

**La falta de mejoras también es un factor determinante en la ocurrencia de cortes no-programados observa una correlación negativa entre el tamaño del APR, medido por su número de arranques, y la frecuencia de cortes.**

Adicionalmente, se observa una correlación negativa entre el tamaño del APR, medido por su número de arranques, y la frecuencia de cortes. Los APR tienen menores problemas de corte en el suministro de agua en la medida que poseen mayor número de arranques. Esto se relaciona con la capacidad financiera y de gestión de los comités y cooperativas de APR.

La falta de mejoras también es un factor determinante en la ocurrencia de cortes no-programados (Donoso et al., 2015; Navarro et al., 2007; Fuster et al., 2016; Cazalac, 2016). Consultado respecto de si han realizado mejoras en el sistema de APR en los últimos años, un 56% indicó que no. Por otro lado, se observa que los comités y cooperativas de APR que han gestionado recursos de inversión para ampliar o reparar su servicio presentan menos interrupciones en el suministro de agua.

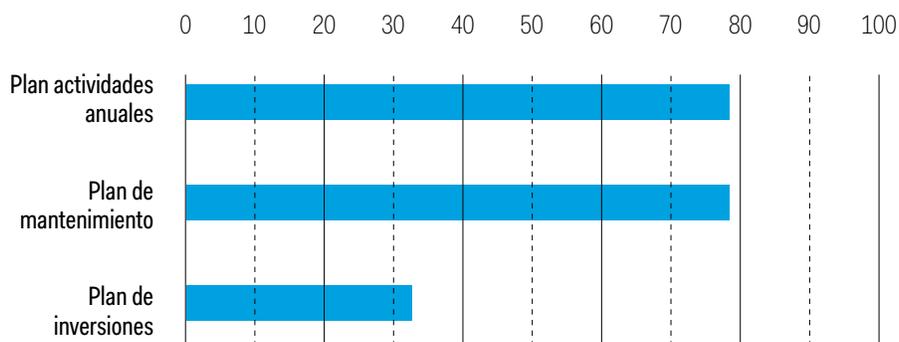
### Porcentaje de APRs que han realizado mejoras



Fuente: Elaboración propia.

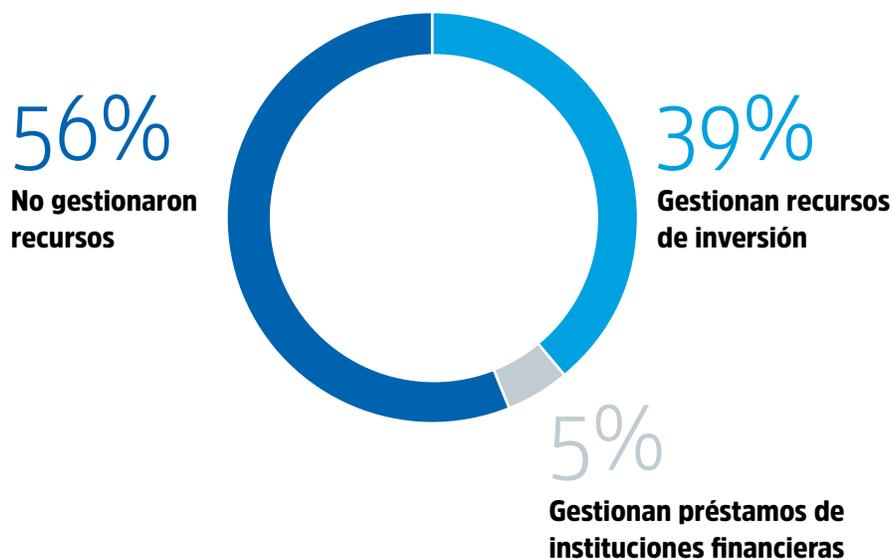
Por lo anterior, los cortes de suministro se correlacionan negativamente con la existencia de planes de actividades y de mantenimiento. Aquellos APR que cuentan con planes operativos y de mantención tienden a presentar menores discontinuidades en el servicio. Si bien un porcentaje importante de los APR encuestados (86,7%) declara tener un plan de mantenimiento y/o mejoramiento del sistema, menos de la mitad de ellos gestionó los recursos necesarios. Esta información concuerda con Navarro et al. (2007) y Donoso et al. (2015), quienes señalan que los cortes de agua se deben principalmente a falla de equipos, evidenciando un deterioro en la infraestructura existente.

**APRs que cuentan con planes de actividades, mantención e inversión (%)**



Fuente: Elaboración propia.

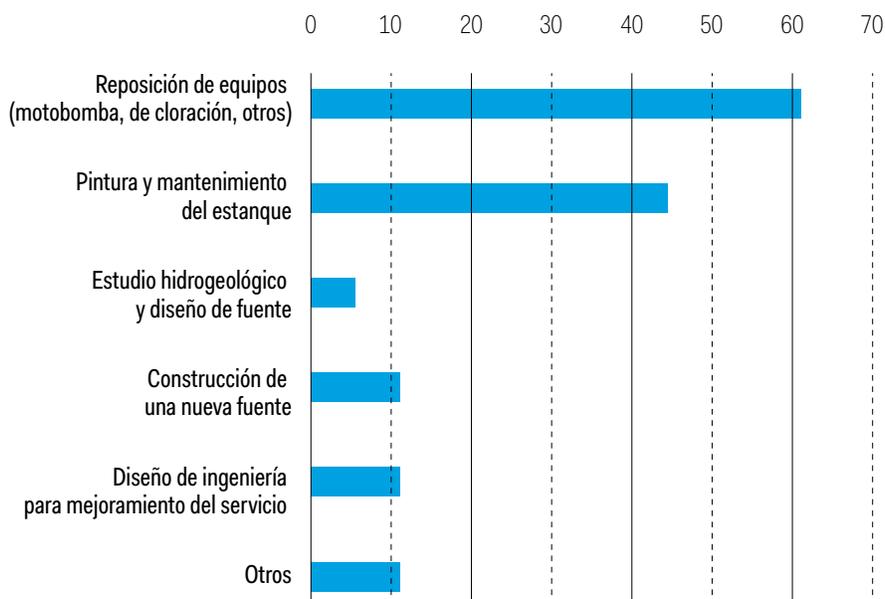
**APRs que gestionan recursos para implementar sus planes de acción**



Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, la mayoría de los trabajos realizados y financiados por el comité tienen relación con aspectos operativos; es así como un 60% y 40% de los APR realizaron mejoras en sus equipos y estanques, respectivamente. Solo un 10% financió mejoras tales como estudios para construir una nueva fuente de agua, factor crítico por la creciente escasez hídrica que enfrentan.

### Trabajos realizados y financiados por el Comité APR desde 2014 a 2017 (%)



Fuente: Censo 2017.

**Al no estar regulado el sistema tarifario que aplican las organizaciones de APR, no existen mecanismos homogéneos de fijación de tarifas entre comités y cooperativas.**

Por lo anterior, como señala (Fuster et al., 2016), para cumplir con una entrega continua de agua no es suficiente elaborar un plan de mejoras y/o mejoramientos; es necesario, además, contar con la capacidad de gestionar los recursos para implementarlo.

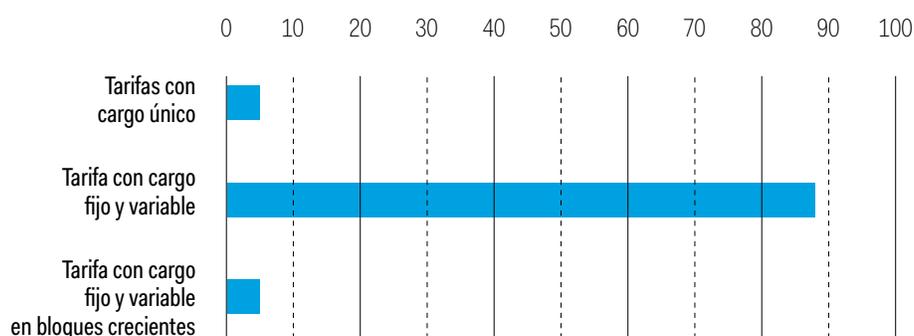
La capacidad de los APR para gestionar los sistemas de forma autónoma se encuentra ligada principalmente a la capacidad económica que estas tengan para hacer frente a las necesidades de renovación y mejora de la infraestructura, y de contar con los recursos humanos que les permitan realizar su tarea de proveer de agua potable a los miembros de su organización. Los ingresos de los comités y cooperativas están principalmente determinados por el cobro de la tarifa a los socios. Las tarifas deberían fijarse de tal forma que el comité sea capaz de financiar los costos de operación y mantenimiento, así como las necesidades de inversión e infraestructura y reemplazo de equipos.

Las tarifas pueden ser fijas o volumétricas, y estas últimas uniformes o en bloques crecientes o decrecientes. Bajo la situación actual<sup>[24]</sup>, al no estar regulado el sistema tarifario que aplican las organizaciones de APR, no existen mecanismos homogéneos de fijación de tarifas entre comités y cooperativas. La estructura de tarifas de agua más común en el sector rural es una tarifa de agua en dos partes: un cargo fijo independiente del nivel de consumo y un cargo volumétrico uniforme. Esta es la estructura tarifaria establecida el DFL MOP 70/88 para todos los operadores urbanos.

24 La nueva Ley 20,998 que regula los Servicios Sanitarios Rurales establece los procedimientos para fijación de tarifas, los que serán regulados por la SISS.



### Composición de la estructura tarifaria (%)



Fuente: Elaboración propia.

**Las tarifas fijas tienden a ser mayores en el sector rural que en el urbano**

A continuación se presentan los valores promedios de las tarifas para los APR encuestados. Las tarifas fijas tienden a ser mayores en el sector rural que en el urbano; esto se explica principalmente por la escala, mientras mayor es el número de arranques menor tiende a ser la tarifa fija, ya que se diluyen los costos fijos totales. Al contrario, la tarifa variable presenta valores promedio similares (\$575/m<sup>3</sup>).

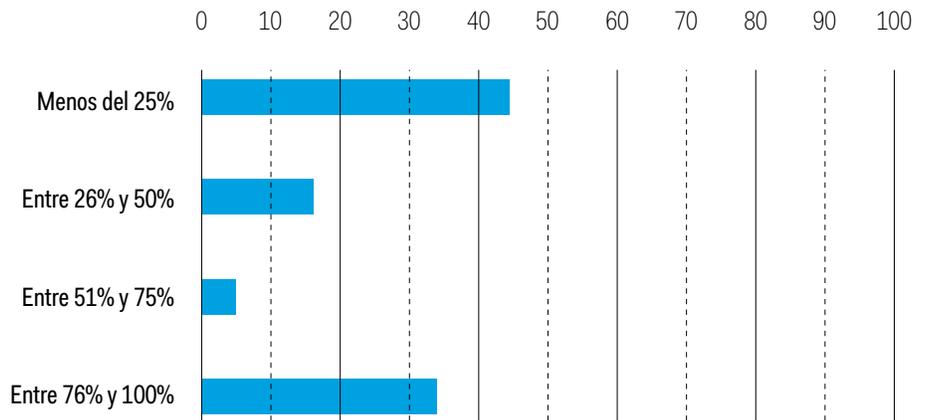
### Tarifas promedio sistemas de APR

Tarifa	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Fija (\$)	2.800	1.100	1.750	5.000
variable (\$/m <sup>3</sup> )	423	134	130	700

Por otro lado, a pesar de que un 67% de las APR aplican suspensión por morosidad, un 77% declara que sus usuarios presentan morosidad. De estos, un 44% señala que menos del 25% de sus usuarios presenta morosidad y un 33% indica que más del 75% presenta morosidad. Más importante aún, un 50% presenta altas duraciones de morosidad.

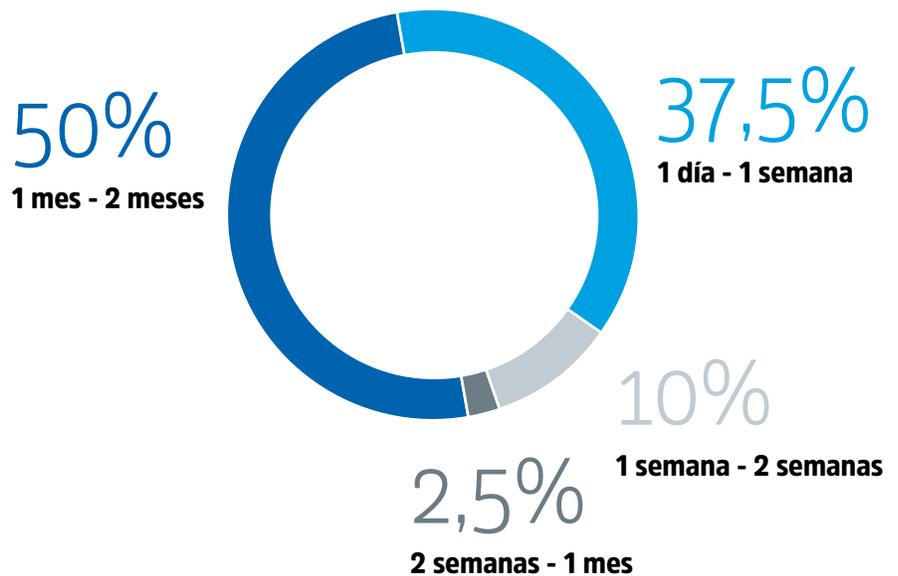
### Morosidad (%)

Porcentaje de usuarios que se demoran en pagar las tarifas



Fuente: Elaboración propia.

### Duración de la morosidad

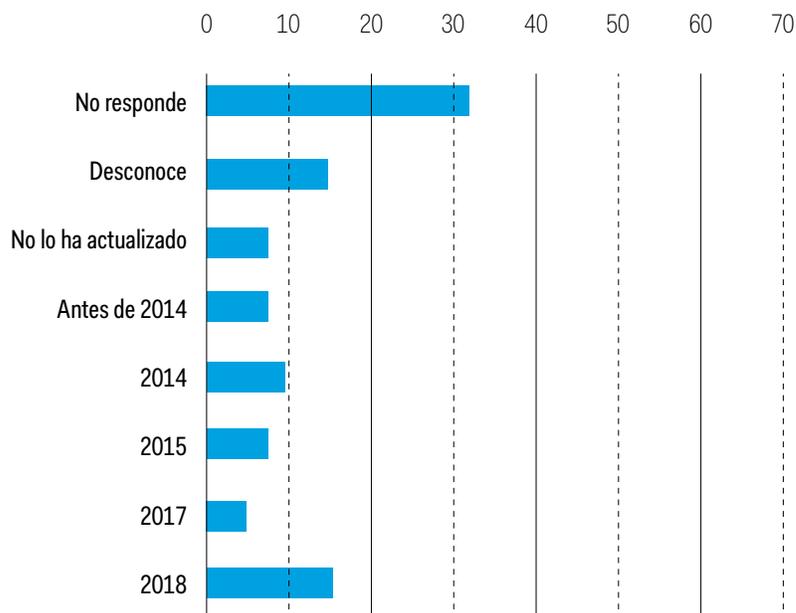


El procedimiento para actualizar las tarifas es heterogéneo. Un 66% señala contar con asesoría y apoyo externo, principalmente de los operadores sanitarios en su calidad de unidad técnica. A futuro, será la SISS la que fijará las tarifas para todos los APR. Un 97% de las organizaciones señala que la actualización de las tarifas es poco frecuente. Un 44% de los APR indican que actualizaron sus tarifas entre 2014 y 2018; de estos un 33% lo actualizó el 2018 y un 22% el 2014. Destaca que un 7% declara que nunca ha actualizado las tarifas. Esta situación precariza la capacidad de gestión de la organización, ya que al no mantener actualizadas sus tarifas es más probable que no sean capaces de cubrir sus costos de operación y mantenimiento. Se espera que esta situación mejore, ya que la nueva ley establece procedimientos para fijar las tarifas, contemplando una cierta periodicidad.

# 50%

de los usuarios se atrasan entre 1 a 2 meses en el pago de sus cuentas

### Año en que se realizó la última actualización tarifaria



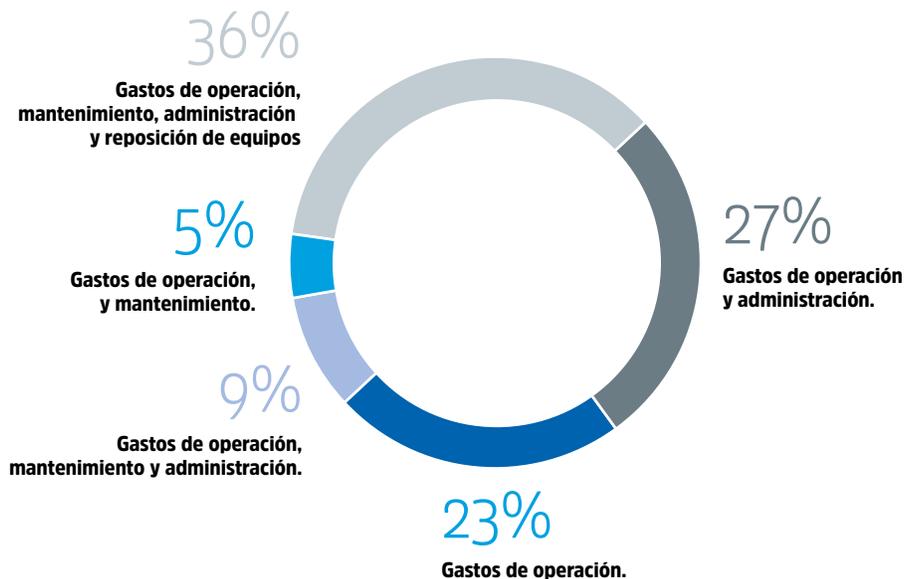
Fuente: Elaboración propia.

Un 46% de los APR indica los gastos que han financiado con la recaudación de las tarifas. De estos, un 36% declara cubrir sus gastos de operación, mantenimiento, administración y reposición de equipos y un 41% sus gastos de operación y algunos de los demás costos.

**A nivel nacional, un 80% de los APR cuenta con una alta continuidad en el servicio**

**Un 20% de los APR ha experimentado cortes de agua no planificados en los últimos cuatro años, afectando a aproximadamente 350.000 personas. A nivel nacional, un 80% de los APR cuenta con una alta continuidad en el servicio.**

### Gastos que se financian con la recaudación de tarifas



Lo anterior indica que a nivel general las tarifas no han sido suficientes para cubrir todos sus gastos y los recursos necesarios para realizar mejoramientos. De esta forma, la incorporación de la SISS como ente que fijará la tarifa, según el procedimiento establecido en la ley y el reglamento, es positivo, ya que permitirá fijar una tarifa que permita recuperación de costos [25].

En síntesis, a nivel nacional, un 80% de los APR cuenta con una alta continuidad en el servicio, cumpliendo así con el objetivo de suministrar agua potable en continuidad. En términos generales, las organizaciones de APR funcionan bien en cuanto a su capacidad para entregar con éxito el agua a los usuarios. Los resultados de Fuster et al. (2016) y Villarroel Bloomfield (2011) refuerzan esta evaluación señalando que más del 75% de los APR no tiene problemas en su red de distribución y en la captación de agua. Por ende, el programa ha logrado en un alto porcentaje su objetivo de suministrar a la población rural en localidades concentradas y semiconcentradas con agua potable en cantidad y continuidad.

A pesar de estos altos porcentajes, un 20% de los APR ha experimentado cortes de agua no planificados en los últimos cuatro años, afectando a aproximadamente 350.000 personas. Se ha evidenciado que los problemas de continuidad del suministro de agua potable se deben mayoritariamente a fallas operativas, producidas por la falta de mantenimiento y mejoras, al no contar con financiamiento ni planes de mantenimiento de mediano y largo plazo. Además, queda de manifiesto que esto ocurre, en gran parte, por un insuficiente financiamiento. Esto es coincidente con Donoso et al. (2015), quien señala que con las tarifas fijadas y cobradas solo un 75% de las organizaciones es capaz de cubrir sus gastos de operación, mantenimiento y reparaciones menores, y que un 57% de los servicios ya instalados nunca ha realizado mejoras y/o ampliaciones. Esta situación obliga a mantener y aumentar a través del tiempo los apoyos a las organizaciones para realizar mejoras y ampliaciones, especialmente a aquellas de menor tamaño.



De los resultados se desprende que este problema de subfinanciamiento está directamente relacionado con la escala de operación; la capacidad de los APR para financiar sus gastos recurrentes y no-operacionales como mejoramientos y ampliaciones está en función del tamaño de estos. Aquí hay un importante desafío, ya que, en la actualidad, aproximadamente un 63% de los sistemas de APR tiene un número menor a 250 arranques, se trata de pequeños sistemas de APR, cuya escala no permitiría recabar los recursos suficientes para llevar adelante las inversiones y gastos asociados a su tarea (Navarro et al., 2007; Donoso et al., 2015; Fuster y Donoso, 2018). La capacidad económica condiciona el grado de gestión de una organización (Fuster et al., 2016; Donoso et al., 2015).

Es importante señalar que estas debilidades de los servicios de abastecimiento de agua potable están relacionados, más bien, con ámbitos de gestión que con incidentes relacionados con los procesos de producción de agua y su calidad. Por lo anterior, para asegurar la sustentabilidad de los beneficios del Programa es preciso abordar las debilidades de gestión de estas organizaciones; es decir, se requiere aumentar la competencia en gestión y administración de los comités y cooperativas.

# Los efectos del cambio climático en los problemas de los APR

Los sistemas de agua potable rural pueden verse expuestos a distintos factores que ocasionan fallas en el sistema y, a su vez producen cortes. Las causas generales de cortes ya se enumeraron en la sección anterior, por lo que es necesario identificar causas que se atribuyan a factores climáticos. Las causas climáticas y/o relacionadas con factores climáticos a considerar son:

Desplazamiento de terreno, que corresponde a una falla por agentes externos involucrados (por fenómenos de la naturaleza que produzcan, por ejemplo, aluviones).

Bajo nivel de agua en estanques, asociado a deficiencias en la producción y disminución del caudal de producción debido a sequía. El corte se considera como un corte interno por falta de agua.

Causas de fuerza mayor, como fenómenos de la naturaleza imposibles de prever (ya sea terremotos, crecidas inusuales de ríos, eventos extremos de precipitación, inundaciones, frentes climáticos, etc.).

Con el objetivo de establecer alguna clase de atribución específica entre las fallas por razones climáticas y las sequías, es necesario determinar la relación presente entre el número de sequías y la cantidad de fallas por APR. Con este fin primero se analiza la ocurrencia reciente de sequías a lo largo del país.

## Análisis de sequías en el periodo reciente

Existen diferentes definiciones de sequía, las que responden al contexto e interés de quien la define según lo que se pretende informar. Por ejemplo, algunas definiciones se basan en variables hidrometeorológicas, otras en factores socioeconómicos, otras en las variaciones demográficas que afectan la demanda de agua, entre otras.

De acuerdo al Vocabulario Meteorológico Internacional propuesto por la Organización Mundial de Meteorología (WMO, por sus siglas en inglés) en conjunto las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, se identifican tres distintos tipos de sequía y/o déficit hídrico (WMO Unesco Panel on Terminology, 2012):

Sequía meteorológica: ausencia prolongada o escasez acusada de precipitación.

Sequía hidrológica: periodo de tiempo anormalmente seco, lo suficientemente prolongado para ocasionar una escasez de agua, que se refleja en una disminución apreciable en el caudal de los ríos y en el nivel de los lagos y/o en el agotamiento de la humedad del suelo y el descenso de los niveles de aguas subterráneas por debajo de sus valores normales.

Déficit hídrico: diferencia acumulada entre evapotranspiración potencial y precipitación durante un periodo determinado, en el cual la precipitación es la menor de las dos variables.

Por otra parte, el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) reconoce que no existe una forma exclusiva de definir el concepto “sequía”, donde expresa que varía dependiendo de la actividad que se quiera evaluar. La definición general es: periodo de condiciones anormalmente secas durante suficiente tiempo para causar un desequilibrio hidrológico grave. Este fenómeno, por ejemplo,

puede afectar la agricultura, por lo que se denomina “sequía agrícola”; así también puede afectar la escorrentía y percolación, por lo que se denomina “sequía hidrológica”. Y, a modo más general, todo periodo con déficit anormal de precipitaciones lo define como “sequía meteorológica” (Stocker et al., 2013).

La sequía puede ser caracterizada en términos de su duración y tiempo, ubicación y cuán severa es. Los impactos de este fenómeno pueden ser tan variados como las causas que lo ocasionan, por consiguiente, puede afectar las actividades agrícolas, la seguridad alimentaria, la industria energética, la salud humana y animal, entre muchas otras.

Monitorear estos impactos es importante para determinar sistemas de alerta temprana y planes de mitigación y preparación frente al fenómeno de sequía. Por esto, existen diversos índices e indicadores<sup>[26]</sup> que permiten cuantificar una sequía.

En general, prácticamente todos los índices de sequía incluyen el parámetro precipitación tanto de forma individual como una combinación con otros parámetros meteorológicos (Mishra and Singh, 2010).

Ejemplos de índices de sequía y los parámetros principales a utilizar para el cálculo de cada índice.

Índice de sequía	Parámetros
Índice de Sequía de Palmer (PDI)	Precipitación y temperatura
Índice de Precipitación Estandarizado (SPI)	Precipitación
Índice Estandarizado de Escorrentía (SRI)	Precipitación y escorrentía
Índice Estandarizado de Precipitación y Evapotranspiración (SPEI)	Precipitación y evapotranspiración

Dentro de este estudio se utilizará el indicador SPEI<sup>[27]</sup> (Beguería et al., 2010; Beguería et al., 2014), que es una extensión del SPI (McKee et al. 1993), el cual es ampliamente usado y es uno de los que la Organización Meteorológica Mundial (WMO) recomienda para monitorear sequías. A diferencia del SPI que solo incluye la precipitación, el SPEI tiene en cuenta tanto la precipitación como la evapotranspiración potencial (PET) para determinar la magnitud, intensidad y duración de los eventos de sequía. Por lo tanto, a diferencia del SPI, el SPEI captura también el impacto asociado al aumento de las temperaturas en la demandas de agua por evapotranspiración (Beguería et al., 2013).

Esto último resulta de vital importancia para detectar cambios atribuibles a incrementos de temperatura y disminución de precipitaciones hacia el futuro. Los modelos de cambio climático pronostican que efectivamente ocurrirán estos cambios y serán mucho más representativos en las zonas centro norte y centro sur de nuestro país (DGA, 2016).

Para realizar el análisis de sequías recientes, se obtuvieron las series completas para el periodo 1986–2016 tanto en las estaciones meteorológicas como en el producto es-

26 Un indicador es una variable o parámetro utilizado para describir las condiciones de sequía, como por ejemplo precipitación, temperatura, escorrentía, etc. Un índice, por otro lado, es una representación numérica que mide de forma cualitativa el estado actual de un paisaje dado, durante un tiempo determinado.

27 La metodología de estimación del SPEI se presenta en el anexo metodológico.

parcialmente distribuido que se utiliza en la Actualización del Balance Hídrico de Chile (DGA, 2017) y se calculó el SPEI para toda la serie agregada a 12 meses. Los valores resultantes fueron utilizados para calcular los siguientes indicadores:

Porcentaje de meses con valores de SPEI negativos [28] para el periodo 2012–2016, a escala mensual.

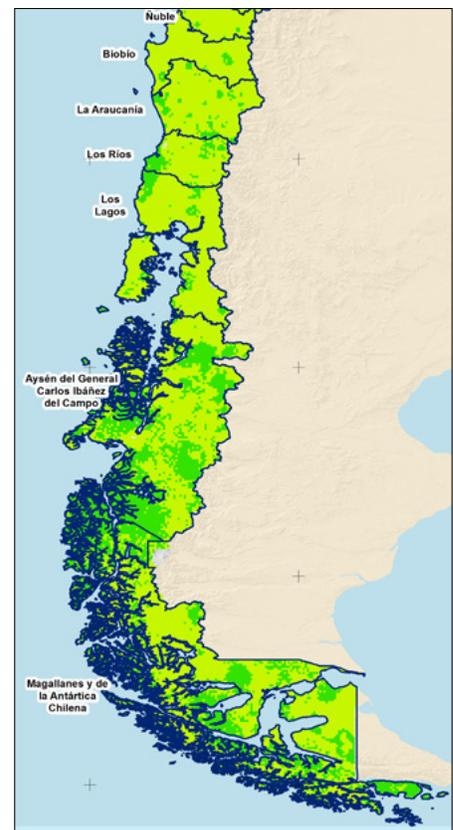
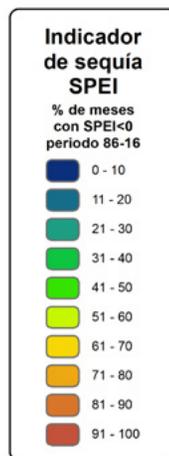
Porcentaje de meses con valores de SPEI negativos para el periodo 2014–2016, a escala mensual (este periodo coincide con el periodo en donde están registradas las fallas, limitadas por el hecho de que el producto grillado de la DGA (2017) solo posee datos hasta 2016).

Porcentaje de meses con valores de SPEI negativos para el periodo 1986–2016 (todo el periodo de datos, de modo de corroborar la tendencia central del indicador).

Estos indicadores entregan una idea del comportamiento de la sequía meteorológica tanto a largo plazo como en los últimos años, y las posibles implicaciones físicas que esto podría tener. Para el caso específico del periodo histórico se observa que al considerar toda la línea temporal de la información (1986–2016), la zona centro sur (desde la Región Metropolitana hasta la Región del Biobío) presenta una frecuencia de valores negativos para todo el periodo mayor que el 50%, lo que tiene consistencia con los escenarios actuales de déficit hídrico existentes para esta zona.

### Porcentaje de meses con SPEI negativos para el periodo 1986-2016

\*El indicador fue calculado en un agregado a 12 meses para este mismo periodo

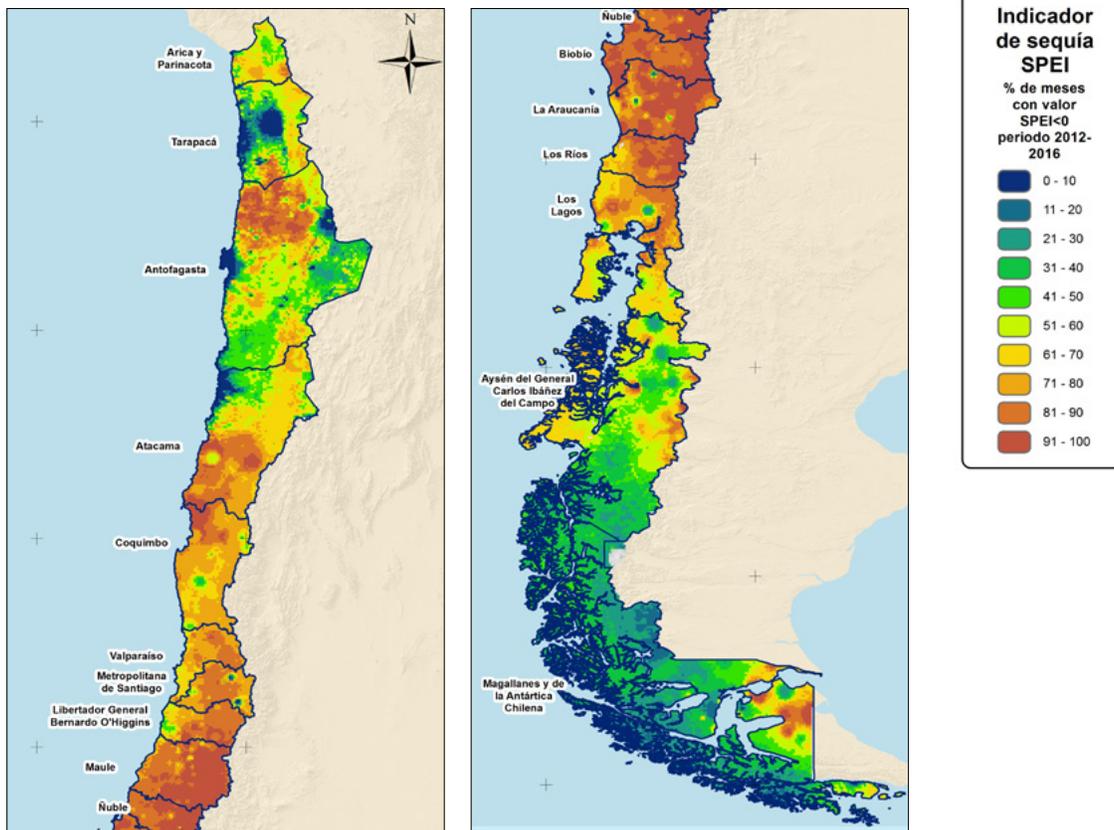


28 Un valor de SPEI negativo indica la presencia de una anomalía seca respecto de las condiciones esperadas en el lugar de análisis en términos de la relación precipitación y evapotranspiración.

Cuando se toma en consideración el periodo más reciente 2012–2016 el panorama cambia; existe un porcentaje generalizado de más de 70% de meses con valores de SPEI negativos entre las zonas centro norte, centro y centro sur de Chile, abarcando desde la Región de Atacama hasta la Región de los Lagos. En algunas zonas de las regiones del Maule, Ñuble, Biobío y La Araucanía la situación de sequía es más relevante, presentándose un déficit en más del 90% de los meses. En la zona norte y austral existen lugares en donde menos del 50% del tiempo el indicador presenta valores negativos, principalmente debido efectos de un balance positivo entre la disponibilidad de agua por precipitación y la demandada por evapotranspiración.

### Porcentaje de meses con SPEI negativos para el periodo 2012-2016

\*El indicador fue calculado en un agregado a 12 meses para el periodo 1986-2016).



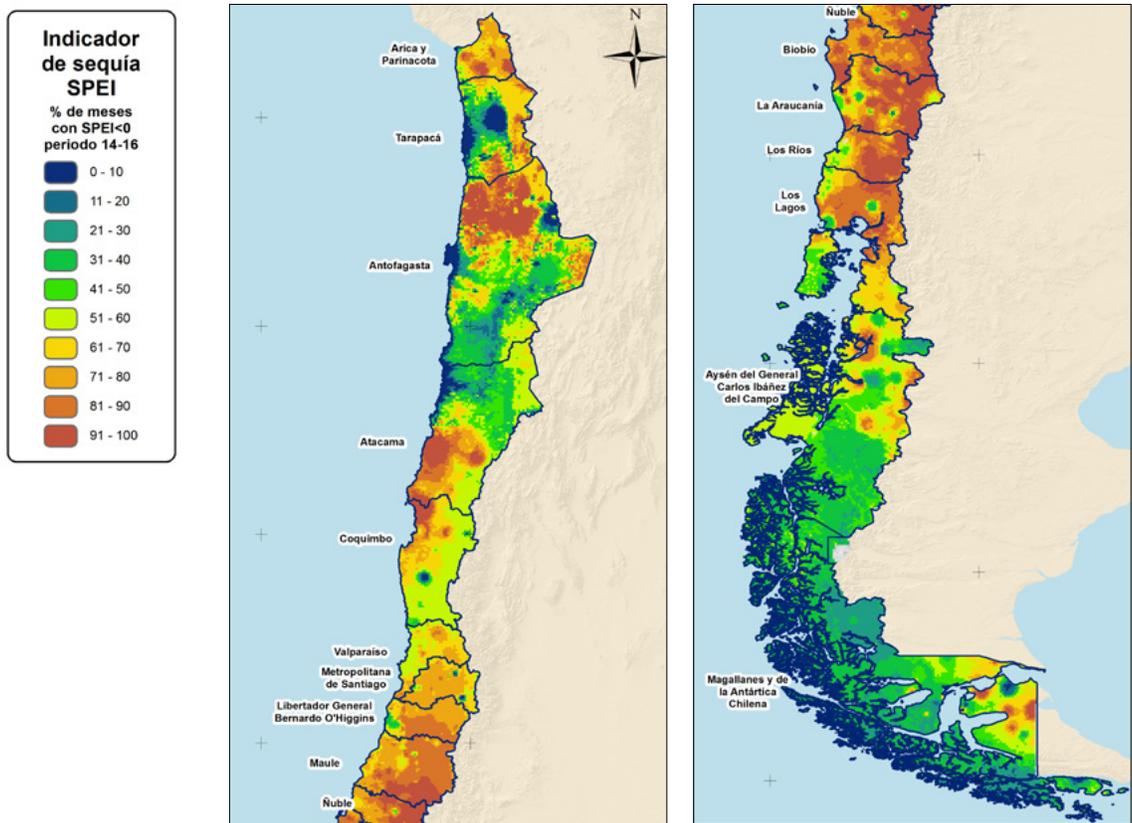
Fuente: Elaboración propia

Para el caso del análisis en los años 2014-2016, que a su vez es coincidente con la información asociada a fallas por factores climáticos /meteorológicos en las APR, existe una reducción del número de meses negativos en la parte norte de la Región de Atacama y en tramos importantes de la Región de Coquimbo y de Valparaíso, pero aun así la frecuencia de meses que presentan anomalías negativas supera el 50%. Si bien en la zona centro sur pareciera haber una mejora (menos meses con SPEI negativos en el periodo), esto parece no ser suficiente para dejar de hablar de escasez hídrica en aquellos sitios

Si bien los aumentos son generalizados en la zona central, a diferencia de lo que ocurre en las zonas de más al norte y austral, se debe tener presente que el indicador considera un balance entre el agua disponible para evaporar y la recarga del recurso por efecto de las precipitaciones, de modo que existe un factor de intensidad de sequía que no se encuentra representado en las figuras. De todas formas, lo que este ejercicio busca es un análisis de los cambios en los patrones de sequía meteorológica hacia el periodo actual.

### Porcentaje de meses con SPEI negativos para el periodo 2014-2016

\*El indicador fue calculado en un agregado a 12 meses para el periodo 1986-2016.



Fuente: Elaboración propia

## Fallas por sequías en los APR en el periodo actual

Para el periodo actual, y con motivo de establecer alguna clase de atribución específica, resulta útil analizar la relación presente entre el número de sequías y la cantidad de fallas por APR, de modo de evaluar si existe una potencial atribución de una variable sobre la otra.

Para ello, se obtuvo el número de fallas atribuibles a condiciones meteorológicas y se comparó con el SPEI reportado como el número de meses con valores negativos del indicador por sobre el total de meses en análisis, en este caso los periodos 2012-2016 (escogidos pensando en ciertos desfases que pueden existir entre la ocurrencia de sequía meteorológica y la falla en el APR) y 2014-2016, que pese a tener una cantidad inferior de información es coincidente en periodo con los reportes de las fallas.

Casi el 100% de los cortes declarados por sequía ocurren cuando en un 50% o más del tiempo el indicador SPEI se encuentra en valores negativos. Por otra parte, la siguiente tabla muestra que el 92,6% de las APR se encuentran en localidades en donde el número de meses negativos para el indicador en el periodo 2014-2016 es superior al 50%, o sea bajo una condición de sequía en al menos la mitad de este periodo. De hecho, un 64,8% de los APR se ubica en zonas donde se ha estado en condición de sequía por más del 70% del tiempo en el periodo descrito.

Considerando solo a los APR que han presentado al menos una falla, el 91,7% de ellas se encuentra en localidades en donde se ha estado en condición de sequía más del 50% del tiempo en el periodo 2014-2016. Ningún APR ha presentado fallas atribuibles a sequía cuando menos de un 20% del tiempo existen valores de SPEI negativos, lo cual tiene sentido, ya que en la mayoría del tiempo se estaría en una condición de disponibilidad relativamente alta de agua.

Respecto del valor esperado de fallas por APR dadas ciertas condiciones de escasez hídrica, se espera un promedio de 1,3 fallas por APR cuando el SPEI es negativo entre un 20 y 50% del tiempo para el periodo 2014-2016. Cuando el indicador es negativo entre un 50% y un 80% del tiempo se esperan 4,1 fallas promedio por APR. Finalmente, solo considerando el periodo 2014-2016, si en más del 80% del periodo el SPEI es negativo se espera un promedio de ocho fallas por APR.

Si bien se desprende que existe una asociación entre la cantidad de tiempo en que se encuentra un APR en condición de sequía con la cantidad de fallas que ocurren en ellas, no parece existir un patrón espacial asociado, de modo que la cantidad de fallas que un APR puede tener dadas condiciones de sequía no parece ser atribuible a una zona geográfica particular, sino más bien a la cantidad de tiempo en la cual esta condición ocurre.

# 64,8%

de los APR se ubica en zonas donde se ha estado en condición de sequía por más del

# 70%

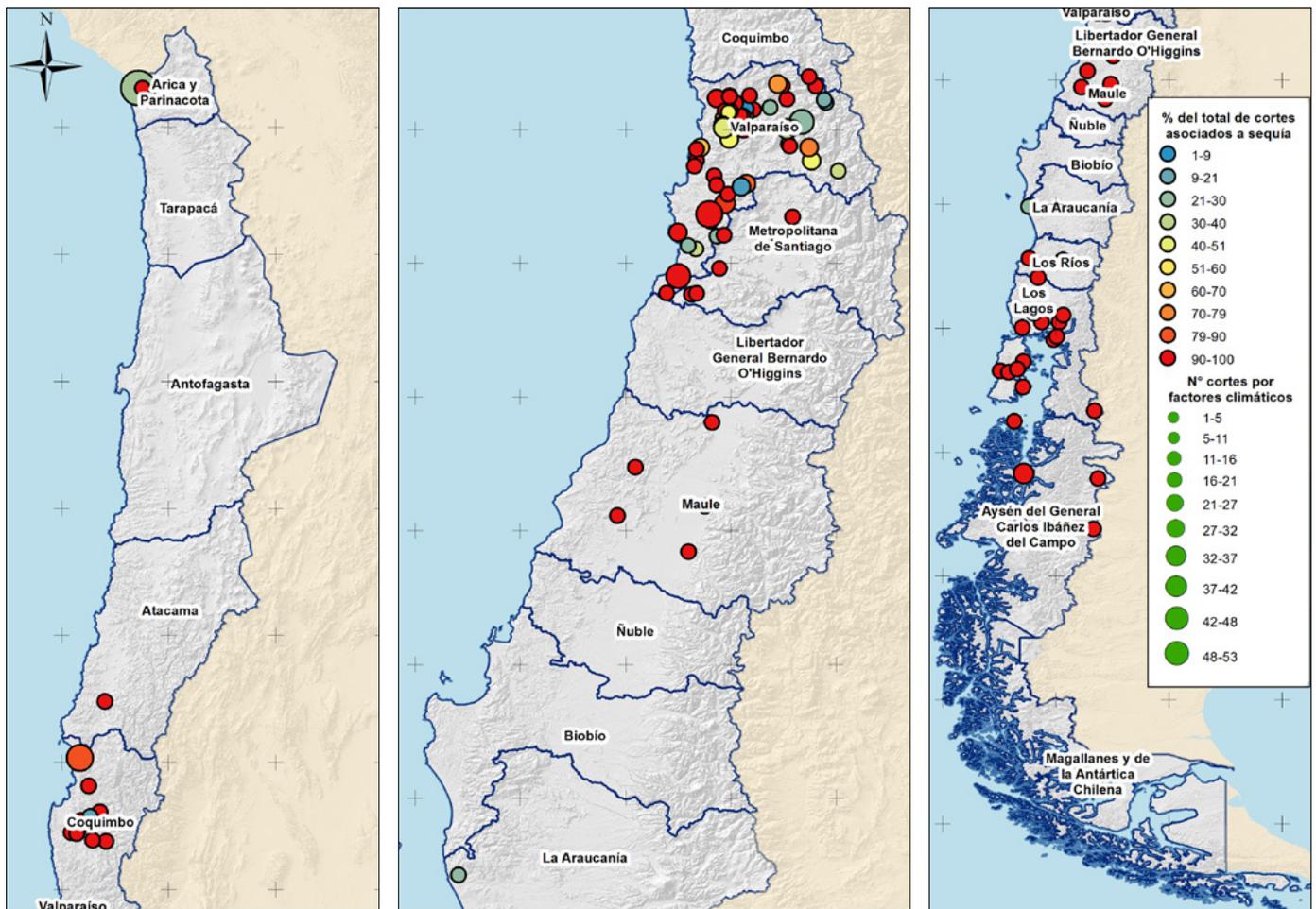
del tiempo en el periodo descrito.

**Distribución de frecuencias del número de fallas y APRs asociadas con el porcentaje de meses en que el SPEI posee valores negativos para el periodo 2014-2016.**

% de meses con SPEI <0 entre 2014 y 2016	Fallas atribuibles a sequía	N° total de APRs	N° total de APRs con al menos una falla	% Fallas asociadas a sequía	%_APR con fallas asociadas a sequía
(0-10)	<b>0</b>	13	0	<b>0.0%</b>	<b>0.7%</b>
[10-20)	<b>0</b>	5	0	<b>0.0%</b>	<b>0.3%</b>
[20-30)	<b>1</b>	14	1	<b>0.3%</b>	<b>0.8%</b>
[30-40)	<b>7</b>	42	4	<b>1.8%</b>	<b>2.3%</b>
[40-50)	<b>4</b>	59	4	<b>1.0%</b>	<b>3.3%</b>
[50-60)	<b>139</b>	209	31	<b>35.6%</b>	<b>11.6%</b>
[60-70)	<b>75</b>	290	26	<b>19.2%</b>	<b>16.1%</b>
[70-80)	<b>118</b>	447	24	<b>30.3%</b>	<b>24.9%</b>
[80-90)	<b>16</b>	493	17	<b>4.1%</b>	<b>27.4%</b>
[90-100)	<b>30</b>	225	2	<b>7.7%</b>	<b>12.5%</b>

Según se aprecia en la gráfica, existe un alto número de cortes por sequía en relación con el número total de cortes por razones climáticas en las regiones de Valparaíso, Biobío, Maule y La Araucanía, la que coincide con la zona que presenta un mayor porcentaje de meses con indicador SPEI negativo para el periodo histórico 2012-2016 y 2014-2016.

**Fallas asociadas a factores climáticos y la proporción de estos que se encuentran atribuidos a sequías**



Según se aprecia en la gráfica, existe un alto número de cortes por sequía en relación con el número total de cortes por razones climáticas en las regiones de Valparaíso, Biobío, Maule y La Araucanía, la que coincide con la zona que presenta un mayor porcentaje de meses con indicador SPEI negativo para el periodo histórico 2012-2016 y 2014-2016.

Fuente: Elaboración propia

# Proyecciones climáticas del abastecimiento de agua

Es de interés poder evaluar cuál es la situación esperada respecto del abastecimiento de agua potable a las localidades rurales objeto de foco de este estudio.

Para realizar este análisis se lleva a cabo una proyección climática para un periodo futuro cercano tomando en cuenta los cuatro modelos de cambio climático considerados en la Actualización del Balance Hídrico Nacional (DGA, 2017); estos modelos son:

- Sensibilidad baja extrema: CSIRO-Mk3-6-o (En adelante CSIRO)
- Sensibilidad baja moderada: CCSM4 (En adelante CCSM4)
- Sensibilidad alta moderada: MIROC-ESM (En adelante MIROC)
- Sensibilidad alta extrema: IPSL-CM5A (En adelante IPSL)

Estos modelos fueron seleccionados a partir de una metodología que permitiera elegir aquellos lo más contrastante posibles, de modo de abarcar un abanico importante de trayectorias hacia el futuro, siempre considerando el escenario de emisiones de gases de efecto invernadero RCP8.5.

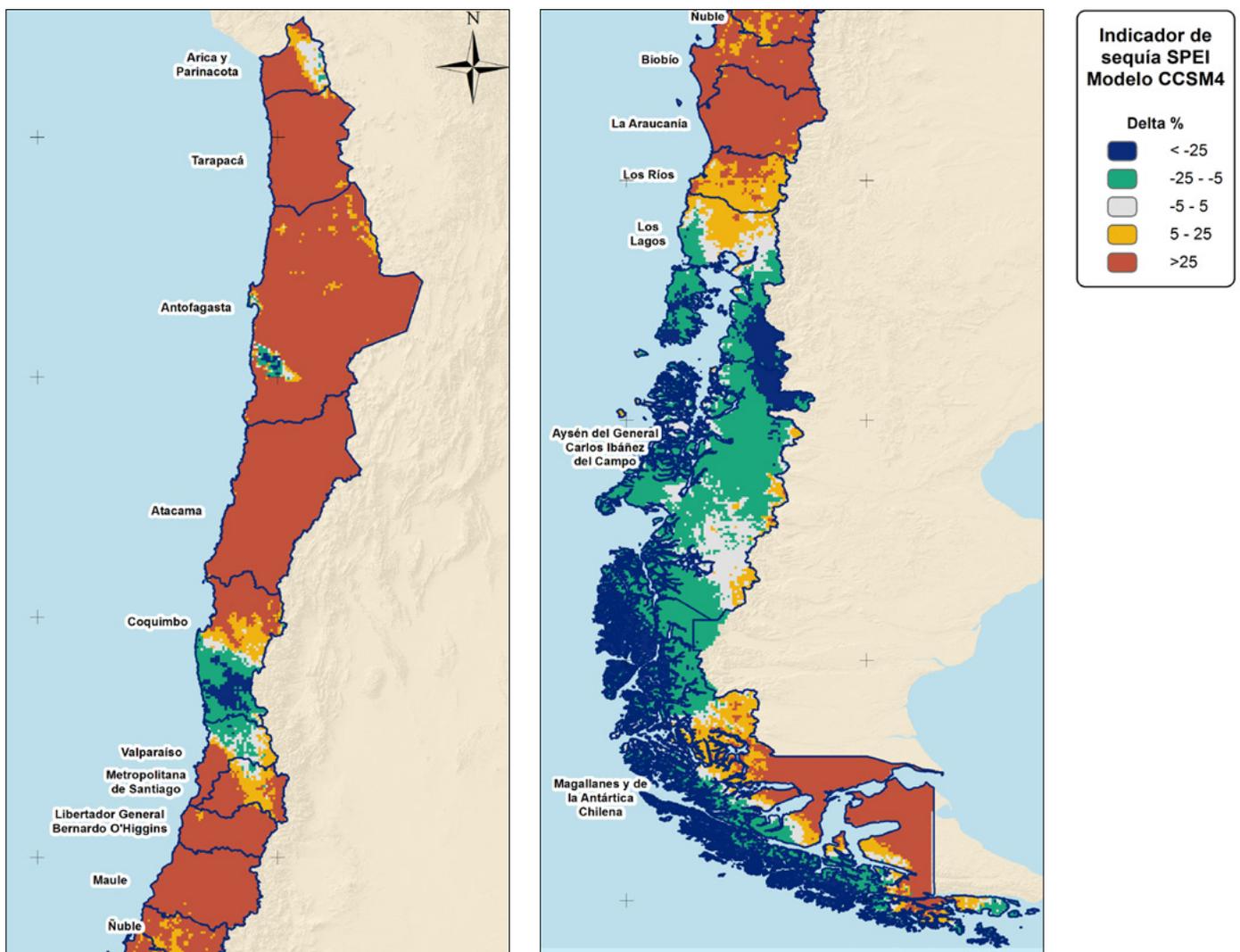
Una vez seleccionados los modelos y ajustados sus valores al escenario histórico (1985-2016), se proyecta el cálculo del indicador SPEI hacia el año 2060. Con la serie continua obtenida del indicador, se realizó una comparación entre los periodos 2005-2015 y 2020-2030 a partir de la estadística de la razón porcentual del número de meses para cada periodo en que los valores del SPEI son negativos. Para tener una aproximación de los cambios esperados en esta ventana de tiempo se calculó la tasa de cambio porcentual de este indicador respecto del presente, de la siguiente forma

$$\Delta\% = \frac{n^{\circ} \text{ meses SPEI} < 0 \text{ (2020 a 2030)} - n^{\circ} \text{ meses SPEI} < 0 \text{ (2005 a 2015)}}{n^{\circ} \text{ meses SPEI} < 0 \text{ (2005 a 2015)}}$$

Si este delta de cambio es positivo, se espera para el periodo 2020-2030 una mayor proporción de meses bajo condición de escasez hídrica. Por el contrario, si es negativo, se esperarían condiciones de mayor superávit hídrico para este futuro cercano definido.

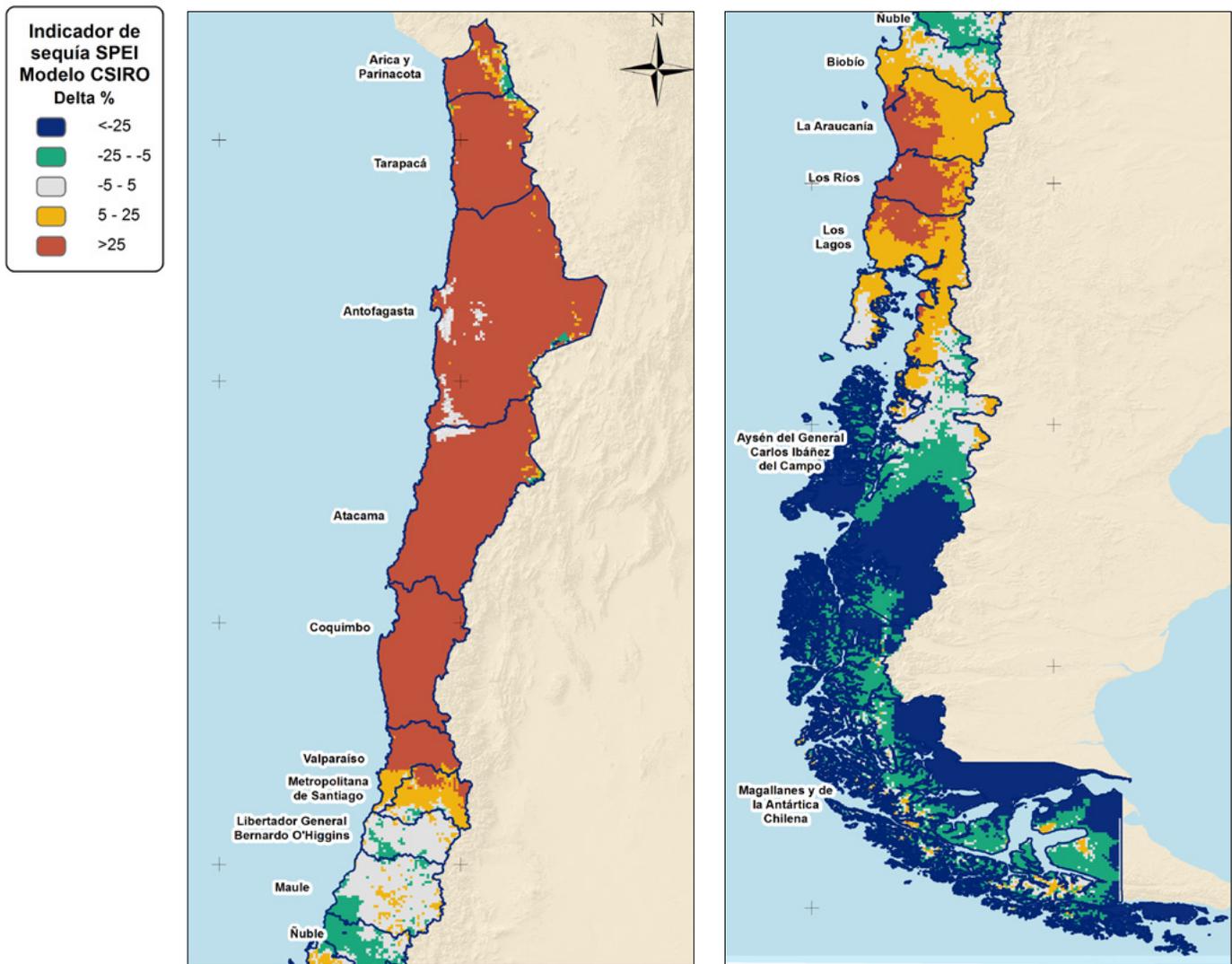
Se observa que existe un bajo a medio grado de convergencia entre modelos para posibles variaciones esperadas. Pareciera que en la zona del Norte Grande aumentará la tasa de meses en condición de sequía en mucho mayor grado que para lo que existe en el periodo actual analizado (2005-2015), y eso resulta transversal casi en los cuatro modelos (Modelo OPSL muestra reducciones hacia el altiplano). Estos incrementos, para el modelo CCSM4 aun serán patentes en la zona centro y centro sur, pero por el contrario, se espera mayor cantidad de meses en condición de régimen húmedo para la zona austral.

**Delta de cambio del número de meses en que  $SPEI < 0$   
entre los periodos 2005-2015 y 2020-2030 para el modelo CCSM4**



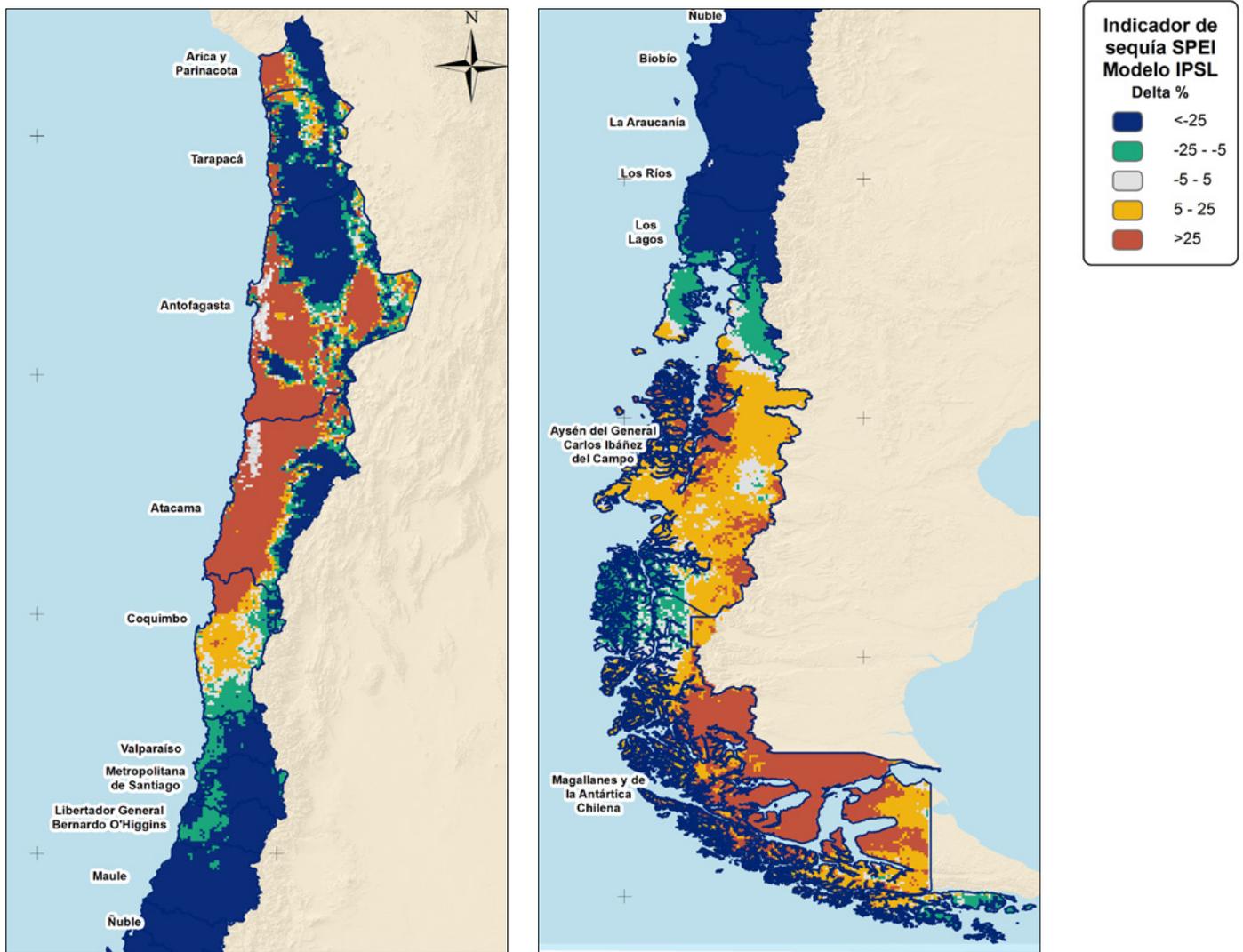
Fuente: Elaboración propia

**Delta de cambio del número de meses en que SPEI<0  
entre los periodos 2005-2015 y 2020-2030 para el modelo CSIRO**



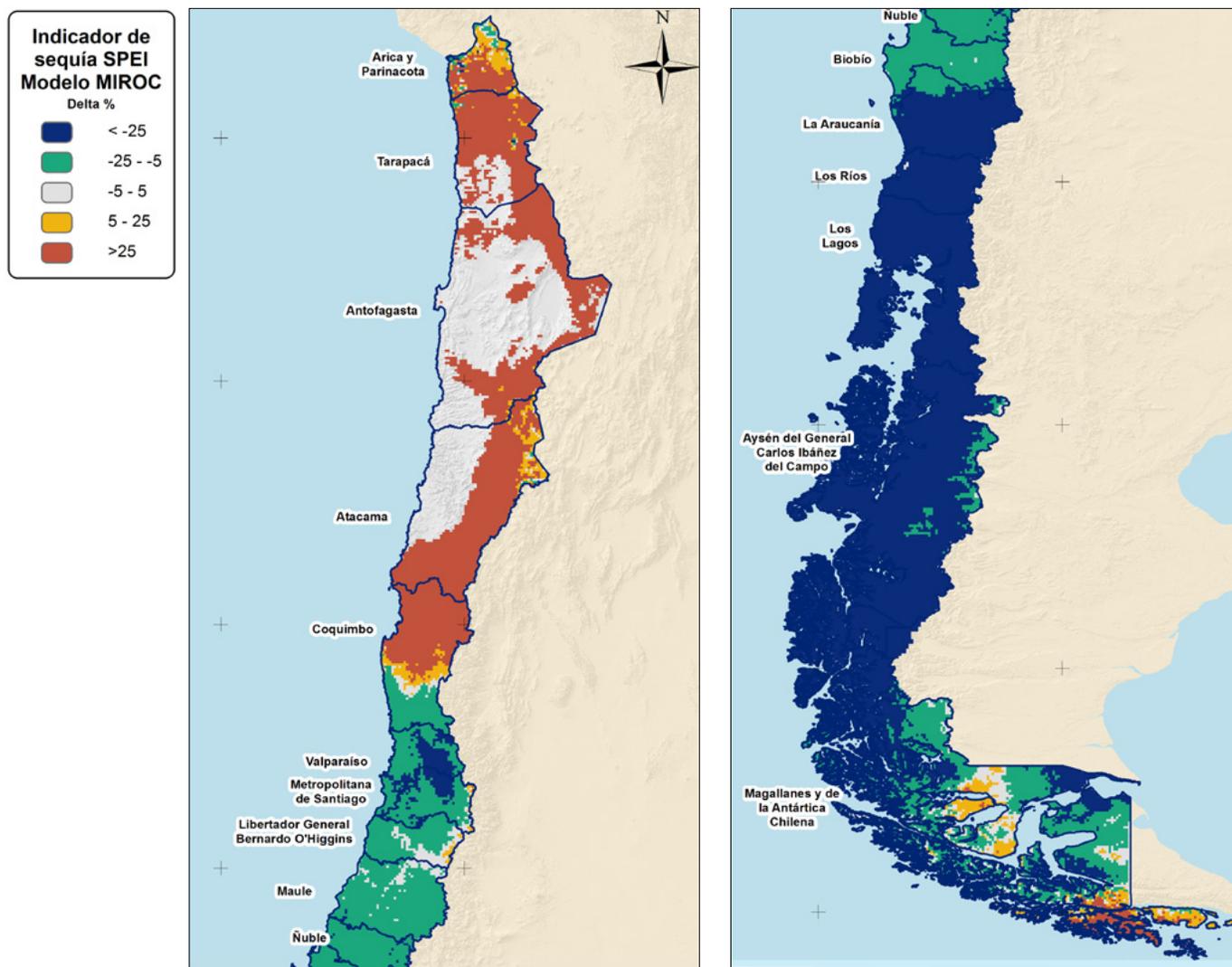
Fuente: Elaboración propia

**Delta de cambio del número de meses en que  $SPEI < 0$   
entre los periodos 2005-2015 y 2020-2030 para el modelo IPSL**



Fuente: Elaboración propia

### Delta de cambio del número de meses en que $SPEI < 0$ entre los periodos 2005-2015 y 2020-2030 para el modelo MIROC



Fuente: Elaboración propia

El modelo CSIRO muestra algo similar para la zona del Norte Grande, pero una menor intensidad en los aumentos de los meses en condición de sequía para el futuro. El modelo IPSL, al tener una sensibilidad extrema alta, muestra por su lado que hacia el futuro disminuirán los periodos secos en pos de mayor cantidad de meses bajo condición húmeda en la zona centro y centro sur, mientras que en la zona austral se esperaría un aumento de meses secos hacia el futuro cercano (2020-2030). Este modelo es el más divergente respecto del resto de los modelos.

Finalmente, el modelo MIROC muestra la misma tendencia común para la zona del Norte Grande (aunque con bastantes celdas que poseen cambios nulos) y, por el contrario, un aumento de la cantidad de meses con superávit hídrico para prácticamente todo el resto de Chile.

Si bien los modelos presentan estas divergencias que pueden aumentar la incertidumbre en las interpretaciones, se debe tener presente que en periodos de 10 años no es posible tener un patrón de tendencia específico de atribución. La organización meteorológica mundial (WMO por sus siglas en inglés) recomienda al menos 30 años de datos para realizar comparaciones.

Una forma de corroborar esto es evaluar el grado de certidumbre (y de incertidumbre también) de los modelos en su conjunto respecto de los cambios esperados en temperatura y precipitación. Por eso, se hizo un contraste similar, pero ahora utilizando como periodo histórico el intervalo de años 1985-2015 y como periodo futuro 2030-2060. Para el caso de las precipitaciones, prácticamente todo el territorio chileno (con excepción de algunas zonas del Norte Grande) tiene un consenso respecto de reducción

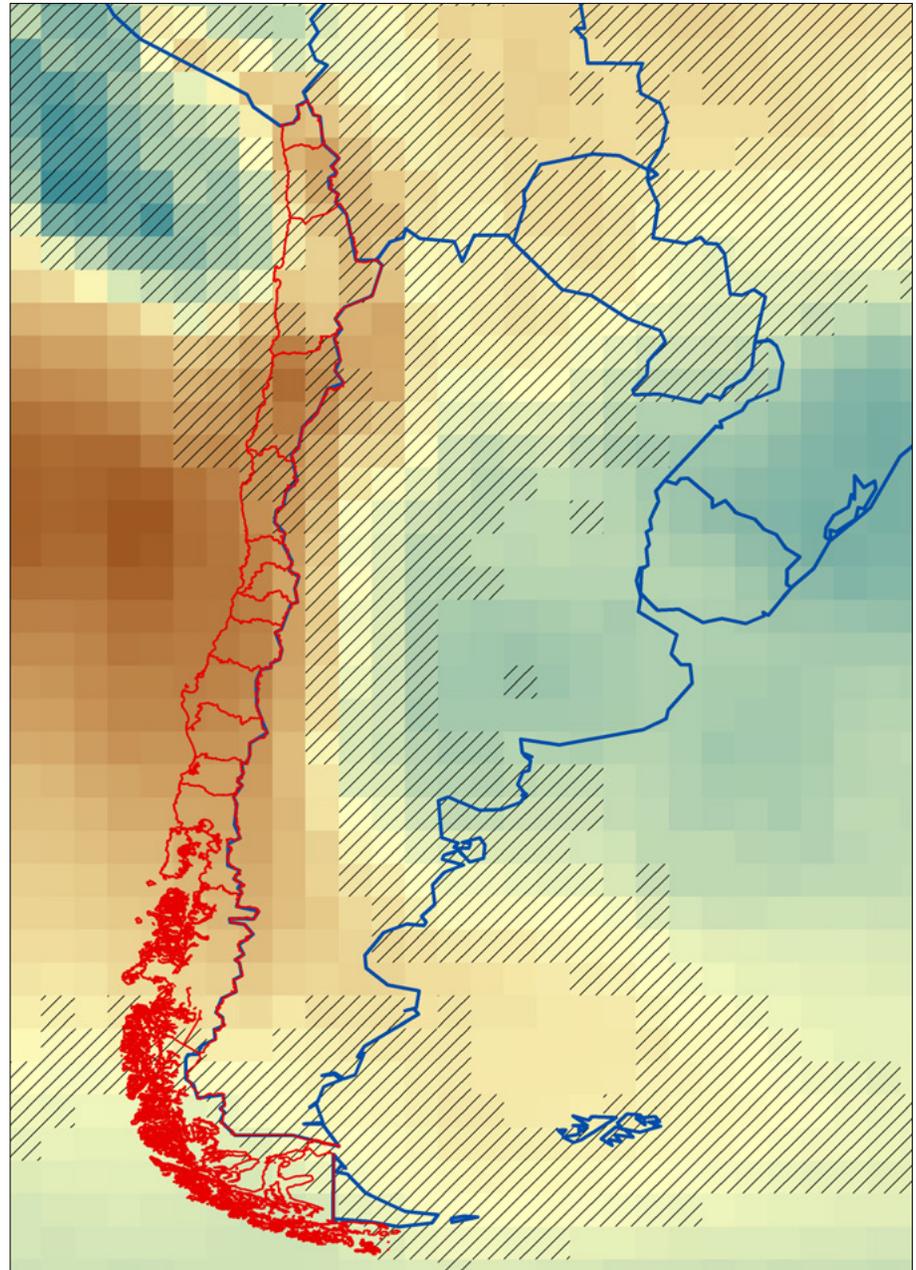


en las precipitaciones. Mientras que para temperatura también prácticamente en todo Chile (con excepción de la zona austral) los modelos prevén aumentos de temperatura de al menos 1°C.

De esta forma, y dado que el periodo de comparación es más largo, se debe tener cierto grado de mesura en las conclusiones que se puedan desprender desde los análisis mencionados tanto para la zona del Norte Grande como para la austral, por el mayor grado de incertidumbre de los modelos en aquellas zonas. Vale decir, si bien es posible extraer tendencias generales hacia el futuro, en periodos cortos de tiempo las relaciones y potenciales atribuciones se vuelven más inciertas.

### Delta porcentual de precipitaciones como un ensamble de 30 modelos GCM comparados entre 1985-2015 con 2030-2060

\*La zona achurada indica mayor incertidumbre entre modelos, vale decir, no existe certeza en que si las tendencias serán negativas y/o positivas.



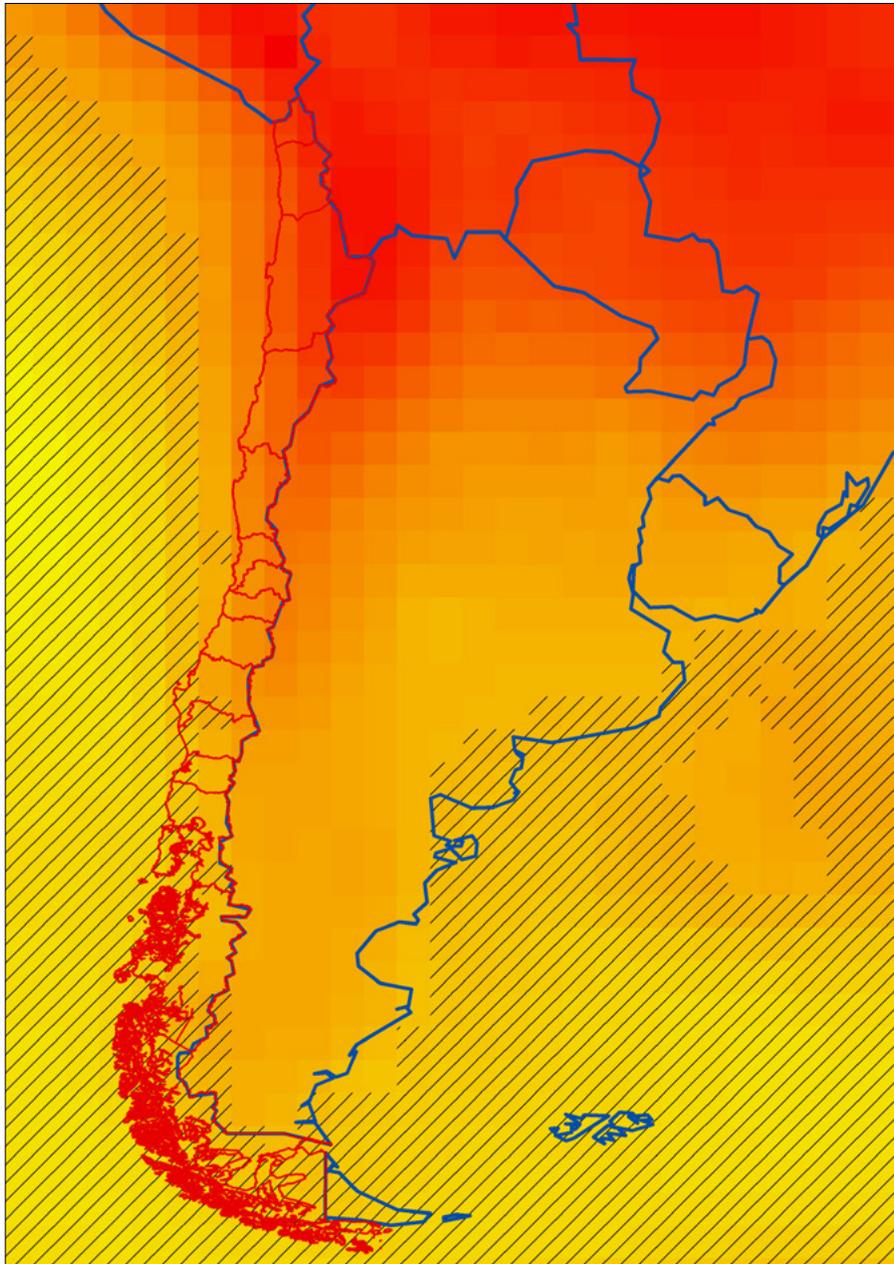
/// Mayor incertidumbre entre modelos (p-valor < 0.05)

<-16	-12.8	-9.6	-6.4	-3.2	0	3.2	6.4	9.6	12.8	>16
------	-------	------	------	------	---	-----	-----	-----	------	-----

(%)

### Delta de temperaturas como un ensamble de 30 modelos GCM comparados entre 1985-2015 con 2030-2060.

\* La zona achurada indica mayor incertidumbre entre modelos, vale decir, no existe certeza en que si las tendencias serán negativas y/o positivas para un aumento de al menos 1°C.



/// Mayor incertidumbre entre modelos Temp > 1°C (p-valor < 0.05)



0.9 1 1.1 1.3 1.4 1.6 1.7 1.9 2 2.1 2.3

# Proyección de crecimiento de los APR

El Programa de Agua Potable Rural (APR) de la Dirección de Obras Hidráulicas, perteneciente al Ministerio de Obras Públicas, tiene por misión abastecer de agua potable a localidades rurales, contribuyendo al desarrollo económico y a la integración social del país.

**De las 346 comunas que posee Chile, el departamento de APR invertirá en 94 comunas.**

Donde su objetivo principal es dotar de agua potable a la población rural, según calidad, cantidad y continuidad de acuerdo con la Norma Chilena NCh 409 Of. 84; obtener de los habitantes beneficiados una participación responsable y permanente, para que sea la propia comunidad organizada la que efectúe la administración del servicio una vez construido.

Dentro de las proyecciones de crecimiento que el departamento de APR tiene para el presente año, el año 2020 y 2021, son 26.024 viviendas que se espera abastecer y generar un cambio en la calidad de vida de esas personas. Estas inversiones representan la disminución de un 6,8% de las viviendas carentes de agua potable.

El enfoque principal de estas proyecciones está en las regiones de La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos.

De las 346 comunas que posee Chile, el departamento de APR invertirá en 94 comunas. Ahora tomando Chile por zona: norte, centro y sur, las proyecciones son:

## Zona norte

En esta zona del país la región con mayor proyección dentro de tres años es la Región de Antofagasta, con 1.505 arranques de 4.478 viviendas sin acceso. Con lo que de un 6% sin acceso baja a un 5,4 % con los nuevos arranques.

Las tres comunas donde se proyectan más arranques son:

- Tocopilla, con 1.200 arranques.
- Calama, con 305 arranques.
- Illapel, con 284 arranques.

## Zona centro

Para esta zona, la región con mayor proyección dentro de tres años es la Región de Ñuble, con 2.868 arranques, de 29.721 viviendas sin acceso. Teniendo un 4,8% sin acceso baja a un 4,6 % con los nuevos arranques.

Las tres comunas donde se proyectan más arranques son:

- Los Ángeles, con 1.693 arranques.
- Chillán, con 970 arranques
- San Carlos ,con 489 arranques.

## Zona sur

Por último, en la zona sur del país la región con mayor proyección dentro de tres años es la Región de La Araucanía, con 6.777 arranques de 67.421 viviendas sin acceso. Teniendo un 19% sin acceso baja a un 17 % con los nuevos arranques.

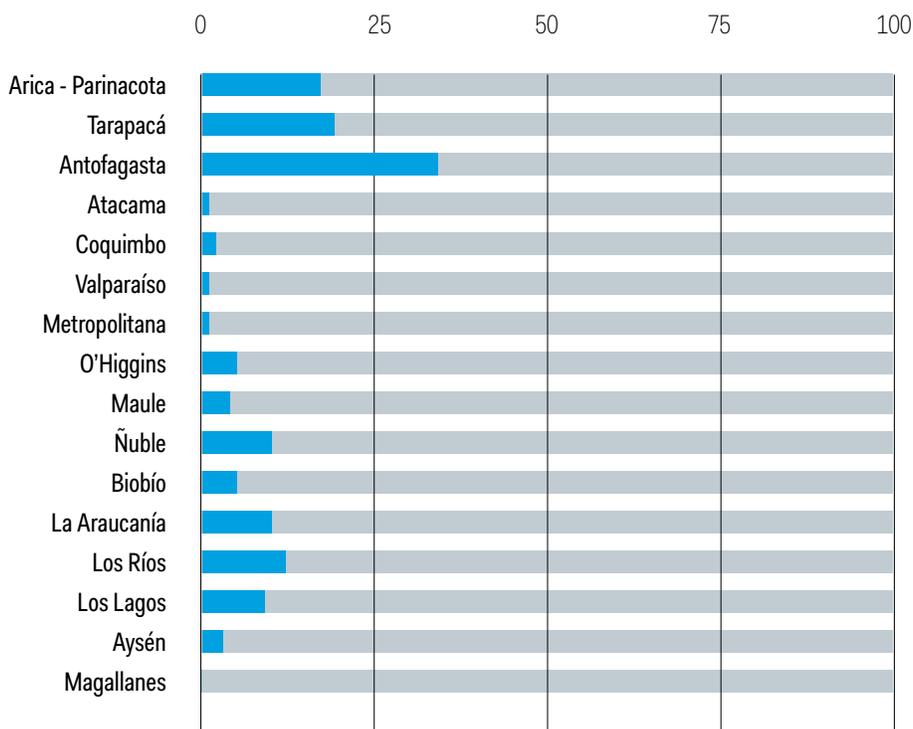
Las tres comunas donde se proyectan más arranques son:

- Quinchao, con 1.220 arranques
- Vilcún, con 899 arranques
- Panguipulli, con 874 arranques

Luego de esto se puede apreciar que la baja más significativa es en la zona norte del país, principalmente en las regiones de Antofagasta y Tarapacá. Así se aprecia en el siguiente gráfico.

## Proyección de nuevas APR (%)

■ Total proyección MOP ■ Viviendas sin acceso





**Las comunidades  
dispersas carentes  
de agua potable  
alcanzan casi las  
100.000 viviendas  
en todo Chile.**



# Principales conclusiones y desafíos

Desde sus inicios, el Programa ha sido exitoso en proveer de infraestructura de agua potable rural (APR) a localidades rurales concentradas y semiconcentradas, logrando aumentar la cobertura de la población rural con agua potable desde un 6% el año 1960 a un 53% el año 2018, acarreando esto importantes consecuencias en el ámbito de la salud pública y superación de la pobreza.

Habiéndose alcanzado plena cobertura de agua potable para población rural concentrada, y presentando importantes avances para la población semiconcentrada, se evalúa positivamente la ampliación de la población objetivo del programa a la población rural dispersa.

Las comunidades dispersas carentes de agua potable alcanzan casi las 100.000 viviendas en todo Chile. Para determinar dónde se ubican dichas localidades, analizamos dos indicadores relevantes: aquellas viviendas que son carentes sobre el porcentaje total de la población de la localidad y aquellas que dependen de camión alijibe o fuente de agua externa, como río, estero o lago, sobre la población total de carentes de la localidad. En ambos indicadores podemos ver gráficamente dónde están las regiones y comunas más carentes y en donde existe mayor dolor. Estas personas no tendrán planes de crecimiento en cobertura a nivel gubernamental, por lo que se presenta un nuevo desafío, dado que mientras más dispersa sea la población que se atiende, mayores serán los costos de estas soluciones, lo que demandará propuestas innovadoras que vayan más allá de las tradicionales soluciones, como los APRs.

El Programa APR estableció normas técnicas que todos los sistemas nuevos deben cumplir para que, al menos en sus inicios, proporcione agua potable en cantidad, calidad y continuidad de acuerdo con las regulaciones actuales. A nivel nacional, un 80% de los APR cuentan con una alta continuidad en el servicio, cumpliendo así con el objetivo de suministrar agua potable en continuidad. Por ende, el programa ha logrado en un alto porcentaje su objetivo de suministrar a la población rural, en localidades concentradas y semiconcentradas, agua potable en cantidad y continuidad.

No obstante, con el tiempo, un 20% de los APR ha presentado interrupciones en el suministro de agua por año, afectando a aproximadamente 350.000 personas. Se ha evidenciado que los problemas de continuidad del suministro de agua potable se deben mayoritariamente a fallas operativas, a la falta mantenimiento producto de problemas de financiamiento y a que no existen planes de mejora de mediano y largo plazo.

Además, queda de manifiesto que esto ocurre, en gran parte, por un insuficiente financiamiento. Esto es coincidente con Donoso et al. (2015), quien señala que con las tarifas fijadas y cobradas solo un 75% de las organizaciones son capaces de cubrir sus gastos de operación, mantenimiento y reparaciones menores, y que un 57% de los servicios ya instalados nunca ha realizado mejoras y/o ampliaciones. Esta situación obliga a mantener y aumentar a través del tiempo los apoyos a las organizaciones para realizar mejoras y ampliaciones, especialmente en las de menor tamaño.

De los resultados se desprende, además, que este problema de subfinanciamiento está directamente relacionado con la escala de operación; la capacidad de los APR para financiar sus gastos recurrentes y no-operacionales como mejoramientos y ampliaciones es función del tamaño de estas. Esto representa un importante desafío, ya que,

en la actualidad, aproximadamente un 63% de los sistemas de APR tiene un número menor a 250 arranques, pequeños sistemas de APR, cuya escala no permitiría recabar los recursos suficientes para llevar adelante las inversiones y gastos asociados a su tarea (Navarro et al., 2007; Donoso et al., 2015; Fuster y Donoso, 2018). La capacidad económica condiciona la capacidad de gestión de una organización (Fuster et al., 2016; Donoso et al., 2015).

Es importante señalar que estas debilidades de los servicios de abastecimiento de agua potable están relacionadas, más bien, con ámbitos de gestión y no con incidentes en los procesos de producción de agua y su calidad. Por lo anterior, para asegurar la sustentabilidad de los beneficios del Programa es preciso abordar las debilidades de gestión de estas organizaciones; es decir, es necesario aumentar la competencia en gestión y administración de los comités y cooperativas.

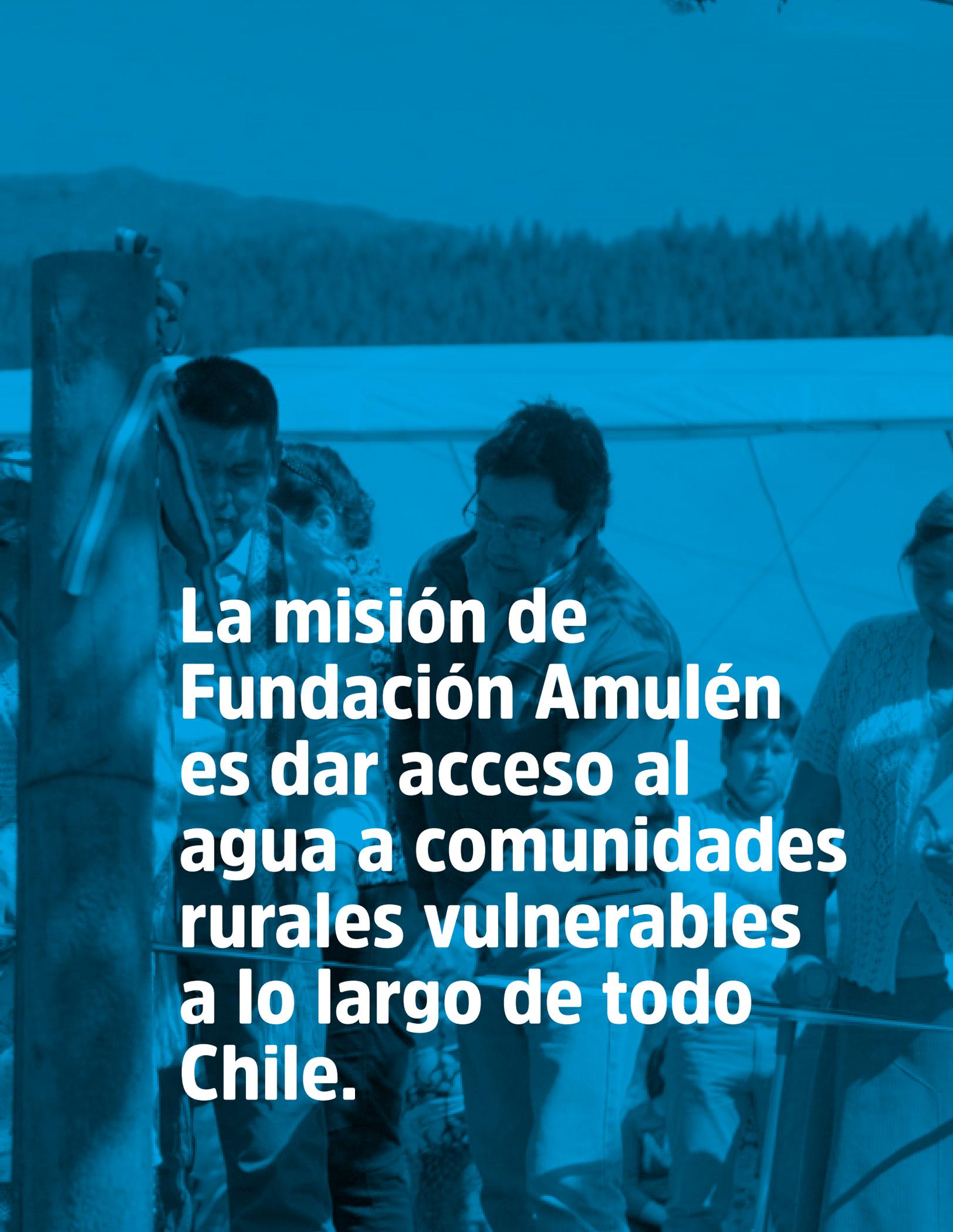
Algunas de las causas mencionadas están relacionadas con factores climáticos, tales como frentes climáticos, inundaciones, bajo nivel de agua en sus fuentes producto de sequía, entre otros. En el periodo analizado, solo un 7,6% del total de cortes no programados se debió a factores climáticos. En promedio, un 22% del total de cortes por razones climáticas se debió a sequías.

Para realizar el análisis empírico de estas se ha construido un indicador (SPEI o Standardized Precipitation Evapotranspiration Index) que toma en cuenta la disponibilidad de agua a través de la precipitación y la demanda de agua a través de la evapotranspiración. En ese sentido, el indicador representa la disponibilidad relativa de agua en algún momento y lugar determinado. El indicador permite de esta manera identificar periodos de relativa baja disponibilidad de agua (periodos de sequía) cuando su valor es negativo. De la relación entre este indicador para un periodo reciente y el número de fallas en APR para un periodo coincidente se desprende que por sobre un 50% de meses en que el indicador SPEI es negativo la cantidad media de fallas se cuadruplica respecto de la situación en la que el indicador es menos del 50%. Y se hace ocho veces mayor cuando el porcentaje de meses con  $SPEI < 0$  es sobre el 80%. En ese sentido, se podría desprender un indicador para evaluar el grado de riesgo de ciertos APR en contextos de sequía meteorológica.

Finalmente, para evaluar la probabilidad de fallas producto de sequías en un futuro cercano se han analizado algunos escenarios de cambio climático y la proyección que se puede hacer de estos con el mismo indicador SPEI. Los resultados indican que para periodos de tiempo relativamente cortos en el contexto el cambio climático (próximos 10 años) no existe claridad respecto de la situación de la sequía en distintas zonas del país. Sin embargo, cuando se toman periodos de tiempo más largos (30 años), que es el plazo que normalmente se usa para analizar los efectos del cambio climático, se encuentran proyecciones robustas de reducción de precipitaciones y aumento de temperaturas para la zona centro sur del país, lo que indica que en el largo plazo las condiciones de disponibilidad de agua para zonas rurales en parte importante del país serían más compleja que la situación histórica.

**Habiéndose alcanzado plena cobertura de agua potable para población rural concentrada, y presentando importantes avances para la población semiconcentrada, se evalúa positivamente la ampliación de la población objetivo del programa a la población rural dispersa.**



A group of people, including men and women, are gathered around a large, vertical wooden log. They appear to be engaged in a task, possibly related to water management or a community activity. The scene is overlaid with a solid blue color. The text is centered over the image.

**La misión de  
Fundación Amulén  
es dar acceso al  
agua a comunidades  
rurales vulnerables  
a lo largo de todo  
Chile.**

## Referencias

**APR (2018).**

«Desafíos del Sector Sanitario en Chile: Visión del Sector Rural». Santiago Chile: Subdirección de Agua Potable Rural, p. 32.

**Ayala, L. (2010).**

«Aspectos técnicos de la gestión integrada de las aguas (GIRH)–Primera etapa diagnóstico» Informe preparado para el diagnóstico de la gestión de los recursos hídricos. Santiago, Chile: DGA, MOP.

**Beguería, S., Vicente-Serrano, S. M., & Angulo-Martínez, M. (2010).**

A multiscalar global drought dataset: the SPEIbase: a new gridded product for the analysis of drought variability and impacts. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 91(10), 1351–1356.

**Beguería, S., Vicente-Serrano, S. M., Reig, F., & Latorre, B. (2014).**

Standardized precipitation evapotranspiration index (SPEI) revisited: parameter fitting, evapotranspiration models, tools, datasets and drought monitoring. *International Journal of Climatology*, 34(10), 3001–3023. doi:10.1002/joc.3887.

**Carrasco Mantilla, W. (2011).**

«Políticas públicas para la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento en las áreas rurales» CEPAL Colección Documentos de proyectos. Santiago, Chile: UN. Available at: <https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3842/S2011912.pdf?sequence=1>.

**Cazalac (2016).**

«Investigación de soluciones innovadoras para el abastecimiento de agua». Coquimbo, Chile: Centro del Agua Para Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina y el Caribe (CAZALAC).

**Celedón, E., & Alegría, M. A. (2006).**

Historia del sector sanitario chileno. De la gestión estatal hasta el proceso de privatización (Documento del programa del Instituto de Investigación de las Naciones Unidas para el Desarrollo Social (UNRISD)). Naciones Unidas para el Desarrollo Social. <http://www.unrisd.org/UNRISD/website/document.nsf/0/ba5cd54835b2abb4c12572ad004266ab?OpenDocument&Click=>.

**DGA (2016).**

«Atlas del Agua Chile 2016». Santiago, Chile: Dirección General de Aguas, Ministerio Obras Públicas. Available at: <http://www.dga.cl/DGADocumentos/Atlas2016parte1-17marzo2016b.pdf>.

**DGA, 2017).**

Actualización del Balance Hídrico Nacional. Realizado por Universidad de Chile y Pontificia Universidad Católica de Chile. <http://documentos.dga.cl/REH5796v1.pdf> Donoso, G., Calderón, C., & Silva, M. (2015) «Informe Final De Evaluación Programa De Agua Potable Rural» DIPRES. Santiago, Chile. Available at: [http://www.dipres.gob.cl/574/articles-141243\\_informe\\_final.pdf](http://www.dipres.gob.cl/574/articles-141243_informe_final.pdf).

**Falkenmark, M. (1989).**

The massive water scarcity now threatening Africa: why isn't it being addressed? *Ambio*, 112–118.

**Fuster, R., & Donoso, G. (2018).**

Rural Water Management. In G. Donoso (Ed.), *Water Policy in Chile* (pp. 151-163). Switzerland: Springer International Publishing. doi:10.1007/978-3-319-76702-4.

**Fuster, R., Jara, P., Vidal, K., DESCOOP, & Abellá, F. (2016).**

«Estado Del Arte Y Desafíos En Los Servicios Sanitarios Rurales». Santiago, Chile: ANDESS A.G. Available at: [http://www.revistagua.cl/wp-content/uploads/sites/7/2016/11/Informe-Final-APR\\_FINAL.pdf](http://www.revistagua.cl/wp-content/uploads/sites/7/2016/11/Informe-Final-APR_FINAL.pdf).

**McPhee, J. (2018).**

Hydrological Setting. In G. Donoso (Ed.), *Water Policy in Chile* (pp. 13-23). Switzerland: Springer International.

**McPhee, J., de la Fuente, A., Herrera, P., Niño, Y., Olivares, M., Sancha, M. A., et al. (2012).**

«Diagnóstico del Agua en las Américas». México Distrito Federal: Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC. Available at: [http://www.ianas.org/water/book/diagnostico\\_del\\_agua\\_en\\_las\\_americas.pdf](http://www.ianas.org/water/book/diagnostico_del_agua_en_las_americas.pdf) (Accessed: [http://www.ianas.org/water/book/diagnostico\\_del\\_agua\\_en\\_las\\_americas.pdf](http://www.ianas.org/water/book/diagnostico_del_agua_en_las_americas.pdf)).

**Mishra, A., & Singh, V. (2010).**

A review of drought concepts. *Journal of Hydrology*, 202-216.

**Navarro, P., Zamorano, H., & Donoso, G. (2007).**

«Informe Final De Evaluación Programa De Agua Potable Rural» DIPRES. Santiago Chile. Available at: [http://www.aprchile.cl/pdfs/doc21-315-2007816\\_04INFORME.pdf](http://www.aprchile.cl/pdfs/doc21-315-2007816_04INFORME.pdf).

**Peña, H., Brown, E., Ahumada, G., Berroeta, C., Carvallo, J., Contreras, M., et al. (2011).**

«Temas Prioritarios para una Política Nacional de Recursos Hídricos.» I. d. I. d. C. Comisión de Aguas. Available at: [http://www.iing.cl/images/iing/pdf/Informe\\_Tem\\_prior\\_rec\\_hid.pdf](http://www.iing.cl/images/iing/pdf/Informe_Tem_prior_rec_hid.pdf).

**Salazar, C. (2003).**

«Situación de los recursos hídricos en Chile». Centro del Tercer Mundo para el Manejo del Agua.

**Sapag (2014).**

«Diagnóstico de la situación actual de los comités y cooperativas de agua potable rural de la Región Metropolitana de Santiago». Santiago, Chile: Gobierno Regional Metropolitano de Santiago. Available at: [https://www.gobiernosantiago.cl/wp-content/uploads/2014/doc/estudios/Diagnostico\\_Regional\\_de\\_los\\_Comites\\_y\\_Cooperativas\\_de\\_Agua\\_Potable\\_Rural\\_de\\_la\\_Region\\_Metropolitana\\_de\\_Santiago\\_2014.pdf](https://www.gobiernosantiago.cl/wp-content/uploads/2014/doc/estudios/Diagnostico_Regional_de_los_Comites_y_Cooperativas_de_Agua_Potable_Rural_de_la_Region_Metropolitana_de_Santiago_2014.pdf).

**Stocker, T., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S., Boschung, J., et al. (2013).**

«Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change». Cambridge, United Kingdom y New York, NY, USA: Cambridge University Press, p. 1535.

**WMO Unesco Panel on Terminology (2012).**

Glosario Hidrológico Internacional. Geneva, Switzerland: Secretariat of the World Meteorological Organization.

## **Agradecimientos**

Queremos agradecer a todas las personas y organizaciones que han apoyado de una forma u otra en la elaboración de este estudio:

Investigadores  
de los Centros de Derecho de Agua  
— Guillermo Donoso  
— Daniela Rivera

Investigadores  
de los Centros de Cambio Global  
— Sebastián Vicuña  
— David Morales

A la organización de Ingenieros Sin fronteras

\*\*\*

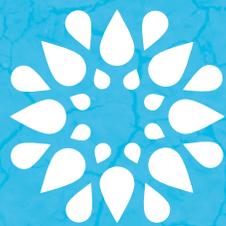
Diseño: Negro  
Asesoría editorial: Une Consultores  
Asesoría comunicacional: Feedback

### **Equipo Fundación Amulén**

Rocío Espinoza – Directora Ejecutiva  
Sofía Olave – Investigador  
Teresita Eyzaguirre- Investigador  
Vicente Sotomayor – Investigador y sociólogo  
Josefa Zaro – Investigador

Foto de tapa:  
Cristian Newman — *Unsplash*





amulén

LA FUNDACIÓN DEL AGUA

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