



**INFORME FINAL**

**INVESTIGACIÓN DE  
SOLUCIONES  
INNOVADORAS PARA EL  
ABASTECIMIENTO  
DE AGUA**

**Entidad Ejecutora**

Centro del Agua Para Zonas Áridas y  
Semiáridas de América Latina y el Caribe  
(CAZALAC).

**Entidad Mandante**

Corporación Regional de Desarrollo  
Productivo (CRDP-Región de Coquimbo).

04 de octubre de 2016

**2016**



**INFORME FINAL**

**INVESTIGACIÓN DE SOLUCIONES  
INNOVADORAS PARA EL ABASTECIMIENTO  
DE AGUA**

***Centro del Agua Para Zonas Áridas  
y Semiáridas de América Latina y el  
Caribe (CAZALAC).***

*Manuel Soto B.  
Christopher Vivanco C.  
Guido Soto A.  
Gabriel Mancilla E.*

***Corporación Regional de Desarrollo  
Productivo (CRDP-Región de Coquimbo)***

*Cristian Osorio A.  
Cristian Baquedano E.*

**TOHL-SPA**

*Benjamín Cohen.  
Alonso Silva.  
Sebastián Luzzi Q.*

*04 de octubre de 2016*

*La Serena,  
Región de Coquimbo,  
Chile.*



## Contenidos del Capítulo N°1

<b>1. Antecedentes Generales Sobre los Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural.....</b>	<b>1</b>
1.1. Acerca del Programa de Agua Potable Rural (APR).....	1
1.2. Cobertura – Población Objetivo - Planificación.....	1
1.3. Beneficiarios.....	1
1.4. Marco Jurídico.....	2
1.5. Competencia de las concesionarias de servicios sanitarios.....	2
1.6. Institucionalidad en torno a los Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural. ....	3
<b>2. Socialización, Ajustes de la Metodología y Difusión de la Iniciativa (Sub Etapa 1.1). ....</b>	<b>4</b>
2.1. Reunión con CRDP-Región de Coquimbo, Institución Mandante. ....	4
2.2. Reunión con Profesionales de la Dirección de Obras Hidráulicas.....	4
2.3. Reunión Equipo de Gestión del Directorio Regional del Agua, Región de Coquimbo.....	4
2.4. Reunión con Unidad Técnica del Programa APR de la Dirección de Obras Hidráulicas de la Región de Coquimbo. ....	5
2.4. Reunión con equipo de la Seremi de Salud Coquimbo.....	5
2.5. Reunión con Unidad Técnica de la Empresa Concesionaria Aguas del Valle.....	6
2.5. Cobertura.....	6
<b>3. Difusión de la Iniciativa y sus Alcances (Sub Etapa 1.2). ....</b>	<b>7</b>
3.1. Sitio Web CAZALAC.....	7
3.2. World Water Day (Día Mundial del Agua). ....	7
3.1. Mesas de Recursos Hídricos Provinciales. ....	8
3.1. Validación Soluciones Innovadoras. ....	9
3.1. Socialización del Diagnóstico y Propuestas de Soluciones por Provincias.....	9
3.2. Talleres de Cierre por Provincias.....	12
3.3. Reunión Anual de Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural.....	14
3.5. Insertos en medios regionales. ....	16
3.6. Publicación documento técnico UNESCO PHI.....	18
3.7. Aportes de CAZALAC a Nivel Internacional.....	18
<b>4. Metodología de Elaboración del Catastro Regional (Sub Etapa 1.3).....</b>	<b>21</b>
4.1. Desarrollo y Aplicación del Formulario.....	21
4.2. Elaboración de la Base de Datos para la Sistematización de la Información.....	29

## Contenidos del Capítulo N°2

<b>5. Etapa 2: Metodología para la elaboración del diagnóstico base de los sistemas de APR, de la Región de Coquimbo.....</b>	<b>31</b>
5.1. Descripción de la Metodología.....	31
5.2. Metodología para el Diagnóstico de los Componentes del Suministro de Agua Potable Rural (Sub-etapa N°2.1). .....	32
5.3. Metodología para el Desarrollo del Análisis FODA (Sub-etapa N°2.2).....	32
<b>6. Etapa 2: Diagnóstico base de los Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural.....</b>	<b>33</b>
6.1. Información General de los sistemas de Agua Potable Rural.....	33
6.2. Diagnóstico de los componentes del suministro de agua potable. ....	35
6.2.1. Producción de Agua Potable. ....	35
a. Producción de Agua. ....	36
b. Localidades sin suministro de agua durante el año 2015.....	40
c. Problemas de discontinuidad en el suministro de agua durante el año 2015. ....	42
d. Áreas con Declaración de Agotamiento. ....	44
e. Áreas de Restricción de Sectores Hidrogeológicos. ....	46
f. Sistemas con Plantas de Filtrado. ....	48
g. Sistemas con Plantas de Osmosis Inversa. ....	49
6.2.2. Almacenamiento de Agua Potable.....	51
a. Capacidad de Almacenamiento. ....	51
b. Tipos de estanques de almacenamiento. ....	55
6.2.3. Distribución de Agua Potable.....	56
a. Volumen Facturado. ....	56
b. Volumen No Facturado de Agua.....	59
c. Recuperación del Volumen No Facturado.....	62
6.2.4. Otros Componentes incluidos en el diagnóstico.....	64
6.2.4.1. Normativas de servicios de Agua Potable Rural.....	64
a. Derechos de Agua.....	64
b. Resoluciones Sanitarias. ....	66
d. Calidad del Agua. ....	67
e. Visitas No Programadas de la Unidad Técnica.....	69

6.2.4.2. Aspectos Energéticos de los servicios de Agua Potable Rural. ....	70
a. Problemas de Energía. ....	70
b. Fuente de Energía. ....	71
c. Costos de Energía. ....	72
d. Tipos de Tarifa Eléctrica. ....	73
6.2.4.3. Presión Social sobre los Servicios de Agua Potable Rural. ....	75
a. Antigüedad de los sistemas de APR. ....	75
b. Crecimiento de los sistemas y variación anual del número de arranques. ....	76
c. Sobredemanda. ....	77
d. Solicitud de Factibilidad. ....	78
6.2.4.5. Aspectos Tarifarios de los Servicios de Agua Potable Rural. ....	80
a. Sistemas tarifarios para usuarios de los servicios de agua potable rural. ....	80
b. Cargo fijo en los servicios de agua potable rural. ....	80
c. Cargo variable en el primer tramo de consumo de los servicios de agua potable rural. ....	81
d. Valores cancelados del primer tramo de consumo Rural. ....	82
6.2.4.6. Gestión de la Información. ....	83
6.2.4.6. Sociedad y Cultura en torno a los Servicios de Agua Potable Rural. ....	84
a. Agua y Género. ....	84
b. Nivel de escolaridad en los sistemas de APR. ....	89
c. Cultura del Agua. ....	91
6.3. Análisis FODA. ....	92
6.3.1. Fortalezas de los sistemas de APR. ....	92
6.3.2. Debilidades de los sistemas de APR. ....	94
6.3.3. Oportunidades de los sistemas de APR. ....	97
6.3.4. Amenazas sobre los sistemas de APR. ....	98
6.4. Desarrollo de Estrategias para Comités de Agua Potable Rural. ....	103
6.4.1. Estrategias de Reorientación. ....	103
6.4.2. Estrategias Maxi-Maxi o Estrategias Ofensivas (Fortalezas – Oportunidades). ....	107
6.4.3. Otras necesidades o propuestas para desarrollar por la DOH. ....	108
<b>7. Conclusiones. ....</b>	<b>109</b>

## Contenidos del Capítulo N°3

<b>8. Componentes para una Correcta Intervención en Sistemas de APR. ....</b>	<b>111</b>
<b>9. Tipologías de Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural. ....</b>	<b>112</b>
<b>Propuestas de Soluciones y Recomendaciones para los Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural (APR). ....</b>	<b>114</b>
<b>10.1 Introducción sobre los Sistemas y Recomendaciones a Implementar. ....</b>	<b>114</b>
10.1.1 Análisis Preliminar. ....	115
10.1.2 Optimización de la Situación Actual. ....	116
10.1.3 Planteamiento de Alternativas de Soluciones. ....	117
10.1.4 Selección de Alternativas de Soluciones Viables. ....	118
<b>10.2 Soluciones Básicas de Mejoramiento en Sistemas de Agua Potable Rural. ....</b>	<b>118</b>
10.2.1 Instalación de un sistema A.P.R. ....	119
10.2.2 Mejoramiento del servicio e implementación de sistemas de apoyo. ....	120
<b>10.3 Soluciones Innovadoras para Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural. ....</b>	<b>129</b>
10.3.1 Sistemas de Control y Monitoreo Automático. ....	129
10.3.2 Medición. ....	135
10.3.3 Monitoreo y Control. ....	167
10.3.4 Sistema de Prevención. ....	175
10.3.5 Sistemas de Tratamiento. ....	181
10.3.6 Detección de Fugas. ....	183
10.3.7 Recomendaciones base en el diseño de los sistemas de APR. ....	184
10.3.8 Sistemas de Energía. ....	195
10.3.9 Herramientas Informáticas. ....	210
10.3.10 Unidades Especiales para Uniones en Redes. ....	214
10.3.11 Tratamiento de Aguas Servidas. ....	216
10.3.12 Fortalecimiento de los Servicios de APR desde la perspectiva Comunal. ....	218
10.3.13 Adopción Social de Tecnologías. ....	219
<b>11. Oportunidad para la Innovación a través del Proyecto de Ley que Regula los Servicios Sanitarios Rurales (SSR) ....</b>	<b>222</b>
<b>11.1 La ley vista como un proceso de cambio para la innovación. ....</b>	<b>222</b>
11.1.1 Ejes propuestos para construir una cultura de innovación. ....	223
11.1.2 Sistemas de gestión de la información, a través de tecnologías de la información. ....	225
11.1.3 Construcción de capacidades en los operadores y las comunidades, para el liderazgo y la gestión de procesos de innovación. ....	227
11.1.4 Asesoría técnica de terceros, especialistas en innovación. ....	228
<b>12. Determinación de los Impactos Potenciales de las Áreas de Mejoramiento. ....</b>	<b>229</b>
<b>13. Conclusiones y Recomendaciones. ....</b>	<b>233</b>



## **CAPITULO N°1**

**ANÁLISIS BASE,  
AJUSTES METODOLÓGICOS,  
SOCIALIZACIÓN Y  
DIFUSIÓN DE LA  
INICIATIVA.**

## **1. Antecedentes Generales Sobre los Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural.**

### **1.1. Acerca del Programa de Agua Potable Rural (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.

Sus objetivos son: 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, quien efectúe la administración del servicio una vez construido.

A los Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural no les son aplicables las normas legales y reglamentarias de los servicios públicos sanitarios que prestan las concesionarias (empresas de servicios sanitarios: agua potable y tratamiento de aguas servidas). No obstante los sistemas rurales deben cumplir con las normas sobre calidad de los servicios (Título III, D.F.L. MOP N°382/88) y las normas técnicas respectivas. El precio por los servicios que prestan se regula por las disposiciones estatutarias de cada comité o cooperativa. La fiscalización de la calidad de los servicios corresponde a los Servicios de Salud del Ambiente (Ministerio de Salud).

### **1.2. Cobertura – Población Objetivo - Planificación.**

El programa de Agua Potable Rural en Chile puede considerarse como exitoso, debido a que a nivel nacional, ya cubre una población de 2.172.000 habitantes, organizados en 1.631 Comités y Cooperativas en la zona rural del país. Según la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) del Ministerio de Obras Públicas (MOP), este programa al año 2013 abastece a 1.583.000 personas que se encuentra en localidades rurales concentradas, y cuentan con una cobertura de más del 99%. Sin embargo, en las localidades semiconcentradas su cobertura hasta ahora es de solo un 2%. En resumen, la cobertura de agua potable en las zonas rurales bordea el 73%, considerando el total de la población rural. Por lo tanto, la prioridad del programa se concentra actualmente en las localidades semiconcentradas y una vez cumplida esta etapa se analizará la forma en que las viviendas aisladas o dispersas puedan acceder a este sistema.

### **1.3. Beneficiarios.**

En cada localidad donde se proyecta un Sistema de Agua Potable Rural, se constituye una organización comunitaria que tendrá a su cargo la operación y mantención del servicio, denominada Comité o Cooperativa de Agua Potable Rural, entidad con personalidad jurídica propia, cuyo fin es administrar y operar este sistema. Además, el comité consta de una directiva y una comisión fiscalizadora o revisora de cuentas, ambas elegidas por sus propios socios, es decir, cada usuario cuenta con derecho a voto y a la toma de decisiones, de acuerdo a los atributos que le confiere la Ley de Junta de Vecinos y otras Organizaciones Comunitarias (Ley 19.418 y también parte del articulado de Ley 20.500).

#### 1.4. Marco Jurídico.

Los servicios rurales de agua potable están definidos como aquellos que se prestan en zonas no urbanas, de acuerdo con el Plano Regulador, por lo tanto, no tienen el carácter de servicios públicos sanitarios. En su calidad de servicios particulares, su fiscalización queda entonces sometida a los respectivos Servicios de Salud del Ambiente y se rigen, para todos los efectos, por las normas que establece el Código Sanitario. Los Servicios de Agua Potable Rural deben cumplir con las normas del D.F.L. N° 382, relativas a la prestación de los servicios sanitarios, en cuanto a garantizar la calidad y la continuidad del servicio de agua potable. Por lo tanto, todos los proyectos de APR en su inicio, para ser aprobados, debieron contar con fuente de agua segura y permanente. Como servicios particulares, estos sistemas no se rigen por Ley de Tarifas que se aplica a los servicios públicos sanitarios

#### 1.5. Competencia de las concesionarias de servicios sanitarios.

Las concesionarias de servicios públicos sanitarios de conformidad con lo establecido en el artículo 2° Transitorio de la Ley N°19.549/98, se encuentran obligadas a prestar asesoría técnica y administrativa a los sistemas de APR, en los términos y condiciones que dicho cuerpo legal dispone. Esta obligación se mantendrá vigente hasta que se dicte la ley que regule la institucionalidad y gestión de los sistemas de agua potable rural y expresamente las exima de esta obligación.

#### **Artículo 52 bis prestaciones en el ámbito rural.**

En forma excepcional, se permite a las concesionarias de servicios públicos sanitarios suministrar prestaciones en el ámbito rural, bajo la condición de no afectar o comprometer la calidad y continuidad de los servicios públicos sanitarios que son de su responsabilidad. Estas condiciones son fiscalizadas por la Superintendencia.

Las prestaciones que otorgan las concesionarias en estos casos, se enmarcan en el ámbito de prestaciones relacionadas no obligatorias. Se rigen por las normas del derecho común, no están sujetas a tarifas fijadas por la autoridad como tampoco le son aplicables las normas que rigen los servicios públicos de agua potable y alcantarillado.

Otro organismo que participa en el desarrollo de los servicios rurales en Chile es la Subsecretaría de Desarrollo Regional del Ministerio del Interior (SUBDERE); según esta subsecretaría existen sistemas de agua potable rural que no pertenecen al Programa del MOP y, según sus datos, la cobertura de agua potable en el sector rural alcanzaría un 87%. Esto es, una población aproximada de 1.803.000 personas.

A nivel regional la SUBDERE está orientada a financiar proyectos de tratamientos de aguas servidas en sistemas rurales que se vinculan a las localidades abastecidas por los sistemas de APR, en cuyo caso, la mayoría son operadas por las municipalidades.

## 1.6. Institucionalidad en torno a los Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural.

- Rol del Ministerio de Salud: La Seremía de Salud, a través del Departamento de Acción Sanitaria, tiene una función de auditoría respecto al cumplimiento de las normas de calidad del agua potable. También revisa y aprueba los proyectos de agua potable rural para la entrega de la autorización de funcionamiento sanitario, mediante resolución.
- Rol de Aguas del Valle: Cumple el rol de Unidad Técnica dentro del Programa de APR de la DOH, con el fin de apoyar la sostenibilidad técnica, administrativa y financiera para alcanzar la autogestión de los Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural. Este servicio es contratado por la DOH en base a Visitas Programadas (hasta 3 por APR/año) y No Programadas, que son en base a un número global fijo para solucionar emergencias preferentemente. El apoyo técnico de Aguas del Valle se limita a evaluar problemas y entregar un diagnóstico, que si es simple puede ser reparado por el Comité, pero si es mayor, los Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural informan de esto para ser considerado por Obras de Conservación del MOP para ser financiado el arreglo. Sin embargo, esto no es rápido.
- En otro orden, hay Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural, operando sin tener una fuente tradicional (Pozo, Noria, Cauce), pero a través del Convenio 52 bis compran el agua a Aguas del Valle (esto último se pacta antes de constituir el Comité o Cooperativa de Agua Potable Rural). Esto se puede realizar siempre y cuando no afecte el suministro del sector urbano, al cual la empresa de agua potable está obligada.
- Propiedad de la infraestructura de los Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural: Toda la infraestructura que adquiere la DOH para los proyectos de APR, pertenecen al fisco, bajo la responsabilidad de la DOH.
- Los Comités APR son sin fines de lucro y las Cooperativas son con fines de lucro. Todos tienen personalidad jurídica.

Otro antecedente que puede ser de interés, es la inversión que ha realizado el Estado de Chile a nivel nacional en esta materia. Según Gabriel Caldés, en su publicación “La Industria Sanitaria en Chile – De Cara al Siglo XXI” (Septiembre, 2015), la inversión realizada por el Estado de Chile al año 2013 ascendía a US\$ 700 millones.

En la misma publicación se indica que, según la DOH, en ese año existían en el país un total de 1.631 localidades con servicio de agua potable rural y 181 en la Región de Coquimbo. De esta forma podría inferirse, en una primera aproximación, que en la Región de Coquimbo se podrían haber destinado del orden de los US\$77 millones para estos fines, en beneficio directo de los usuarios y de su calidad de vida rural.

## **2. Socialización, Ajustes de la Metodología y Difusión de la Iniciativa (Sub Etapa 1.1).**

Esta etapa consistió en la realización de reuniones técnicas-orientadoras con la entidad mandante, la contraparte técnica, la entidad ejecutora del proyecto e instituciones asociadas, de modo que se consensuó la metodología a desarrollar y los temas de interés a ser incluidos dentro del marco del proyecto. En términos generales, no hubo cambios significativos al esquema propuesto, sino que solo fueron adicionados algunos aspectos, para tener en consideración en el desarrollo del presente estudio.

### **2.1. Reunión con CRDP-Región de Coquimbo, Institución Mandante.**

El día 3 de septiembre de 2015, se llevó a cabo la reunión introductoria de este proyecto con el Sr. Cristian Baquedano de la Corporación Regional de Desarrollo Productivo (CRDP). En ella, el Sr. Baquedano entregó sus impresiones y expectativas para con este estudio, mientras que CAZALAC expuso la metodología preliminar a seguir. Se acordó en compartir los alcances del estudio con actores relevantes en el tema de los sistemas de APR, en especial con la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) y Aguas del Valle.

### **2.2. Reunión con Profesionales de la Dirección de Obras Hidráulicas.**

Con fecha 29 de septiembre de 2015, se llevó a cabo la reunión con profesionales de la Dirección de Obras Hidráulicas vinculados al tema de los sistemas de APR. En específico, tomaron parte por la DOH los ingenieros Miguel Inostroza, Jaime Henríquez y Miguel Díaz, mientras que por CAZALAC comparecieron los Sres. Manuel Soto, Christopher Vivanco, Guido Soto y Gabriel Mancilla.

En la reunión, CAZALAC detalló los alcances del estudio y sus objetivos, para posteriormente hacer una revisión conjunta del formulario a llenar cuando se ejecutase la campaña de terreno, que incluyó por lo demás un recorrido acucioso por cada APR.

Los profesionales de la DOH mencionaron que para dicho servicio es muy relevante que el estudio pueda entregar una base de datos confiables, actualizados, sistematizados y fácil de manejar. Asimismo, señalaron algunos de los problemas técnicos más comunes de los sistemas de APR, como también aclararon los roles del Servicio de Salud y de la Sanitaria Aguas del Valle, en sus funciones de velar por la calidad del producto y prestar asesoría técnica y administrativa, respectivamente.

### **2.3. Reunión Equipo de Gestión del Directorio Regional del Agua, Región de Coquimbo.**

Esta sesión se realizó el día 15 de octubre de 2015, con la asistencia del Comité Técnico del Directorio Regional de Agua, Sres. Cristian Baquedano (CRDP), Pablo Álvarez (Universidad de La Serena), Eduardo Fuentealba (Delegado Regional Recursos Hídricos), entre otros, y de CAZALAC (Sres. Manuel Soto, Christopher Vivanco, y Gabriel Mancilla).

En la reunión, CAZALAC detalló la metodología a emplear, la cual fue sometida a la opinión de los presentes. Al respecto, las consultas se enfocaron a la visión sobre las soluciones innovadoras,

indicándose por parte del equipo de gestión del Directorio que dichas soluciones debían ir más allá de una mera receta tecnológica, sino que debían proyectarse hacia la posible generación de negocios o de asociaciones entre los Comités y Cooperativas de APR.

Con el argumento anterior, se sugirió a CAZALAC que el estudio dedicase el tiempo suficiente a la elaboración de las soluciones técnicas, empleando el criterio de la proyección futura y beneficios anexos de estos sistemas.

#### **2.4. Reunión con Unidad Técnica del Programa APR de la Dirección de Obras Hidráulicas de la Región de Coquimbo.**

Esta reunión se efectuó el 20 de noviembre de 2015, asistiendo por parte de la Dirección de Obras Hidráulicas el Sr. Tomás Cortés, encargado del Programa APR y los profesionales Marcela Mena, Carmen Vilches y Miguel Díaz. Por parte de CAZALAC asistieron los Sres. Manuel Soto, Christopher Vivanco, Guido Soto y Gabriel Mancilla.

En la reunión, el Sr. Tomás Cortés señaló las expectativas de su equipo con respecto a este proyecto. Asimismo, indicó que la DOH, conforme a lo acordado con la CRDP, se constituye como integrante de la contraparte técnica, ya que los resultados de este estudio serán empleados directamente por ellos, quienes son los encargados regionales de este Programa. Por ello, se estableció realizar reuniones para detallar los avances del estudio, de tal manera de tener una interacción permanente y lograr el máximo provecho de esta iniciativa.

El Sr. Tomás Cortés y su equipo hicieron una exposición del funcionamiento general del Programa de APR, destacando los roles de la DOH, el Servicio de Salud y la Sanitaria Aguas del Valle dentro del sistema, pero resaltando que, al fin y al cabo, la administración de cada Comité y Cooperativa de APR es autónoma por ley, generando esto una serie de situaciones que llevan a que algunos sistemas funcionen de manera excelente, mientras que otros lo hacen de manera deficiente.

Posteriormente, los profesionales de CAZALAC efectuaron una serie de consultas sobre el funcionamiento del Programa de APR y sobre algunos aspectos importantes tales como el concepto de vulnerabilidad, la estimación de demanda, el convenio 52 bis, los protocolos para capacitación de los Comités de APR, la forma en que se define a los sistemas concentrados, semi-concentrados y dispersos, la tuición sobre el saneamiento de aguas, etc.

El equipo de la DOH señaló como muy importante para ellos, que la base de datos sea actualizada y fácil de manejar, como también agregar puntos tales como registros de factibilidad, ubicación de estanques y número de arranques conectados a cada uno, etc., información que podría estar disponible, aunque no en todos los Comités y Cooperativas de APR.

#### **2.4. Reunión con equipo de la Seremi de Salud Coquimbo.**

El día 25 de noviembre de 2015 se celebró una reunión en dependencias de la Seremi de Salud Coquimbo, ubicada en la calle San Joaquín #1801 de la ciudad de La Serena, esta reunión tuvo una duración de 1 hora y 15 minutos.

El objetivo principal de la reunión se centró en tratar sobre los controles que el Servicio de Salud efectúa a la calidad del agua de las Administradoras de Agua Potable Rural (APR) de la región de Coquimbo, en particular los análisis físicos, químicos y otros, junto con ver la posibilidad de solicitar las bases de datos existentes al respecto. La validación de esta reunión se encuentra disponible en la Plataforma Ley del Lobby accesible por el siguiente link.

<https://www.leylobby.gob.cl/instituciones/AO043/audiencias/2015/13767/28523>

## **2.5. Reunión con Unidad Técnica de la Empresa Concesionaria Aguas del Valle.**

En dependencias de la Dirección de Obras Hidráulicas se llevó a cabo una reunión entre CAZALAC y la Unidad Técnica de Aguas del Valle, el día 25 de febrero de 2016. El objetivo de esta reunión se centró en conocer el rol de la Unidad Técnica de Aguas del Valle y consultar sobre información que fuera de interés para los objetivos del Proyecto que ejecuta CAZALAC. Por parte de la Unidad Técnica de Aguas del Valle participaron los profesionales: Ana Gribbell C. (Jefa Unidad de Asesoría y Asistencia Técnica), Jorge Veliz (Jefe Unidad de Gestión de Proyectos), Tomás Ibacache, Jonatan Díaz, Gerson Avalos y Edgard Gutiérrez. En esta reunión se acordó dar cumplimiento a 8 solicitudes de información referente a los sistemas de agua potable rural, en donde la Unidad Técnica de Aguas del Valle se comprometió a la facilitación de la información de acuerdo a sus posibilidades.

### **2.5. Cobertura.**

La etapa de socialización y ajustes de la metodología de acuerdo a las metas planteadas por CAZALAC, se cumplió en un 100%, producto de la validación de la metodología, validación del cronograma de trabajo y de la conformidad por parte de la entidad mandante y contraparte técnica.

Cabe destacar que en forma adicional, para completar la difusión de esta iniciativa se utilizó la base de datos propia de CAZALAC que se disponía de modo de hacer posible el contacto con los diferentes Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural de la región.

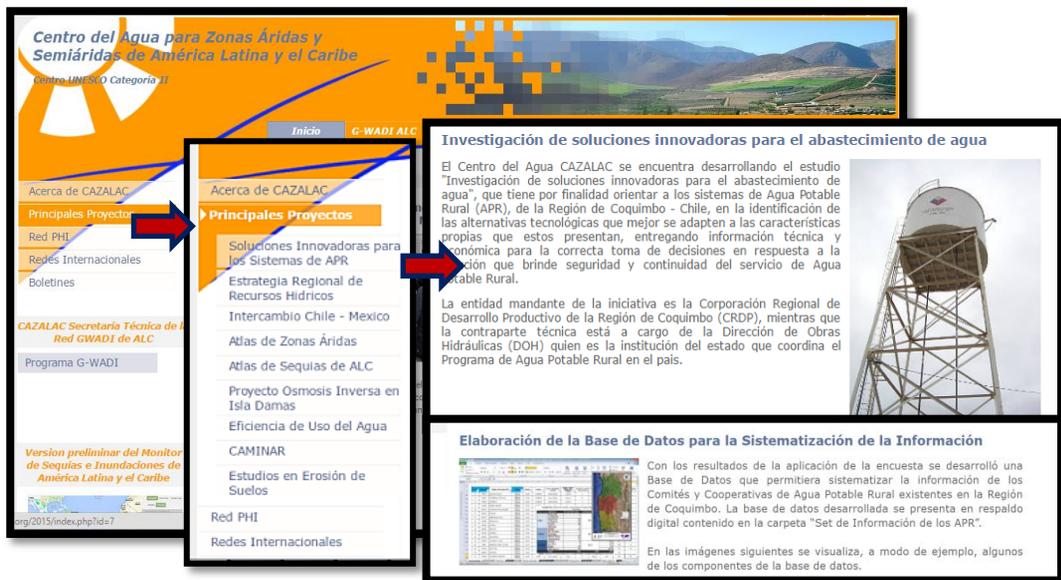
Con el Objetivo de difundir y apoyar las actividades de campo, se solicitó por parte de CAZALAC a la Dirección de Obras Hidráulicas, requerir a todos los Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural, la facilitación de la información para el estudio “Investigación de Soluciones Innovadoras para el Abastecimiento de Agua”; lo que derivó en un documento (Ord. DOH N°02570) entregado vía email, correo postal, y en documento impreso al momento de la visita (ver Anexo).

### 3. Difusión de la Iniciativa y sus Alcances (Sub Etapa 1.2).

#### 3.1. Sitio Web CAZALAC.

Cumpliendo con las acciones de difusión, CAZALAC dispuso en su sitio web <http://www.cazalac.org> información general respecto del proyecto. Esta información es accesible mediante internet (Imagen N°1) y está abierta a usuarios nacionales como internacionales que requieran de información adicional sobre el proyecto: Soluciones Innovadoras para el Abastecimiento de Agua.

Imagen N°1: Sitio Web de CAZALAC.



Fuente: CAZALAC, 2016.

#### 3.2. World Water Day (Día Mundial del Agua).

Adicionalmente, CAZALAC estuvo presente en la conmemoración del Día Mundial del Agua (ver Imagen N°2), realizado el día jueves 24 de marzo de 2016 en la plaza de armas de la ciudad de La Serena, en donde se enfatizó sobre los proyectos ejecutados por el centro, junto con la relación que se genera entre "Agua y Trabajo".

Imagen N°2: Stand de CAZALAC en Día Mundial del Agua.



Fuente: CAZALAC, 2016.

A partir de este enfoque, CAZALAC dio a conocer a la comunidad en general los proyectos que están siendo ejecutados en materia de recursos hídricos, mostrándose al público los avances realizados en cuanto al Proyecto denominado: “Soluciones Innovadoras para el Abastecimiento de Agua”, instancia en donde algunos usuarios de sistemas de Agua Potable Rural dieron a conocer su relación con dichos servicios y las labores que desarrollan los operadores en estas comunidades rurales y las oportunidades de vinculación y trabajo que esto genera en la región.

### **3.1. Mesas de Recursos Hídricos Provinciales.**

Por otra parte, por intermedio de la Corporación Regional de Desarrollo Productivo (CRDP), CAZALAC asistió a las Mesas de Recursos Hídricos tanto de: Provincia de Choapa (jueves 14 de abril de 2016) (Imagen N°3), Provincia de Limarí (miércoles 04 de mayo de 2016), Provincia de Elqui (viernes 10 de junio de 2016) (Imagen N°4). En estas instancias se dio a conocer el objetivo general del Proyecto, sus alcances y beneficiarios. Dentro de los participantes a estos eventos se encontraban: gobernadores, alcaldes, profesionales de servicios públicos, investigadores, dirigentes de servicios de agua potable rural, entre otros.

**Imagen N°3.** Mesa de recursos Hídricos de la Provincia del Choapa.



**Fuente:** CAZALAC, 2016.

**Imagen N°4.** Mesa de recursos Hídricos de la Provincia del Limarí.



**Fuente:** CAZALAC, 2016.

### 3.1. Validación Soluciones Innovadoras.

Adicionalmente con la Dirección de Obras Hidráulicas se llevó a cabo una reunión que tuvo como objetivo principal la validación de las soluciones propuestas para los Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural. Esta reunión se efectuó el día jueves 07 de julio de 2016, participando la DOH en conjunto con la empresa TOHL y CAZALAC. En esta oportunidad se presentaron las diversas tecnologías que se están utilizando tanto en Chile como en el mundo para el abastecimiento de agua, mejoramiento de la eficiencia, gestión de la información y desarrollo de capacidades. Esta reunión permitió ver cuáles son las tecnologías más apropiadas que podrían dar solución a algunos de los problemas que se tienen identificados, de modo de presentárselos y validarlos en conjunto con los comités y cooperativas de Agua Potable Rural.

### 3.1. Socialización del Diagnóstico y Propuestas de Soluciones por Provincias.

Para dar cumplimiento al segundo objetivo propuestos en la Etapa N°3, subetapa N°3, letra a, de los Términos de Referencia; que dice relación con las exposiciones de transferencias, se acordó entre la entidad mandante y la contraparte técnica realizar tres reuniones expositivas preliminares, una en cada provincia, en donde pudiesen participar los representantes de las asociaciones gremiales de los Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural y/o a aquellos dirigentes más representativos para realizar la difusión correspondiente en cada provincia.

De esta forma el objetivo de estas reuniones expositivas preliminares, fue mostrar los resultados del Proyecto: tanto del diagnóstico de los sistemas de APR de la Región de Coquimbo con énfasis en los resultados por provincia, y mostrar el estudio de las soluciones tecnológicas para los sistemas de APR. Además de acordar en conjunto la fecha de los talleres provinciales, para la asistencia de todos los servicios de agua potable rural.

#### **Provincia de Elqui:**

El día 03 de agosto de 2016 se efectuó la reunión con los representantes de la Asociación Gremial de Servicios de APR de la Provincia del Elqui. En esta actividad participaron (Imagen N°5):

- **Asoc. Gremial de Comités de APR Elqui.**
  - Jaime Castillo; María Magdalena Vega; Gustavo Lillo.
- **CAZALAC.**
  - Manuel Soto; Christopher Vivanco.
- **CRDP.**
  - Cristian Baquedano; Marisel Alanis.
- **Programa de APR – MOP.**
  - Tomás Cortes; Miguel Díaz.

### **Provincia del Limarí:**

El día 04 de agosto de 2016 se efectuó la reunión con los representantes de la Asociación Gremial de Servicios de APR de la Provincia del Limarí. En esta actividad participaron (Imagen N°6):

- **Asoc. Gremial de Comités de APR Limarí.**
  - Manuel Mundaca; Luis Sotomayor; Pedro Alfaro; Nelson Ramos; Dionisio Antiquera.
- **CAZALAC.**
  - Manuel Soto y Christopher Vivanco.
- **CRDP.**
  - Cristian Baquedano; Marcela Zavala.

### **Provincia de Choapa:**

El día 10 de agosto de 2016 se efectuó la reunión con los representantes de comités y Cooperativas de Agua Potable Rural de la Provincia del Choapa. En esta actividad participaron (Imagen N°7):

- **Representantes de Comités y Cooperativas de APR.**
  - Miguel Pizarro; Elsa Moyano; María Valenzuela; Elizabeth Bustamante; Marta Pereira; María Álvarez; Nelson Henríquez; Miguel Pérez; Roberto Vélez
- **CAZALAC.**
  - Manuel Soto y Christopher Vivanco.
- **CRDP.**
  - Franklin Pincheira.
- **DOH- Choapa.**
  - Christian Vilches.

En forma complementaria y buscando la plena difusión del presente proyecto, CAZALAC coordinó una reunión en la ciudad de Salamanca con representantes de la Fundación Minera Los Pelambres, en conjunto con representante del Municipio de Salamanca. En esta instancia se dieron a conocer las principales actividades que se están llevando a cabo en materia de abastecimiento de agua en zonas rurales. Además se invitó a los representantes a los talleres ampliados para tener mayores detalles al respecto, en esta actividad participaron:

- **Fundación Minera Los Pelambres.**
  - Carlos Nuñez (Área Gestión de Agronegocios y Eficiencia Hídrica)
  - Sebastian Astudillo
- **Municipalidad de Salamanca.**
  - Paulina Elgueta (Coordinadora Fomento Productivo)
- **CAZALAC.**
  - Manuel Soto y Christopher Vivanco.
- **CRDP.**
  - Franklin Pincheira.

**Imagen N°5: Reunión Preliminar Provincia de Elqui.**



**Fuente: CAZALAC.**

**Imagen N°6: Reunión Preliminar Provincia de Limarí.**



**Fuente: CAZALAC.**

**Imagen N°7: Reunión Preliminar Provincia de Choapa.**



**Fuente: CAZALAC.**

### 3.2. Talleres de Cierre por Provincias.

Para dar cumplimiento al segundo objetivo propuestos en la Etapa N°3, subetapa N°3, letra b, de los Términos de Referencia; que dice relación con las actividades finales de transferencia, se consideró la realización de tres talleres a nivel regional: el primero en la provincia del Elqui, el segundo en la provincia del Limarí y el tercero en la provincia de Choapa. En estas actividades de capacitación y transferencia focalizada, se invitará a al menos un representante de la directiva de cada una de los comités y cooperativas de APR, para su representación en el taller.

**Taller Provincia de Elqui:** El día viernes 26 de agosto de 2016, se llevó a cabo el taller de la Provincia del Elqui (Imagen N°8), el cual tenía como objetivo mostrar los resultados del diagnóstico provincial junto con las propuestas de soluciones innovadoras para los servicios de Agua Potable Rural. Para esta actividad de cierre se tenía previsto la asistencia de 50 personas en total, sin embargo se alcanzó la asistencia de 63 personas en total (126% adicional). Del total de asistentes, 33 personas fueron representantes de 18 distintos servicios de Agua Potable Rural (38% de cobertura adicional respecto a los 47 APR a nivel Provincial). Destacándose la participación del Presidente de la Asociación Gremial de APR de la Provincia de Elqui. Por otro lado, 30 personas representaban otras instituciones, organismos o particulares relacionados con los servicios de Agua Potable Rural (ej. Oficina Parlamentaria del Diputado Daniel Núñez, Municipalidades, INIA, MOP, DOH, SUBDERE, REPARCAR, CAZALAC, CRDP-Región de Coquimbo, entre otros).

**Taller Provincia de Choapa:** El día viernes 9 de septiembre de 2016, se llevó a cabo el taller de la Provincia del Elqui (Imagen N°9), el cual tenía como objetivo mostrar los resultados del diagnóstico provincial junto con las propuestas de soluciones innovadoras para los servicios de Agua Potable Rural. Para esta actividad de cierre se tenía previsto la asistencia de 50 personas, sin embargo se alcanzó la asistencia de 59 personas en total (118% respecto a la meta). Del total de asistentes, 47 personas fueron representantes de 24 distintos servicios de Agua Potable Rural (49% de cobertura adicional respecto a los 47 APR a nivel Provincial). Destacándose la activa participación de los distintos representantes de los comités y cooperativas de APR de la Provincia de Choapa. Por otro lado, 10 personas representaban otras instituciones, organismos o particulares relacionados con los servicios de Agua Potable Rural (ej. Consejero Regional Agapito Santander, Municipalidades, DGA, PRODESAL, DIPLAN, CAZALAC, CRDP-Región de Coquimbo, entre otros).

**Taller Provincia de Limarí:** El día viernes 30 de septiembre de 2016, se llevó a cabo el taller de la Provincia del Limarí (Imagen N°10), el cual tenía como objetivo mostrar los resultados del diagnóstico provincial junto con las propuestas de soluciones innovadoras para los servicios de Agua Potable Rural. Para esta actividad de cierre se tenía previsto la asistencia de 50 personas en total, sin embargo se alcanzó la asistencia de 70 personas en total (40% adicional). Del total de asistentes, 57 personas fueron representantes de 35 distintos servicios de Agua Potable Rural (39% de cobertura adicional respecto a los 89 APR a nivel Provincial). Destacándose la participación del Presidente de la Asociación Gremial de APR de la Provincia de Limarí Sr. Pedro Alfaro. Por otro lado, 13 personas representaban otras instituciones, organismos o particulares relacionados con los servicios de Agua Potable Rural (ej. CORES: Teodoro Aguirre, Hanna Jarufe, Alberto Gallardo; Gobernador: Wladimir Pleticosic, CRDP-Región de Coquimbo, CAZALAC, Municipalidad de Ovalle, entre otros.) (Ver anexo digital Difusión Provincias).

**Imagen N°8:** Taller de difusión de resultados Provincia de Elqui.



Fuente: CAZALAC.

**Imagen N°9:** Taller de difusión de resultados Provincia de Choapa.



Fuente: CAZALAC.

**Imagen N°10:** Taller de difusión de resultados Provincia de Limarí.



Fuente: CAZALAC.

### 3.3. Reunión Anual de Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural

Como complemento a las actividades de difusión se acordó tanto con la entidad mandante y la contraparte técnica la difusión del proyecto por medio de la asistencia a la “Reunión Anual de Capacitación para los Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural” que organiza la Dirección de Obras Hidráulicas por medio del Programa de Agua Potable Rural.

Aprovechando la concurrencia de los directivos, administrativos y operadores a nivel de cada provincia se potenció de mejor forma la difusión de este proyecto, dando a conocer el diagnóstico a nivel de provincias y las propuestas de soluciones.

Esta instancia sirvió para que aquellos representantes de los servicios de Agua Potable Rural que por diversos motivos no pudieron asistir a los talleres por provincia, quedaran plenamente informados de las propuestas de soluciones innovadoras para el abastecimiento de agua potable.

Para la Provincia de Elqui la reunión anual de capacitación, se llevó a cabo el día martes 30 de agosto de 2016, en calle El Rodillo, Parcela N°12 Vegas Norte, Centro de Eventos Espacio Serena Norte, ciudad de La Serena. Presentación que empezó a las 10:30 am y finalizó a las 11:00 am (ver Imagen N°11).

Para la Provincia de Limarí la reunión anual de capacitación, se llevó a cabo el día miércoles 31 de agosto de 2016, en calle Arauco N°255, de la ciudad de Ovalle. Presentación que empezó a las 10:30 am y finalizó a las 11:00 am (ver Imagen N°12).

Para la Provincia de Choapa la reunión anual de capacitación, se llevó a cabo el día jueves 01 de septiembre de 2016, en la Avenida Francis Drake S/N, Hotel Pichidangui, ubicado en la ciudad de Pichidangui, Provincia de Choapa. Presentación que empezó a las 10:30 am y finalizó a las 11:00 am (ver Imagen N°13)

En estas 3 instancias de capacitación, se esperaba como meta complementar la difusión de los talleres a nivel provincial, sin embargo, estas actividades por provincias superaron las expectativas que se tenían. El Resultado de esto se traduce en que los profesionales de CAZALAC pudieron dar a conocer sobre el proyecto, sus alcances, el diagnóstico elaborado y las propuestas tecnológicas, a alrededor de 399 personas a nivel regional; desglosándose en 125 personas en el taller de la Provincia Elqui, 184 personas en el taller de la Provincia de Limarí y 90 personas en el taller de la provincia de Choapa.

**Imagen N°11:** Reunión Anual de Capacitación para servicios de APR. Provincia de Elqui.



**Fuente:** CAZALAC.

**Imagen N°12:** Reunión Anual de Capacitación para servicios de APR. Provincia de Limarí.



**Fuente:** CAZALAC.

**Imagen N°13:** Reunión Anual de Capacitación para servicios de APR. Provincia de Choapa.



**Fuente:** CAZALAC.

### 3.5. Insertos en medios regionales.

Periódico electrónico **LA VOZ DEL NORTE**, fecha de publicación: 01 de septiembre de 2016, enlace a sitio web: <http://www.lavozdelnorte.cl/2016/09/cazalac-presenta-informe-de-estudio-para-mejorar-sistemas-de-agua-potable-rural-de-elqui/> (ver Imagen N°14).

**Imagen N°14:** Periódico electrónico La Voz del Norte.



**Fuente:** sitio web La Voz del Norte

Sitio Web **CORE COQUIMBO**, escrito por Marcela Zavala y Claudio Ríos, fecha de publicación: 12 de septiembre de 2016, enlace a sitio web: <http://www.corecoquimbo.cl/representantes-de-sistemas-de-agua-potable-rural-del-choapa-conocen/corecoquimbo/2016-09-12/155908.html> (ver Imagen N°15).

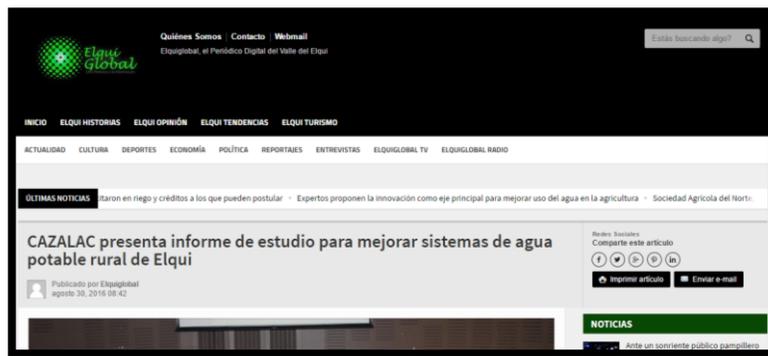
**Imagen N°15:** Sitio Web CORE, Región de Coquimbo.



**Fuente:** sitio web CORE

Sitio web **Elqui Global**, fecha de publicación 30 de agosto de 2016, enlace a sitio web: <http://www.elquiglobal.cl/cazalac-presenta-informe-de-estudio-para-mejorar-sistemas-de-agua-potable-rural-de-elqui/> (ver Imagen N°16).

Imagen N°16: Sitio Web Elqui Global.



Fuente: Sitio Web Elqui Global.

Sitio web **Corporación Regional de Desarrollo Productivo Región de Coquimbo**, fecha de publicación 20 de agosto de 2016, enlace a sitio web: <http://www.crdp.cl/detallenoticia/719> (ver Imagen N°17).

Imagen N°17: Sitio Web Corporación Regional de Desarrollo Productivo, Región de Coquimbo.



Fuente: Sitio Web Corporación Regional de Desarrollo Productivo.

Sitio web diario regional **El Observatodo**, escrito por Pilar Medina, fecha de publicación 21 de septiembre de 2016, enlace a sitio web: <http://m.elobservatodo.cl/noticia/economia/representantes-de-apr-conocen-soluciones-para-enfrentar-la-escasez-hidrica> (ver Imagen N°18).

Imagen N°18: Sitio Web El Observatodo.



Fuente: Sitio Web El Observatodo.

### 3.6. Publicación documento técnico UNESCO PHI.

Al término del presente informe, CAZALAC se encuentra elaborando un documento técnico para dar a conocer el proyecto tanto a nivel nacional como internacional. Cabe mencionar que este documento se está elaborando bajo los estándares de UNESCO y del Programa Hidrológico Internacional (PHI), para posteriormente realizar su edición y disponer de las copias para la difusión respectiva.

### 3.7. Aportes de CAZALAC a Nivel Internacional.

#### **Programa Hidrológico Internacional (PHI).**

CAZALAC como Centro de Categoría II bajo los auspicios de UNESCO, desarrolla sus labores en prioridades temáticas y geográficas pertinentes a sus ámbitos de especialización. Es así que CAZALAC se ha convertido en el organismo referente de UNESCO en los temas de los recursos hídricos en zonas áridas en la región (Latino América y el Caribe). Dentro de esta labor CAZALAC ha estado tratando temáticas en torno a la gestión y uso del agua de acuerdo a los programas establecidos por el PHI (12 programas globales).

Sin embargo, los esfuerzos para desarrollar un manejo y gestión de los recursos hídricos en zonas rurales aún sigue siendo deficitario, es por ello que CAZALAC en su rol de articulador ha venido proponiendo el desarrollo de un nuevo Programa en el marco del Programa Hidrológico Internacional, el cual pueda crear un enfoque específico referente a la gestión del agua en zonas rurales (pensando en agua y saneamiento) y que de esta forma represente a América Latina y el Caribe en su conjunto de acuerdo a la necesidad de avanzar en temas de agua potable rural y saneamiento, lo cual es un aspecto de vital importancia que ha mantenido un rezago importante en su desarrollo y búsqueda de soluciones efectivas en zonas periurbanas y rurales.

En este sentido el crear un nuevo programa permitiría contar con recursos e iniciativas dirigidas en esta línea de trabajo e investigación tanto a nivel local como internacional, lo cual se podría potenciar por medio de la colaboración de entidades público privadas locales que estén vinculados con las zonas rurales. Por otro lado, si bien no se ha hecho hasta el momento una petición formal, CAZALAC pretende dejar planteada esta iniciativa en el Comité Nacional.

De acuerdo al Artículo 3. Del Decreto 317 de 1975 que crea el Comité para el Programa Hidrológico Internacional de UNESCO, el Comité estará Integrado por un representante de: el Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Obras Sanitarias del Ministerio de Obras Públicas, Dirección Meteorológica de Chile de la Fuerza Aérea de Chile, Corporación de Fomento de la Producción, Empresa Nacional de Electricidad S. A., Ministerio de Relaciones Exteriores, Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT), División de Servicios Sanitarios del Ministerio de la Vivienda y Urbanismo, Universidad de Chile, Universidad Católica de Chile, Universidad Técnica del Estado, Universidad del Norte, Universidad Católica de Valparaíso, Universidad Federico Santa María, Universidad de Concepción, Universidad Austral, Ministerio de Agricultura, ODEPLAN, Depto. Defensas Fluviales del Ministerio de Obras Públicas.

Junto con estos representantes, el Comité podrá invitar a participar en sus sesiones, con derecho a voz, a personas o representantes de organismos públicos o privados nacionales cuyas actividades encuadren o se relacionen con los programas del PHI.

### **Cooperación Conjunta Chile – México.**

Con el ánimo de fortalecer la relación bilateral entre México y Chile en materia política, económica, comercial y de cooperación, el 26 de enero de 2006 ambos países suscribieron un Acuerdo de Asociación Estratégica (AAE), basado en la reciprocidad, el interés común, la complementariedad y la profundización de sus relaciones en todos los ámbitos de su aplicación.

Las Partes acordaron promover la cooperación internacional para el desarrollo, que coadyuve al desenvolvimiento de capacidades humanas y al fortalecimiento institucional en áreas identificadas como prioritarias para ambas, de manera estrecha y coordinada, destinada al fortalecimiento de la cooperación bilateral a nivel del sector público. Bajo este marco, se estableció la creación de un Fondo Conjunto de Cooperación destinado a financiar la ejecución de proyectos de cooperación en áreas de interés común como son: Protección social: con énfasis en salud, vulnerabilidad, justicia y seguridad; medio ambiente: adaptación y mitigación al cambio climático; competitividad: innovación y fortalecimiento del emprendimiento; desarrollo agrícola: orientado al fomento productivo y la seguridad alimentaria, así como al manejo de recursos hídricos. y finalmente educación y cultura.

En este sentido las actividades que se enmarcan dentro de las distintas áreas de interés podrán enfocarse en: a) Asistencia técnica, b) Intercambio de expertos y funcionarios, c) Pasantías, d) Misiones de expertos de corto y mediano plazo, e) Estudios, f) Participación en organizaciones de reuniones técnicas, g) Capacitación de recursos humanos, h) Información/difusión, i) Otras.

CAZALAC ha propiciado en tres años seguidos el fortalecimiento del vínculo Chile-México por medio de proyectos desarrollados en torno a la Gestión Integrada de Recursos Hídricos con el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) y la Dirección General de Aguas (DGA), por medio de Alberto Güitrón, Subcoordinador de Planeación Hídrica del IMTA. Ejemplo de esto es la visita de los doctores Carlos Gutierrez Ojeda y Edgar Mendoza Cazares a la Región de Coquimbo, especialistas en los temas de gestión de acuíferos del IMTA, apoyados por especialistas de la Dirección General de Aguas y CAZALAC, en donde se realizó una capacitación certificada para los asistentes de diversas instituciones, organismos o público vinculado a los recursos hídricos subterráneos de Chile. Esta actividad sin duda significó reforzar los lazos de cooperación entre el IMTA, CAZALAC, la DGA y otras instituciones con el fin de delinear futuros proyectos en pos de la gestión de recursos hídricos.

Asimismo, y como parte de las actividades de intercambio de experiencias y conocimientos, CAZALAC ha empezado a gestionar nuevas iniciativas con el Instituto Mexicano de Tecnologías del Agua, por medio del Dr. Martin Piña, con miras hacia una propuesta de proyecto que se enmarque dentro de los lineamientos de financiamiento que ofrece el Fondo Chile-México y que se enfoque principalmente en el área de agua potable en los sectores rurales, de modo de propender la

cooperación entre ambos países en el desarrollo de las capacidades humanas y el fortalecimiento institucional en torno a esta temática.

#### **Curso Internacional RALCEA – CODIA - AECID.**

En Latinoamérica y el Caribe existen rezagos importantes en la cobertura de los servicios de agua potable y saneamiento, lo cual se potencia con tecnologías que muchas veces son insuficientes e inadecuadas de aplicar en zonas periurbanas y rurales donde no se tiene un diagnóstico claro de los problemas, lo cual se suma al predominio de una visión ingenieril que no toma en cuenta, muchas veces, la necesidad de desarrollar estrategias de asimilación social.

Debido a lo anterior y buscando dar un nuevo enfoque en el desarrollo de soluciones en cuanto a agua y saneamiento, en la ciudad de La Antigua Guatemala se llevó a cabo el curso: “Adopción Social de Tecnologías de Agua y Saneamiento”, curso que se desarrolló desde el 6 al 9 de septiembre de 2016, coordinado y dirigido por la Dra. Marta Paris (Representante de RALCEA), curso que tenía por objetivo: “Promover el desarrollo de capacidades tanto en el sector gubernamental como en el social, sobre el diseño, implementación y seguimiento de proyectos que apoyen la cobertura de los servicios de agua y saneamiento, con una visión integral que contribuya a garantizar la seguridad hídrica y la gobernabilidad”.

Si bien el curso desarrollado se encuadra dentro del plan de actividades de desarrollo de capacidades, formulada por los miembros de La Red Latinoamericana de Centros de Conocimiento de Gestión de Recursos Hídricos (RALCEA) en su 5° Reunión Regional realizada en Santa Cruz de la Sierra, Julio de 2015; e incluida en el Plan de Formación propuesto por la Conferencia de Directores Iberoamericanos del Agua (CODIA) para 2016; la actividad permitió contribuir a la construcción de nuevas capacidades a dos de los profesionales que participan en el Proyecto al que hace referencia el presente informe.

La capacitación abarcó en total a 36 profesionales de distintos países y de las diferentes instituciones integradas, técnicos y profesionales de organismos de gestión de recursos hídricos del ámbito nacional, estatal/provincial y local, gerentes de cooperativas de agua, organizaciones de la sociedad civil y líderes comunitarios. Aquellos participantes que asistieron al 100% de la actividad, recibieron una certificación extendida por RALCEA –CODIA –AECID.

Dentro de los profesionales que asistieron de Chile y que se vinculan al proyecto “Estudio de Soluciones Innovadoras para el Abastecimiento de Agua son: Sebastian Luzzi Quevedo (TOHL) y Christopher Vivanco Castillo (CAZALAC). En el Caso del Sr. Vivanco fue beneficiado con una de las 25 becas otorgadas por La Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) junto con el apoyo complementario por parte de CAZALAC para su participación y asistencia al curso.

## 4. Metodología de Elaboración del Catastro Regional (Sub Etapa 1.3).

### 4.1. Desarrollo y Aplicación del Formulario.

Para efectuar el catastro regional de APR, se procedió a recopilar información relevante en cada una de las instalaciones (185 APR establecidas, 4 en ejecución y 36 vulnerables). A fin de ser consistente con los antecedentes registrados, se elaboró un completo formulario por parte de CAZALAC con el apoyo de la consultora The TOHL, y la aprobación de la entidad mandante (CRDP) y de la contraparte técnica (DOH).

En cada visita a los comités y cooperativas de agua potable rural se procuró que la información aportada proviniera desde las personas más relacionadas en cada área de la organización y que tuvieran un mayor grado de conocimiento en dicha actividad por parte del APR. Así, en las entrevistas efectuadas se facilitó en lo posible la participación de personas del área dirigencial (presidente, secretario o tesorero), más una persona del área administrativa (administrador o secretaria administrativa), y una persona encargada del área Técnico-operativa (operarios).

Entre sus principales componentes el formulario aplicado a los representantes de cada comité y cooperativa, contempla los siguientes aspectos o áreas: Ubicación geográfica, organización social, terrenos, derechos de agua, nivel de capacitación y perfeccionamiento social, producción y facturación mensual de agua, sistema tarifario, tarifas eléctricas, últimos mejoramientos del sistema (proyectos), infraestructura, sistema de osmosis inversa, falencias y deficiencias, morosidad y tipo de clientes, saneamiento, sustentabilidad y medio ambiente y datos de contacto. A continuación se detalla en un mayor nivel los distintos componentes:

- Ubicación Geográfica del Sistema APR: Apartado que recopila la información sobre la localización geográfica de los principales componentes del sistema de APR (pozos y fuentes, bombas impulsoras, bombas relevadoras, caseta de cloración, estanques de almacenamiento, oficinas, etc.).
- Organización Social del Sistema APR: Información acerca de la conformación de la actual directiva, comisión revisora de cuentas, número de socios del comité y calidad de estos (domiciliarios, comerciales, u otros).
- Terrenos Sistema APR: Información acerca de la propiedad de los terrenos de cada uno de los componentes del sistema de APR.
- Derechos de Agua del Sistema de APR: Cantidad de derechos otorgados y/o proceso de saneamiento de los derechos que posee el sistema de APR.
- Nivel de Capacitación y Perfeccionamiento Social Sistema APR: Apartado referido al nivel de escolaridad y capacitación formal e informal de los integrantes del comité y funcionarios contratados.

- Sistema Tarifario del APR: Información acerca de las tarifas fijadas en cada sistema y si existe diferenciación por volúmenes consumidos y tipo de clientes (Domiciliario, Comercial, Institucional, otros), además de información acerca de multas por corte y reposición ante usuarios morosos y otro tipo de problemáticas.
- Sistema Tarifario Eléctrico APR: Tipo de tarifa, potencia de empalme, así como principales consumos en los que incurre el sistema de APR.
- Producción mensual de agua m3.: Información mensual que gestiona cada sistema respecto de los volúmenes de producción de agua potable, facturación a los socios, pérdidas y otros aspectos referidos a insumos del proceso.
- Últimos Mejoramientos del Sistema: Apartado que recopila información acerca de los recientes proyectos de mejoramiento desarrollados en el sistema, esto implica obras mayores que van más allá de las tareas de mantenimiento llevadas a cabo normalmente por el comité. (Profundización/construcción de pozos, cambio de bombas, cambios de elementos mayores en la impulsión, sistemas de cloración, estanques, sistema de distribución, ampliación del sistema en cuanto al número de arranques, sistemas de generación de energía de emergencia y otras obras de infraestructura).
- Infraestructura Sistema APR: Descripción de los principales elementos que actualmente conforman el sistema de APR (Número de pozos y sus características, bombas, tuberías de impulsión, sistema de cloración, características y capacidad de almacenamiento de los estanques, redes de distribución, sistemas de generación de energía de emergencia si los hubiere, Sistema de Osmosis Inversa si lo hubiere, etc.).
- Demanda Futura: Estimación del número de arranques que se sumarían a la red de distribución del Comité o Cooperativa de Agua Potable Rural con un horizonte a corto plazo.
- Falencias y Deficiencias Sistema APR: Descripción, en base a la opinión de la entidad y las personas encuestadas, de las principales áreas donde cada sistema presenta dificultades en su operación o falencias de cierta importancia.
- Morosidad y Tipo de clientes: Tipos de usuarios y relación entre número de clientes morosos y el total del sistema.
- Sustentabilidad y Medio Ambiente de los Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural: Tipo de energía alternativa utilizada, con especial énfasis en energías renovables no convencionales si es que el sistema contara con ese tipo de energía.
- Saneamiento de los Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural: Descripción y caracterización del o los sistemas de saneamiento y tratamiento de aguas servidas en el caso de los sistemas que cuenten con tratamiento.

**FORMULARIO ENCUESTA PARA COMITÉS Y COOPERATIVAS DE AGUA POTABLE RURAL  
DE LA REGIÓN DE COQUIMBO.**  
*PROYECTO: INVESTIGACIÓN DE SOLUCIONES TECNOLÓGICAS PARA EL  
ABASTECIMIENTO DE AGUA.*

Ubicación Geográfica del Sistema APR									
Nombre del Comité APR				Fecha Visita					
Sector				Cuenca					
Comuna				Provincia					
Nombre centro urbano más cercano				Distancia a centro urbano más cercano					
Organización Social del Sistema APR									
Comité				Cooperativa					
Año de instalación				Población Abastecida					
N° Arranques Iniciales				Arranques Actuales					
Arranques Domiciliarios				Arranques Comerciales					
Directiva	Nombre y Apellido			Ejerce Otra Función	Nivel Educativo				
Presidente(a)									
Tesorero(a)									
Secretario(a)									
Administrador									
Secret. Admin. 1(a)									
Secret Admin 2(a)									
Operador(a) 1									
Operador(a) 2									
Operador(a) 3									
Operadores adscritos a mutual de Seguridad	Si			Nombre de la Mutual					
	No								
Recibe capacitación de la mutual									
APR Cuenta con Comité fiscalizador	Si	N° de Integrantes		Realiza la Función	Si				
	No				No				
Cuenta con Apoyo de Unidad Técnica			Si	no					
Horario de Atención de Clientes				Dirección Sede APR					
Terrenos Sistema APR									
Propiedad del Terreno		Superficie (m2)		Tipo de Cercado		Observaciones			
Dueño				Pandereta					
Comodato				Malla					
Arriendo				Reja					
Servidumbre				Eléctrico					
Otro				Otro					
Derechos de Agua del Sistema APR									
Cuenta APR con Derechos de Agua		Sí			Número de Derechos que posee			Caudal Otorgado (Lt/s)	
		No							
Derecho está Inscrito en Conservador de Bienes Raíces				Sí			Año		
				No			Foja		
Fuente				Superficial		Subterránea			
Naturaleza del agua				Río		Acuífero			
Ejercicio del Derecho				Permanente		Continuo			
				Eventual		Discontinuo			
						Alternado			

<b>Nivel de Capacitación y Perfeccionamiento Social Sistema APR</b>						
Rotación del Personal	Años en el Cargo		Fecha Inicio		Fecha de Término	
Presidente						
Tesorero						
Secretario						
Administrador						
Secretario Administrativo						
Secretario Administrativo						
Operador 1						
Operador 2						
Operador 3						
Asistencia a Capacitación últimos 2-3 años	Sí	No	Objetivo Capacitación	Fue de Utilidad	Institución	Tema Requerido
Presidente						
Tesorero						
Secretario						
Administrador						
Secretario Administrativo						
Secretario Administrativo						
Operador 1						
Operador 2						
Operador 3						
<b>Sistema Tarifario APR (m3)</b>						
Fijación de Tarifa	Única		Diferenciada		Otra	
Costo Fijo Domiciliario			Valor m3 Domiciliario (0-15)			
Costo Fijo Comercial			Valor m3 Comercial (0-15)			
Tarifa de Reposición	Sí	No		Valor		
Multa Sobreconsumo	Sí	No		Valor		
Cuenta con medidores	Sí			No		
<b>Sistema Tarifario Eléctrico APR</b>						
Tipo de Tarifa			Empresa			
N° de cliente			N° de Poste			
Consumo mensual (Kwh)			Costo Total (\$/mes)			
Potencia empalme			Voltaje Empalme			
<b>Producción mensual de agua m3</b>						
Enero			Julio			
Febrero			Agosto			
Marzo			Septiembre			
Abril			Octubre			
Mayo			Noviembre			
Junio			Diciembre			
Promedio m3/día			Promedio m3/mes			
<b>Últimos Mejoramientos del Sistema (Proyectos)</b>						
Descripción						
Año						
Unidad Técnica						
Financiamiento						
Estado de la Obra						

Infraestructura Sistema APR											
Número de Pozos		Mantenimiento del Pozo		Tipo revestimiento		Tipo de mantenimiento pozo					
Princ.		Buena		Cemento		Química					
Altern.		Regular		Anillas		Física					
Total		Mala		Tierra		Biológica					
Tubo de conducción y Criba		Acero Inoxidable		PVC hidráulico		Hormigón		Otro			
Prof. Pozo (Metros desde la superficie)			Espejo de Agua (Metros desde la superficie)				Monitoreo del Espejo de Agua		Si		
									No		
Prueba de Bombeo		Si	Fecha de Realización			Q(l/s)					
		No									
¿Hubo Profundización del Pozo?			Si		No		Año Profundización				
¿Hubo cambio de ubicación del pozo?			Si		No		Año Cambio				
Cuenta con calendario de Monitoreo de Calidad			Si		No		Periodicidad				
Cuenta con Registro de Análisis de calidad de agua			Si		No		Adjunta Archivo				
Marca Bomba		Número de Bombas	Potencia KW		Voltaje		Q (l/s)		Funcionamiento (Hr/día)		
1)											
2)											
3)											
4)											
Sistema de cloración Automático			Si		No		Tipo insumo Cantidad/mes				
N° Estanques	Tipo de Estanque		Volumen (m3)		Uso	Sin uso	altura	Distancia fuente			
Km Totales de Red		Tipo de Conducción		Mts (Longitud (m))		Diámetro		Estado			
		Cañería Cobre									
		Cañería PVC									
		Polietileno (negro)									
		Rocalit									
		Galvanizado									
		HDP									
		Otro									
Demanda Futura		Demanda (l/s)		N° Arranques		Red (m)					
Proyecto: Futuros:											

Sistema de Osmosis Inversa					
Si		No		Producción Mín. y Max (m3/mes)	
Año de instalación			Parámetro a remover		
Fuente:	Agua de mar		Pozo adyacente a la costa		Pozo agua salobre
Principales procesos:					
Pretratamiento		Desinfección (cloración u otro)			
		Coagulante			
		Regulación de PH			
		Decloración			
		Filtración (tipo)			
O. Inversa		Núm. Y disposición de membranas			
		Potencia bomba			
		Disposición aguas de rechazo			
Postproceso y disposición		Alcalinización			
		Desinfección (cloración u otro)			
Observaciones:					
Falencias y Deficiencias Sistema APR					
Reconoce Debilidades en el Sistema APR			Si		
			No		
¿Qué problemas se han dado este último año?					
	Causa del Problema	Duración	Solución que se dio	Institución de Apoyo	
Fuente (Seguridad en el suministro)					
Sobredemanda	Aumento estacional				
	Turismo				
	Act. Gastronómica				
	Otra				
Energética					
Impulsión					
Tratamiento					
Almacenamiento					
Distribución					
Calidad					
Vinculación Institucional					
Gestión Administrativa					
Otro					
Morosidad y Tipo de clientes					
Tipo de Usuario	(%) Moroso	X Usuarios Morosos			
Sustentabilidad y Medio Ambiente de los Sistemas APR					
Tipo de energía utilizada.					
Eólica		Año Operación		Potencia Generada (kw)	
Solar		Año Operación		Potencia Generada (kw)	
Grupo Electrónico		Año Operación		Potencia Generada (kw)	

Saneamiento del Sistema APR											
¿Cuenta con sistema de Saneamiento?	Sí		Estado del sistema actual								
	No		Bueno			Regular			Malo		
Motivo del estado actual											
% del tipo de sistema de saneamiento en el APR											
Fosa séptica con drenes		Baño seco		Alcantarillado							
Letrina		Pozo profundo		Otro (especificar)/ninguno							
Cuenta con Planta de Tratamiento de Aguas Servidas	Sí	Tratamiento Base		Rejillas							
				Tamices							
				Desarenadores							
				Extracción de sólidos							
				Cultivo suspendido como Lodos Activados							
	No	Tratamiento 1 <sup>ro</sup>		Cultivo fijo como Biofiltros, biodiscos, Lombrifiltros							
				Lagunas Aireadas							
				Tratamiento 2 <sup>no</sup>		Lagunas de estabilización					
						Humedal (Wetlands)					
				Tratamiento 3 <sup>ro</sup>		si		no		Tipo	
Otro		Emisario Submarino									
Lugar donde se entrega el agua	Río	Embalse		Canal		Pozo		Otro			
Destino de Lodos Secos	Vertedero		Agricultura		Reforestación		Otro				
% de uso de los sistema de recolección de excretas en el APR		Periodo de limpieza sistema saneamiento (meses/años)								Volumen Tratado	
Camión limpia fosa		Cuenta con Recuperación de Aguas Grises						Sí			
Sistema manual		% de viviendas que separan aguas grises						No			
Otro		¿Posible uso de reciclado de aguas grises dentro del APR?									
Ninguno											
% de viviendas con baño en el:		Observaciones									
Interior											
Exterior											

Datos de Contacto	
Correo Electrónico:	
Fono:	
Celular:	

Coordenadas Geográficas	
Coordenadas Oficina	
Coordenadas Pozo	
Coordenadas Estanque	
Coordenadas PTAS.	
Coordenadas POI.	



## 4.2. Elaboración de la Base de Datos para la Sistematización de la Información.

Con los resultados de la aplicación de la encuesta se desarrolló una Base de Datos utilizando una hoja de cálculo, de modo que permitiera sistematizar la información de los Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural existentes en la Región de Coquimbo.

Esta base de datos desarrollada presenta información respecto a los siguientes puntos que se detallan a continuación y que formaron parte tanto de la entrevista realizada con el formulario y la información recopilada con diversas instituciones.

### **Contenido de la Base de Datos**

- Listado de APR
  - Dentro del Programa APR-DOH
  - Fuera del Programa APR-DOH
  - En Proceso de Construcción y/o Ejecución
- Caracterización General
- Organización Social
- Producción de Agua
- Facturación a Clientes
- Agua No Facturada
- Energía Utilizada
- Calidad
- Oferta v/s Demanda
- Infraestructura del Sistema
- Plantas de Osmosis Inversa
- Saneamiento
- Problemas Declarados
- Derechos de Agua
- Medio Ambiente
- Factibilidades
  - Denegadas
  - Aprobadas
  - Otra Situación
- Coordenadas Geográficas
  - Oficinas APR
  - Estanques
  - Pozos
  - Plantas de Osmosis Inversa
  - Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas
  - APR con convenio 52 Bis

Esta base de datos ha mantenido hasta el término de este informe un aporte esencial a la información regional referente a los Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural, manteniendo hasta la fecha una constante actualización de los datos. Esto ha permitido completar

satisfactoriamente la base de datos, los que han posibilitado un análisis de la información mucho más específico y la construcción de algunos indicadores cuantitativos, esto ha generado el diagnóstico de los sistemas de APR que se verá en el capítulo N°2 de este informe.

En las imágenes siguientes se visualiza, a modo de ejemplo, algunos de los componentes de la base de datos. (Ver imagen N°19 y N°20).

Imagen N°19. Base de Datos. Componente Caracterización.

N° APR	Código APR	Nombre del Servicio APR	Región	Provincia	Comuna	Cuenca Hidrográfica Principal	Nombre Centro Urbano más Próximo	Cercanía a Centro Urbano (Km)	Categoría de Estado	Año Puesta en Marcha	Población Absorbida	N° de Arregues Iniciales
131	0401002	BELLAVISTA CERES	Región de Coquimbo	ELQUI	LA SERENA	Cuenca del Elqui	La Serena	8	Existente	1995	1.990	75
132	0401003	COQUIMBITO-ALTOVALSOL	Región de Coquimbo	ELQUI	LA SERENA	Cuenca del Elqui	La Serena	16	Existente	1979	3.400	-
133	0401004	EL ROMERO	Región de Coquimbo	ELQUI	LA SERENA	Cuenca del Elqui	La Serena	11	Existente	1993	1.200	-
134	0401005	GABRIELA MISTRAL	Región de Coquimbo	ELQUI	LA SERENA	Cuenca del Elqui	La Serena	17	Existente	1971	1.240	-
189	0403034	LAS ROJAS- PUNTA DE PIEDRA	Región de Coquimbo	ELQUI	LA SERENA	Cuenca del Elqui	La Serena	25	Existente	1968	1.376	-
193	0403076	PELICANA	Región de Coquimbo	ELQUI	LA SERENA	Cuenca del Elqui	La Serena	32	Existente	1983	375	55
107	0402047	QUEBRADA DE TALCA	Región de Coquimbo	ELQUI	LA SERENA	Cuenca del Elqui	La Serena	24	Existente	1990	1.270	52
143	0401001	ANDACOLLITO	Región de Coquimbo	ELQUI	VICUÑA	Cuenca del Elqui	Vicuña	12	Existente	1983	1.512	60
144	0401002	CHAPILCA	Región de Coquimbo	ELQUI	VICUÑA	Cuenca del Elqui	Palhuano	20	Existente	1985	545	36
145	0401003	DIAGUITAS	Región de Coquimbo	ELQUI	VICUÑA	Cuenca del Elqui	Vicuña	9	Existente	1974	2.050	150
146	0401004	EL ARENAL	Región de Coquimbo	ELQUI	VICUÑA	Cuenca del Elqui	Vicuña	7	Existente	1985	944	40
149	0401007	SUALQUINCA	Región de Coquimbo	ELQUI	VICUÑA	Cuenca del Elqui	Vicuña	12	Existente	2002	300	108
151	0401009	LA CALERA - LA VILLA	Región de Coquimbo	ELQUI	VICUÑA	Cuenca del Elqui	La Serena	28	Existente	1990	1.200	50
1847	401012	MARQUESA- NUEVA TALCUÑA	Región de Coquimbo	ELQUI	VICUÑA	Cuenca del Elqui	La Serena	32	Existente	1988	2.400	80
229	0403020	PUNTA AZUL	Región de Coquimbo	ELQUI	VICUÑA	Cuenca del Elqui	La Serena	35	Existente	1998	600	10
194	0403035	FRIVADAVIA	Región de Coquimbo	ELQUI	VICUÑA	Cuenca del Elqui	Vicuña	17	Existente	1983	1.720	-
110	0402040	SAN ISIDRO-CALUMBASTA	Región de Coquimbo	ELQUI	VICUÑA	Cuenca del Elqui	Vicuña	5	Existente	1982	4.570	250

Fuente: Elaboración propia.

Imagen N°20. Base de Datos. Componente Organización.

Servicio	Provincia	Comuna	Director	Secretario	Tesoreros	Administrador	Secretario (a) Administrativo	Secretario (a) Operativo	Operadores	Operadores	Operadores	Comisión Revisora de Cuentas	N° de Personas
BELLAVISTA CERES	ELQUI	LA SERENA	María Vera	Eduardo Morenal	Gerardo Pizarro	Ana Molina	Silvana Olivares	Yviana Araya	Fernando Carrizo	Miguel Araya	-	SI	3
COQUIMBITO-ALTOVALSOL	ELQUI	LA SERENA	Oscar La Paz	Nidia Durán	Jorge Gormas	-	María Robledo	Carmen Chapillo	Jorge Pérez	Manuel Barraza	Valter Araya	SI	3
EL ROMERO	ELQUI	LA SERENA	Paúl Arancibia	Héctor Vergara	Marina García	-	María Molina	Nadia Vera	José Durán	-	-	SI	3
GABRIELA MISTRAL	ELQUI	LA SERENA	Peter Venzel	Ricardo Carrajal	Luis Castillo	-	Adela Rodríguez	Flomina Pizarra	Adolfo Muñoz	Héctor Barraza	-	SI	3
ILSON	ELQUI	LA SERENA	Diego Gallardo	Jaime Hidalgo	Roberto Rojas	-	Nellyda Vera	-	Vilfredo Acevedo	-	-	No	0
LAS ROJAS- PUNTA DE PIEDRA	ELQUI	LA SERENA	Marta Gómez	Robinson Moranco	Graciela Dieziana	-	Karina Rojas	-	Jorge Barahona	David Iñes	-	No	0
PELICANA	ELQUI	LA SERENA	Gladys Guzmán	-	Miguel Veltz	-	Carmen Veltz	-	Raúl Cosso	-	-	SI	3
QUEBRADA DE TALCA	ELQUI	LA SERENA	Jorge Araya	Rosa Villar	Boris Zavala	-	Mariela Quiñones	Bernarda Rodríguez	Fabían Cavajal	-	-	SI	3
ANDACOLLITO	ELQUI	VICUÑA	Luis Rojas	Mónica Rojas	María Guifones	-	Passuala Castillo	-	Alejandro Coss	-	-	SI	3
CHAPILCA	ELQUI	VICUÑA	Jessica Aguirre	Jessica Varela	Carolina Alcazaga	-	Silvia Pérez	-	Juan Alcazaga	Héctor Villarroel	-	SI	3
DIAGUITAS	ELQUI	VICUÑA	Flore Salazar	Aguilón Adonco	Alejandro Coss	-	Ingrid Hincé	Paola Giossi	Juan González	Juan Tapia	-	SI	3
EL ARENAL	ELQUI	VICUÑA	Leonel Araya	Luis Araoz	Juana Zapata	-	Alejandra Segovia	-	Carlos Castro	-	-	SI	3
EL MOLLE	ELQUI	VICUÑA	Héctor Meri	Victor Argandoña	Jorge Asbun	-	Catalina Lascan	Alejandra Rojas	Jorge Diaz	-	-	SI	3
SUALQUINCA	ELQUI	VICUÑA	Tomás González	María Concha	Nelva Cáceres	-	Elba Zamora	-	Manuel Rojas	Ramón Laferte	-	SI	3
LA CALERA - LA VILLA	ELQUI	VICUÑA	María Rivera	Claudio Figueroa	Janett Araoz	-	Leonina Parra	-	Ángel Rojas	-	-	SI	3
LA COMPAÑIA	ELQUI	VICUÑA	Felipe Araya	Eduardo Tapia	Sandra Araya	-	Mariol Peralba	-	Jorge Peralta	-	-	SI	3
MARQUESA- NUEVA TALCUÑA	ELQUI	VICUÑA	Mariel Concha	Eduardo Portillo	Franklin Muñoz	Vilson Castillo	Yasmin Alenzi	-	Manuel Tello	Alfredo Ortiz	Vilfredo Calderón	SI	3

Fuente: Elaboración propia.



## **CAPITULO N°2**

### **DIAGNÓSTICO DE LOS COMITÉS Y COOPERATIVAS DE AGUA POTABLE RURAL DE LA REGIÓN DE COQUIMBO.**

## **5. Etapa 2: Metodología para la elaboración del diagnóstico base de los sistemas de APR, de la Región de Coquimbo.**

### **5.1. Descripción de la Metodología.**

En este apartado se muestran los principales componentes del proceso metodológico llevado a cabo en el desarrollo de la segunda fase del estudio. Dentro de la Descripción de la Metodología de la Propuesta del estudio, se planteó que para la Etapa N°2, sobre Elaboración del Diagnóstico Base de los Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural, se iba a desarrollar una evaluación de los componentes de estos servicios, agrupándolos en torno a:

- a) Captación,
- b) Conducción y
- c) Distribución.

Sin embargo, durante la marcha del proyecto, el equipo concluyó que estos componentes para una mejor comprensión y análisis, podrían agruparse de una forma más adecuada. Por ejemplo, el tema de almacenamiento (estanques), cobró fuerza como para ser tratado en forma independiente; la fuente y la impulsión, se vio más lógico analizarlos en conjunto, incluyendo en ello los procesos intermedios que llevan a cabo los servicios de APR para la producción de agua potable, es decir, incluyendo la cloración, y cuando correspondiere, plantas de tratamiento específicas (osmosis inversa, sistemas de filtrado, y otros).

De esta forma, se planteó este cambio a la institución mandante, quedando los componentes definitivos del modo siguiente:

- a) Producción de Agua Potable,
- b) Almacenamiento y
- c) Distribución.

Así, este proceso se divide, en primer lugar, en el diagnóstico de los componentes del suministro de agua potable, que son principalmente los arriba indicados: la producción de agua potable, el almacenamiento y la distribución a los usuarios de los sistemas. Adicionalmente, el diagnóstico desarrollado incorpora otros importantes aspectos no incluidos en los primeros componentes identificados, tales como: normativa, aspectos energéticos, presión social, aspectos tarifarios, sociedad y cultura. Y en segundo lugar, se incorpora el desarrollo de un análisis FODA sobre el conjunto de Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural, efectuando una revisión a sus Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas, en el marco de la elaboración de estrategias de desarrollo para el mejoramiento a futuro.

## 5.2. Metodología para el Diagnóstico de los Componentes del Suministro de Agua Potable Rural (Sub-etapa N°2.1).

A partir de la encuesta desarrollada en cada uno de los servicios de Agua Potable Rural se pudo sistematizar la información obtenida. Esto permitió contar con un catastro regional actualizado de los Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural de la Región de Coquimbo. Con este catastro se procedió a desarrollar una evaluación y diagnóstico de los principales elementos que conforman los sistemas de: Captación e impulsión, almacenamiento y distribución, junto con otros aspectos importantes. Así, posteriormente este diagnóstico sectorizado será el principal insumo para abordar las distintas soluciones a proponer en la tercera fase de este estudio.

## 5.3. Metodología para el Desarrollo del Análisis FODA (Sub-etapa N°2.2).

El desarrollo de la evaluación y el diagnóstico sectorizado, descrito anteriormente, permitió, a través de la aplicación de un análisis FODA, identificar los distintos aspectos técnicos y operativos de la gestión de los sistemas de APR que pueden ser calificados como fortalezas ó debilidades y que son propias al conjunto de los sistemas de la región y que puedan ser abordados a través de alternativas tecnológicas; y por otro lado, las amenazas y oportunidades a considerar en el contexto del desarrollo de los servicios.

Matriz Complementaria.

Una vez llevado a cabo el análisis FODA, se desarrolló la vinculación entre las Fortalezas (A), Debilidades (B), Oportunidades (C) y Amenazas (D), obteniendo como resultado una matriz complementaria, que permitió generar estrategias conducentes a orientar los esfuerzos para disminuir las brechas existentes en lo que se refiere a los comités y cooperativas de Agua Potable Rural, de acuerdo al siguiente ordenamiento:

- **Estrategias Ofensivas:** Estrategias que buscan maximizar las fortalezas y maximizar las oportunidades (Estrategias Maxi – Maxi).
- **Estrategias de Supervivencia:** Estrategias que buscan minimizar las debilidades y minimizar las amenazas (Estrategias Mini – Mini).
- **Estrategias de Reorientación:** Estrategias que buscan minimizar las debilidades y maximizar las oportunidades (Estrategias Mini – Maxi).
- **Estrategias Defensivas:** Estrategias que buscan maximizar las fortalezas y minimizar las Amenazas (Estrategias Maxi – Mini).

El desarrollo de estas estrategias busca finalmente agrupar los distintos tipos de problemáticas identificadas previamente en el diagnóstico de los servicios de APR, vinculándolas con propuestas de soluciones que permitan dar un mayor nivel de conocimiento para su futura ejecución.

## 6. Etapa 2: Diagnóstico base de los Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural.

### 6.1. Información General de los sistemas de Agua Potable Rural.

En la Región de Coquimbo existen 185 Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural (APR) registrados en la actualidad bajo el Programa de Agua Potable Rural (APR) de la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), distribuidos en 47 sistemas (25% del total regional) localizados en la Provincia de Elqui, 89 sistemas (48% del total regional) en la provincia del Limarí, y 49 sistemas (27% del total regional) emplazados en la provincia de Choapa (véase tabla N°1 y Anexo 2, tabla 2.1).

Las comunas que destacan por una mayor participación porcentual respecto al total regional de sistemas de APR son: Ovalle con un 17,8%; Monte Patria con un 12,4%; Salamanca con un 11,9%; Combarbalá con un 9,7%; y Vicuña con un 8,6%. Por otra parte, las comunas con menor cantidad de sistemas de APR son: Andacollo y Paihuano, con un 0,5% y 1,6% respectivamente.

**Tabla N°1.** Número de Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural registrados en el Programa de APR de la DOH, en la Región de Coquimbo. **Fuente:** Elaboración propia.

Provincia	Comuna	N° de Servicios	% Provincial	% Comunal
Elqui	Andacollo	1	25,4	0,5
	La Higuera	7		3,8
	Coquimbo	10		5,4
	La Serena	10		5,4
	Vicuña	16		8,6
	Paihuano	3		1,6
Limarí	Ovalle	33	48,1	17,8
	Río Hurtado	9		4,9
	Punitaqui	6		3,2
	Monte Patria	23		12,4
	Combarbalá	18		9,7
Choapa	Canela	8	26,5	4,3
	Los Vilos	5		2,7
	Illapel	14		7,6
	Salamanca	22		11,9
<b>Total</b>		<b>185</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Cabe hacer mención que existen 40 comités y cooperativas de Agua Potable Rural que se encuentran fuera del Programa de APR, para los cuales se estaría analizando su incorporación al Programa. Adicionalmente existen 4 comités y cooperativas de Agua Potable Rural que se sumarían al Programa de APR una vez concluida su ejecución y puesta en marcha del servicio. De acuerdo a esto, un total de 227 Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural fueron visitados y catastrados durante la Etapa I de este proyecto. Sin embargo y conforme a las bases de la propuesta, el presente informe dará cuenta de la situación de los 185 servicios que se encuentran dentro del Programa de Agua Potable Rural de la Dirección de Obras Hidráulicas.

Los 185 servicios de Agua Potable Rural que se encuentran dentro del Programa de APR de la Dirección de Obras Hidráulicas; abastecen a un total de 44.521 arranques en la Región, distribuidos en, un 31,6 % en la provincia de Elqui, 42,7 % en la provincia de Limarí y 25,6 % en la Provincia de Choapa(véase tabla N°2).En cuanto al número de arranques abastecidospor comuna respecto al total regional, las comunas con mayor cuantía son las de: Ovalle con un 16,5% del total regional; Monte Patria con un 12,3%; Salamanca con un 11,6%; Vicuña con un 10,0%; y La Serena con un 7,5%; mientras que las comunas con menor cantidad de arranques abastecidos son: Andacollo con un 0,2% y Punitaqui con un 2,3% del total regional.

**Tabla N°2.** Número de arranques pertenecientes a servicios de APR por comuna en la Región de Coquimbo. **Fuente:** Elaboración propia.

Provincia	Comuna	N° de Arranques	% Provincia	% Región
Elqui	Andacollo	90	31,6	0,2
	La Higuera	1.926		4,3
	Coquimbo	2.972		6,7
	La Serena	3.323		7,5
	Vicuña	4.435		10,0
	Paihuano	1.338		3,0
Limarí	Ovalle	7.345	42,7	16,5
	Río Hurtado	2.209		5,0
	Punitaqui	1.019		2,3
	Monte Patria	5.475		12,3
	Combarbalá	2.983		6,7
Choapa	Canela	1.349	25,6	3,0
	Los Vilos	2.889		6,5
	Illapel	1.982		4,5
	Salamanca	5.186		11,6
Total Regional		44.521	100	100

En términos estimativos, considerando un promedio regional de 4 personas por arranque (según datos del Programa APR), se estaría beneficiando a alrededor de 178.084 personas del sector rural.

Adicionalmente, como se había mencionado en la sección anterior, los comités y cooperativas de Agua Potable Rural que no están dentro del Programa APR, visitados en el presente estudio, representan un número de arranques por provincia que se muestra en el tabla N°3.

**Tabla N°3.** Número de arranques adicionales deservicios de APR fuera del Programa de Agua Potable Rural de la Dirección de Obras Hidráulicas. **Fuente:** Elaboración propia.

Provincia	Arranques Abastecidos
Elqui	115
Limarí	417
Choapa	794
Total Regional (Fuera del P.APR-DOH)	1.326

## 6.2. Diagnóstico de los componentes del suministro de agua potable.

A continuación se presentan los resultados del diagnóstico de los principales componentes de los sistemas de Agua Potable Rural de la región. Esta información proviene fundamentalmente de la sistematización de los datos obtenidos en terreno durante la campaña desarrollada en la Etapa I, la que se ha sometido a controles y revisión de su coherencia en función de la información que obra en las instituciones del Estado que tienen relación con el Programa de APR de la Dirección de Obras Hidráulicas.

### 6.2.1. Producción de Agua Potable.

#### a. Fuente de Agua.

De los comités y cooperativas de Agua Potable Rural encuestados, existen 119 servicios, equivalentes al 64,3% del total, que al ser consultados respecto del desempeño del sistema en la reciente y pasadas temporadas, no declaran problemas en su fuente de agua. Por otra parte, 59 sistemas equivalentes al 31,9% del total, manifiestan algún tipo de falencia en esta área. Finalmente en 7 servicios no se pudo concretar esta entrevista por razones ajenas a CAZALAC.

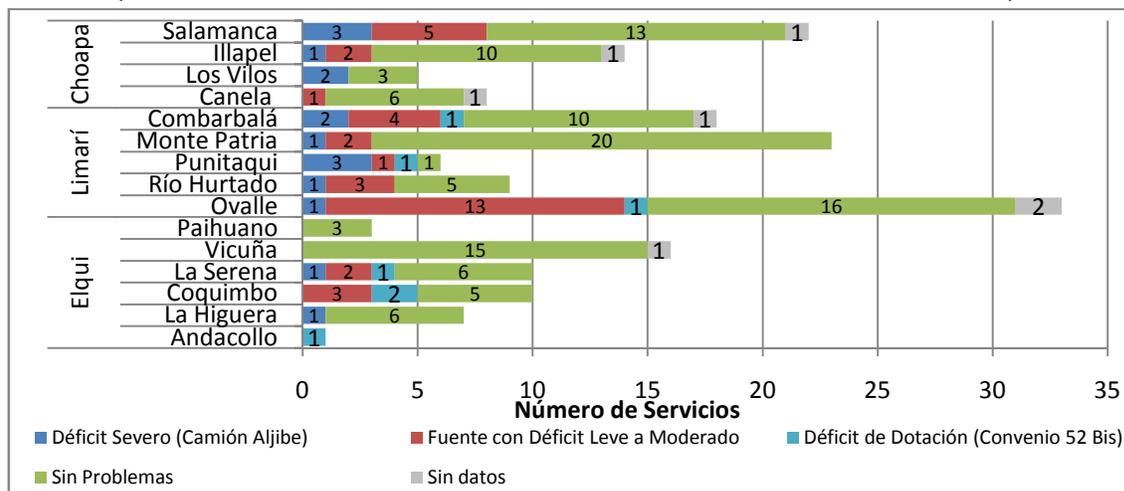
De los 59 comités y cooperativas que declaran problemas, 36 de ellos (19,46% del total regional) declaran presentar problemas de tipo leve a moderado en su fuente de agua, situación que se manifiesta en que la fuente utilizada no sería capaz de entregar una dotación adecuada; adicionalmente 16 servicios de Agua Potable Rural (8,65% del total regional) presentan un déficit severo o grave, ya sea en forma total o parcial, situación en la que estos sistemas actualmente deben ser abastecidos mediante camiones aljibe; por otra parte, 7 servicios de Agua Potable Rural (3,78% del total), de un total de 20 que son abastecidos por Aguas del Valle (bajo convenio 52 Bis), manifiestan cierta disconformidad en la dotación entregada.

Como se muestra en el gráfico N°1, a nivel provincial, los sistemas donde mayormente se presentarían este tipo de situaciones estarían liderados por:

- La provincia de Limarí, destacando las comunas de Ovalle, Combarbalá y Punitaqui;
- La provincia de Choapa, destacando las comunas de Salamanca e Illapel; y
- La provincia de Elqui, principalmente en las comunas de Coquimbo y La Serena.

Mención especial cabe hacer a 16 servicios de Agua Potable Rural que presentan un déficit tan severo que dependen parcial o totalmente del suministro mediante camiones aljibe: Tunga Norte, Guangualí, Los Cóndores, Peladeros, Quelén Alto, Quelén Bajo, Punta Colorada, Almirante Latorre, Manquehua, Media Luna, Huatulame, Alcones Bajos Agua de la Vida, El Hinojo, La Granjita - Morro Alegre, La Higuera de Punitaqui, y Quebrada de Santander.

**Gráfico N°1.** Número de comités y cooperativas de Agua Potable Rural a nivel regional, que declaran problemas en su fuente de abastecimiento hídrico. **Fuente:** Elaboración Propia.



#### a. Producción de Agua.

La tabla N°4 muestra la producción promedio mensual por arranques para un grupo de 93 sistemas con datos de producción validados.

Cabe hacer mención que el programa de APR establece una dotación mínima recomendable de 100 lt/habitante/día en los servicios de APR de la Región. Si se considera un promedio de 3,5 personas por arranque, es posible calcular un total de dotación mensual de 10,5 m<sup>3</sup>/arranque/mes como un valor de referencia para establecer la capacidad de un sistema de entregar un servicio adecuado a los usuarios.

Así, bajo este marco es posible identificar la existencia de 67 sistemas (de los 93 analizados), que presentan producciones por sobre este estándar, cumpliendo así adecuadamente los requerimientos de la población.

Dentro de estos servicios y con producciones por sobre los 18 m<sup>3</sup>/arranque/mes es posible identificar los APR de La Compañía, Quebrada De Talca, Bellavista Ceres, El Sauce (EL Sauce De Miramar-Rinconada), Pan De Azúcar, Rivadavia, Marquesa - Nueva Talcuna, Sistema La Jarilla, Gabriela Mistral y Punta De Choros en la Provincia de Elqui; Población Yaconi, Cogoti 18 Callejones, Cerrillos De Tamaya, Pedregal, Estacion Recoleta y La Portada De Sotaqui en la Provincia de Limarí; y El Tambo Centro, Huentelauquen Norte y Caimanes en la Provincia de Choapa.

Por su parte, con volúmenes de producción por bajo los 10,5 m<sup>3</sup>/arranque/mes se encuentra un total de 26 sistemas, con producciones que van de los 10,4 a los 2,1 m<sup>3</sup>. En este grupo se encuentran los servicios de La Calera - La Villa, Punta Colorada, La Viñita Alta, La Higuera y Chungungo en la Provincia de Elqui; Ramadas de Tulahuen (Las Ramadas de Pejerreyes), Villorrio

De Talhuén, Hurtado - El Chañar, La Granjita - Morro Alegre, Camarico, El Maiten (Limarí), Los Morales, Ramadilla (La Playa), El Durazno, Sol Del Pacifico, La Cantera, El Hinojo, La Higuera De Punitaqui, La Silleta - Las Turquesas, Carén, Alcones Bajos Agua De La Vida y La Silleta en la Provincia de Limarí; y Batuco, Quelen Bajo, Mincha Sur y Mincha Norte en la Provincia de Choapa. Cabe hacer notar que gran parte de los datos de producción analizados posiblemente se encuentra influenciados por el reciente episodio de sequía hidrológica que afectó a la Región de Coquimbo los últimos años, por lo que las cifras presentadas deben ser monitoreadas continuamente con el fin de seguir su evolución.

**Tabla N°4.** Producción mensual por arranque para 93 sistemas de APR de la Región de Coquimbo.**Fuente:** Elaboración propia.

Nombre del Servicio APR	Provincia	Comuna	Categoría de Estado	Nº de Arranques Totales	Producción promedio mensual (m3)	Producción/Arranque (m3/Arranque )
<b>Producción mensual por arranque calculada sobre los 10,5 m3</b>						
POBLACIÓN YACONI	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	108	5.198	48,1
LA COMPAÑÍA	ELQUI	VICUÑA	EXISTENTE	110	4.074	37,0
QUEBRADA DE TALCA	ELQUI	LA SERENA	EXISTENTE	242	6.472	26,7
BELLAVISTA CERES	ELQUI	LA SERENA	EXISTENTE	583	15.364	26,4
COGOTI 18 CALLEJONES	LIMARI	COMBARBALÁ	EXISTENTE	509	11.842	23,3
EL SAUCE (EL SAUCE DE MIRAMAR-RINCONADA)	ELQUI	COQUIMBO	EXISTENTE	310	7.145	23,0
CERRILLOS DE TAMAYA	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	933	21.343	22,9
PAN DE AZÚCAR	ELQUI	COQUIMBO	EXISTENTE	1401	31.969	22,8
RIVADAVIA	ELQUI	VICUÑA	EXISTENTE	365	7.514	20,6
MARQUESA - NUEVA TALCUNA	ELQUI	VICUÑA	EXISTENTE	586	11.751	20,1
SISTEMA LA JARILLA	ELQUI	PAIHUANO	EXISTENTE	794	15.896	20,0
PEDREGAL	LIMARI	MONTE PATRIA	EXISTENTE	154	3.003	19,5
GABRIELA MISTRAL	ELQUI	LA SERENA	EXISTENTE	293	5.686	19,4
EL TAMBO CENTRO	CHOAPA	SALAMANCA	EXISTENTE	388	7.474	19,3
ESTACION RECOLETA	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	216	4.041	18,7
LA PORTADA DE SOTAQUI	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	64	1.197	18,7
PUNTA DE CHOROS	ELQUI	LA HIGUERA	EXISTENTE	224	4.189	18,7
HUENTELAUQUEN NORTE	CHOAPA	CANELA	EXISTENTE	530	9.723	18,3
CAIMANES	CHOAPA	LOS VILOS	EXISTENTE	317	5.790	18,3
EL ARENAL	ELQUI	VICUÑA	EXISTENTE	85	1.509	17,8
HUACHALALUME	ELQUI	COQUIMBO	EXISTENTE	187	3.218	17,2
LIMARI	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	586	10.082	17,2
EL MOLLE	ELQUI	VICUÑA	EXISTENTE	307	5.191	16,9

LA PALOMA	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	72	1.210	16,8
BARRAZA	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	500	8.207	16,4
SAN ISIDRO- CALINGASTA	ELQUI	VICUÑA	EXISTENTE	914	14.910	16,3
CERRILLOS DE RAPEL	LIMARI	MONTE PATRIA	EXISTENTE	201	3.208	16,0
PICHASCA	LIMARI	RIO HURTADO	EXISTENTE	586	9.310	15,9
HUATULAME	LIMARI	MONTE PATRIA	EXISTENTE	524	8.250	15,7
VILLASECA	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	421	6.540	15,5
EL TAMBO ORIENTE	CHOAPA	SALAMANCA	EXISTENTE	105	1.575	15,0
JORQUERA	CHOAPA	SALAMANCA	EXISTENTE	200	2.957	14,8
HUANTA	ELQUI	VICUÑA	EXISTENTE	82	1.208	14,7
TRANQUILLA	CHOAPA	SALAMANCA	EXISTENTE	292	4.299	14,7
DIAGUITAS	ELQUI	VICUÑA	EXISTENTE	415	5.936	14,3
EL TRAPICHE	ELQUI	LA HIGUERA	EXISTENTE	134	1.913	14,3
RAPEL	LIMARI	MONTE PATRIA	EXISTENTE	435	6.180	14,2
LA TORRE	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	399	5.614	14,1
SAMO ALTO	LIMARI	RIO HURTADO	EXISTENTE	223	3.117	14,0
EL GUINDO	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	415	5.780	13,9
SEMITA	LIMARI	MONTE PATRIA	EXISTENTE	103	1.434	13,9
CARCAMO-LA COLONIA	CHOAPA	ILLAPEL	EXISTENTE	293	3.972	13,6
PELICANA	ELQUI	LA SERENA	EXISTENTE	125	1.651	13,2
LAS BARRANCAS	ELQUI	COQUIMBO	EXISTENTE	278	3.661	13,2
LAS CARDAS	ELQUI	COQUIMBO	EXISTENTE	55	723	13,1
ISLON	ELQUI	LA SERENA	EXISTENTE	264	3.467	13,1
CHAPILCA	ELQUI	VICUÑA	EXISTENTE	112	1.462	13,1
LIMAHUIDA	CHOAPA	ILLAPEL	EXISTENTE	113	1.458	12,9
EL MANZANO	ELQUI	ANDACOLLO	EXISTENTE	90	1.158	12,9
EL COIPO	LIMARI	MONTE PATRIA	EXISTENTE	135	1.727	12,8
LAS BREAS	LIMARI	RIO HURTADO	EXISTENTE	108	1.336	12,4
CALETA DE HORNOS	ELQUI	LA HIGUERA	EXISTENTE	361	4.413	12,2
TAMBILLOS	ELQUI	COQUIMBO	EXISTENTE	133	1.620	12,2
LOS NOGALES	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	278	3.385	12,2
TULAHUEN	LIMARI	MONTE PATRIA	EXISTENTE	820	9.953	12,1
POTRERILLOS BAJO	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	161	1.908	11,9
SERON	LIMARI	RIO HURTADO	EXISTENTE	316	3.691	11,7
NUEVA AURORA	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	235	2.743	11,7
EL MAQUI	LIMARI	MONTE PATRIA	EXISTENTE	210	2.424	11,5
LOS TRIGALES DE GUANAQUEROS	ELQUI	COQUIMBO	EXISTENTE	180	2.057	11,4

ANDACOLLITO	ELQUI	VICUÑA	EXISTENTE	378	4.315	11,4
EL ESFUERZO	CHOAPA	LOS VILOS	EXISTENTE	787	8.978	11,4
EL TOME ALTO	LIMARI	MONTE PATRIA	EXISTENTE	244	2.657	10,9
EL ROMERO	ELQUI	LA SERENA	EXISTENTE	358	3.887	10,9
PUNTA AZUL	ELQUI	VICUÑA	EXISTENTE	200	2.158	10,8
LAS CAÑAS 2 (BAJA)	CHOAPA	ILLAPEL	EXISTENTE	210	2.221	10,6
TOTALILLO	ELQUI	COQUIMBO	EXISTENTE	191	2.018	10,6
<b>Producción mensual por arranque calculada bajo los 10,5 m3</b>						
LA CALERA - LA VILLA	ELQUI	VICUÑA	EXISTENTE	216	2.250	10,4
RAMADAS DE TULAHUEN (LAS RAMADAS DE PEJERREYES)	LIMARI	MONTE PATRIA	EXISTENTE	164	1.699	10,4
VILLORRIO DE TALHUÉN	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	96	980	10,2
HURTADO - EL CHAÑAR	LIMARI	RIO HURTADO	EXISTENTE	403	4.062	10,1
LA GRANJITA - MORRO ALEGRE	LIMARI	PUNITAQUI	EXISTENTE	105	1.032	9,8
PUNTA COLORADA	ELQUI	LA HIGUERA	EXISTENTE	167	1.621	9,7
CAMARICO	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	125	1.203	9,6
BATUCO	CHOAPA	SALAMANCA	EXISTENTE	204	1.931	9,5
EL MAITEN (Limarí)	LIMARI	MONTE PATRIA	EXISTENTE	79	734	9,3
LOS MORALES	LIMARI	MONTE PATRIA	EXISTENTE	157	1.397	8,9
QUELEN BAJO	CHOAPA	SALAMANCA	EXISTENTE	135	1.176	8,7
LA VIÑITA ALTA	ELQUI	VICUÑA	EXISTENTE	42	346	8,2
LA HIGUERA	ELQUI	LA HIGUERA	EXISTENTE	465	3.675	7,9
MINCHA SUR	CHOAPA	CANELA	EXISTENTE	133	1.003	7,5
RAMADILLA (LA PLAYA)	LIMARI	COMBARBALÁ	EXISTENTE	115	839	7,3
EL DURAZNO	LIMARI	COMBARBALÁ	EXISTENTE	62	439	7,1
SOL DEL PACIFICO	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	169	1.183	7,0
LA CANTERA	LIMARI	COMBARBALÁ	EXISTENTE	41	276	6,7
EL HINOJO	LIMARI	PUNITAQUI	EXISTENTE	110	656	6,0
LA HIGUERA DE PUNITAQUI	LIMARI	PUNITAQUI	EXISTENTE	196	1.081	5,5
MINCHA NORTE	CHOAPA	CANELA	EXISTENTE	206	1.130	5,5
LA SILLETA - LAS TURQUESAS	LIMARI	PUNITAQUI	EXISTENTE	149	815	5,5
CARÉN	LIMARI	MONTE PATRIA	EXISTENTE	266	984	3,7
ALCONES BAJOS AGUA DE LA VIDA	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	124	418	3,4
CHUNGUNGO	ELQUI	LA HIGUERA	EXISTENTE	330	1.005	3,0
LA SILLETA	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	56	117	2,1

## **b. Localidades sin suministro de agua durante el año 2015.**

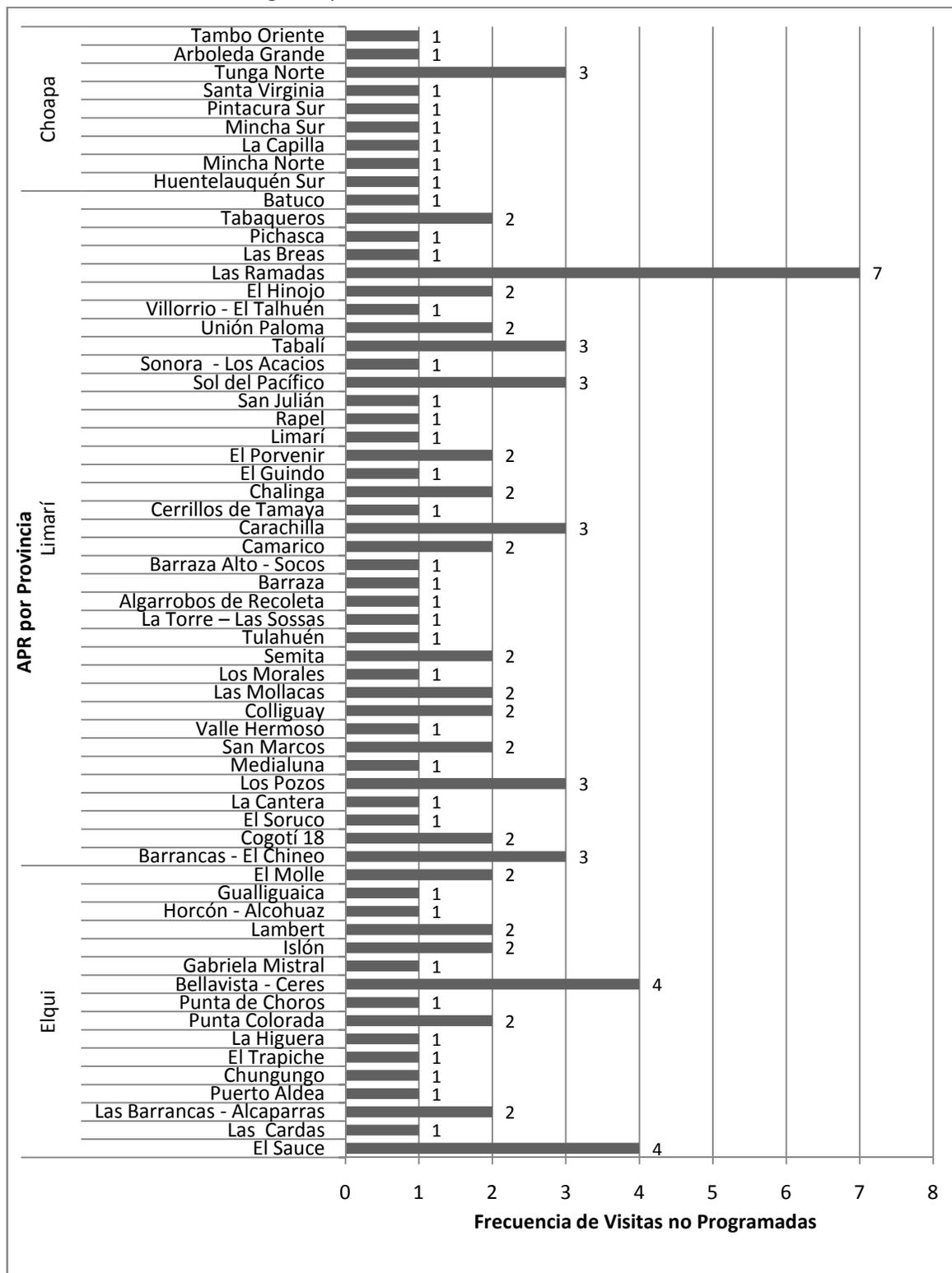
El gráfico N°3, muestra la frecuencia de las Visitas No Programadas por parte de la Unidad Técnica de Aguas del Valle a localidades que mostraron problemas de eventos de no suministro de agua (corte del servicio), según informes de esta unidad para el año 2015.

Se observa una mayor frecuencia de estos eventos en los siguientes sistemas:

- Provincia de Elqui:
  - El Molle, Lambert,
  - Islón, Bellavista - Ceres,
  - Punta Colorada, Las Barrancas – Alcaparras
  - El Sauce de Miramar.
  
- Provincia de Limarí:
  - Tabaqueros, Las Ramadas,
  - El Hinojo, Unión Paloma,
  - Tabalí, Sol del Pacífico,
  - El Porvenir, Chalinga,
  - Carachilla, Camarico,
  - Semita, Las Mollacas,
  - Colliguay, San Marcos,
  - Los Pozos, Cogotí 18
  - Barrancas – El Chineo.
  
- Provincia de Choapa: Tunga Norte.

Cabe mencionar que los informes de la Unidad Técnica no detallan el tipo o grado de problema con respecto a la condición de “Localidad sin suministro de agua”, lo que no hace posible un seguimiento de la evolución del problema, la duración de este, las soluciones implementadas para resolverlo, o las causas de fondo que lo ocasionaron.

**Gráfico N°3.** Frecuencia de visitas no programadas por parte de la Unidad Técnica de Aguas del Valle, según informes para el año 2015, Localidades sin suministro. **Fuente:** Elaboración propia en base a antecedentes entregados por Unidad Técnica.



### c. Problemas de discontinuidad en el suministro de agua durante el año 2015.

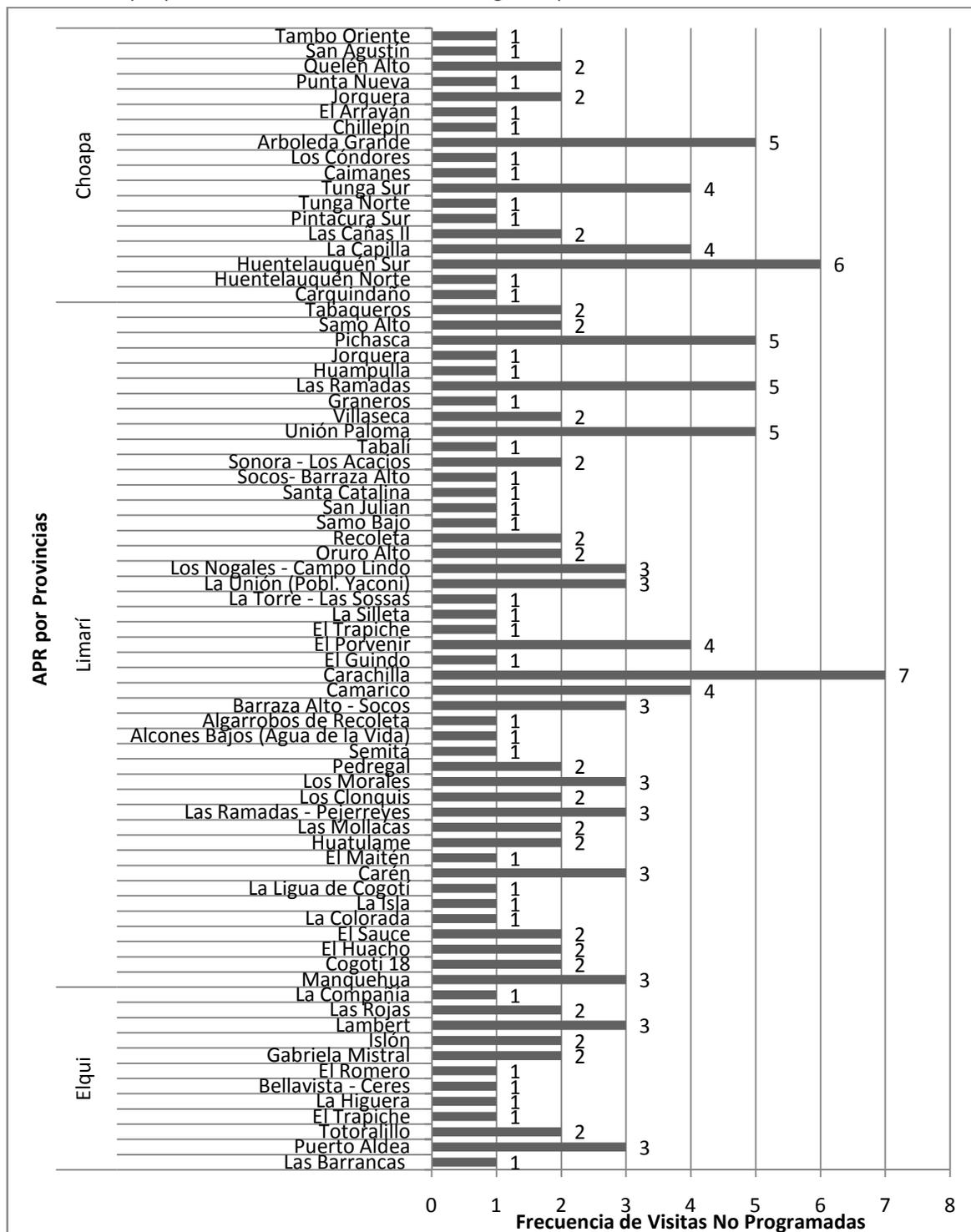
El Gráfico N°4, se muestra la frecuencia informada por la Unidad Técnica de Aguas del Valle del número de visitas no programadas que se realizaron a los comités y cooperativas de Agua Potable Rural, durante el año 2015, que presentaron problemas de discontinuidad en el suministro de agua.

A nivel provincial las mayores frecuencias de estos problemas se observan en los sistemas de:

- Provincia de Elqui:
  - Las Rojas, Lambert, Islón,
  - Gabriela Mistral, Totoralillo,
  - Puerto Aldea
  
- Provincia del Limarí:
  - Tabaqueros, Samo Alto,
  - Pichasca, Las Ramadas,
  - Villa Seca, Unión Paloma,
  - Sonora – Los Acacios, Recoleta,
  - Oruro Alto, Los Nogales – Campo Lindo,
  - La Unión (Población Yaconi), El Porvenir,
  - Carachilla, Camarico,
  - Barraza Alto – Socos, Pedregal,
  - Los Morales, Los Clonquis,
  - Las Ramadas – Pejerreyes, Las Mollacas,
  - Huatulame, Carén,
  - El Sauce, El Huacho,
  - Cogotí 18 y Manquehua.
  
- Provincia de Choapa:
  - Quelén Alto, Jorquera,
  - Arboleda Grande, Tunga Sur,
  - Las Cañas II, La Capilla,
  - Huentelauquén Sur.

Todos estos servicios de Agua Potable Rural mostraron problemas en el suministro de agua durante el 2015 en más de una ocasión. Al igual que en el caso anterior, cabe hacer notar que los informes de la Unidad Técnica no detallan el grado del problema con respecto a la condición señalada de “problemas en la continuidad”, sin mayores observaciones que verifiquen las causas de fondo que ocasionaron la discontinuidad del suministro, lo que hace imposible un mayor detalle en la agrupación de sistemas y la evolución del problema señalado.

**Gráfico N°4.** Frecuencia de visitas no programadas por parte de la Unidad Técnica de Aguas del Valle, según informes para el año 2015, Problemas en la Continuidad del Suministro. **Fuente:** Elaboración propia en base a antecedentes entregados por Unidad Técnica.



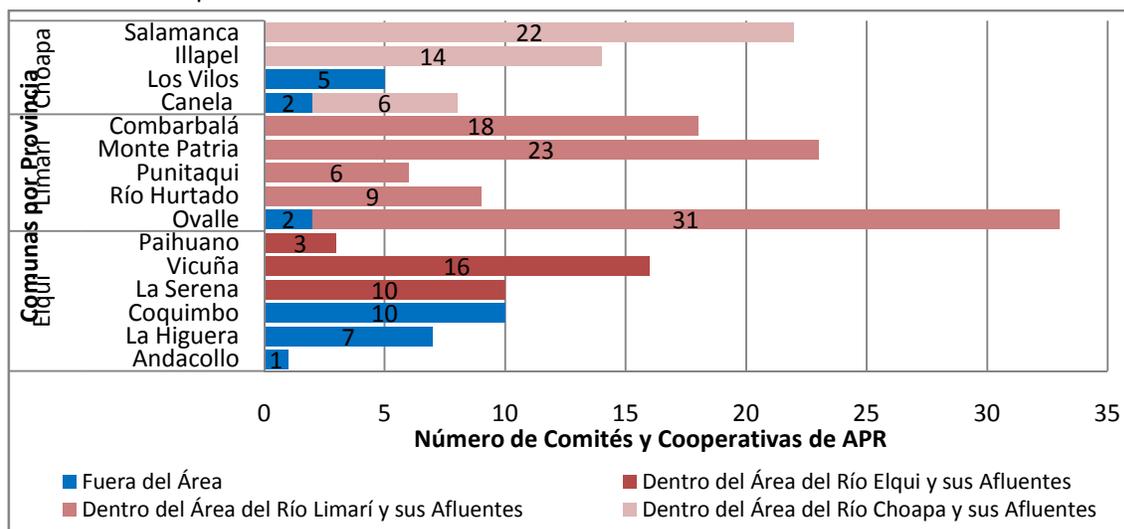
#### d. Áreas con Declaración de Agotamiento.

El Gráfico N°5, muestra la situación de los sistemas de APR con respecto a su emplazamiento en áreas con declaración de agotamiento por la Dirección General de Aguas (DGA). Si bien las áreas comprendidas por la DGA bajo esta definición tienen relación con los recursos hídricos superficiales, al ubicarse la mayoría de estos sistemas de APR en cuencas con declaración de agotamiento, esta situación podría repercutir en su gestión a largo plazo. Esto debido a, que agotados los recursos hídricos superficiales, los distintos usuarios del agua, incluidos los comités de APR, podrían aumentar la presión por el uso de fuentes subterráneas. Esta situación se agrava en condiciones de sequías severas, donde la agricultura reorienta su abastecimiento hacia la utilización de aguas subterráneas y los acuíferos comienzan a reducir sus niveles.

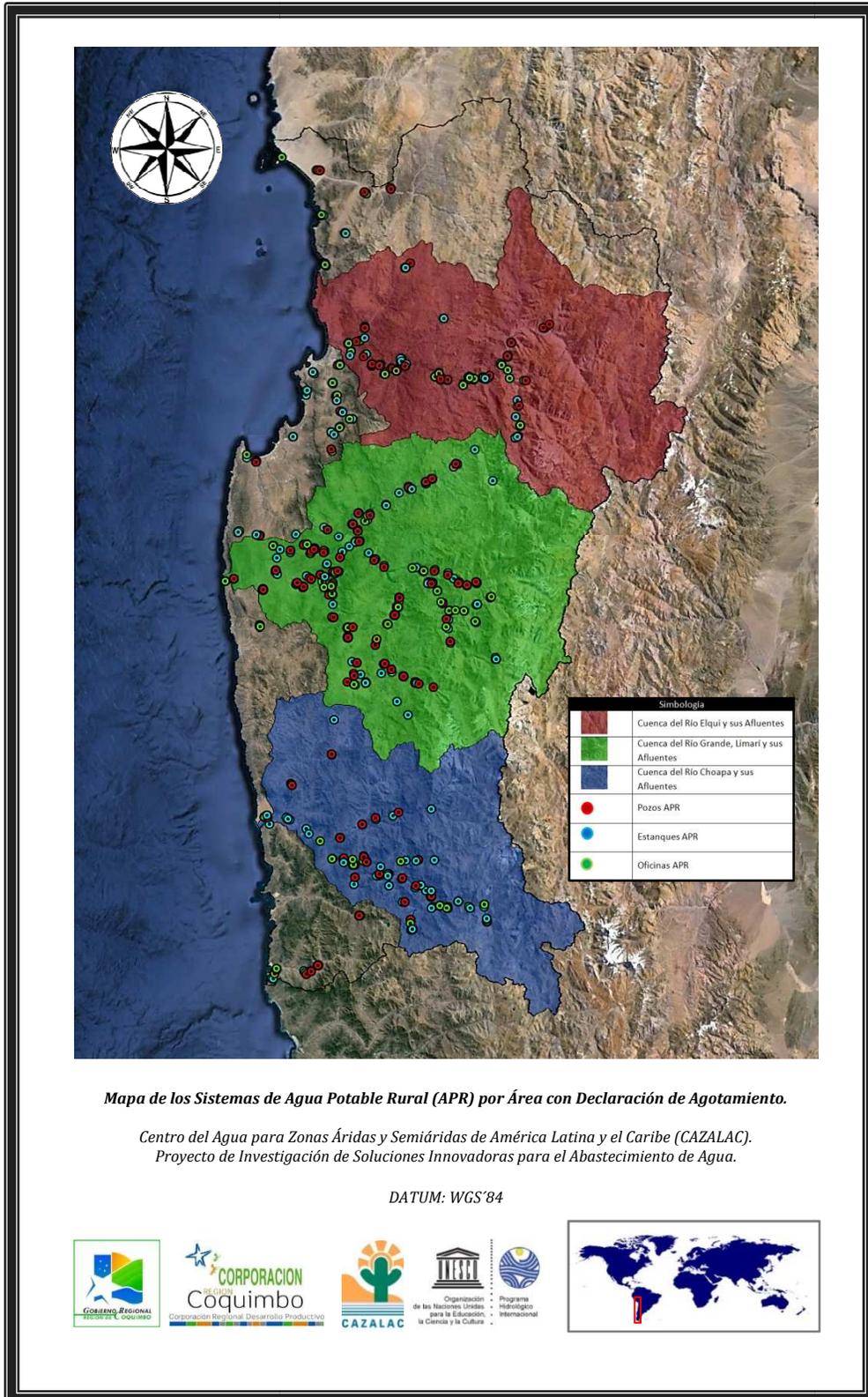
Se aprecia que 27 de 185 comités y cooperativas de Agua Potable Rural, pertenecientes a cuencas principalmente costeras o intermedias de algunas comunas: Los Vilos, Canela, Ovalle, La Serena, Coquimbo, La Higuera y Andacollo, no estarían comprendidos en áreas bajo declaración de agotamiento de recursos hídricos superficiales. Mientras que el resto de los comités, esto es 158 servicios, sí se encuentran en un área de declaración de agotamiento. De estos, 29 se encuentran en el área del Río Elqui y sus afluentes, 87 en el área del Río Limarí y sus afluentes; y 42 en el área del Río Choapa y sus afluentes.

Las comunas con el mayor número de Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural en áreas de declaración de agotamiento son Ovalle, Monte patria, Salamanca, Combarbalá y Vicuña. Mientras que las comunas con menor número de servicios en áreas con declaración de agotamiento son Paihuano, Canela y Río Hurtado. Por otra parte, las comunas con mayor número de servicios fuera de un área de declaración de agotamiento son Coquimbo, La Higuera y Los Vilos.

**Gráfico N°5.** Sistemas de APR en áreas con declaración de agotamiento por la DGA. **Fuente:** Elaboración Propia.



**Mapa de los Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural en Áreas con Declaración de Agotamiento (Recursos Superficiales).**



### e. Áreas de Restricción de Sectores Hidrogeológicos.

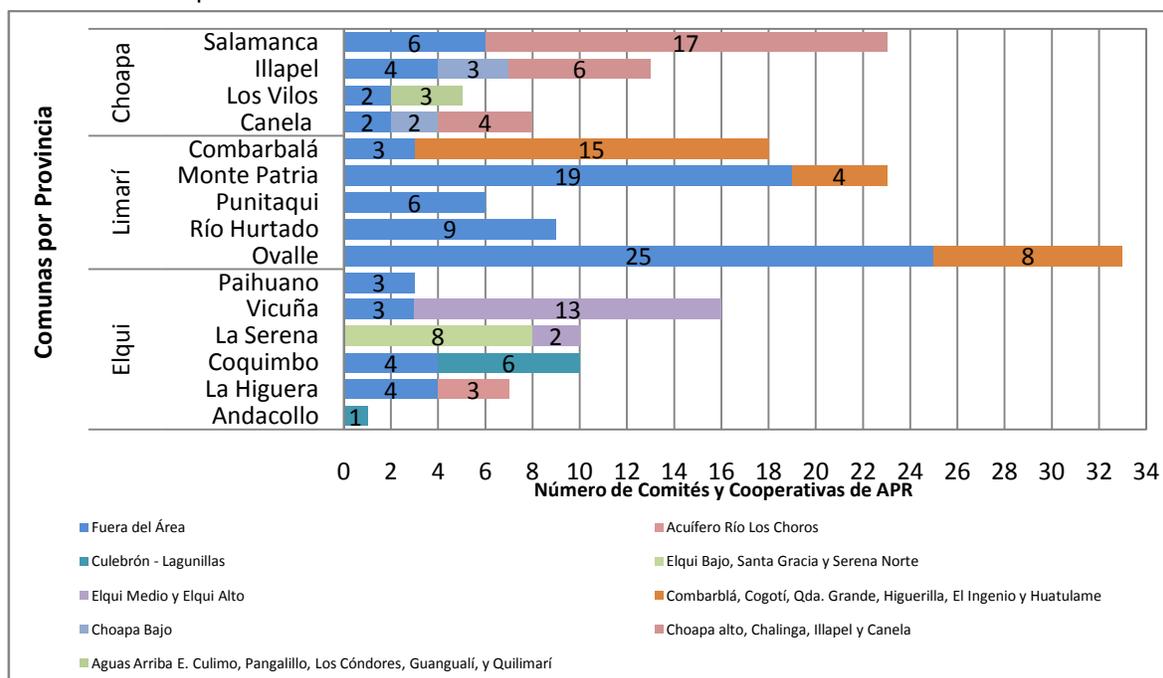
Cabe recordar que el Código de Aguas establece la potestad de la DGA para declarar áreas de restricción, lo que en la práctica se ha traducido en una serie de resoluciones del organismo para diversos sectores hidrogeológicos. Son áreas de restricción para nuevas solicitudes aquellos sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común en los que existe el riesgo de grave disminución de un determinado acuífero, con el consiguiente perjuicio de derechos de terceros ya establecidos en él.

El gráfico N°6, muestra el número de comités y cooperativas que se ubican en los distintos sectores hidrogeológicos bajo restricción definidos por la DGA en la Región.

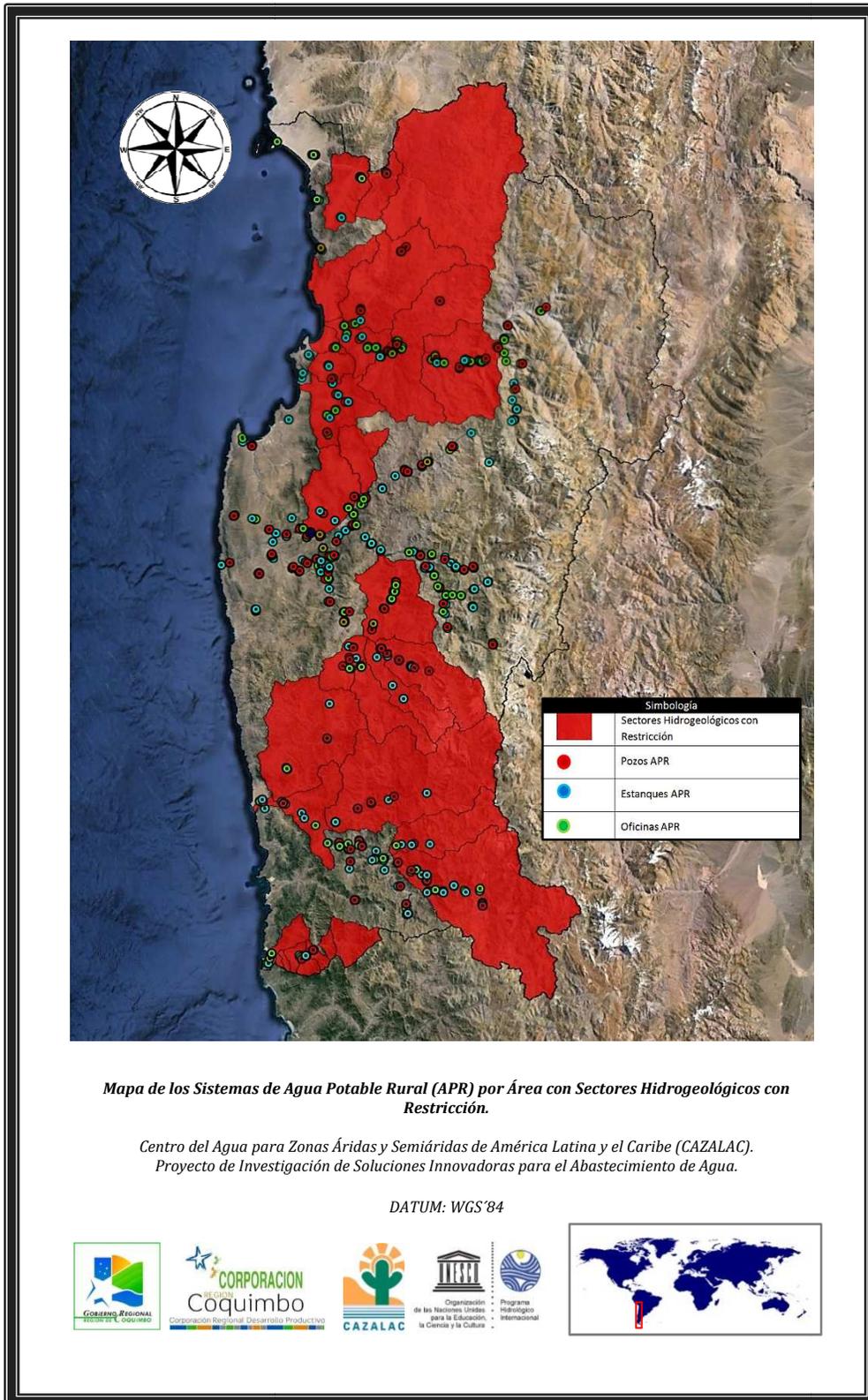
En primer término, se observa que del total de 185 sistemas, 90 comités (48,65% del total), no se encuentran en áreas definidas como sectores hidrogeológicos de restricción, mientras que 95 sistemas (51,35% del total), sí pertenecen a un área de restricción, distribuidos en 33 sistemas para la provincia de Elqui, 27 sistemas para el Limarí, y 35 sistemas en la provincia de Choapa.

El número de Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural que se encuentran por sectores hidrogeológicos son: 3 en Acuífero Río Los Choros; 8 en Elqui bajo- Santa Gracia-Serena Norte; 15 en Elqui Medio – Elqui Alto; 7 en Culebrón – Lagunillas; 27 en Combarbalá – Cogotí - Qda. Grande – Higuera – El Ingenio – Huatulame; 5 en Choapa Bajo; 27 en Choapa alto – Chalinga -Illapel – Canela; 3 en el sector Aguas Arriba E. Culimo – Pangalillo – Los Cóndores – Guangualí – Quilimarí.

**Gráfico N°6, Comités y cooperativas insertos en sectores hidrogeológicos bajo restricción. Fuente:** Elaboración Propia.



**Mapa de los Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural en Áreas con Sectores Hidrogeológicos con Restricción (Recursos Subterráneos).**



## f. Sistemas con Plantas de Filtrado.

LatablaN°5, muestra 34 de 185 Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural (equivalentes al 18,4%) cuya fuente presenta problemas de calidad, superando algunos parámetros específicos tales como: Hierro (Fe), Manganeseo (Mn), Arsénico (As), Nitratos, Nitritos y Turbiedad.

En todos estos casos, a fin de asegurar la calidad del agua potable para consumo humano, en el diseño de los sistemas o en las mejoras posteriores de éstos, se han implementado plantas de filtrado para cada situación particular.

**TablaN°5.** Listado de Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural con sistemas de filtrado. **Fuente:** Elaboración propia.

N°	Servicio	Provincia	Comuna	Cuenta con Osmosis Inversa, Filtros u otros
1	HUENTELAUQUEN NORTE	CHOAPA	CANELA	Filtro Fe- Mn
2	HUENTELAUQUEN SUR	CHOAPA	CANELA	Filtro Fe- Mn
3	CARCAMO-LA COLONIA	CHOAPA	ILLAPEL	Filtro Fe- Mn
4	HUINTIL	CHOAPA	ILLAPEL	Filtro Fe- Mn
5	LA CAPILLA	CHOAPA	ILLAPEL	Filtro Fe- Mn
6	LAS CAÑAS 1 (ALTA)	CHOAPA	ILLAPEL	Filtro Fe- Mn
7	LAS CAÑAS 2 (BAJA)	CHOAPA	ILLAPEL	Filtro Fe-Mn y As
8	LAS COCINERAS	CHOAPA	ILLAPEL	Filtro Fe- Mn
9	PERALILLO	CHOAPA	ILLAPEL	Filtro Fe- Mn (Permanganato – Potasio)
10	PINTACURA SUR	CHOAPA	ILLAPEL	Filtro Fe- Mn
11	SANTA VIRGINIA	CHOAPA	ILLAPEL	Filtro Fe- Mn
12	SOCAVON	CHOAPA	ILLAPEL	Filtro Fe- Mn
13	LOS CONDORES	CHOAPA	LOS VILOS	Filtro Fe- Mn
14	ARBOLEDA GRANDE	CHOAPA	SALAMANCA	Filtro Fe- Mn
15	SISTEMA LA JARILLA	ELQUI	PAIHUANO	Filtro Turbiedad
16	SAN MARCOS	LIMARI	COMBARBALÁ	Filtro Fe- Mn
17	VALLE HERMOSO	LIMARI	COMBARBALÁ	Filtro Fe- Mn
18	COLLIGUAY	LIMARI	MONTE PATRIA	Filtro Fe- Mn
19	EL COIPO	LIMARI	MONTE PATRIA	Filtro Fe- Mn
20	EL TOME ALTO	LIMARI	MONTE PATRIA	Filtro Fe- Mn
21	HUATULAME	LIMARI	MONTE PATRIA	Filtro Carbón Activado
22	LOS MORALES	LIMARI	MONTE PATRIA	Filtro Fe- Mn
23	LOS TAPIAS	LIMARI	MONTE PATRIA	Filtro Desnitrificador
24	ALGARROBO	LIMARI	OVALLE	Filtro Turbiedad
25	CAMARICO	LIMARI	OVALLE	Filtro Turbiedad
26	CARACHILLAS	LIMARI	OVALLE	Filtro Fe-Mn y Filtro Turbiedad
27	CHALINGA	LIMARI	OVALLE	Filtro Fe-Mn y Carbón Activado
28	EL GUINDO	LIMARI	OVALLE	Filtro Fe- Mn
29	LA PALOMA	LIMARI	OVALLE	Filtro Fe- Mn
30	LA PORTADA DE SOTAQUI	LIMARI	OVALLE	Filtro Fe- Mn
31	NUEVA AURORA	LIMARI	OVALLE	Filtro Desnitrificador
32	SANTA CATALINA	LIMARI	OVALLE	Filtro Turbiedad
33	VILLASECA	LIMARI	OVALLE	Filtro Fe-Mn y Carbón Activado
34	SERON	LIMARI	RIO HURTADO	Filtro Fe- Mn

### g. Sistemas con Plantas de Osmosis Inversa.

LatablaN°6, muestra el listado de 11 de 185 sistemas (equivalentes al 6%) cuya fuente proviene de agua de mar o agua salobre continental en los que se implementaron plantas de osmosis inversa configuradas para las necesidades específicas de cada fuente. En el caso de las fuentes marinas se puede mencionar los sistemas de Chungungo, Puerto Aldea y Caleta Hornos; mientras que el resto de los sistemas se surten de una fuente salobre continental.

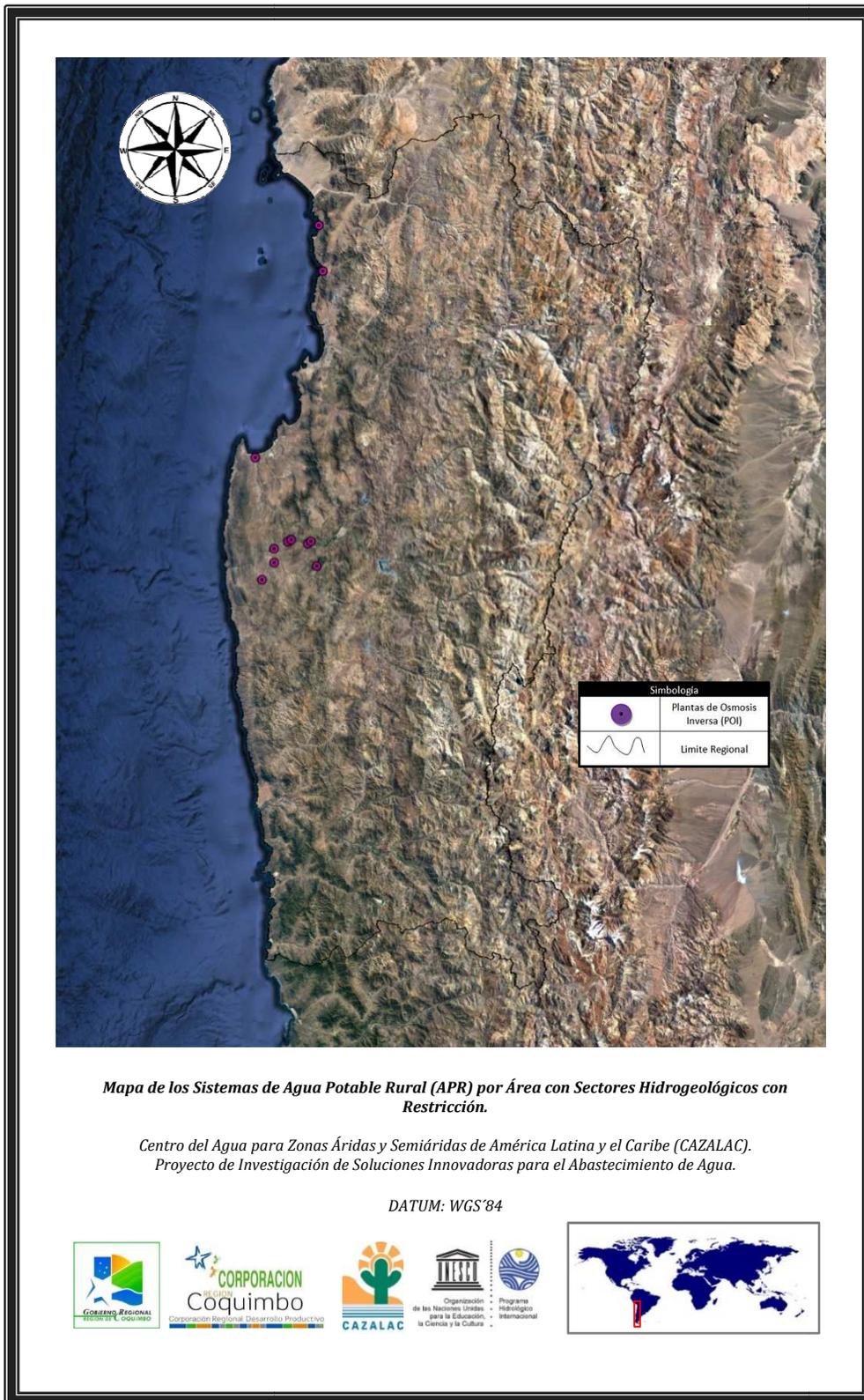
Como se muestra en latablaN°6, la Provincia del Limarí posee 8 plantas de osmosis inversa, concentradas en la comuna de Ovalle. La Provincia de Elqui por su parte presenta 3 plantas de osmosis inversa, ubicadas dos de ellas en la comuna de La Higuera y una en la comuna de Coquimbo.

Los caudales de producción de diseño van desde 3,3 l/s en la planta de Puerto Aldea a 13,8 l/s en la planta de Cerrillos de Tamaya.

**TablaN°6.** Listado de Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural con sistemas de Planta de Osmosis Inversa. **Fuente:** Elaboración propia.

N°	Servicio	Provincia	Comuna	Cuenta con Osmosis Inversa, Filtros u otros	Caudal de Producción (l/s) de Diseño
1	PUERTO ALDEA	ELQUI	COQUIMBO	Osmosis Inversa	3,3
2	CALETA HORNOS	ELQUI	LA HIGUERA	Osmosis Inversa	4,0
3	CHUNGUNGO	ELQUI	LA HIGUERA	Osmosis Inversa	5,6
4	ALCONES BAJOS AGUA DE LA VIDA	LIMARI	OVALLE	Osmosis Inversa, Filtro Fe-Mn y Carbón Activado	4,1
5	BARRAZA	LIMARI	OVALLE	Osmosis Inversa y Carbón Activado	7,7
6	BARRAZA ALTO - SOCOS	LIMARI	OVALLE	Osmosis Inversa, Filtro Fe-Mn y Carbón Activado	4,1
7	CERRILLOS DE TAMAYA	LIMARI	OVALLE	Osmosis Inversa y Carbón Activado	13,8
8	EL TRAPICHE	LIMARI	OVALLE	Osmosis Inversa, Filtro Fe-Mn y Carbón Activado	5,6
9	PORVENIR	LIMARI	OVALLE	Osmosis Inversa, Filtro Fe-Mn y Carbón Activado	6,1
10	SAN JULIAN	LIMARI	OVALLE	Osmosis Inversa, Filtro Fe-Mn y Carbón Activado	4,1
11	TABALI	LIMARI	OVALLE	Osmosis Inversa, Filtro Fe-Mn y Carbón Activado	4,2

**Mapa de los Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural con Plantas de Osmosis Inversa.**



## 6.2.2. Almacenamiento de Agua Potable.

### a. Capacidad de Almacenamiento.

Sobre una muestra de 91 sistemas de APR (49,2% del total regional) en los que se dispuso de la información validada de producción y almacenamiento, se verificó si la condición de almacenamiento efectiva de los comités y cooperativas de Agua Potable Rural de la Región se encontraban dentro de los estándares de diseño propuestos por el Programa de APR.

Así se establecieron los cálculos respectivos de los niveles de producción media diaria, con los que se establecieron los valores de regulación (almacenamiento mínimo) equivalentes a un 15% y 20% de la producción, según el siguiente esquema:

Condición : Si  $CA \geq X(15\%)$ , "Cumple con la regulación"

Condición : Si  $CA < X(15\%)$ , "No Cumple con la regulación"

Condición : Si  $CA \geq X(20\%)$ , "Cumple con la regulación"

Condición : Si  $CA < X(20\%)$ , "No Cumple con la regulación"

Dónde:

CA: Capacidad de almacenamiento del sistema de APR en m<sup>3</sup>.

X(15%): Volumen de producción del sistema de APR  $m^3/día * 0.15$  (regulación mínima al 15% del volumen de producción)

X(20%): Volumen de producción del sistema de APR  $m^3/día * 0.20$  (regulación mínima al 20% del volumen de producción)

De acuerdo a la formula anterior, se entiende que el estándar de dimensionamiento de la capacidad de acumulación debe ser entre un 15% a un 20% de la producción diaria de cada sistema. Por lo tanto si un sistema de APR tiene una producción promedio mensual de 100 m<sup>3</sup>/día, la capacidad de regulación mínima debería estar entre 15 m<sup>3</sup> y 20 m<sup>3</sup>. P

Este análisis permitió corroborar que de los 91 sistemas verificados, el 100% cumple con la capacidad de acumulación establecida en el rango del 15% respecto de la producción diaria. Por otro lado en solo un caso puntual no se cumple con la capacidad de acumulación establecida en el rango del 20% de la producción diaria.

De acuerdo a los resultados obtenidos por medio de este indicador es importante a señalar que en la totalidad de los sistemas la capacidad de almacenamiento que tienen los comités y cooperativas de APR se encuentran por sobre el 15% respecto a la producción diaria, mientras que un 99% de ellos se encuentra por sobre el 20% respecto a la producción diaria, siendo un resultado completamente satisfactorio (ver tabla N°7).

**Tabla N°7.**Condición del almacenamiento efectiva de los comités y cooperativas de Agua Potable Rural de la Región.**Fuente:** Elaboración propia.

Nombre del Servicio APR	Provincia	Comuna	Nº de Arranques Totales	Producción promedio mensual (m3)	Volumen Total Almacenamiento m3	Volumen de Regulación al 15% (m3)	Cumple	Volumen de Regulación al 20% (m3)	Cumple
PEDREGAL	LIMARI	MONTE PATRIA	154	3.003	20	15	si	20	No
LA CANTERA	LIMARI	COMBARBALÁ	41	276	10	1	si	2	si
LA SILLETA	LIMARI	OVALLE	56	117	15	1	si	1	si
PUNTA AZUL	ELQUI	VICUÑA	200	2.158	15	11	si	14	si
RAMADAS DE TULAHUEN (LAS RAMADAS DE PEJERREYES)	LIMARI	MONTE PATRIA	164	1.699	18	8	si	11	si
EL DURAZNO	LIMARI	COMBARBALÁ	62	439	20	2	si	3	si
LAS CARDAS	ELQUI	COQUIMBO	55	723	20	4	si	5	si
EL MAITEN (Limarí)	LIMARI	MONTE PATRIA	79	734	20	4	si	5	si
LA PALOMA	LIMARI	OVALLE	72	1.210	20	6	si	8	si
TAMBILLOS	ELQUI	COQUIMBO	133	1.620	20	8	si	11	si
EL ARENAL	ELQUI	VICUÑA	85	1.509	22	8	si	10	si
QUELEN BAJO	CHOAPA	SALAMANCA	135	1.176	25	6	si	8	si
LAS BREAS	LIMARI	RIO HURTADO	108	1.336	25	7	si	9	si
PUNTA COLORADA	ELQUI	LA HIGUERA	167	1.621	25	8	si	11	si
EL MANZANO	ELQUI	ANDACOLLO	90	1.158	30	6	si	8	si
SOL DEL PACIFICO	LIMARI	OVALLE	169	1.183	30	6	si	8	si
LA PORTADA DE SOTAQUI	LIMARI	OVALLE	64	1.197	30	6	si	8	si
LIMAHUIDA	CHOAPA	ILLAPEL	113	1.458	30	7	si	10	si
EL TRAPICHE	ELQUI	LA HIGUERA	134	1.913	30	10	si	13	si
BATUCO	CHOAPA	SALAMANCA	204	1.931	33	10	si	13	si
EL HINOJO	LIMARI	PUNITAQUI	110	656	40	3	si	4	si
RAMADILLA (LA PLAYA)	LIMARI	COMBARBALÁ	115	839	40	4	si	6	si
LA HIGUERA DE PUNITAQUI	LIMARI	PUNITAQUI	196	1.081	40	5	si	7	si
LOS MORALES	LIMARI	MONTE PATRIA	157	1.397	40	7	si	9	si
CHAPILCA	ELQUI	VICUÑA	112	1.462	40	7	si	10	si
POTRERILLOS BAJO	LIMARI	OVALLE	161	1.908	40	10	si	13	si
LA COMPAÑÍA	ELQUI	VICUÑA	110	4.074	40	20	si	27	si
LA GRANJITA - MORRO ALEGRE	LIMARI	PUNITAQUI	105	1.032	45	5	si	7	si
MINCHA SUR	CHOAPA	CANELA	133	1.003	48	5	si	7	si

CAMARICO	LIMARI	OVALLE	125	1.203	50	6	si	8	si
JORQUERA	CHOAPA	SALAMANCA	200	2.957	50	15	si	20	si
EL ROMERO	ELQUI	LA SERENA	358	3.887	50	19	si	26	si
POBLACIÓN YACONI	LIMARI	OVALLE	108	5.198	50	26	si	35	si
VILLORRIO DE TALHUÉN	LIMARI	OVALLE	96	980	52	5	si	7	si
SEMITA	LIMARI	MONTE PATRIA	103	1.434	58	7	si	10	si
ALCONES BAJOS AGUA DE LA VIDA	LIMARI	OVALLE	124	418	60	2	si	3	si
EL TAMBO ORIENTE	CHOAPA	SALAMANCA	105	1.575	60	8	si	10	si
EL COIPO	LIMARI	MONTE PATRIA	135	1.727	60	9	si	12	si
LOS TRIGALES DE GUANAQUEROS	ELQUI	COQUIMBO	180	2.057	60	10	si	14	si
EL TOME ALTO	LIMARI	MONTE PATRIA	244	2.657	70	13	si	18	si
HUACHALALUME	ELQUI	COQUIMBO	187	3.218	70	16	si	21	si
ISLON	ELQUI	LA SERENA	264	3.467	70	17	si	23	si
GABRIELA MISTRAL	ELQUI	LA SERENA	293	5.686	70	28	si	38	si
HUANTA	ELQUI	VICUÑA	82	1.208	75	6	si	8	si
LA CALERA - LA VILLA	ELQUI	VICUÑA	216	2.250	75	11	si	15	si
EL MAQUI	LIMARI	MONTE PATRIA	210	2.424	75	12	si	16	si
NUEVA AURORA	LIMARI	OVALLE	235	2.743	75	14	si	18	si
CERRILLOS DE RAPEL	LIMARI	MONTE PATRIA	201	3.208	75	16	si	21	si
CARCAMO-LA COLONIA	CHOAPA	ILLAPEL	293	3.972	75	20	si	26	si
TRANQUILLA	CHOAPA	SALAMANCA	292	4.299	75	21	si	29	si
LOS NOGALES	LIMARI	OVALLE	278	3.385	76	17	si	23	si
CARÉN	LIMARI	MONTE PATRIA	266	984	80	5	si	7	si
PELICANA	ELQUI	LA SERENA	125	1.651	80	8	si	11	si
DIAGUITAS	ELQUI	VICUÑA	415	5.936	80	30	si	40	si
LAS CAÑAS 2 (BAJA)	CHOAPA	ILLAPEL	210	2.221	95	11	si	15	si
ESTACION RECOLETA	LIMARI	OVALLE	216	4.041	100	20	si	27	si
PUNTA DE CHOROS	ELQUI	LA HIGUERA	224	4.189	100	21	si	28	si
CALETA DE HORNO	ELQUI	LA HIGUERA	361	4.413	100	22	si	29	si
CAIMANES	CHOAPA	LOS VILOS	317	5.790	100	29	si	39	si
RIVADAVIA	ELQUI	VICUÑA	365	7.514	100	38	si	50	si
SAMO ALTO	LIMARI	RIO HURTADO	223	3.117	105	16	si	21	si
BARRAZA	LIMARI	OVALLE	500	8.207	105	41	si	55	si
TOTALILLO	ELQUI	COQUIMBO	191	2.018	120	10	si	13	si

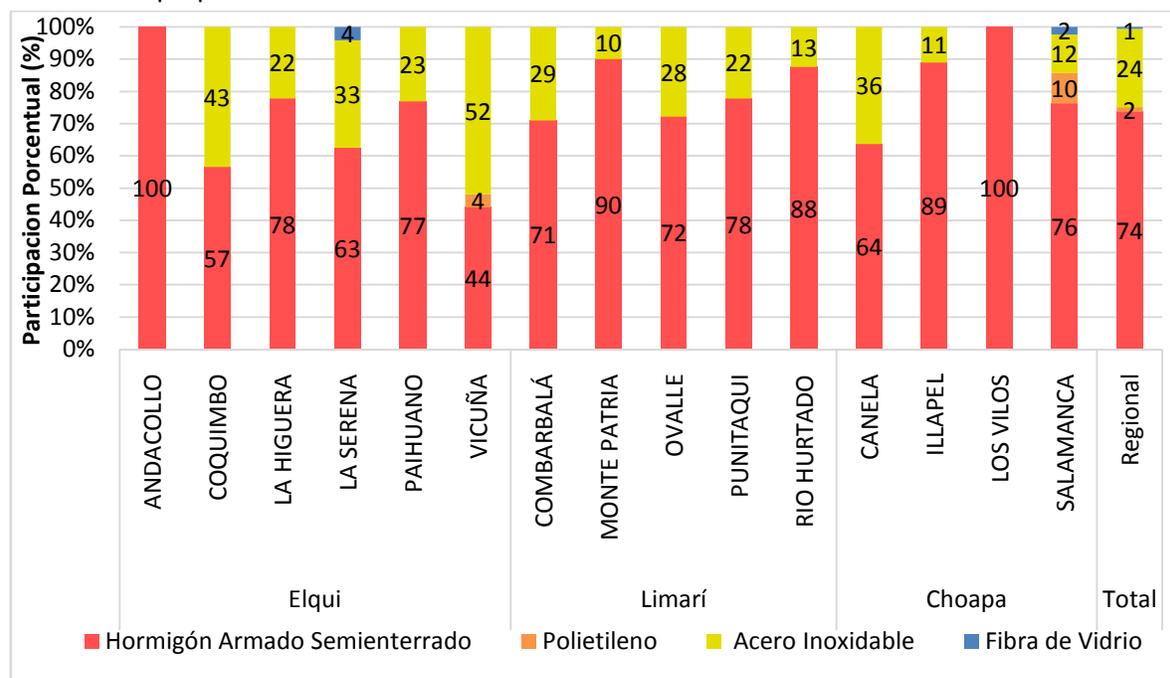
SERON	LIMARI	RIO HURTADO	316	3.691	120	18	si	25	si
QUEBRADA DE TALCA	ELQUI	LA SERENA	242	6.472	120	32	si	43	si
VILLASECA	LIMARI	OVALLE	421	6.540	120	33	si	44	si
RAPEL	LIMARI	MONTE PATRIA	435	6.180	125	31	si	41	si
BELLAVISTA CERES	ELQUI	LA SERENA	583	15.364	125	77	si	102	si
HUATULAME	LIMARI	MONTE PATRIA	524	8.250	127	41	si	55	si
CHUNGUNGO	ELQUI	LA HIGUERA	330	1.005	130	5	si	7	si
LAS BARRANCAS	ELQUI	COQUIMBO	278	3.661	135	18	si	24	si
ANDACOLLITO	ELQUI	VICUÑA	378	4.315	135	22	si	29	si
HURTADO - EL CHAÑAR	LIMARI	RIO HURTADO	403	4.062	140	20	si	27	si
LA TORRE	LIMARI	OVALLE	399	5.614	141	28	si	37	si
EL MOLLE	ELQUI	VICUÑA	307	5.191	150	26	si	35	si
EL GUINDO	LIMARI	OVALLE	415	5.780	150	29	si	39	si
EL TAMBO CENTRO	CHOAPA	SALAMANCA	388	7.474	150	37	si	50	si
MINCHA NORTE	CHOAPA	CANELA	206	1.130	165	6	si	8	si
LIMARI	LIMARI	OVALLE	586	10.082	165	50	si	67	si
CERRILLOS DE TAMAYA	LIMARI	OVALLE	933	21.343	170	107	si	142	si
HUENTELAUQUEN NORTE	CHOAPA	CANELA	530	9.723	200	49	si	65	si
MARQUESA - NUEVA TALCUNA	ELQUI	VICUÑA	586	11.751	200	59	si	78	si
EL SAUCE (EL SAUCE DE MIRAMAR-RINCONADA)	ELQUI	COQUIMBO	310	7.145	275	36	si	48	si
COGOTI 18 CALLEJONES	LIMARI	COMBARBALÁ	509	11.842	300	59	si	79	si
PAN DE AZÚCAR	ELQUI	COQUIMBO	1401	31.969	300	160	si	213	si
LA HIGUERA	ELQUI	LA HIGUERA	465	3.675	330	18	si	24	si
SISTEMA LA JARILLA	ELQUI	PAIHUANO	794	15.896	335	79	si	106	si
PICHASCA	LIMARI	RIO HURTADO	586	9.310	350	47	si	62	si
TULAHUEN	LIMARI	MONTE PATRIA	820	9.953	395	50	si	66	si
SAN ISIDRO-CALINGASTA	ELQUI	VICUÑA	914	14.910	445	75	si	99	si
EL ESFUERZO	CHOAPA	LOS VILOS	787	8.978	525	45	si	60	si

## b. Tipos de estanques de almacenamiento.

El gráfico N°7 muestra el porcentaje de los tipos de estanque por comuna. Se aprecia que a nivel regional el tipo de estanque comúnmente utilizado corresponde al de hormigón armado semienterrado, con un 73,6% de los casos, seguido por el estanque de acero inoxidable con un 24,3%. En un 2,1% de los casos se encuentran instalados estanques de otro tipo de material como fibra de vidrio y polietileno, los cuales son muchas veces adquiridos por el propio comité o entregados en caso de emergencias, son los casos de las comunas de La Serena, Vicuña y Salamanca.

De acuerdo al tipo de estanques, se pueden apreciar diferentes tipos de fallencias y/o problemas, siendo los más vulnerables los estanques de hormigón armado semienterrado que pueden presentar roturas, filtraciones o hundimiento de las bases por sismos de gran intensidad; de igual forma, los estanques de acero galvanizado se encuentran más expuestos a oxidación mientras más cerca de la costa se encuentren, lo que conlleva a un mayor costo económico en su mantención. Aquellos estanques que se encuentran en altura requieren revisiones constantes en la torre por presentar tanto los pernos de anclaje y uniones de perfiles oxidados. Los estanques de plástico o fibra de vidrio no se recomiendan debido a la proliferación de algas conforme al aumento de temperatura en ellos, lo que se agrava si no se realiza una adecuada mantención y limpieza.

**Gráfico N°7.** Tipos de estanque de acumulación de los APR de la Región de Coquimbo. **Fuente:** Elaboración propia.



### 6.2.3. Distribución de Agua Potable.

#### a. Volumen Facturado.

Para un grupo de 88 Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural sobre los que se obtuvo información validada, se desarrolló un análisis sobre los consumos facturados por arranque a nivel mensual. (Ver tabla N°8).

El volumen promedio facturado por arranque al mes, se estima en los 11,2 m<sup>3</sup>/arranque/mes. Sin embargo la dispersión en el volumen facturado va desde los 3,1 y 4,7 m<sup>3</sup>/arranque/mes, en el caso de los APR de Chungungo y la Higuera de Punitaqui respectivamente, hasta los 44,1 m<sup>3</sup>/arranque/mes, en el caso del APR de Población Yaconi.

7 sistemas, pertenecientes principalmente a la Provincia de Elqui, presentan facturaciones por sobre los 18 m<sup>3</sup>/arranque, mientras que 51 servicios tienen facturaciones entre 9 y 18 m<sup>3</sup>/arranque, contabilizando un total de 58 sistemas con consumos por sobre los 9 m<sup>3</sup>, valor propuesto por el Programa de APR como el estándar mínimo de un servicio adecuado.

Sin embargo, se identifican 30 servicios en una condición menos favorable, con consumos menores a los 9 m<sup>3</sup>/arranque/mes.

Tal como en el caso de las estadísticas de producción, cabe hacer notar que los consumos posiblemente se encuentran influenciados por el reciente episodio de sequía hidrológica que afectó a la Región de Coquimbo los últimos años, por lo que las cifras presentadas deben ser monitoreadas continuamente con el fin de seguir su evolución y desarrollar un análisis periódico del nivel de cumplimiento de los estándares propuestos por el Programa de APR.

**Tabla N°8.** Facturación por arranque en Sistemas de APR. **Fuente:** Elaboración propia.

Nombre del Servicio APR	Provincia	Comuna	Facturación promedio (m <sup>3</sup> )	Nº de Arranques Totales	Facturación/Arranque (m <sup>3</sup> )
<b>Consumo sobre los 18 m<sup>3</sup>/arranque/mes</b>					
POBLACIÓN YACONI	LIMARI	OVALLE	4.761	108	44,1
LA COMPAÑÍA	ELQUI	VICUÑA	3.836	110	34,9
BELLAVISTA CERES	ELQUI	LA SERENA	12.978	583	22,3
SISTEMA LA JARILLA	ELQUI	PAIHUANO	17.163	794	21,6
QUEBRADA DE TALCA	ELQUI	LA SERENA	5.109	242	21,1
RIVADAVIA	ELQUI	VICUÑA	6.640	365	18,2
EL SAUCE (EL SAUCE DE MIRAMAR-RINCONADA)	ELQUI	COQUIMBO	5.630	310	18,2
<b>Consumo entre los 9 y 18 m<sup>3</sup>/arranque/mes</b>					
LA PORTADA DE SOTAQUI	LIMARI	OVALLE	1.138	64	17,8
ANDACOLLITO	ELQUI	VICUÑA	6.562	378	17,4
PAN DE AZÚCAR	ELQUI	COQUIMBO	23.879	1.401	17,0

SAN ISIDRO- CALINGASTA	ELQUI	VICUÑA	14.953	914	16,4
CARÉN	LIMARI	MONTE PATRIA	4.229	266	15,9
GABRIELA MISTRAL	ELQUI	LA SERENA	4.311	293	14,7
HUANTA	ELQUI	VICUÑA	1.192	82	14,5
EL TRAPICHE	ELQUI	LA HIGUERA	1.945	134	14,5
ESTACION RECOLETA	LIMARI	OVALLE	3.126	216	14,5
PUNTA DE CHOROS	ELQUI	LA HIGUERA	3.132	224	14,0
EL TAMBO CENTRO	CHOAPA	SALAMANCA	5.410	388	13,9
HUACHALALUME	ELQUI	COQUIMBO	2.534	187	13,6
CAIMANES	CHOAPA	LOS VILOS	4.204	317	13,3
EL ARENAL	ELQUI	VICUÑA	1.112	85	13,1
EL MOLLE	ELQUI	VICUÑA	4.014	307	13,1
LIMARI	LIMARI	OVALLE	7.539	586	12,9
ISLON	ELQUI	LA SERENA	3.238	264	12,3
LA PALOMA	LIMARI	OVALLE	868	72	12,1
EL TAMBO ORIENTE	CHOAPA	SALAMANCA	1.236	105	11,8
MARQUESA - NUEVA TALCUNA	ELQUI	VICUÑA	6.871	586	11,7
LIMAHUIDA	CHOAPA	ILLAPEL	1.312	113	11,6
CERRILLOS DE RAPEL	LIMARI	MONTE PATRIA	2.322	201	11,6
JORQUERA	CHOAPA	SALAMANCA	2.283	200	11,4
HUENTELAUQUEN NORTE	CHOAPA	CANELA	6.042	530	11,4
DIAGUITAS	ELQUI	VICUÑA	4.686	415	11,3
PICHASCA	LIMARI	RIO HURTADO	6.576	586	11,2
COGOTI 18 CALLEJONES	LIMARI	COMBARBALÁ	5.705	509	11,2
SEMITA	LIMARI	MONTE PATRIA	1.146	103	11,1
RAPEL	LIMARI	MONTE PATRIA	4.729	435	10,9
VILLASECA	LIMARI	OVALLE	4.505	421	10,7
EL TOME ALTO	LIMARI	MONTE PATRIA	2.610	244	10,7
LAS CAÑAS 2 (BAJA)	CHOAPA	ILLAPEL	2.221	210	10,6
VILLORRIO DE TALHUÉN	LIMARI	OVALLE	1.009	96	10,5
NUEVA AURORA	LIMARI	OVALLE	2.412	235	10,3
CALETA DE HORNO	ELQUI	LA HIGUERA	3.686	361	10,2
LA TORRE	LIMARI	OVALLE	4.070	399	10,2
PUNTA COLORADA	ELQUI	LA HIGUERA	1.701	167	10,2
TAMBILLOS	ELQUI	COQUIMBO	1.347	133	10,1
LOS NOGALES	LIMARI	OVALLE	2.814	278	10,1
EL GUINDO	LIMARI	OVALLE	4.186	415	10,1
LOS TRIGALES DE GUANAQUEROS	ELQUI	COQUIMBO	1.803	180	10,0
LA CALERA - LA VILLA	ELQUI	VICUÑA	2.128	216	9,9
EL ESFUERZO	CHOAPA	LOS VILOS	7.584	787	9,6
TULAHUEN	LIMARI	MONTE PATRIA	7.802	820	9,5

SAMO ALTO	LIMARI	RIO HURTADO	2.120	223	9,5
BARRAZA	LIMARI	OVALLE	4.741	500	9,5
CARCAMO-LA COLONIA	CHOAPA	ILLAPEL	2.757	293	9,4
BATUCO	CHOAPA	SALAMANCA	1.875	204	9,2
SERON	LIMARI	RIO HURTADO	2.887	316	9,1
TOTALILLO	ELQUI	COQUIMBO	1.745	191	9,1
PEDREGAL	LIMARI	MONTE PATRIA	1.383	154	9,0
<b>Consumo bajo los 9 m3/arranque/mes</b>					
EL MAQUI	LIMARI	MONTE PATRIA	1.857	210	8,8
CHAPILCA	ELQUI	VICUÑA	976	112	8,7
LAS BARRANCAS	ELQUI	COQUIMBO	2.407	278	8,7
LAS CARDAS	ELQUI	COQUIMBO	475	55	8,6
EL ROMERO	ELQUI	LA SERENA	3.014	358	8,4
EL COIPO	LIMARI	MONTE PATRIA	1.117	135	8,3
EL MANZANO	ELQUI	ANDACOLLO	742	90	8,2
LAS BREAS	LIMARI	RIO HURTADO	874	108	8,1
LA HIGUERA	ELQUI	LA HIGUERA	3.675	465	7,9
LA GRANJITA - MORRO ALEGRE	LIMARI	PUNITAQUI	822	105	7,8
POTRERILLOS BAJO	LIMARI	OVALLE	1.254	161	7,8
HURTADO - EL CHAÑAR	LIMARI	RIO HURTADO	3.020	403	7,5
LOS MORALES	LIMARI	MONTE PATRIA	1.176	157	7,5
QUELEN BAJO	CHOAPA	SALAMANCA	1.008	135	7,5
CERRILLOS DE TAMAYA	LIMARI	OVALLE	6.902	933	7,4
PELICANA	ELQUI	LA SERENA	863	125	6,9
LA VIÑITA ALTA	ELQUI	VICUÑA	280	42	6,7
RAMADAS DE TULAHUEN	LIMARI	MONTE PATRIA	1.082	164	6,6
MINCHA SUR	CHOAPA	CANELA	789	133	5,9
EL DURAZNO	LIMARI	COMBARBALÁ	365	62	5,9
PUNTA AZUL	ELQUI	VICUÑA	1.169	200	5,8
CAMARICO	LIMARI	OVALLE	720	125	5,8
SOL DEL PACIFICO	LIMARI	OVALLE	970	169	5,7
EL MAITEN (Limari)	LIMARI	MONTE PATRIA	452	79	5,7
RAMADILLA (LA PLAYA)	LIMARI	COMBARBALÁ	657	115	5,7
LA CANTERA	LIMARI	COMBARBALÁ	220	41	5,4
ALCONES BAJOS AGUA DE LA VIDA	LIMARI	OVALLE	605	124	4,9
EL HINOJO	LIMARI	PUNITAQUI	525	110	4,8
LA HIGUERA DE PUNITAQUI	LIMARI	PUNITAQUI	929	196	4,7
CHUNGUNGO	ELQUI	LA HIGUERA	1.023	330	3,1

## b. Volumen No Facturado de Agua.

Los porcentajes de volúmenes no facturados de agua se estiman a partir de los volúmenes no facturados (Volumen de producción menos volumen de facturación), en relación con y el volumen total de producción de agua a nivel mensual.

La tabla N°9, se muestran los porcentajes de volumen no facturado de agua para un conjunto de 77 sistemas con información válida.

En el trabajo de validación se emplearon las siguientes consideraciones:

- Contar con una estadística de al menos 6 meses en los datos de producción mensual
- Contar con una estadística de al menos 6 meses en los datos de facturación mensual
- Descartar sistemas que cuenten con una estadística mensual menor a 6 meses
- Descartar aquellos sistemas que presenten suministro con camiones aljibes
- Descartar aquellos sistemas que presenten plantas de osmosis inversa
- Descartar aquellos sistemas que presenten plantas de tratamiento de aguas servidas.

El promedio de volúmenes no facturados para estos sistemas es de un 24,5%, cifra levemente por debajo de los rangos propios de la industria de agua potable urbana, la que presenta valores cercanos al 35% y con una variabilidad entre el 10 y 45%.

Sin embargo, existen grandes fluctuaciones dentro del grupo analizado; es así que sistemas como: La Portada de Sotaqui, Batuco y Huanta muestran porcentajes de volumen no facturado de agua igual o menor al 5%, mientras en el extremo opuesto, Cerrillos de Tamaya, Pedregal y Cogoti 18 Callejones presentan pérdidas del orden de por sobre el 50%, sobrepasando notablemente los valores promedio.

**Tabla N°9:** Porcentajes de volumen no facturado de agua para un conjunto de sistemas de APR. **Fuente:** elaboración propia.

Nombre del Servicio APR	Provincia	Comuna	Nº de Arranques Totales	Producción m3/mes	Facturación m3/mes	% Volumen No Facturado
CERRILLOS DE TAMAYA	LIMARI	OVALLE	933,0	21342,6	6901,5	67,7
PEDREGAL	LIMARI	MONTE PATRIA	154,0	3002,9	1382,7	54,0
COGOTI 18 CALLEJONES	LIMARI	COMBARBALÁ	509,0	3947,4	1901,5	51,8
PELICANA	ELQUI	LA SERENA	125,0	1650,7	862,8	47,7
PUNTA AZUL	ELQUI	VICUÑA	200,0	2158,1	1169,0	45,8
BARRAZA	LIMARI	OVALLE	500,0	8207,2	4741,0	41,8
MARQUESA - NUEVA TALCUNA	ELQUI	VICUÑA	586,0	11750,8	6870,6	41,5
CAMARICO	LIMARI	OVALLE	125,0	601,6	360,2	40,1
EL MAITEN (Limarí)	LIMARI	MONTE PATRIA	79,0	550,3	339,3	38,4
HUENTELAUQUEN NORTE	CHOAPA	CANELA	530,0	6482,1	4027,8	37,9

RAMADAS DE TULAHUEN	LIMARI	MONTE PATRIA	164,0	1699,3	1081,6	36,3
EL MANZANO	ELQUI	ANDACOLLO	90,0	1157,5	742,0	35,9
EL COIPO	LIMARI	MONTE PATRIA	135,0	1727,2	1117,4	35,3
POTRERILLOS BAJO	LIMARI	OVALLE	161,0	1908,2	1254,3	34,6
LAS BREAS	LIMARI	RIO HURTADO	108,0	1336,2	874,0	34,6
LAS BARRANCAS	ELQUI	COQUIMBO	278,0	3660,9	2406,8	34,3
LAS CARDAS	ELQUI	COQUIMBO	55,0	722,9	475,4	34,2
CHAPILCA	ELQUI	VICUÑA	112,0	1461,9	975,9	33,2
SAMO ALTO	LIMARI	RIO HURTADO	223,0	3117,4	2119,8	32,0
VILLASECA	LIMARI	OVALLE	421,0	6539,8	4504,8	31,1
CARCAMO-LA COLONIA	CHOAPA	ILLAPEL	293,0	3309,8	2297,3	30,6
PICHASCA	LIMARI	RIO HURTADO	586,0	9309,7	6575,8	29,4
LA PALOMA	LIMARI	OVALLE	72,0	1210,0	867,8	28,3
CERRILLOS DE RAPEL	LIMARI	MONTE PATRIA	201,0	1603,8	1160,9	27,6
EL TAMBO CENTRO	CHOAPA	SALAMANCA	388,0	7474,0	5410,3	27,6
EL GUINDO	LIMARI	OVALLE	415,0	5298,3	3837,3	27,6
CAIMANES	CHOAPA	LOS VILOS	317,0	5790,3	4203,7	27,4
LA TORRE	LIMARI	OVALLE	399,0	5614,3	4070,0	27,3
EL ARENAL	ELQUI	VICUÑA	85,0	1509,2	1112,4	26,3
HURTADO - EL CHAÑAR	LIMARI	RIO HURTADO	403,0	4061,8	3019,6	25,7
PAN DE AZÚCAR	ELQUI	COQUIMBO	1401,0	31968,8	23879,3	25,3
LIMARI	LIMARI	OVALLE	586,0	10082,2	7538,9	25,2
PUNTA DE CHOROS	ELQUI	LA HIGUERA	224,0	4188,5	3132,2	25,2
GABRIELA MISTRAL	ELQUI	LA SERENA	293,0	5685,6	4310,5	24,2
RAPEL	LIMARI	MONTE PATRIA	435,0	6179,8	4728,9	23,5
EL MAQUI	LIMARI	MONTE PATRIA	210,0	2423,5	1857,1	23,4
JORQUERA	CHOAPA	SALAMANCA	200,0	2957,1	2282,6	22,8
EL MOLLE	ELQUI	VICUÑA	307,0	4758,3	3679,4	22,7
ESTACION RECOLETA	LIMARI	OVALLE	216,0	4040,8	3125,9	22,6
EL ROMERO	ELQUI	LA SERENA	358,0	2915,4	2260,4	22,5
SERON	LIMARI	RIO HURTADO	316,0	3690,9	2887,1	21,8
RAMADILLA (LA PLAYA)	LIMARI	COMBARBALÁ	115,0	839,4	657,1	21,7
TULAHUEN	LIMARI	MONTE PATRIA	820,0	9123,8	7151,8	21,6
EL TAMBO ORIENTE	CHOAPA	SALAMANCA	105,0	918,6	721,3	21,5
MINCHA SUR	CHOAPA	CANELA	133,0	1002,8	789,1	21,3
HUACHALALUME	ELQUI	COQUIMBO	187,0	2949,8	2323,2	21,2
EL SAUCE	ELQUI	COQUIMBO	310,0	7144,8	5630,1	21,2

QUEBRADA DE TALCA	ELQUI	LA SERENA	242,0	1618,0	1277,3	21,1
DIAGUITAS	ELQUI	VICUÑA	415,0	5936,1	4686,3	21,1
LA GRANJITA - MORRO ALEGRE	LIMARI	PUNITAQUI	105,0	516,1	410,8	20,4
SEMITA	LIMARI	MONTE PATRIA	103,0	1314,8	1050,3	20,1
LA CANTERA	LIMARI	COMBARBALÁ	41,0	275,7	220,3	20,1
EL HINOJO	LIMARI	PUNITAQUI	110,0	546,7	437,6	20,0
LA VIÑITA ALTA	ELQUI	VICUÑA	42,0	346,3	280,3	19,1
SOL DEL PACIFICO	LIMARI	OVALLE	169,0	1182,8	970,0	18,0
EL DURAZNO	LIMARI	COMBARBALÁ	62,0	438,9	364,8	16,9
TAMBILLOS	ELQUI	COQUIMBO	133,0	1620,4	1346,8	16,9
LOS NOGALES	LIMARI	OVALLE	278,0	3385,1	2814,2	16,9
LA COMPAÑÍA	ELQUI	VICUÑA	110,0	1916,2	1598,3	16,6
CALETA DE HORNOS	ELQUI	LA HIGUERA	361,0	4413,4	3686,3	16,5
LOS MORALES	LIMARI	MONTE PATRIA	157,0	931,4	784,1	15,8
BELLAVISTA CERES	ELQUI	LA SERENA	583,0	15364,3	12977,5	15,5
EL ESFUERZO	CHOAPA	LOS VILOS	787,0	8978,0	7583,5	15,5
QUELEN BAJO	CHOAPA	SALAMANCA	135,0	979,8	839,6	14,3
LA HIGUERA DE PUNITAQUI	LIMARI	PUNITAQUI	196,0	991,2	851,4	14,1
TOTALILLO	ELQUI	COQUIMBO	191,0	1345,0	1163,0	13,5
LOS TRIGALES DE GUANAQUEROS	ELQUI	COQUIMBO	180,0	2056,5	1803,4	12,3
NUEVA AURORA	LIMARI	OVALLE	235,0	2743,3	2412,3	12,1
RIVADAVIA	ELQUI	VICUÑA	365,0	6261,6	5533,4	11,6
EL TOME ALTO	LIMARI	MONTE PATRIA	244,0	1689,5	1522,5	9,9
LIMAHUIDA	CHOAPA	ILLAPEL	113,0	1214,9	1093,7	8,9
POBLACIÓN YACONI	LIMARI	OVALLE	108,0	5198,1	4761,1	8,4
ISLON	ELQUI	LA SERENA	264,0	3467,1	3238,1	6,6
LA CALERA - LA VILLA	ELQUI	VICUÑA	216,0	2249,7	2128,2	5,4
LA PORTADA DE SOTAQUI	LIMARI	OVALLE	64,0	1197,3	1137,9	5,0
BATUCO	CHOAPA	SALAMANCA	204,0	1287,0	1250,1	2,9
HUANTA	ELQUI	VICUÑA	82,0	1207,8	1192,1	1,3

### c. Recuperación del Volumen No Facturado.

La tabla N°10, muestra las posibles nuevas factibilidades de arranques y los retornos económicos mínimos que serían esperables, sobre un universo de 52 sistemas para los cuales fue posible validar la información respectiva, a partir de la situación de volúmenes no facturados del año 2015.

Desde la situación actual, donde hay sistemas con pérdidas por sobre el 35% hasta por sobre el 65%, es posible indicar que si se llevaran a cabo acciones de mejoramiento destinadas a la disminución de los volúmenes no facturados a una situación con pérdidas máximas de 30%, la intervención señalada debería llevarse a cabo sobre un grupo de 21 sistemas con pérdidas, dando como resultado la posibilidad de incremento de nuevas factibilidades a 1.902 nuevos arranques, y con un retorno asociado a los nuevos volúmenes facturados de 144 millones de pesos anuales.

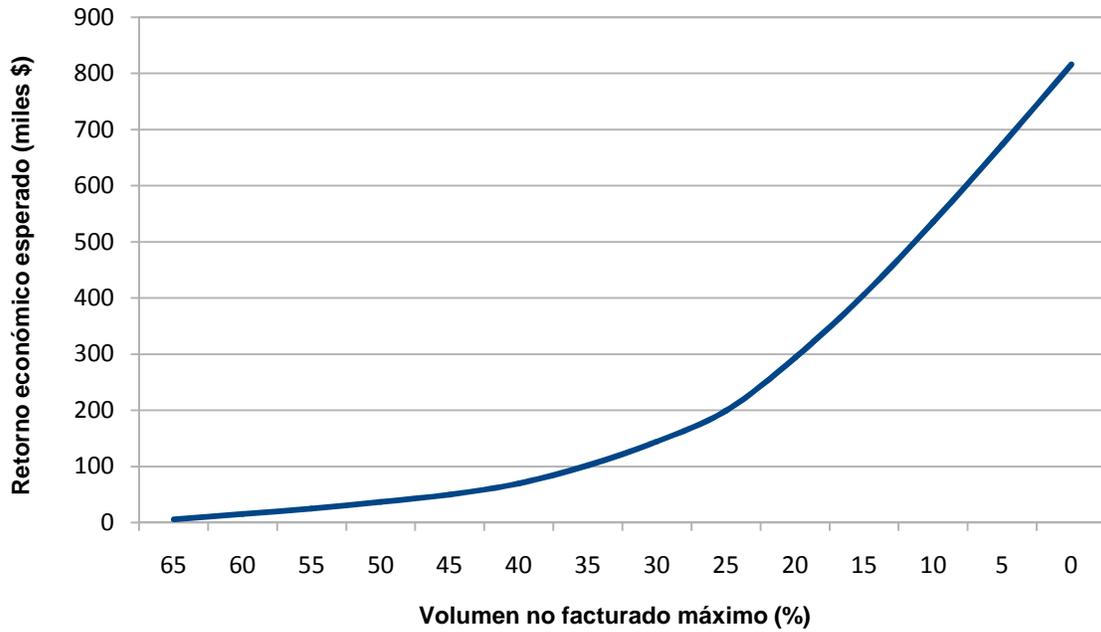
Por su parte, si se disminuyen las pérdidas a un 20% (situación que es más dificultosa), el número de nuevas factibilidades posibles aumenta a 3.574 arranques, interviniendo 52 sistemas con un retorno monetario por facturación del orden de los 293 millones de pesos en total. En una situación extrema y sólo con fines de ejemplo, es posible señalar que si se llevaran las pérdidas a cero (situación utópica o muy poco probable), la intervención implicaría los 77 sistemas con datos, recuperación máxima de volúmenes no facturados, con un incremento de las factibilidades hasta los 9.230 arranques y un retorno económico de 816 millones de pesos.

**Tabla N°10:** Incremento en el número de arranques para el conjunto de sistemas de APR según un volumen no facturado máximo admisible. **Fuente:** Elaboración propia.

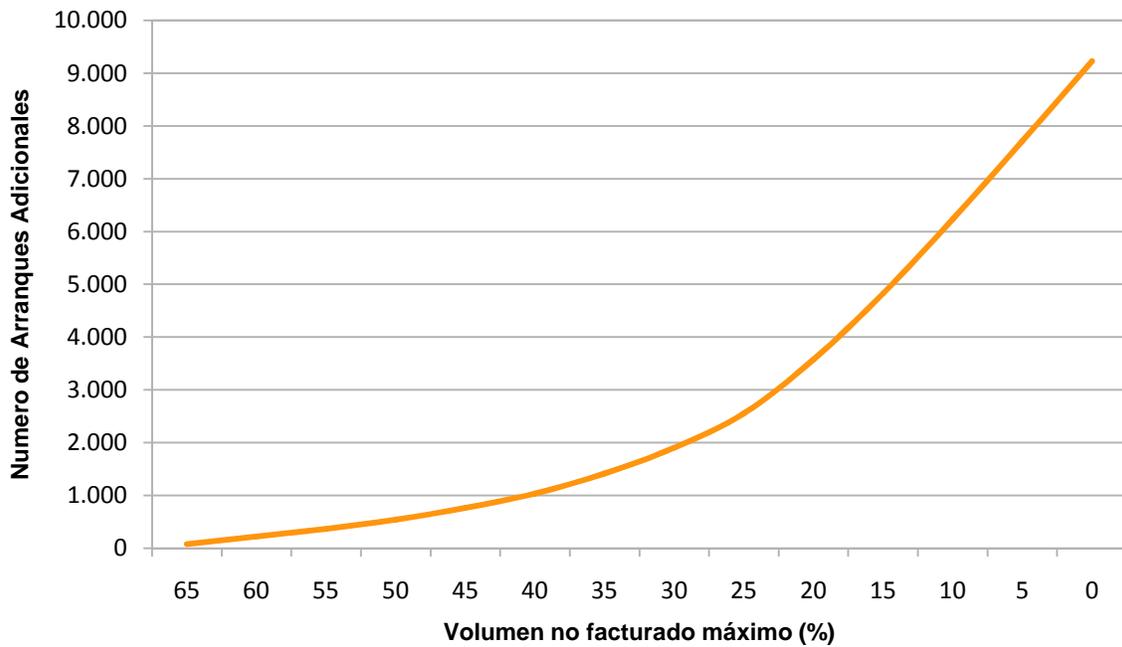
Volumen no facturado máximo (%)	Número de arranques adicionales	Numero de sistemas implicados	Retorno económico anual mínimo esperado (miles \$)	Observaciones
67	0	0	0	Situación actual
65	76	1	5	
60	221	1	15	
55	365	1	25	
50	541	3	37	
45	763	5	50	
40	1.037	8	70	
35	1.416	13	102	
30	1.902	21	144	Situación Posible
25	2.554	33	199	
20	3.574	52	293	
15	4.826	63	406	
10	6.237	69	535	
5	7.715	74	673	
0	9.230	77	816	Situación utópica

Nota: Considera cálculos basados en información validada para 52 sistemas.

**Gráfico N°9:** Retorno económico esperado para el conjunto de sistemas de APR según un volumen no facturado máximo admisible. **Fuente:** Elaboración propia.



**Gráfico N°10:** Número de factibilidades adicionales para el conjunto de sistemas de APR según un volumen no facturado máximo admisible. **Fuente:** Elaboración propia.



## 6.2.4. Otros Componentes incluidos en el diagnóstico.

En las siguientes secciones se mostrará el diagnóstico realizado a diferentes aspectos que complementan la visión actual de los servicios de agua potable rural en la Región de Coquimbo, respecto a temas tales como normativas, energía, presión social, tarifas, y aspectos sociales.

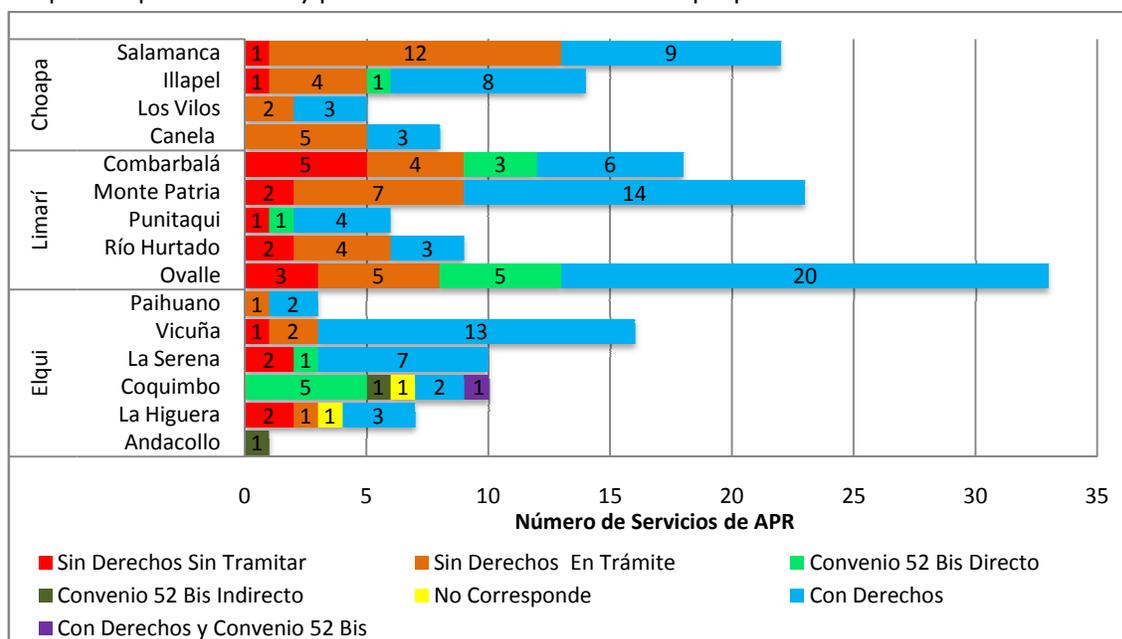
### 6.2.4.1. Normativas de servicios de Agua Potable Rural.

#### a. Derechos de Agua.

El gráfico N°11 muestra la situación de derechos de uso de agua de los comités de Agua Potable Rural de la Región de Coquimbo. A nivel regional, 98 servicios (53% del total), cuentan con sus derechos de aprovechamiento de agua regularizados. Por su parte 87 comités (47% del total), no presentan esta situación resuelta.

De esta última cifra de comités y cooperativas que no presentan regularizados sus derechos: 2 servicios extraen agua de mar, por lo que no corresponde la obtención de derechos de uso de agua en ese caso; 16 servicios tienen convenio directo con la empresa Aguas del Valle para compra de agua; mientras que 2 servicios tienen convenio para compra de agua a un tercero (compra de agua a otro APR que si tiene convenio con Aguas del Valle); por su parte, 47 servicios se encuentran en proceso de trámite a fin de obtener los derechos correspondientes; y finalmente 20 servicios se encuentran en una situación de operación sin derechos regularizados y sin haber iniciado la tramitación de la respectiva solicitud.

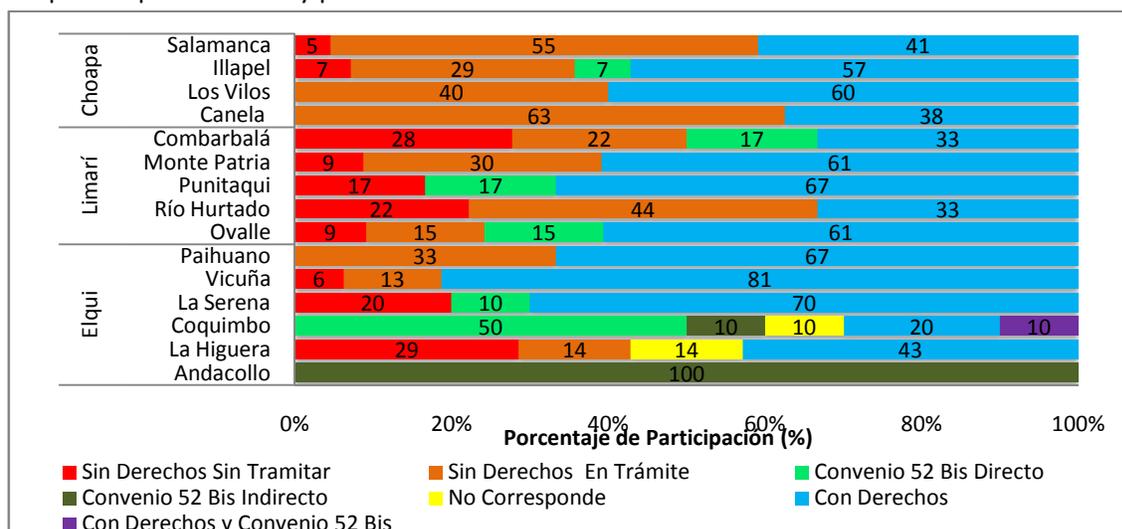
**Gráfico N°11:** Situación de derechos de uso de agua de los sistemas de APR de la Región de Coquimbo por comunas y provincias. **Fuente:** Elaboración propia.



El gráfico N°12 muestra el porcentaje de las distintas situaciones de derechos de uso por comuna de los Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural de la Región. Se observa que las comunas que presentan un mayor porcentaje de servicios con una situación de derechos regularizada, son Vicuña con un 81%, seguida de Punitaqui y Paihuano, ambas con un 67%. Adicionalmente, las comunas que presentan mayor porcentaje de servicios de APR en situación de trámite son Canela con un 63%, Salamanca con un 55% y Río Hurtado con un 44%.

Las tres comunas que presentan mayor porcentaje de sistemas con convenio con Aguas del Valle, ya sea en forma directa o indirecta, son: Andacollo con un 100%, Coquimbo con un 60%, y Punitaqui y Combarbalá, ambas con un 17%. Las comunas que presentan una mayor cantidad de comités y cooperativas que no tienen derechos de agua y que adicionalmente no se encuentran en proceso de regularizar su situación son Ovalle con 5 servicios y Combarbalá con 3 servicios.

**Gráfico N°12:** Situación de derechos de uso de agua de los sistemas de APR de la Región de Coquimbo por comunas y provincias.



El gráfico N°13 muestra la dotación total regional de derechos otorgados a los Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural, junto con la dotación por provincias (expresado en millones de m<sup>3</sup> por año).

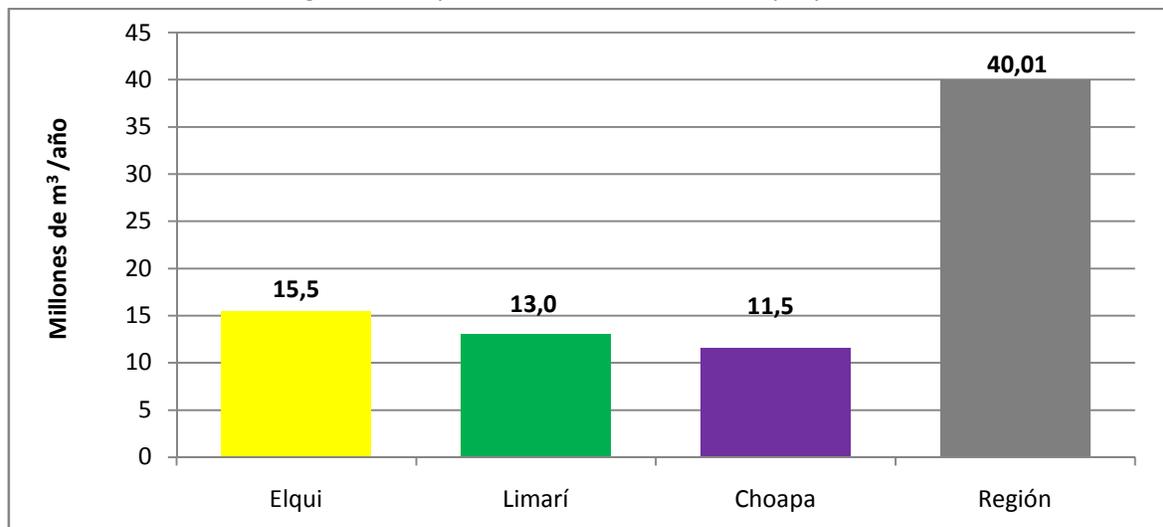
Del total de la dotación, esto es 40,1 millones de m<sup>3</sup>, la dotación a nivel provincial es la siguiente:

- Provincia de Elqui cuenta con 15,5 millones de m<sup>3</sup>,
- Provincia del Limarí 13,0 millones de m<sup>3</sup>
- Provincia de Choapa 11,5 millones de m<sup>3</sup>.

Las tres comunas que presentan un mayor porcentaje de dotación son Salamanca con un 16,6% (6,6 millones de m<sup>3</sup>), Vicuña con un 15,2% (6,1 millones de m<sup>3</sup>) y Ovalle con un 13,1% (5,2 millones de m<sup>3</sup>). Por otra parte, las comunas que presentan el menor porcentaje de participación con

respecto a la dotación regional son Andacollo con un 0% (0 millones de m<sup>3</sup>), Punitaqui con un 0,8% (0,3 millones de m<sup>3</sup>), y Canela con un 1,6% (0,6 millones de m<sup>3</sup>).

**Gráfico N°13.** Dotación anual por provincia en base a los derechos de agua otorgados a los sistemas de APR de la Región de Coquimbo. **Fuente:** Elaboración propia.



#### b. Resoluciones Sanitarias.

El gráfico N°14 presenta la situación de las resoluciones sanitarias de los Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural a nivel comunal.

Se observa un total de 82 servicios que cuentan con Resolución Sanitaria (44,32% del total), mientras que 103 comités y cooperativas aún no poseen esta situación regularizada (55,68% del total).

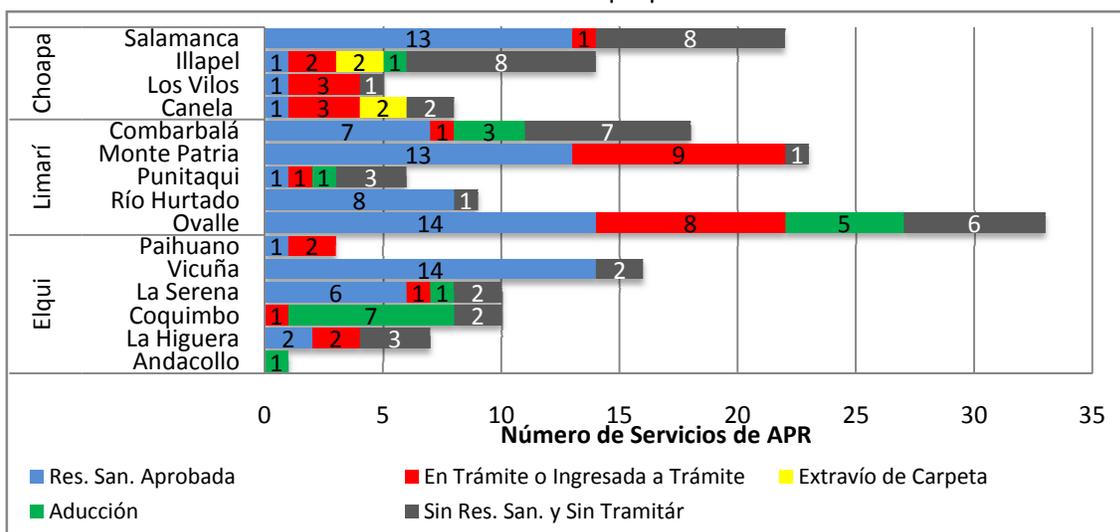
Dentro del grupo de comités y cooperativas que no presentan su situación resuelta, se dan las siguientes situaciones:

- 34 Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural (18,38% del total), se encuentran en proceso de obtención de la resolución sanitaria.
- 4 Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural (2,16% del total), se encuentran en una situación de problema administrativo (extravío de carpeta), la que debe subsanarse mediante la actualización de la información.
- 19 Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural (10,27% del total), realizan compra directa o indirecta a Aguas del Valle.
- 46 Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural (24,86% del total), están funcionando sin resolución sanitaria y no se encuentran en proceso de tramitación.

Si se establece una categorización a nivel provincial de acuerdo a la cantidad de resoluciones sanitarias aprobadas (82 APR en total), la provincia del Limarí presenta 43 Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural en esta situación, seguida por la Provincia de Elqui con 23 servicios y finalmente la Provincia de Choapa con 16 servicios.

Por otra parte, las comunas que presentan un mayor porcentaje de servicios de Agua Potable Rural sin resoluciones sanitarias y que a la vez no se encuentran en trámite son Illapel y Salamanca ambas con 8 servicios, Combarbalá con 7 servicios y Ovalle con 6 servicios.

**Gráfico N°14.** Situación de las resoluciones sanitarias de los Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural a nivel comunal. **Fuente:** Elaboración propia.

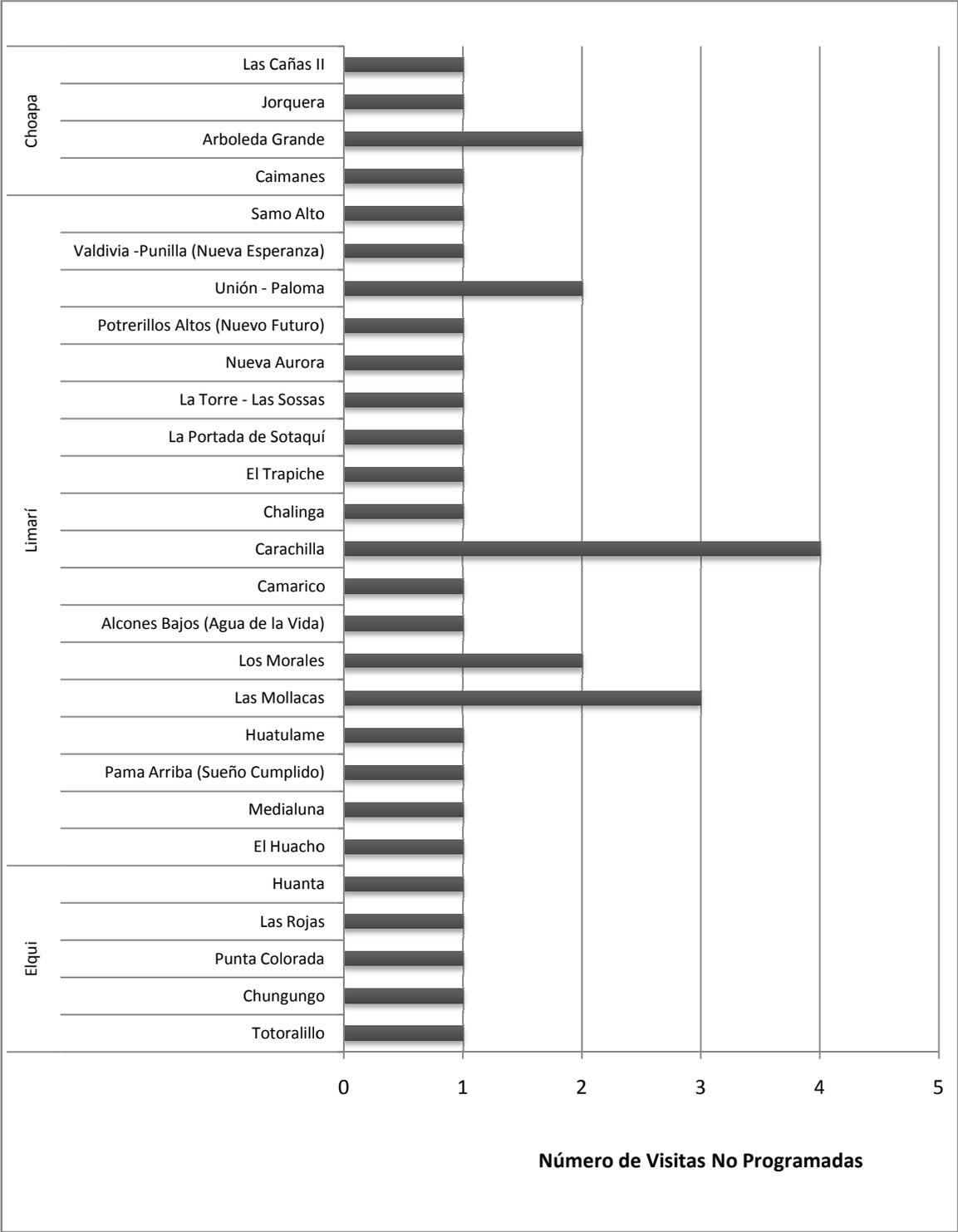


#### d. Calidad del Agua.

El gráfico N°15 muestra la frecuencia de visitas no programadas por parte de la Unidad Técnica de Aguas del Valle, según informes de la Unidad para el año 2015, para los problemas de calidad de agua en los Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural.

Se observa una mayor recurrencia de problemas en algunos sistemas de la provincia de Limarí: Unión Paloma, Carachilla, Los Morales y Las Mollacas, además de Arboleda Grande en la provincia de Choapa. Sin embargo, los informes de la Unidad Técnica no detallan el tipo o grado de problema en la calidad del agua que motiva la visita, lo que no hace posible un seguimiento de la evolución de la situación ni las causas de fondo que ocasionaron el problema.

**Gráfico N°15.** Frecuencia de Visitas No Programadas de la Unidad Técnica de Aguas del Valle por problemas de calidad de agua en los sistemas de APR. **Fuente:** Elaboración propia en base a antecedentes entregados por la Unidad Técnica.

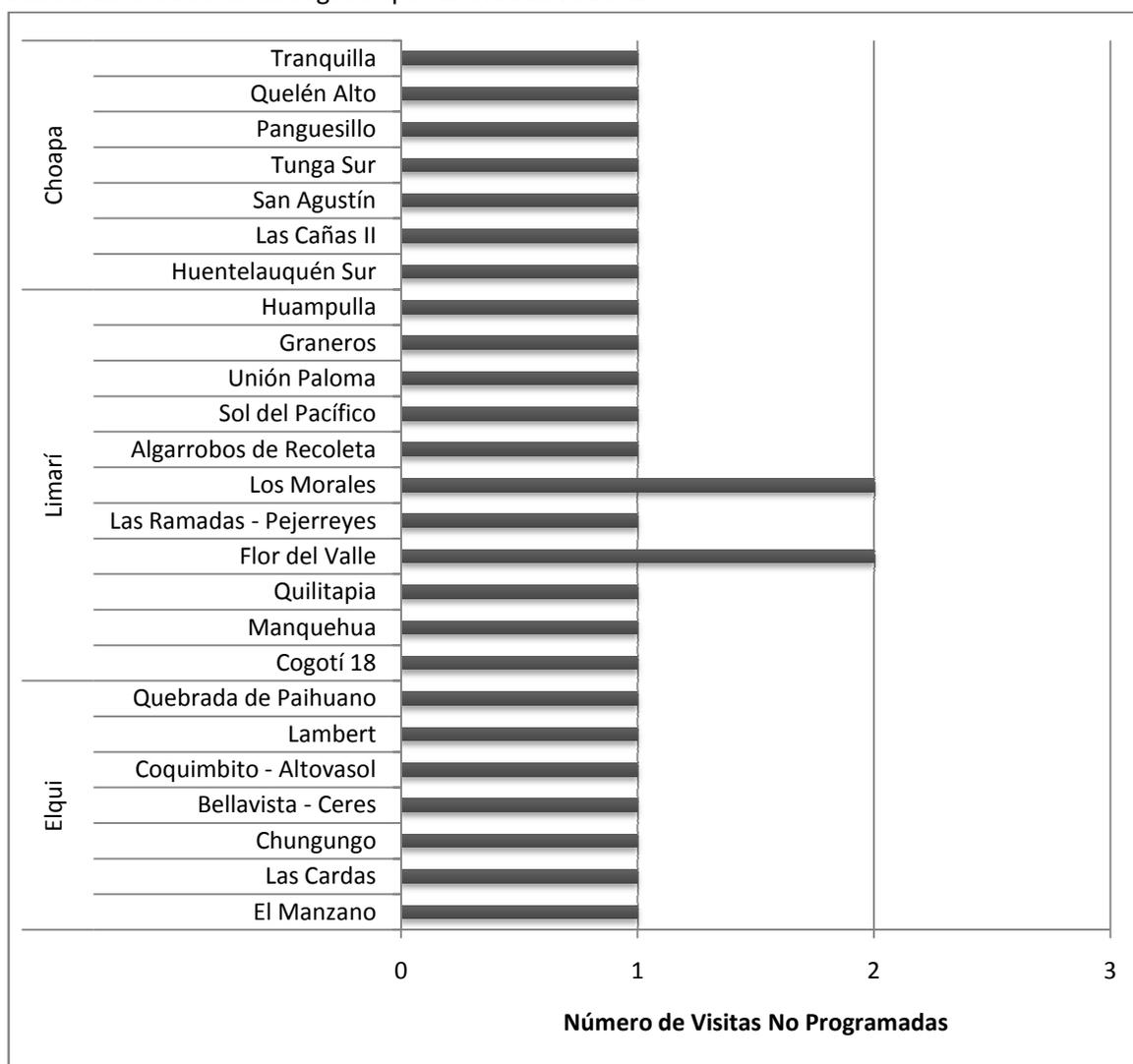


### e. Visitas No Programadas de la Unidad Técnica.

El gráfico N°16 muestra la frecuencia de visitas no programadas por parte de la Unidad Técnica de Aguas del Valle a los servicios de APR, según informes de la Unidad para el año 2015, con motivo de diagnóstico de algún requerimiento técnico sin especificar.

Los servicios de Los Morales y Flor del Valle registran dos visitas de este tipo, mientras que el resto de los sistemas listados presentan sólo un evento durante el año 2015. Sin embargo, no existe un mayor detalle en la estadística respectiva que aporte mayor grado de información sobre la naturaleza del requerimiento ni su nivel de gravedad.

**Gráfico N°16.** Frecuencia de Visitas No Programadas por parte de la Unidad Técnica de Aguas del Valle, para diagnóstico de algún requerimiento técnico, año 2015. **Fuente:** Elaboración propia en base a antecedentes entregados por la Unidad Técnica.



## 6.2.4.2. Aspectos Energéticos de los servicios de Agua Potable Rural.

### a. Problemas de Energía.

El Gráfico N°17 muestra el número de servicios de APR por comuna que declaran presentar algún grado de problemas en cuanto al tema energético. De los 185 sistemas en la Región, 112 comités que equivalen a un 61% del total, informan algún grado de disconformidad o de ocurrencia de problemas en los temas de suministro energético, mientras que sólo un 36%, correspondiente a 67 comités, no presentan mayores inconvenientes en este sentido.

En el caso de la provincia de Elqui, un 72% de los sistemas declara problemas en este aspecto, 52% en el caso de Limarí, y un 65% de los sistemas en el caso de Choapa.

Sin bien, casi la totalidad de los sistemas se encuentran conectados a la red de distribución de energía, lo que les aseguraría un suministro constante y seguro, la continuidad del suministro se ve fuertemente afectada ante la ocurrencia de catástrofes naturales (tal es el caso de los fenómenos ocurridos durante el año 2015, donde el suministro energético en algunas localidades rurales se vio interrumpido por varios días). Así, gran parte de los problemas detectados en este sentido tienen relación con los cortes prolongados del suministro energético, dada la intensidad de las catástrofes naturales mencionadas, aunque de baja frecuencia.

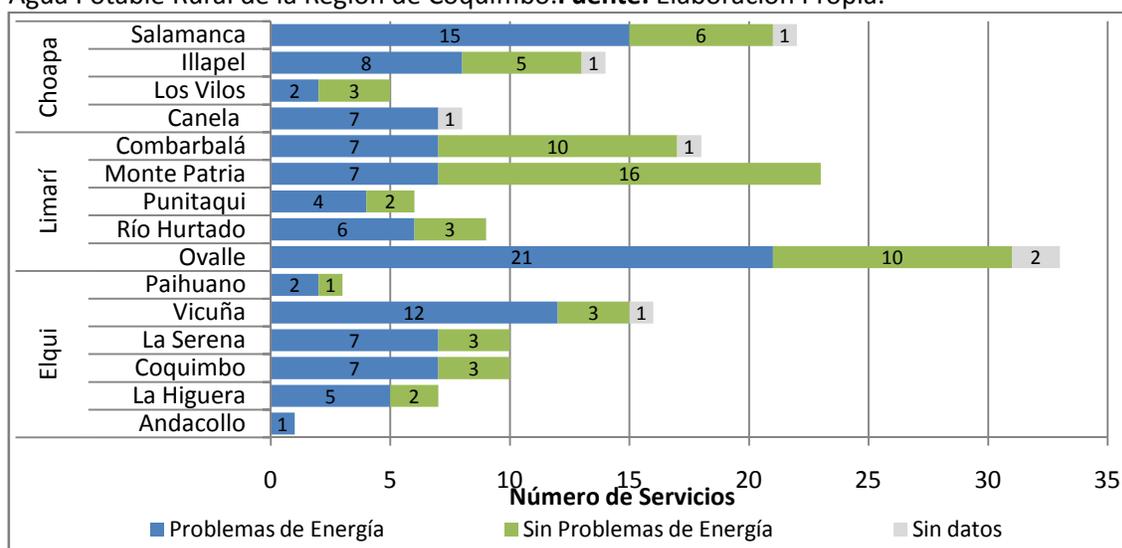
Asimismo, existen otros casos en los que se manifiesta debilidad en el tema energético, debido a la ocurrencia de eventos que cortan el suministro de energía, como accidentes en la ruta y otros, que afectan puntualmente y con relativa frecuencia a algunos sistemas.

Adicionalmente, en ciertas localidades se darían problemas en la red de distribución, que ocasionan significativas variaciones en el voltaje suministrado, lo que traería aparejado un menor rendimiento, y disminución de la vida útil de los equipos eléctricos de los servicios de APR.

Mención aparte es el hecho de que algunos sistemas, si bien no presentan mayores problemas en el suministro energético y su continuidad, sí presentan dificultades respecto del sistema tarifario al cual están adscritos. Esto se manifiesta en los periodos que van desde el 01 de abril al 30 de septiembre de cada año, en el cual los altos costos de la energía les hacen prohibitivo el funcionamiento de las bombas y equipos en las horas punta (18:00 – 23:00 hrs), lo que se traduce a una nula producción en esas ventanas horarias, afectando el suministro normal a los usuarios.

En estos casos, los servicios procuran aumentar la producción durante la horas de menor costo energético y almacenar el agua en los estanques para poder cubrir la demanda de los usuarios. Sin embargo, el factor limitante en esta condición pasaría a ser la capacidad de almacenamiento de los sistemas.

**Gráfico N°17.** Problemas en el suministro eléctrico declarados por los comités y cooperativas de Agua Potable Rural de la Región de Coquimbo. **Fuente:** Elaboración Propia.



### b. Fuente de Energía.

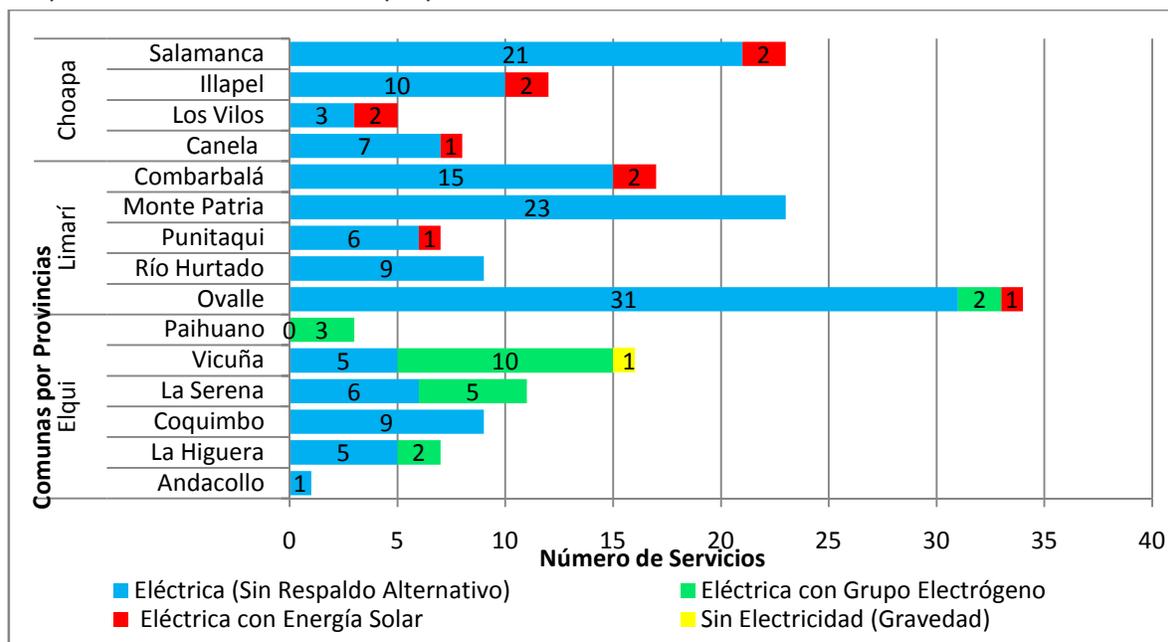
El gráfico N°18 muestra la fuente de energía utilizada por los comités y cooperativas de Agua Potable Rural de la región de Coquimbo. De los 185 sistemas analizados, un total de 151 comités (un 86,1%) se encuentran conectados a la red de energía y no poseen ningún sistema de apoyo a la generación.

Por su parte 22 comités (11,9% del total), su fuente de energía principal es la conexión a la red eléctrica, pero adicionalmente poseen grupo electrógeno como respaldo de energía ante eventos de corte del suministro y por tanto, de apoyo a la producción de agua en estos episodios. Dentro de este grupo, algunos servicios no sólo emplean estos sistemas de apoyo energético ante eventos de corte, sino que, dependiendo de su estructura de costos, utilizan estos equipos en periodos de horas punta, desconectándose de la red.

En cuanto a energías renovables no convencionales, el 5,9% de los servicios, si bien están conectados a la red, poseen instalaciones de apoyo a la generación eléctrica mediante sistemas fotovoltaicos. En general los servicios que operan con estos sistemas presentan fallas respecto a la capacidad de acumulación de energía (número y tipo de baterías), falla de energía efectivamente generada (por el tipo de panel instalado), fallas del sistema por recambio de bombas (generando un dimensionamiento más bajo, ya que se incorporan en general bombas de mayor capacidad), falta de mantenimiento y limpieza. Mención aparte es el hecho que algunas de estas instalaciones sufren frecuentemente acciones de robos y vandalismo, por lo que no necesariamente se encuentran siempre operativas.

Finalmente, sólo un sistema (0,5%), no posee equipamiento conectado a la red eléctrica dado que su sistema funciona por gravedad, es el caso del comité de Agua Potable Rural de Huanta (comuna de Vicuña, Provincia de Elqui).

**Gráfico N°18.** Fuente de energía utilizada por los sistemas de APR de la región de Coquimbo. **Fuente:** Elaboración propia.



En Anexo 2 tabla N°2.10, se presenta el listado con los servicios de Agua Potable Rural que presentan apoyo al suministro energético mediante: sistemas fotovoltaicos (11 servicios de APR concentrado en las Provincias de Choapa principalmente), grupos electrógenos (22 servicios de APR concentrados en las Provincias de Elqui principalmente) y sistemas por gravedad (1 servicio de APR en la Provincia del Elqui).

### c. Costos de Energía.

Para 81 sistemas de APR de la región de Coquimbo, para los cuales se maneja información referente a costos de energía, se desarrolló un ranking en donde se muestra los costos medios calculados por concepto de energía utilizada en la producción de agua en pesos por m<sup>3</sup> (Ver Anexo 2. Tabla N°2.11).

El costo promedio calculado es de 146,6 \$/m<sup>3</sup>, observándose una gran variabilidad dependiendo del sistema particular del cual se trate.

En el primer cuartil, que va desde los 1.492,5 a 151,7 \$/m<sup>3</sup>, se encuentra un grupo de 20 sistemas que incluye aquellos APR que cuentan con osmosis inversa en su operación (proceso altamente demandante de energía), y sistemas con mayores necesidades de impulsión y de elevación de

agua. Por su parte en el segundo y tercer cuartil se agrupan 40 sistemas con menor demanda de energía en comparación, con valores en sus costos de producción que varían desde los 145,6 a 93,4 \$/m<sup>3</sup> para el segundo cuartil y desde 93,2 a 56,1 \$/m<sup>3</sup> para el tercer cuartil. Finalmente en el cuarto cuartil, que va desde los 55,7 a los 1,5 \$/m<sup>3</sup>, se agrupan 21 sistemas, que son menos demandantes de energía para su operación, incluyendo algunos APR en los que prácticamente no se depende de la energía, dado que reciben agua presurizada, tienen suministro por gravedad o bien mantienen convenio con la municipalidad quien es la que se encarga del pago de la energía.

#### d. Tipos de Tarifa Eléctrica.

De acuerdo a lo que establece la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), las empresas concesionarias de distribución eléctrica están obligadas a aceptar la opción tarifaria de cada cliente. Tales opciones se han estructurado de acuerdo a las modalidades de consumo, bajo dos categorías de clientes: en alta tensión (AT) y en baja tensión (BT).

La inclusión en una u otra categoría depende de si el usuario está conectado con su empalme a líneas de voltaje superiores o inferiores a 400 volts. Así, las opciones tarifarias para los clientes en baja tensión son:

- **BT1:** Medición de energía cuya potencia conectada sea inferior a 10 kW o la demanda sea limitada a 10 kW (residencial).
- **BT2:** Medición de energía y contratación de potencia (comercial y alumbrado público).
- **BT3:** Medición de energía y medición de demanda máxima.
- **BT4:** Medición de energía y alguna de las siguientes modalidades.
  - **BT4.1:** Contratación de demanda máxima de potencia en horas de punta y de la demanda máxima de potencia.
  - **BT4.2:** Medición de demanda máxima de potencia en horas de punta y contratación de la demanda máxima de potencia.
  - **BT4.3:** Medición de demanda máxima de potencia en horas de punta y de la demanda máxima de potencia suministrada.

Cada una de estos tipos tarifarios tiene su correspondiente paralelo para clientes en alta tensión (AT).

En resumen, las tarifas que cobran las distribuidoras eléctricas a sus clientes dependen de:

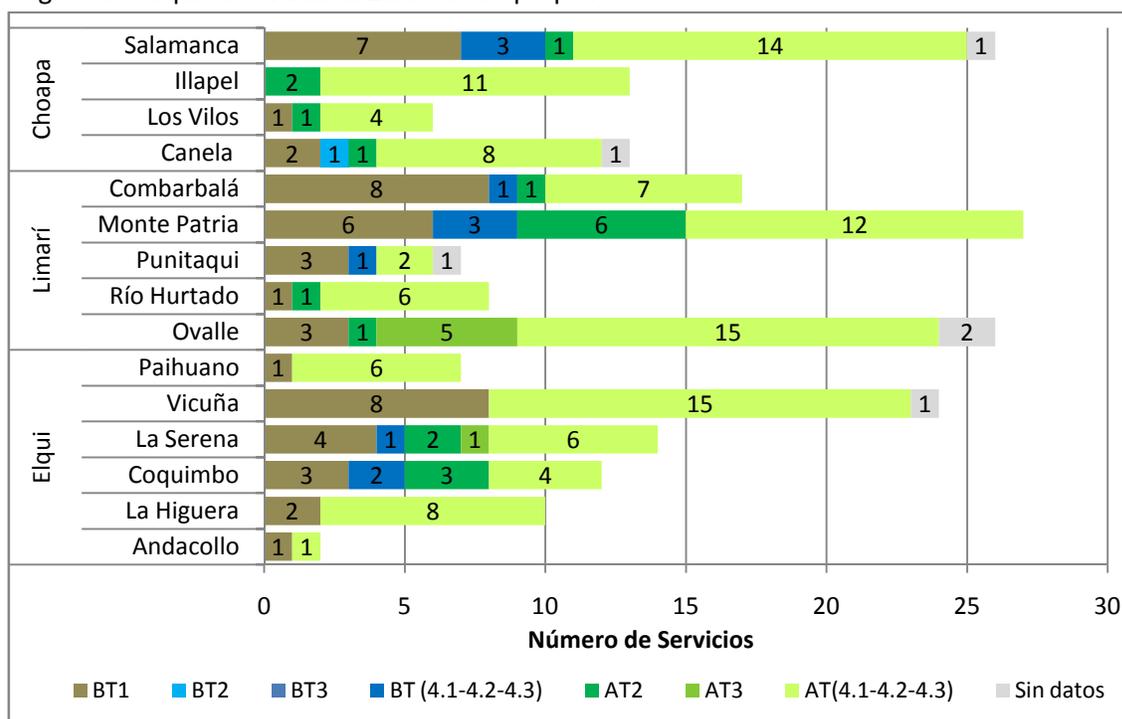
- Si el suministro es de alta o baja tensión.
- La potencia requerida por el cliente y/o la distribución temporal de sus consumos máximos.
- El costo asumido por la compañía para llegar hasta las instalaciones del cliente.
- La forma de instalación (ya sea por cableado aéreo o subterráneo).

El gráfico N°19 se muestran el tipo de tarifa eléctrica a la que están adscritos los comités y cooperativas de Agua Potable Rural de la Región de Coquimbo. En Anexo 2, tabla N°2.12 se enlistan 144 servicios (equivalentes al 77,8% respecto al total), de los cuales 29 comités tienen más de un tipo tarifario, esto es debido a que en la práctica cada sistema puede tener más de un empalme a la red eléctrica.

Así, estos 144 sistemas suman un total de 212 conexiones a la red de distribución eléctrica, distribuidas en los distintos tipos tarifarios que se muestran en el gráfico N°19. De estos empalmes, el desglose de empalmes por tarifa corresponde a:

- 119 empalmes (un 56 bajo la tarifa AT-4 (AT4.1-AT4.2 ó AT4.3));
- 50 empalmes (23,6%) bajo la tarifa BT-1;
- 19 empalmes (9%) bajo la tarifa AT-2;
- 11 empalmes (5%) bajo la tarifa BT-4 (BT-4.1, BT-4.2, BT-4.3),
- 6 empalmes (2,8%) bajo la tarifa AT-3
- 1 empalme (0,5%) bajo la tarifa BT-2.

**Gráfico N°19.** Tipos de Tarifa Eléctrica de los Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural de la Región de Coquimbo. **Fuente:** Elaboración propia.



### 6.2.4.3. Presión Social sobre los Servicios de Agua Potable Rural.

#### a. Antigüedad de los sistemas de APR.

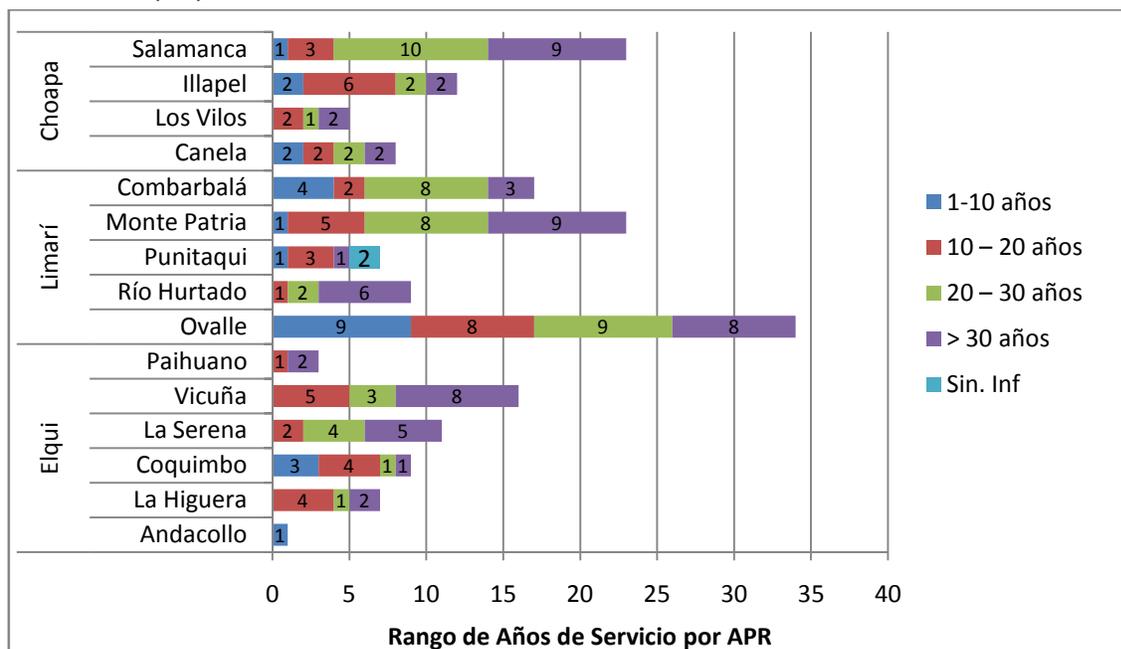
El gráfico N°20 muestra los años de servicio de los sistemas de APR de la Región agrupados por comunas.

De los 185 sistemas, 60 comités (32% del total) tienen una antigüedad mayor a los 30 años; 51 sistemas (28%) tienen entre 20 y 30 años; 48 sistemas (26%) entre 10 a 20 años; y 24 sistemas (13%) tienen una antigüedad menor a 10 años.

El Programa de APR contempla en forma anual la realización de mejoras y renovación de la infraestructura de los servicios de Agua Potable Rural, complementándose en forma adicional con una cartera de proyectos que desarrolla la Unidad Técnica de Aguas del Valle, en la medida que se disponga de información técnica, esto con el fin de que sistemas que ya han cumplido un cierto periodo de tiempo en servicio, puedan alcanzar nuevamente los estándares de producción almacenamiento y distribución.

Sin embargo, a nivel de los servicios aún existe desconocimiento en cuanto a la realización de proyectos en esta índole, producto de la alta rotación de los dirigentes que son quienes gestionan muchas veces estos aspectos y deben entregar la información en los plazos oportunos.

**Gráfico N°20.** Años de servicio de los sistemas de APR de la Región por comuna. **Fuente:** Elaboración propia.

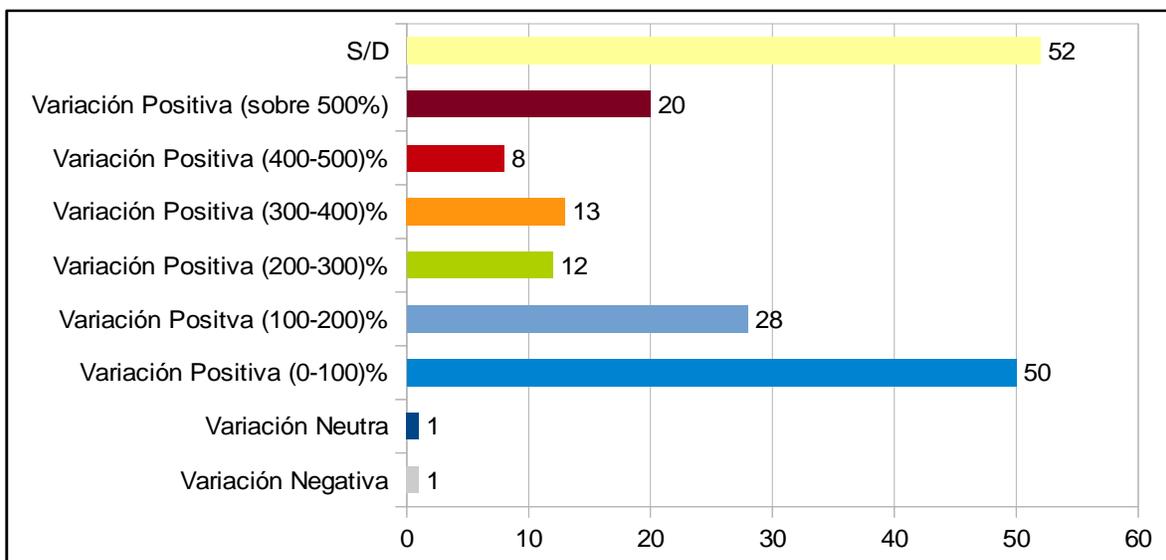


## b. Crecimiento de los sistemas y variación anual del número de arranques.

El gráfico N°21 muestra el número de Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural en la Región y la variación porcentual que éstos han tenido en cuanto al número de arranques desde su implementación.

Se aprecia que, en general, los servicios han experimentado un sensible crecimiento desde su conformación. 50 sistemas han registrado un crecimiento del orden del 1 al 100%, 28 sistemas 100 a 200%, 13 sistemas 300 a 400%, 8 sistemas 400 a 500% y 20 sistemas con un crecimiento por sobre el 500%.

**Gráfico N°21.** Número de servicios y variación porcentual del número de arranques. **Fuente:** Elaboración Propia.



Por su parte, en Anexo 2, tabla N°2.13, se muestra el incremento anual del número de arranques calculado para 133 servicios de la Región. En promedio se observa un crecimiento anual del orden de los 7,58 arranques por año.

En el primer cuartil identificado, se observan variaciones anuales del orden de 9,18 hasta 40 y más arranques por año. Es en este grupo de comités donde se produciría una mayor presión sobre la infraestructura y la operación de los sistemas por parte de la población. Cabe recordar que en general los sistemas de APR se diseñan y planifican para un incremento anual más reducido en su número de arranques.

### c. Sobredemanda.

El gráfico N°22, muestra el número de servicios que declaran situaciones problemáticas de sobredemanda en su operación.

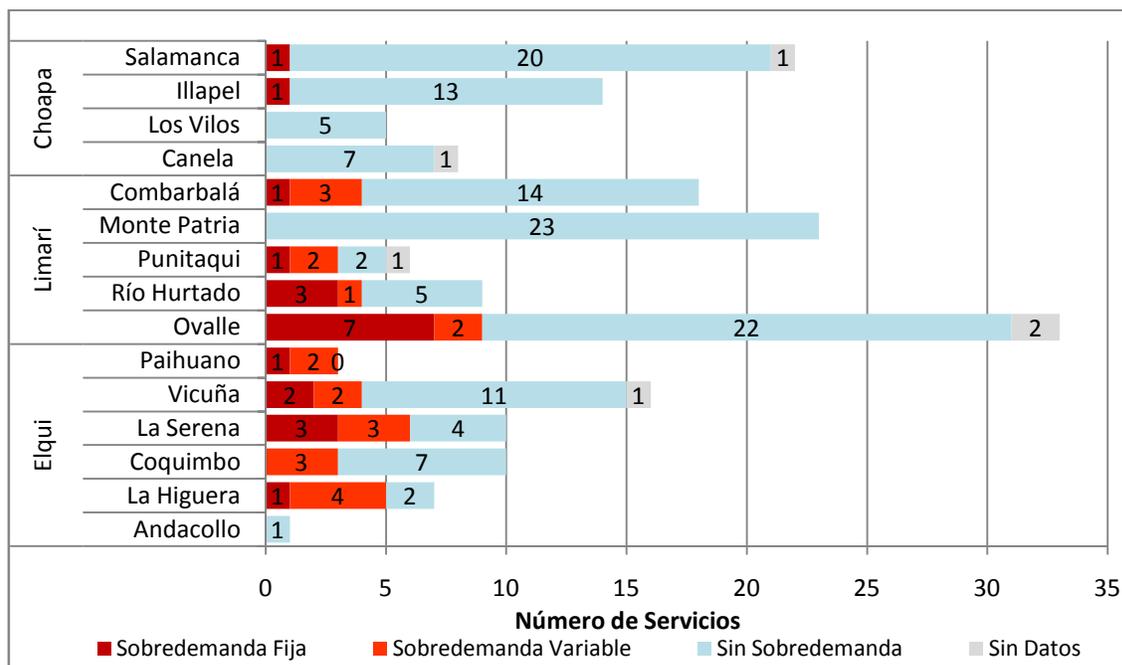
Del total de 185 sistemas, 136 comités, que representan un 73,5%, no declaran presentar eventos de sobredemanda.

Por su parte, 21 sistemas (un 11% del total) declaran estar en una situación crónica de sobredemanda en la que el servicio ofrecido a los usuarios no satisface los niveles de dotación requeridos por estos.

A su vez, 22 sistemas que son un 12% del total, declaran presentar situaciones de sobredemanda estacional provocada fundamentalmente por un incremento en los consumos en un periodo acotado del año, tal como la época estival o las temporadas de cosecha agrícola, que estacionalmente incrementan el número de personas en la localidad.

Comunas como Combarbalá, Punitaqui, Río Hurtado, Ovalle, Paihuano, Vicuña, La Serena, Coquimbo y la Higuera es donde mayormente se concentran los sistemas que declaran este tipo de inconvenientes.

**Gráfico N°22.** Sobredemanda declarada por los sistemas de APR de la Región de Coquimbo.  
**Fuente:** Elaboración propia.



#### **d. Solicitud de Factibilidad.**

Los servicios rurales de agua potable están concebidos para abastecer de este recurso a la población rural que reside en forma permanente en las localidades respectivas y cuyos jefes de hogar dependen de actividades agropecuarias propias, pesca artesanal y pequeña minería, entre otros, o bien desarrollan actividades en calidad de trabajadores dependientes; por consiguiente, la población objeto del Programa de Agua Potable Rural no la constituyen familias que habitan en condominios o parcelas de agrado y que presentan, además, un mejor nivel socio-económico que el resto de la población rural.

Como norma general, las factibilidades para nuevas conexiones de agua potable, sólo pueden ser otorgadas por la Unidad Técnica especializada del Programa de Agua Potable Rural del Ministerio de Obras Públicas, quienes son los responsables de la asesoría y supervisión de los servicios en las respectivas regiones. Esta unidad, tiene el carácter de organismo técnico con competencia en la materia y por el conocimiento que tiene del estado real de la infraestructura y de las condiciones actuales de producción y de regulación en que se encuentran los servicios rurales, toda vez que dispone de los antecedentes necesarios para autorizar nuevos arranques y extensiones de red.

Al margen que la aprobación de factibilidades para nuevas conexiones sea una responsabilidad inherente a la gestión de las unidades técnicas del Programa, esto no constituye impedimento para que dirigentes de los distintos servicios de Agua Potable Rural autoricen nuevas conexiones, tratándose de una conexión única sobre la base de un estudio técnico específico y que la Unidad Técnica les haya informado previamente de la cantidad máxima de conexiones que podría soportar el servicio, sin comprometer el normal abastecimiento de agua potable de la población actualmente atendida.

Sólo en casos excepcionales, debidamente justificados y aprobados ante la Dirección de Obras Hidráulicas y previa factibilidad otorgada por la Unidad Técnica respectiva, un servicio de agua potable rural, con la capacidad suficiente para extender su servicio hacia nuevos sectores, podrá entregar agua potable a loteos destinados a viviendas sociales, condominios o parcelas de agrado. En tal caso, las obras de extensión deberán ser financiadas íntegramente por los interesados, debiendo ellos aceptar las condiciones de funcionamiento técnico de los servicios rurales de agua potable, en cuanto a presión, como a dotación y al diámetro del arranque domiciliario, aceptando, por consiguiente, la plena incorporación a la organización a cargo del servicio rural, por medio de la presentación de la solicitud de incorporación correspondiente, la aceptación de las normas estatutarias y reglamentarias que rigen a la organización y el pago de la cuota de incorporación que tenga fijada la entidad para adquirir la calidad de socio.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente y en base a la estadística de factibilidades que dispone el Programa Agua Potable Rural (considerando factibilidades ingresadas desde el año 2013 hasta el año 2016), se presenta en el gráfico N°23 un análisis del número de factibilidades ingresadas por servicio.

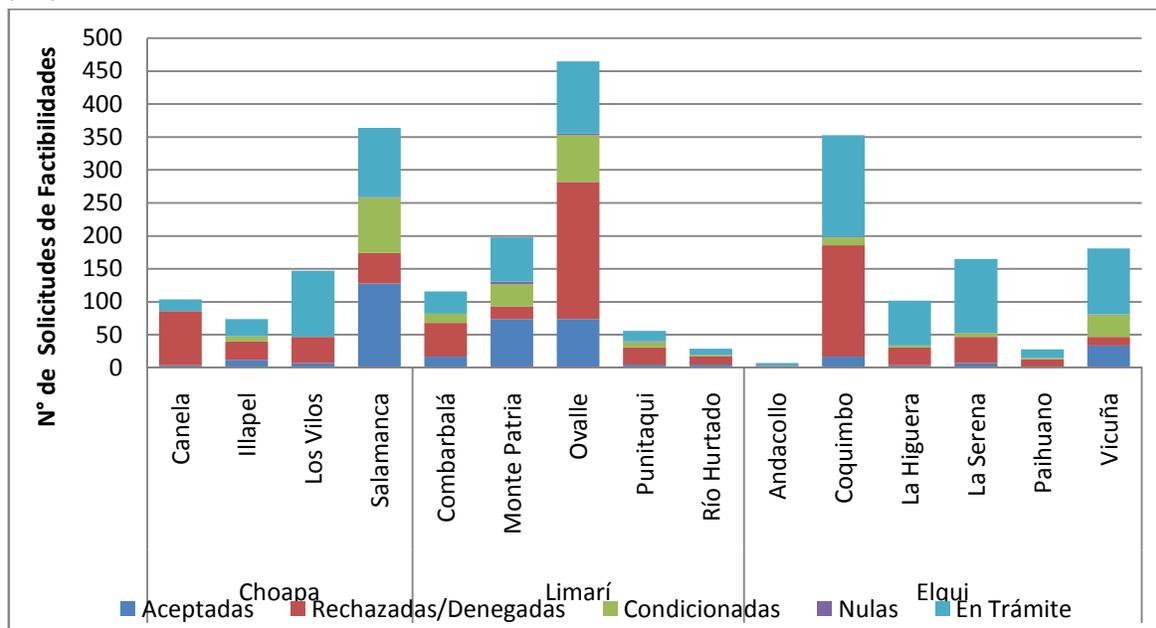
Se observa que a nivel regional, se ha hecho ingreso de 2.389 solicitudes de factibilidad, de las cuales, dependiendo de su estado, 389 fueron aceptadas (16,3%), 777 rechazadas (32,5%), 278 condicionadas (11,6%), 9 fueron anuladas (0,4%) y 936 en condición de trámite (39,2%).

Por provincias, se tiene que 836 solicitudes de factibilidad (un 35,0% respecto al total) corresponden a la Provincia de Elqui, 864 (un 36,2% respecto al total) corresponden a la Provincia del Limarí y finalmente 689 (un 28,8% respecto al total) corresponden a la Provincia de Choapa.

Como se muestra en el Gráfico N°23, las comunas que han ingresado un mayor número de solicitudes de factibilidad corresponden a: Ovalle con 465, Coquimbo con 353, Salamanca con 364, Coquimbo con 353, Monte Patria con 198, vicuña con 181, La Serena con 161. Por otra parte las comunas con menor número de solicitudes de factibilidades ingresadas son: Los Vilos con 161, Combarbalá con 116, Canela con 104, la Higuera con 102, Illapel con 74, Punitaqui con 56, Río Hurtado con 29, Paihuano con 28, y finalmente Andacollo con 7 solicitudes de factibilidad.

Del total regional, existen 258 solicitudes de factibilidad (10,8% respecto al total regional), que no se ingresaron por medio de un servicio de agua potable rural, sino en forma particular. En este sentido las comunas con mayor ingreso de solicitudes son: Canela Con 84, Ovalle con 78, Punitaqui con 18, La Serena con 17, Illapel con 11, y vicuña con 10 solicitudes de factibilidades.

**Gráfico N°23:** Estado de las solicitudes de factibilidad de agua por comuna. **Fuente:** Elaboración propia.



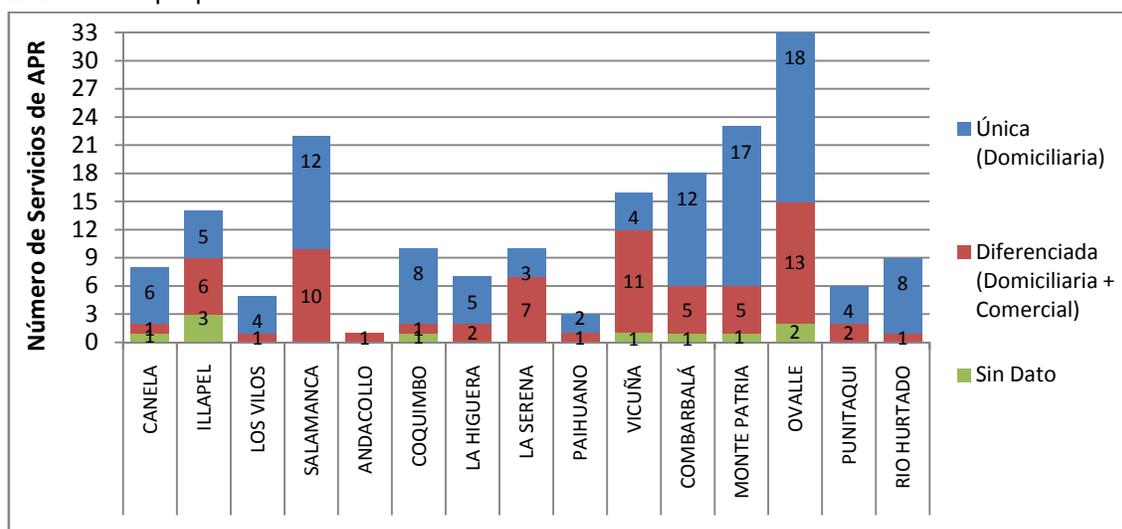
### 6.2.4.5. Aspectos Tarifarios de los Servicios de Agua Potable Rural.

#### a. Sistemas tarifarios para usuarios de los servicios de agua potable rural.

El gráfico N°24 muestra el número de servicios que presentan tarifa única y diferenciada según el tipo de arranques que abastecen, agrupados por comuna. Se observa que 108 servicios presentan sólo tarifa domiciliaria, mientras que 67 servicios tienen tarifa diferenciada, esto es cobro de arranques domiciliarios y arranques comerciales/institucionales.

La Provincia de Limarí es la que presenta el mayor número de servicios con tarifa diferenciada (26 servicios), seguida por la Provincia de Elqui (23 servicios) y finalmente la Provincia de Choapa (18 servicios).

**Gráfico N° 24:** Número de servicios por comuna y tipo tarifario (domiciliaria y comercial). Fuente: Elaboración propia.



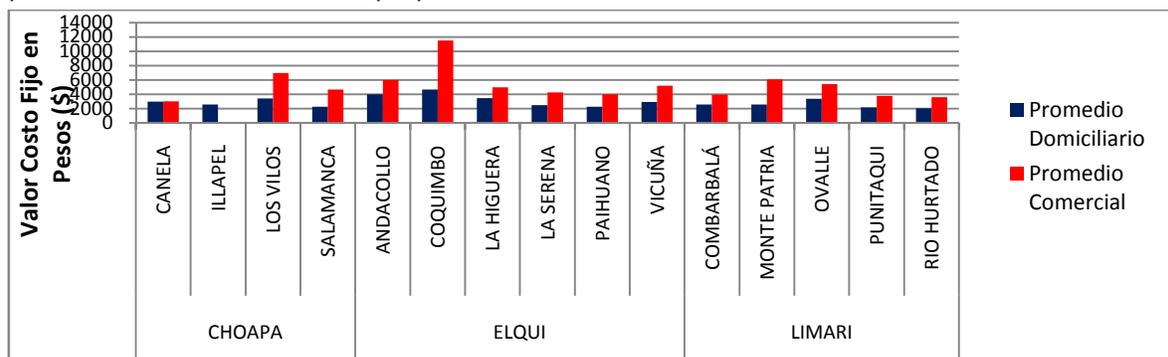
#### b. Cargo fijo en los servicios de agua potable rural.

El gráfico N°25, muestra los valores de cargo fijo a cancelar por parte de los usuarios de los sistemas de APR de la Región (valores promedio por comuna). Se observa que los servicios establecen diferenciación en su cargo fijo entre clientes domiciliarios y clientes comerciales (Agrícola/packings, campings, servicios de hotelería, colegios, postas rurales, entre otros), diferenciando para estos últimos una estructura tarifaria de mayor costo, llegando en algunos casos casi al doble del valor domiciliario.

Asimismo, se aprecia que en el caso del costo fijo domiciliario, las comunas de Los Vilos, Andacollo, Coquimbo y Ovalle, en promedio presentarían los servicios con los cargos más altos, mientras que el caso de las tarifas comerciales esto corresponde a los servicios de las comunas de Los Vilos, Andacollo, Coquimbo, Combarbalá y Monte Patria. Por su parte en cuanto a los cargos fijos más

bajos, destacan, en el caso domiciliario, los servicios de las comunas de Canela, Salamanca, Vicuña y Río Hurtado; mientras que el caso de las tarifas comerciales, esto queda de manifiesto en las comunas de Canela y Salamanca.

**Gráfico N°25.** Valor del cargo fijo de los Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural por provincia. **Fuente:** Elaboración propia.



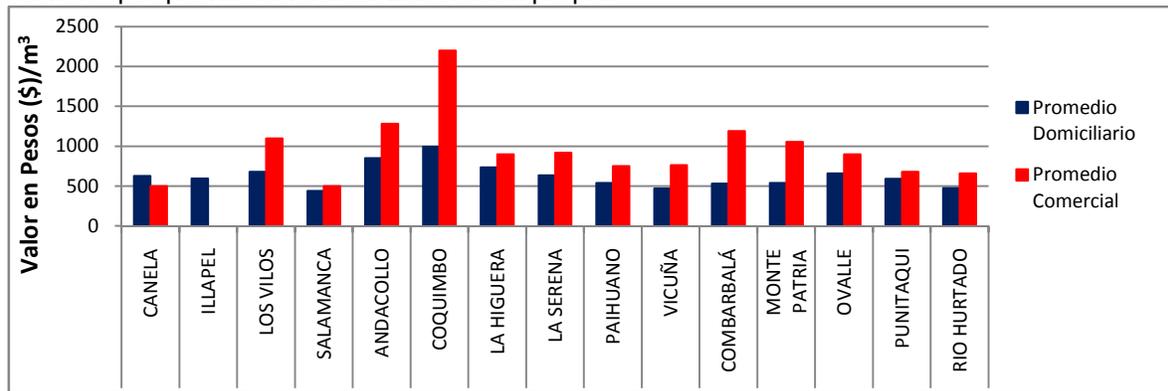
### c. Cargo variable en el primer tramo de consumo de los servicios de agua potable rural.

Gráfico N°26 muestra el valor por metro cúbico del primer tramo de consumo (1 a 10 m<sup>3</sup> de consumo mensual) de las estructuras tarifarias de los sistemas (valor promedio comunal).

Los valores máximos y mínimos tanto para consumos residenciales como para consumos comerciales, presentan una distribución muy similar al del caso del costo fijo. Esto es, las comunas de Los Vilos, Andacollo, La Higuera, Coquimbo y Ovalle, en promedio presentarían los servicios con los valores por metro cúbico más altos, mientras que para el caso de las tarifas comerciales, esto se da en los servicios de las comunas de Los Vilos, Andacollo, Coquimbo, Combarbalá y Monte Patria.

A su vez, los valores mínimos, en el caso domiciliario, se observan en los servicios de las comunas de Canela, Salamanca, Vicuña y Río Hurtado; y Canela y Salamanca en el caso de las tarifas comerciales.

**Gráfico N°26.** Valor por metro cúbico del primer tramo de consumo (primeros 10m<sup>3</sup>) de los servicios por provincia. **Fuente:** Elaboración propia.



#### d. Valores cancelados del primer tramo de consumo Rural.

El gráfico N°27, muestra los costos calculados para un hipotético primer tramo de consumo en área rural, por comunas.

Esto es, estimando un consumo de 10 m<sup>3</sup> más cargo fijo (sin considerar costos de tratamiento de aguas servidas), cálculos desarrollados para el caso de los consumos rurales, a partir de la información recopilada en el catastro desarrollado en la Etapa I del presente estudio, por cada servicio de Agua Potable Rural.

Así los costos se calcularon según la fórmula:

$$C.Rural = ( CF_{rural} + 10 * CV_{rural} ) / 10$$

Dónde:

C.Rural: Costo calculado para un hipotético consumo rural de 10 m<sup>3</sup>.

CF<sub>rural</sub>: Costo fijo a cancelar en el consumo rural.

CV<sub>rural</sub>: Costo por m<sup>3</sup> a cancelar en el consumo rural.

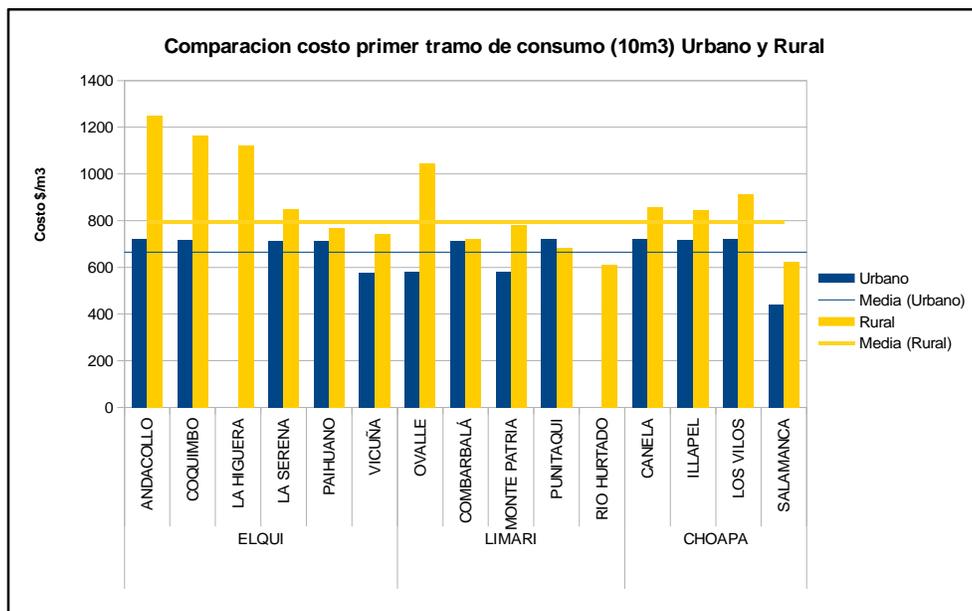
Se observa que en cada comuna, salvo la excepción del caso de Punitaqui, los costos cancelados en el primer tramo de consumo, serían más elevados en los servicios de APR en comparación con los sistemas urbanos. Para el caso del suministro urbano, el valor calculado como media regional es de 665 \$/m<sup>3</sup>, mientras que para el caso de los sistemas de APR es de 794 \$/m<sup>3</sup>.

Esto, analizándolo desde un punto de vista más territorial, constituye una desventaja más para el sector rural en comparación con el sector urbano, que en general cuenta con mejores servicios.

Asimismo, se observa en el caso de los servicios de APR que en comunas como Andacollo, Coquimbo, La Higuera, La Serena, Ovalle, Canela, Illapel y Los Vilos, los valores cancelados en este primer tramo son mayores que el resto de las comunas y están por sobre el valor medio calculado de 794 \$/m<sup>3</sup>, Superando ampliamente este valor en el caso de Andacollo, La Higuera, La Serena y Ovalle.

Es necesario aclarar que las comparaciones de las tarifas de los sistemas de APR y de la empresa de Aguas del Valle (sector urbano) para este caso son solo referenciales, para visualizar su repercusión a nivel de los usuarios. La diferencia de fondo radica en que las tarifas de la empresa concesionada para el sector urbano responde a “costos reales”, mientras las tarifas de los sistemas de APR no incluyen la depreciación de la inversión inicial de los proyectos, ni tampoco las inversiones posteriores por ampliaciones y mejoramientos, ya que estas inversiones siguen perteneciendo al Estado. Además, las tarifas sugeridas anualmente por la Unidad Técnica de Aguas del Valle no siempre son asumidas por los APR.

**Gráfico N°27.** Comparación costo primer tramo de consumo urbano y rural. **Fuente:** Elaboración propia.



#### 6.2.4.6. Gestión de la Información.

Existen comités y cooperativas de Agua Potable Rural que muchas veces utilizan un sistema computacional para mantener un registro de la información, junto con utilizar estos sistemas para desarrollar las boletas de facturación y determinar niveles de pérdidas si poseen datos de volúmenes de producción. A nivel regional solo un pequeño porcentaje (25,4%) de los sistemas han avanzado en el uso de esta herramienta. En la mayoría de los casos en que se dispone de programas computacionales son los mismos dirigentes, administrativos y operadores quienes por esfuerzo propio han incursionado en el uso de esta tecnología por necesidades externas al servicio de agua potable rural, en donde han adquirido computadores personales, se han ido capacitando en forma individual y gradual en el tiempo, en el uso de herramientas básicas que estos traen incorporados (navegación web, correo electrónico y uso de Microsoft Office principalmente)

Por otra parte el software que se adquiere depende muchas veces del sistema operativo de cada computador y de las necesidades que cada servicio quiere cubrir, por lo cual estos softwares no poseen una estructura estandarizada que les permita tener cierta equivalencia entre uno y otro servicio de APR. El costo de adquisición de un sistema de gestión computacional fluctúa entre los \$400.000 a \$600.000 pesos dependiendo de las necesidades y del tipo de computador en donde se instalará, si se requiere incluir nuevas funcionalidades a este software por lo general esto tiene un costo adicional cada vez que se requiera una mejora.

A nivel regional existen 138 sistemas un 74,6%, que mantienen un registro escrito de la información. Por lo cual, se necesita mayores esfuerzos para tener mejor información.

## 6.2.4.6. Sociedad y Cultura en torno a los Servicios de Agua Potable Rural.

### a. Agua y Género.

Existe cierto consenso a nivel internacional en definir el “Género” como las características tanto de mujeres y hombres que han sido definidas por la sociedad. Este “Género” se comienza definiendo desde el momento de nacer en donde el sexo biológico determina si un individuo es macho o hembra.

De acuerdo a esta determinación, macho o hembra, se establecen entonces cuáles son las normas que deberían adoptar, enseñándoles los comportamientos apropiados para varones y mujeres, en especial cómo deben interactuar con otros miembros del mismo sexo o del sexo opuesto en los hogares, las comunidades y los lugares de trabajo (relaciones entre los géneros), y qué funciones o responsabilidades deben asumir en la sociedad (roles de género).

Dado esto, existen distintas realidades tanto históricas, religiosas, económicas y culturales que determinan ciertas normas tanto para hombres como para mujeres. Sin embargo, estas relaciones y responsabilidades pueden cambiar en el tiempo y afortunadamente así la historia lo ha demostrado.

A medida que ha transcurrido la historia de la humanidad, se ha podido relevar la importancia y el papel que cumplen las mujeres, junto con entender que ellas tienen características cada vez más necesarias para liderar distintos roles dentro de la sociedad actual. Un ejemplo concreto es que la mujer tiene un importante papel que desempeñar en materia de gestión del agua y que este papel se vería reforzado a través de una estrategia de transversalización del enfoque de género.

La importancia de implicar tanto al hombre como a la mujer en la gestión del agua y el saneamiento ha sido reconocida en todos los niveles, empezando por la Conferencia de las Naciones Unidas de Mar del Plata en 1977, el Decenio Internacional del Agua Potable y del Saneamiento (1981-1990) y la Conferencia Internacional de Agua y Medio Ambiente de Dublín en enero de 1992, donde se reconoce explícitamente la labor fundamental de la mujer en la provisión, gestión y protección del agua. Se vuelve a hacer referencia a este punto en la Agenda 21 (capítulo 18) y en el Plan de Implementación de Johannesburgo. Más aún, con la declaración del Decenio Internacional para la Acción «El Agua, Fuente de Vida» 2005-2015, en donde se hace un llamado a la participación e implicación de la mujer en las iniciativas de desarrollo en materia de agua.

Es por ello, que las diferencias y desigualdades entre hombres y mujeres determinan cómo los individuos responden a los cambios en la gestión de los recursos hídricos. Comprender los roles de los géneros, las relaciones y las desigualdades, permitirán explicar las opciones disponibles y las elecciones de los individuos. Implicar a ambos, mujeres y hombres, en las iniciativas de gestión de los recursos hídricos puede aumentar significativamente la efectividad y eficiencia de los proyectos que se deseen desarrollar.

Si continuamos desde la perspectiva de la asignación de roles de quienes componen un servicio de agua potable rural, encontramos 3 áreas claramente definidas y que son: área dirigenal, área administrativa y área operativa. Los roles de cada área se detallan a grandes rasgos a continuación.

#### **Área Dirigenal:**

- **Presidente:** el rol del presidente(a) consta en representar legal y extrajudicialmente al comité, presidir las reuniones del directorio y asambleas generales, dar cuenta, a nombre de la directiva, de la marcha y estado financiero de la organización frente a la asamblea general de socios y responsabilizarse civilmente con el tesorero sobre el manejo y custodia de los fondos.
- **Secretario:** el rol del secretario(a) es llevar el libro de actas, llevar el libro de registro de socios, llevar un registro de asistencia a las asambleas generales, llevar un registro de solicitudes de incorporaciones aceptadas y pendientes, recibir y despachar la correspondencia y encargarse del archivo de la misma.
- **Tesorero:** el rol del tesorero(a) es responsabilizarse con el presidente del manejo de los fondos, depositar en una institución bancaria, asegurar el pago oportuno de remuneraciones del personal y otros pagos que dispongan las leyes sociales, mantener al día la documentación contable, supervisar las labores de la secretaria administrativa, preparar anualmente un balance o estado de situación, para la asamblea general.

#### **Área Administrativa.**

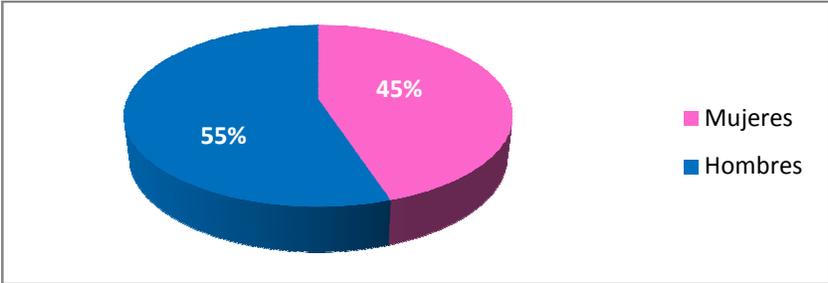
- **Secretario administrativo:** el rol del secretario(a) administrativo(a), radica en la ejecución de tareas administrativo contables, esto incluye atención a público para recaudación, recepción de reclamos y consultas relativas al servicio, realizar cálculos de consumo efectivo mensual (facturación), realizar los procedimientos de cobranza, recaudación y registros contables, recaudación de ingresos y cancelación de pagos, recepción, despacho y archivo de correspondencia, envío de citaciones a reuniones de directorio y asambleas, entre otras.

#### **Área Operativa.**

- **Operador:** el rol del operador(a) se refiere a los aspectos técnicos del servicio. Operar el servicio, manteniendo abastecida con agua potable a la población, revisar periódicamente las instalaciones, mantener la limpieza de recintos, estanques, redes e instalaciones, control de la desinfección del agua y toma de muestras para evaluar cloro residual, realizar la correcta lectura de medidores, efectuar los cálculos de producción mensual, ejecutar cortes, reposiciones y reparaciones menores, dar aviso oportuno a los dirigentes sobre fallas o problemas que pudieran presentarse en el sistema, repartir avisos de cobranza, citaciones a reuniones y colaborar en con la respectiva unidad asesora en labores de emergencias.

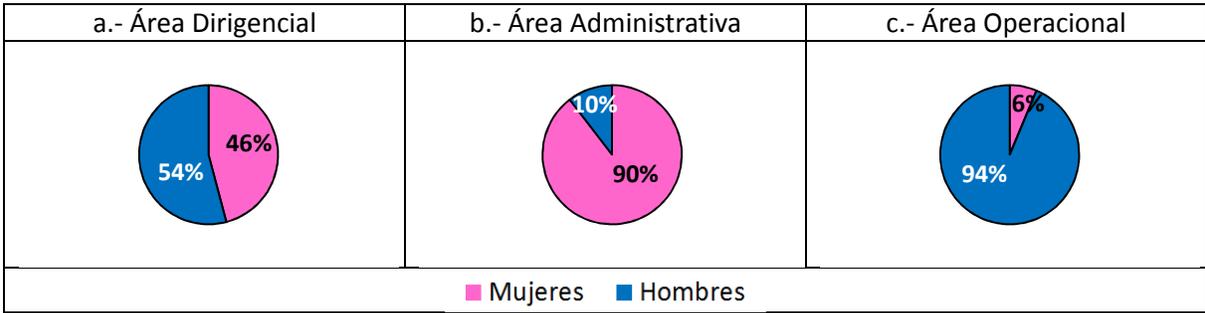
Conociendo los roles de quienes gestionan un servicio de Agua Potable Rural (APR), podemos mencionar que a nivel de la Región de Coquimbo se logró identificar un total de 952 personas vinculadas con la gestión del agua en zonas rurales (dirigentes, administrativos y operadores). De este total se han identificado 428 mujeres y 524 hombres que se encuentran ocupando algún puesto dentro del servicio de APR (Ver Gráfico NXXX). En este sentido se puede mencionar que la brecha para alcanzar un equilibrio de género es relativamente baja de acuerdo a los porcentajes de participación por género como se muestra en el gráfico N°XXX.

**Gráfico N°28:** Participación porcentual de género a nivel regional en servicios de APR. **Fuente:** elaboración Propia.



Sin embargo, si se desglosa la información anterior de acuerdo a los puestos de trabajo ocupados tanto por hombres y mujeres, acorde al área en donde se desempeñan (como muestra el gráfico N°X), encontramos que en el área dirigencial (a) existe una proporción más bien equilibrada entre géneros con una brecha de solo un 4%. De acuerdo al área administrativa (b) vemos que las mujeres lideran en un 90% los puestos de trabajo, por lo que la brecha en este sentido es de un 40%. Finalmente a nivel del área operacional (c) los hombres lideran en un 94% este puesto de trabajo, mientras que las mujeres solo representan un 6%; por lo que la brecha de género en esta área es de un 44%. Estas cifras comienzan a revelar una mayor desigualdad de géneros.

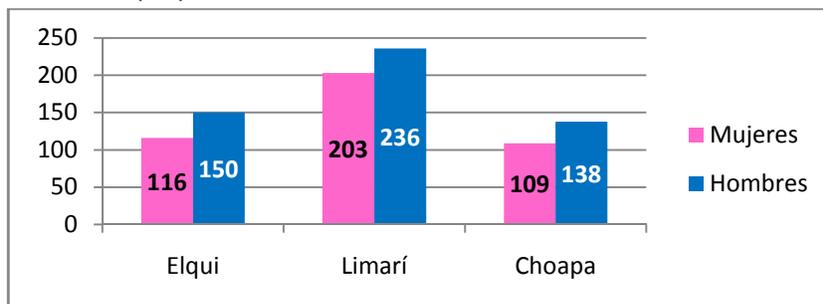
**Gráfico N°29:** Puestos de trabajo ocupados por género y área de desempeño a nivel regional. **Fuente:** elaboración Propia.



Es importante destacar que a nivel regional solo dos servicios de Agua Potable Rural presentan una dirigencia, administración y operación totalmente liderada por el género femenino. Estos servicios son los APR de Ramadilla (Comuna de Combarbalá) y Estación Recoleta (Comuna de Ovalle), los demás son liderados principalmente por el género masculino.

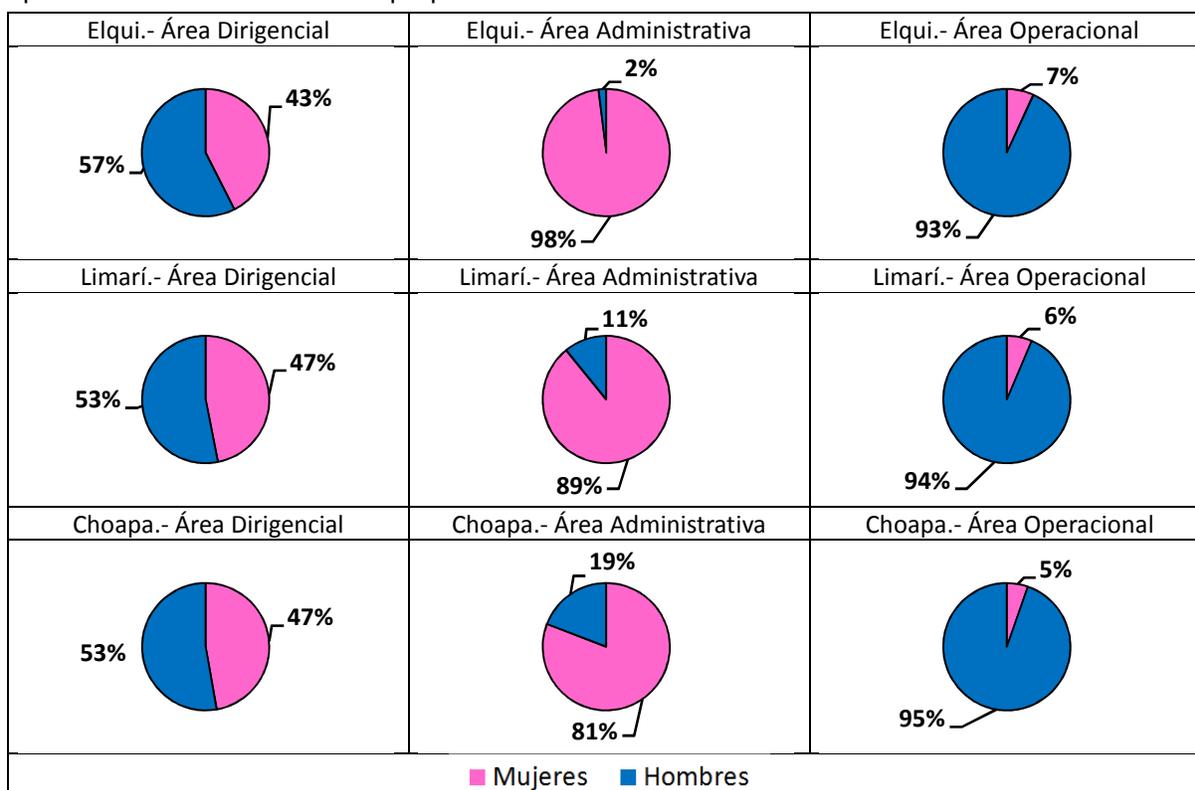
Si hacemos una comparación a nivel provincial se puede ver de acuerdo al gráfico N°XXX, que la participación y el rol que desempeñan las mujeres sigue siendo bajo con respecto al de los hombres. Las brechas para alcanzar la equidad de género a nivel provincial equivaldrían a 34, 33, y 29 puestos ocupados por mujeres en las Provincias de Elqui, Limarí y Choapa respectivamente.

**Gráfico N°30.** Comparación de la participación de género por provincias en servicios de APR. Fuente: Elaboración propia.



Desglosando la información a nivel provincial y por área desempeñada, podemos observar, que la menor brecha de género en el caso de las tres Provincias se da en el área dirigenal. Sin embargo, destacan la Provincia de Choapa que tiene la menor brecha de género en el área administrativa y la Provincia de Elqui que presenta la menor brecha en el área operativa (ver gráfico N° xxx).

**Gráfico N°31** Puestos de trabajo ocupados por género y área de desempeño a nivel provincial. Fuente: Elaboración propia.

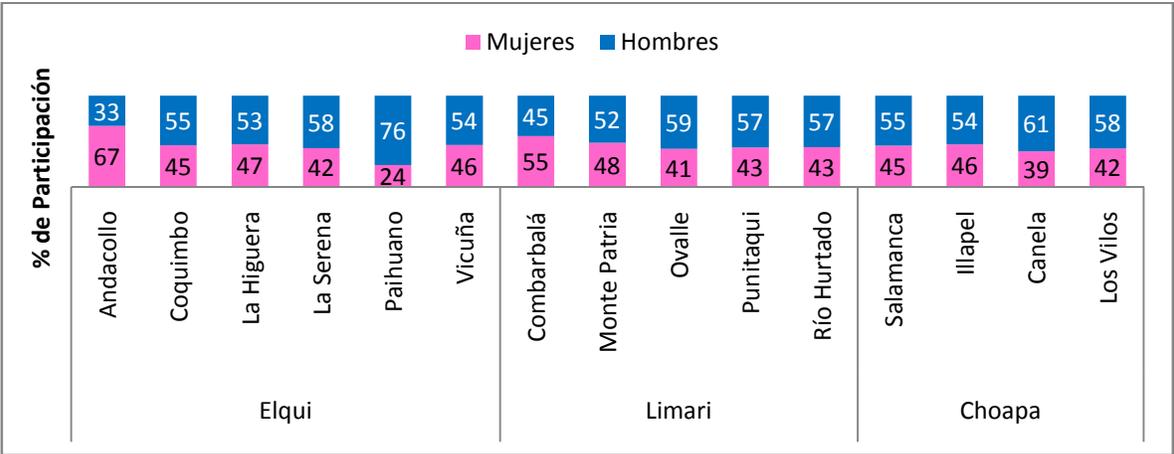


A nivel comunal la mayor cantidad de puestos ocupados por mujeres son las comunas de: Ovalle con 68 puestos y Monte patria con 57puestos. Mientras que las comunas con menor cantidad de puestos ocupados por mujeres son: Paihuano con 5 puestos y Andacollo con 2 puestos. Así mismo las comunas con mayor número de puestos ocupados por hombres son: Ovalle con 96 puestos y Monte patria con 61 puestos. Y la menor cantidad de puestos ocupados por hombres son: Paihuano y Punitaqui con 16 puestos respectivamente, y Andacollo con solo un puesto.

Para poder hacer comparable la equidad de género a nivel comunal se identificó la participación porcentual respecto al total de personas asociadas a los servicios de Agua Potable Rural por comuna (ver gráfica N°XXX). Dado esto, se puede destacar que solo dos comunas tienen una alta participación porcentual de puestos ocupados por mujeres, estas comunas son: Andacollo (67%) y Combarbalá (55%). Mientras que existen doce comunas presentan una alta participación porcentual de puestos ocupados por hombres, destacando la comuna de Paihuano (76%) y la comuna de Canela (61%).

Finalmente, las comunas que menor brecha presentan, en cuanto a equidad de género son: Monte Patria (2%), La Higuera (3%), e Illapel (4%). En contraste aquellas comunas que presentan la mayor brecha de equidad de género serían: Canela (11%), Andacollo (17%) yPaihuano (26%).

**Gráfico N°32** Participación respecto al total de personas asociadas a los servicios de APR por comuna.**Fuente:** Elaboración propia.



En este sentido el presente análisis deja de manifiesto que los datos a nivel global pueden esconder una realidad que muchas veces no es perceptible en la realidad y que plasman la necesidad de proponer como desafío la inclusión tanto de mujeres en puestos operativos como de hombres en puestos administrativos para poder lograr una mayor equidad de géneros y la inclusión equitativa de ellos buscando siempre la adecuada gestión del agua para la comunidad.

## **b. Nivel de escolaridad en los sistemas de APR**

El Gráfico N°33 muestra el nivel de escolaridad informado por los servicios agrupados por comuna, del estamento dirigencial (Presidente/a, Secretario/a y Tesorero/a).

En primera instancia, se observa en la región que un 34% de los dirigentes de los sistemas tiene un nivel de escolaridad de básica incompleta o básica completa. En el nivel siguiente, y donde se agrupa la mayor cantidad de casos, un 43,4% de los dirigentes presenta enseñanza media incompleta o completa, mientras que un 22% de los dirigentes tienen un nivel de escolaridad técnico o superior.

Los casos más desfavorables, se darían en comunas tales como Canela, Illapel, La Higuera y Combarbalá con un nivel de escolaridad básica incompleta algo más frecuente que en el resto de las comunas. Mientras que los casos más favorables se darían en comunas tales como Los Vilos, Coquimbo, La Serena, Punitaqui y Río Hurtado donde el nivel de formación superior aparece con mayor frecuencia.

El Gráfico N°34 muestra el nivel de escolaridad en el área administrativa de los sistemas de APR de la Región de Coquimbo agrupados por comuna. Se consideró en esta información el nivel de formación de Secretarías/os administrativas/os, como también la figura de Administrador(a), en los casos en que los servicios cuentan con ese cargo.

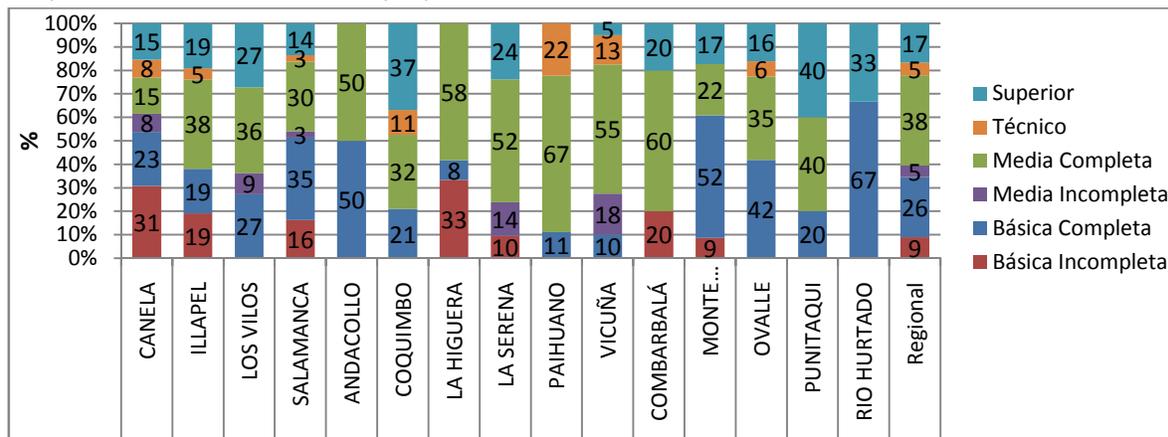
Un 12,6% de los funcionarios contarían con una formación básica incompleta o básica completa, situación mejorada en comparación con el estamento dirigencial. En cuanto al nivel educacional de enseñanza media incompleta o completa es donde se da la mayor frecuencia de casos con un 59% de los funcionarios, mientras que con el nivel técnico o superior se da un 28% de los casos.

A nivel comunal son puntuales los casos en que se observa un nivel de escolaridad sólo de enseñanza básica incompleta, presentándose esta situación en las comunas de Canela, Salamanca y Vicuña. Por su parte, las situaciones más favorables se darían en las comunas de Coquimbo, La Serena, Vicuña, Monte Patria y Punitaqui con mayores frecuencias en los niveles de escolaridad técnico y superior.

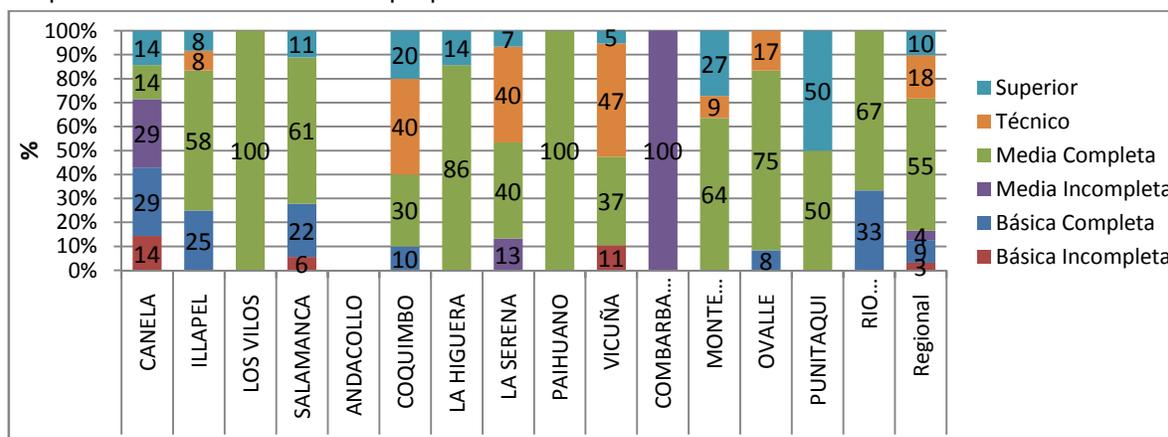
Finalmente, el gráfico N°35 muestra el nivel de escolaridad de los operadores de los sistemas de APR de la Región de Coquimbo.

En primer término, se observa que un 50% de los operadores presentan un nivel de escolaridad básica incompleta o básica completa, mientras que en el caso de la enseñanza media incompleta o completa el porcentaje de operadores es de 45%, y sólo un 5% tiene un nivel de escolaridad técnico o superior. A nivel comunal aparecen en situaciones más desfavorables las comunas de Canela, Illapel, Salamanca, y Río Hurtado con las mayores frecuencias en torno al nivel de escolaridad de enseñanza básica incompleta o completa.

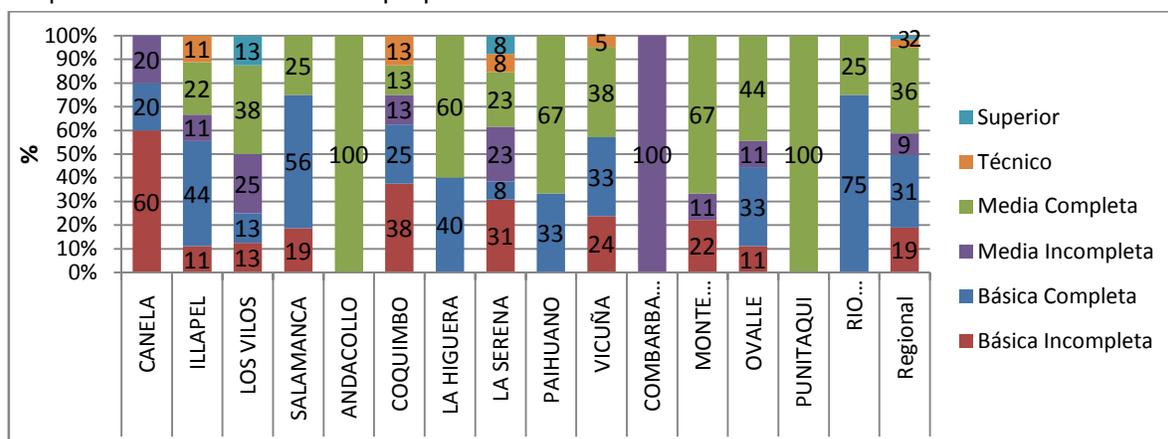
**Gráfico N°33.** Nivel de escolaridad en el área dirigenal de los sistemas de APR de la Región de Coquimbo. **Fuente:** Elaboración propia.



**Gráfico N°34.** Nivel de escolaridad en el área administrativa de los sistemas de APR de la Región de Coquimbo. **Fuente:** Elaboración propia.



**Gráfico N°35.** Nivel de escolaridad de los operadores de los sistemas de APR de la Región de Coquimbo. **Fuente:** Elaboración propia.



### c. Cultura del Agua.

A nivel general se puede observar que existe una desvinculación de las comunidades en relación con el servicio de agua potable rural. En este sentido se puede detallar que ningún comité o cooperativa de agua potable tiene incorporado acciones tendientes a involucrar en el quehacer diario a la comunidad a la que prestan servicio y de las cuales se espera un compromiso para el uso adecuado y beneficioso en conjunto.

Considerando que los servicios de agua potable rural después de la aplicación de la nueva ley, incorporaran el servicio de saneamiento, esto sin duda requiere que los clientes tengan claro los derechos y los deberes.

Es justamente en cuanto a los deberes donde muchas veces no se tiene claridad, respecto a esto se puede aclarar que:

Derechos de los clientes:

- Recibir la boleta de facturación en plazos acorde para posibilitar el pago de consumo.
- Recibir un comprobante de pago.
- Conocer el estado financiero del APR, cartera de proyectos, mejoramientos y otros.
- Ver representado los desafíos esperados en las gestiones de la directiva elegida.
- Recibir el suministro de agua potable de manera continua y con la calidad apropiada.
- Recibir una dotación que asegure el consumo mínimo por persona al día.
- Tener tarifas acordes a la realidad local y optar a subsidios.
- Entre otros

Deberes de los clientes:

- Permitir la medición o lectura de la micromedición de volúmenes mensuales
- Pagar oportunamente los volúmenes de agua facturados.
- Ser parte integral y activa de las comisiones fiscalizadoras.
- Participar en los procesos de elección de la directiva.
- Mantener la red de distribución de agua dentro de la propiedad en condiciones óptimas.
- Responsabilizarse en el uso adecuado y eficiente del agua.
- Priorizar el consumo de agua para la población humana antes que otros usos.
- Informarse de las tarifas de cargo fijo y variable.
- Conocer los componentes del proceso de potabilización del agua de su sistema APR.
- Entre otros.

### 6.3. Análisis FODA.

En este apartado se presentan, a través de la metodología FODA, los principales elementos identificados en cuanto al análisis interno y externo del grupo de los 185 servicios que están incluidos en el Programa APR de la Dirección de Obras Hidráulicas, tomando como base los resultados del diagnóstico realizado.

Cabe aclarar que el número de sistemas APR observados para los distintos componentes que entrega el FODA, en general no corresponden al total del universo de sistemas que forman parte del Programa Regional (185 sistemas); como ya se ha indicado anteriormente, no todos los servicios de APR cuentan con información completa o un sistema de información que permita hacer un análisis crítico más profundo respecto de su operación. Debido a lo anterior, en cada componente analizado se indica el número de la muestra, más el número y porcentaje de los sistemas que incluye la característica analizada.

De lo anterior se induce que el FODA que se presenta es fruto del análisis que se ha realizado a los sistemas APR en cuanto a la condición actual de infraestructura, gestión y características de cada uno de ellos.

#### 6.3.1. Fortalezas de los sistemas de APR.

Dentro de las principales fortalezas que presentan el conjunto de los sistemas de APR de la Región, destacan las siguientes:

F1. Existe un conjunto de sistemas con una adecuada capacidad de producción de agua potable e infraestructura acorde a sus necesidades. De un total de 93 sistemas con datos de producción analizados, 67 de estos (72% de los sistemas), presentan producciones que van sobre los 10,5 m<sup>3</sup>/arranque/mes. Ver Anexo 2, Tabla 2.4

Nota: 10,5 m<sup>3</sup>/arranque/mes corresponde al un valor mínimo calculado para un suministro adecuado de agua por arranque, según una dotación de 100 lt/habitante/día y considerando 3,5 personas por arranque.

F2. De un total de 91 sistemas analizados, en los cuales se verificó la capacidad de regulación de los sistemas a un 15% y 20% de la producción diaria, se establece que todos los sistemas analizados presentan y mantienen una capacidad de almacenamiento dentro del estándar de diseño propuesto por el Programa de APR. Una sola excepción se presentaría en el sistema de Pedregal (Comuna de Monte Patria) que se encontraría al límite de su capacidad de regulación al 20% pero dentro del estándar al 15%. Ver Anexo 2, Tabla 2.7

F3. En cuanto a los consumos mensuales promedio se observa que de 88 sistemas analizados, 58 servicios presentan consumos facturados por arranque por sobre los 9 m<sup>3</sup>/mes.

Nota: El programa de APR establece que el consumo debería fluctuar entre los 9 y 18m<sup>3</sup>/arranque/mes, entendiéndose que valores sobre los 9 m<sup>3</sup>, cumplen con los estándares de suministro requerido. Ver Anexo 2, Tabla 2.8

F4. En cuanto a los niveles de pérdida de los sistemas, existe un grupo de 53 servicios en el que las pérdidas van desde el 2% al 25%. Siendo este grupo de comités y cooperativas el que presenta la mayor eficiencia en la distribución de agua a los usuarios. Ver Anexo 2, Tabla 2.9

F5. Se observa un conjunto formado por 21 servicios (agrupados en el cuartil más favorable) con los menores costos en energía por m<sup>3</sup> de agua producido, con valores que van de los 1,5 a 56 \$/m<sup>3</sup>. En este grupo es donde el costo económico de producción de agua no se vería tan afectado por las tarifas eléctricas, principalmente debido a características propias de estos sistemas que los hace menos demandante de energía.

F6. La infraestructura del servicio que prestan los sistemas de APR que se encuentran bajo el programa de Agua Potable Rural de la DOH, es de calidad y financiada por el Estado, sin costo para la localidad beneficiada.

F7. Ligado a lo anterior, los proyectos de APR que se entregan a las localidades rurales, normalmente cumplen un estándar en el diseño de su infraestructura acorde con el establecido en el Programa de APR de la DOH, entre otros aspectos: fuente de agua segura, calidad del agua conforme a las normas sanitarias y una infraestructura que garantiza la entrega del servicio (agua potable) en forma constante (sin interrupción).

F8. Los Comités y Cooperativas de Agua Potable rural Tienen gran autonomía en sus decisiones y en su gestión en general, dado el hecho que su conformación y funcionamiento queda bajo el marco regulatorio de la Ley N° 19.418 sobre Juntas de Vecinos y Demás Organizaciones Comunitarias.

F9. Se constata la existencia de sistemas de APR con buena capacidad de gestión técnica y administrativa, lo que permite la entrega de un buen servicio, mantener reservas financieras para inversiones menores, mantenimiento, superar emergencias y contratar diversos servicios de apoyo (contabilidad, informática, apoyo de electromecánicos externos, análisis de agua, etc). Un grupo de 11 servicios, de mayor tamaño, cuenta también con un administrador calificado para las funciones propias de su cargo.

F10. Un grupo de 10 servicios cuenta con un sistema de gestión computacional, que les permitiría desarrollar una mejor gestión y operación del sistema en comparación con el resto de los Comités y Cooperativas que poseen una base de datos mínima (Ej. registro manual y/o hojas de cálculo).

F11. En cuanto a la competencia o duplicidad de servicios ofrecidos, se puede inferir que los

sistemas de APR son de carácter monopólico en cada localidad; por lo que en general no hay amenazas por competencia de otros entes que entreguen un servicio similar. Sin embargo, esto exige un compromiso significativo tanto en la gestión del sistema APR en si como de la localidad beneficiada, debido a los positivos impactos que genera este servicio a la comunidad rural.

### 6.3.2. Debilidades de los sistemas de APR.

Del conjunto de elementos que se presentan en el diagnóstico de la situación de los sistemas de APR de la Región, es posible obtener un listado de situaciones que actualmente no serían favorables para la operación y buen servicio entregado por estos sistemas. Entre estos aspectos, es posible mencionar los siguientes:

D1. Producción de Agua. Se observa una gran disparidad en cuanto a los volúmenes producidos por arranque en cada sistema. Sin embargo, en una situación más desfavorable se agrupan 26 sistemas con producciones por debajo de los 10,5 m<sup>3</sup>/arranque/mes. Los sistemas donde mayormente se presentarían este tipo de problemas se ubican en las comunas de La Higuera, Vicuña, Ovalle, Monte Patria, Punitaqui, Combarbalá, Canela y Salamanca. Ver Anexo 2, Tabla 2.4

D2. Fuente de Agua. Existen 59 comités y cooperativas que declaran presentar problemas en la fuente de agua. De estos APR, 36 sistemas presentan un suministro por debajo de los requerimientos normales de los sistemas; 16 servicios de APR muestran un déficit severo, situación en la que estos sistemas actualmente deben suplir sus déficits mediante el abastecimiento por camiones aljibe en su totalidad o en un porcentaje significativo.

D3. 7 sistemas que son abastecidos por Aguas del Valle manifiestan diferentes aspectos de disconformidad en la entrega del servicio. Por un lado, los APR de El Manzano y Las Cardas, el agua es entregada y cobrada por otro sistema APR, que cuenta con Convenio 52-Bis, lo que estimula desconfianzas en los volúmenes realmente recibidos. Los cinco restantes manifiestan recibir caudales menores a los acordados en los Convenios con Aguas del Valle, lo que perjudicaría directamente a los usuarios. No obstante lo anterior, habría que conseguir y revisar los convenios, pues es posible que éstos indiquen dotaciones de “hasta” cierto caudal, dependiendo de las disponibilidades reales del recurso.

D4. Existen sistemas de APR con niveles de consumo por debajo de los 9 m<sup>3</sup>/arranque/mes. En esta condición se encuentra un total de 30 sistemas, los que se ubican en las comunas de La Higuera, La Serena, Vicuña, Coquimbo, Rio Hurtado, Monte Patria, Ovalle, Punitaqui, Combarbalá y Salamanca.

El programa de APR establece que el consumo debería fluctuar entre los 9 y 18m<sup>3</sup>/arranque/mes, entendiéndose que valores sobre los 9 m<sup>3</sup>, cumplen con los estándares de suministro requerido.

Tal como en el caso de las estadísticas de producción, en este caso de las estadísticas de consumo,

cabe hacer notar que los consumos posiblemente se encuentran influenciados por el reciente episodio de sequía hidrológica que afectó a la Región de Coquimbo los últimos años, por lo que las cifras presentadas deben ser monitoreadas continuamente con el fin de seguir su evolución. Ver Anexo 2, Tabla 2.8

D5. Problemas de Energía. Existen 112 comités (61% del total regional) que manifiestan algún grado de disconformidad o de ocurrencia de problemas en los temas de suministro energético: Cortes de suministro ante ocurrencia de catástrofes naturales (tal es el caso de los fenómenos ocurridos durante el 2015, aluviones y terremoto en la Región de Coquimbo), cortes debido a la ocurrencia de accidentes en la ruta y otros, que afectan puntualmente y con relativa frecuencia a algunos sistemas; localidades rurales con una significativa variación en el voltaje suministrado (Problemas de asimetría).

D6. Se observa según, datos de la Unidad Técnica, para el año 2015, un total de 35 Visitas No Programadas, por parte de la Unidad Técnica de Aguas del Valle, debido a problemas de calidad de agua en algunos sistemas. Situaciones que evidencian la ocurrencia de eventos que inciden en una menor calidad del servicio para la población.

D7. 21 sistemas de APR presentan volúmenes de agua no facturada que superan el 30% y pueden llegar 67% en casos puntuales. Esto afecta la calidad de la entrega del servicio en esos casos, representando asimismo una pérdida económica por aguas no facturadas que podría contabilizarse según tabla N°10.

D8. En cuanto a los Derechos de Agua, existen 87 comités (47% del total) que a la fecha, no presentan su situación de Derechos de Agua regularizada. En donde 47 servicios se encuentran en proceso de trámite a fin de obtener los derechos correspondientes; y 20 servicios se encuentran en una situación de operación sin derechos regularizados y sin haber iniciado la tramitación de la solicitud correspondiente. Ver gráfico N°11.

D9. Respaldo a las fuentes de energía principal. De los 185 sistemas analizados pertenecientes al programa de APR de la DOH, un total de 157 comités (un 85%) se encuentran conectados a la red de energía y no poseen ningún sistema de apoyo o respaldo a la generación. Ver Anexo 2, Tabla 2.10

D10. Costo de la energía en la producción y distribución de agua. El costo promedio en energía calculado para los sistemas de APR es de 146,6 \$/m<sup>3</sup>. En el primer cuartil, que va desde los 1492,5 a 151,7 \$/m<sup>3</sup>, se encuentra un grupo de 20 sistemas que incluyen aquellos APR que cuentan con osmosis inversa en su operación (proceso altamente demandante de energía) y aquellos sistemas que presentan necesidades de impulsión a mayor distancia y de elevación de agua. Ver Anexo 2, Tabla 2.11

D11. Crecimiento de los sistemas APR y variación anual del número de arranques. 50 sistemas han registrado un crecimiento del orden del 1 al 100%, 28 sistemas de 100 a 200%, 13 sistemas de 300 a 400% 8 sistemas 400 a 500% y 20 sistemas sobre el 500%. Asimismo, se observa un incremento anual del orden de los 7,58 arranques por año. En el primer cuartil identificado (34 sistemas), se observan variaciones anuales del orden de 40 y más, hasta los 9,18 arranques por año.

D12. Falta de información y/o de ordenamiento de la información (registros), en un gran número de sistemas respecto de:

- Falta de ordenamiento y sistematización en la captura y proceso de datos en un gran número de sistemas respecto de: Información sobre cada uno de los parámetros de la operación (niveles estáticos y dinámicos, caudales producidos, monitoreo sobre calidad de aguas, etc).
- Falta de ordenamiento y sistematización de la información sobre las obras realizadas: Contar con respaldo histórico de las obras realizadas en los sistemas. Aunque no en todos los casos, en general, los sistemas APR no cuentan con una completa y ordenada información sobre las obras realizadas; desde la construcción (planos de la infraestructura general) hasta recepción del proyecto inicial. Situación similar ocurre con las obras de ampliación, o de mejoramiento o de conservación que se hayan realizado.
- Falta de bitácora u hoja de registros sobre eventos relevantes en la operación diaria de los sistemas.
- Emergencias: Caso similar ocurre con las emergencias o interrupción del servicio por roturas de la red de distribución; fallas en las bombas o cortes del servicio eléctrico, etc; es decir contar con una estadística de respaldo.

Aunque en algunos sistemas se aprecia un mayor esfuerzo en este sentido, no ocurre lo mismo en la mayor parte de los casos visitados.

D13. Sobredemanda estacional. 22 sistemas (12% del total), presentarían situaciones de sobredemanda estacional, especialmente en los meses más cálidos del año, debido al aumento de población flotante, principalmente temporeros y actividad turística (Comunas como Combarbalá, Punitaqui, Río Hurtado, Ovalle, Paihuano, Vicuña, La Serena, Coquimbo y la Higuera).

D14. Inexistencia en una gran mayoría de los casos de una plataforma o sistema de gestión de la información que vincule aspectos claves de la operación, administración, tareas de prevención y además gestión de emergencias de estos servicios.

D15. Nivel de escolaridad en los sistemas de APR de la Región. Los sistemas de Agua Potable Rural cuentan con un personal directivo, administrativo y operativo con un bajo nivel de escolaridad; considerando sólo el nivel técnico o superior se presenta un 22% de los directivos en este nivel educacional; un 28% en el caso administrativo, y sólo un 5% en el área operativa.

### 6.3.3. Oportunidades de los sistemas de APR.

Dentro de los principales elementos que conforman las oportunidades que el entorno presenta para el conjunto de los sistemas de APR de la Región, destacan las siguientes:

O1. Los sistemas APR cuentan con el apoyo fuertemente subsidiado por Estado, principalmente a través del Programa Agua Potable Rural en los siguientes aspectos:

- Diseño, construcción y entrega de la infraestructura inicial del sistema.
- Financiamiento para obras de mejoramiento, ampliación y conservación de infraestructura de los sistemas.
- Apoyo técnico y administrativo a los APR, a través de la Unidad Técnica de Aguas del Valle, que es financiado por el Programa APR de la DOH Regional.
- El permanente apoyo estatal ha hecho posible que la cobertura del programa de APR se ha extendido a localidades semiconcentradas y dispersas.

O2. Existencia de otras instituciones donde los servicios pueden recurrir para solicitar apoyo para superar falencias, emergencias que se presentes, o subsidios: Municipalidades y ONEMI (camiones aljibe), Subdere (proyectos de mejoramiento, ampliación y conservación de infraestructura de los sistemas).

- Existencia de un número importante de localidades rurales que cuenta con sistemas de APR y que con una mejor interacción de sus comités, la población rural de estas localidades podrían ver mejorados los servicios de agua potable que actualmente reciben.
- Acceso a subsidios por consumo de agua potable en sistemas APR, para familias de escasos recursos, entregados a través de las municipalidades.

O3. Nuevo proyecto de Ley que viene a regular los Servicios Sanitarios Rurales, que en la actualidad se discute en el Congreso.

- Permitirá mejorar la institucionalidad del programa y los sistemas de Agua Potable Rural (se creará la Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales-SSSR).
- Habrá un fortalecimiento institucional al interior de la DOH (funciones, personal y mayor eficiencia en lo presupuestario).
- Permitirá mejorar aquellos aspectos relacionados con el funcionamiento de los servicios sanitarios rurales y de las organizaciones responsables de ellos.
- Principalmente se orientará a regular en mejor forma los aspectos técnicos, normativos, tarifarios, formas de gestión, etc, tanto para el agua potable como para el saneamiento; este último actualmente fuera del ámbito de la responsabilidad del Programa de APR de la DOH.
- Se consideran mecanismos participativos que mejorarían la interacción entre los Comités, sus organizaciones y las instituciones del sector público.

O4. Actualmente, se encuentra en pleno funcionamiento la asociación de APR de Limarí y la consolidación de la asociación de la Provincia de Elqui muestra un avance interesante. Contar con una organización regional que agrupe los APR, basada en organizaciones provinciales, puede contribuir a mejorar el intercambio de experiencias, la gestión de los sistemas y permitir una mejor canalización de sus demandas.

#### 6.3.4. Amenazas sobre los sistemas de APR.

A1. Demanda creciente por el recurso hídrico. Junto con la reducción de la oferta de agua a nivel regional, debido a la extrema y extensa sequía registrada recientemente, los diferentes sectores de la economía se reacomodan y continúan su desarrollo, así como también el crecimiento de las principales ciudades, todos demandando y compitiendo por agua para su desarrollo. Los sistemas APR, que deben surtir del agua potable necesaria para las localidades rurales, se insertan en este medio donde la demanda por agua supera en forma permanente la oferta que ofrece el medio (Ver figura 1). Como ejemplo, podemos mencionar algunos sectores donde se han visto mayormente afectados, como la comuna de La Higuera, la cuenca de Quilimarí, Huatulame, Combarbalá, entre otros.

**Figura 1.** Mapa de Sobreexplotación Regiones



**Fuente:** Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012 - 2025.

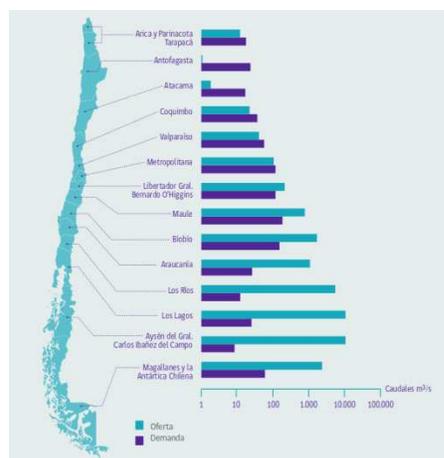
**Figura 2.** Balance hídrico regional actual y futuro (m<sup>3</sup>/s).

Región	Demanda Actual	Oferta Actual	Balance Actual	Demanda 15 años	Oferta 15 Años	Balance 15 Años
XV-I	16,7	11,9	-7,4	26,3	11,9	-17,0
II	23,0	0,9	-22	34,8	0,9	-33,8
III	16,7	1,9	-14,8	22,4	1,9	-20,5
IV	35,0	22,2	-12,8	41,8	21,1	-20,7
V	55,5	40,7	-27,4	64,2	36,6	-38,7
RM	116,3	103,0	-35,6	124,9	92,7	-51,4
VI	113,5	205,0	38,7	119,1	184,5	18,7
VII	177,1	767,0	442,5	184,5	690,3	383,6
VIII	148,0	1.638,0	1.249,1	246,0	1.474,2	1.033,3
IX	25,5	1.041,0	767,3	38,3	936,9	675,4
XIV-X	12,0	5.155,0	3.905,8	17,9	4.639,5	3.508,1
XI	24,9	10.134,0	8.284,9	27	10.134,0	8.282,9
XII	8,4	10.124,0	8.394,6	15,7	10.124,0	8.387,2
<b>Total País</b>	<b>772,6</b>	<b>29.244,6</b>	<b>22.962,7</b>	<b>962,8</b>	<b>28.348,5</b>	<b>22.107,1</b>

**Fuente:** DGA, 2011. Modernización del mercado de aguas en Chile.

A2. Aumento de demanda estacional. Aumento creciente de la población flotante por actividades turísticas y agrícolas que someten a los sistemas de APR a demandas que superan su capacidad instalada. Cabe recordar que los APR se diseñan conforme a una población acotada y que reside en forma permanente en el lugar de cada proyecto. Las localidades más afectadas son las costeras con interés turístico, como es el caso de Punta de Choros, o del interior como el sector medio y precordillerano del valle del Elqui (Gabriela Mistral, Pan de Azúcar, Paihuano, Pisco Elqui, por ejemplo); sector bajo del valle de Quilimarí (Quilimarí, Guangualí). En el sector interior de todos los valles durante la temporada de cosechas, con la llegada de trabajadores temporeros y que al instalarse en localidades pequeñas dificultan la normal operación de los sistemas APR, preferentemente en las comunas de Combarbalá, Punitaqui, Río Hurtado, Ovalle, Paihuano, Vicuña, La Serena, Coquimbo y la Higuera.

**Figura 3.** Demanda y oferta de agua por regiones.



**Fuente:** Ministerio del Medio Ambiente, 2011. Informe del estado del medioambiente.

A3. Sistemas de APR en Áreas con Declaración de Agotamiento de Recursos Hídricos Superficiales. 158 sistemas de APR se encuentran en estas áreas (área del Río Elqui y sus afluentes, área del Río Limarí y sus afluentes; o área del Río Choapa y sus Afluentes).

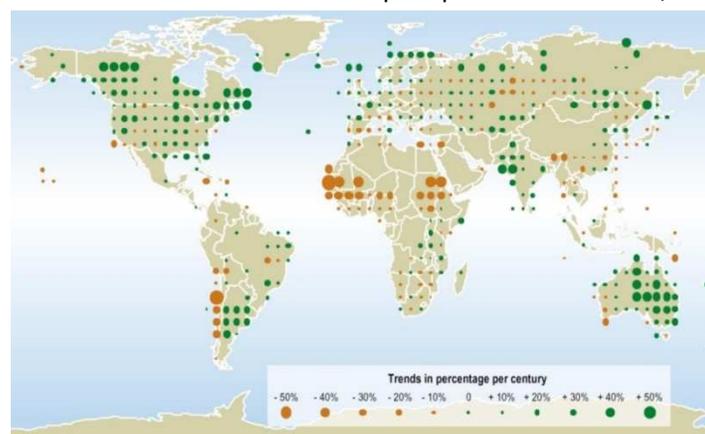
A4. Sistemas de APR en Áreas de restricción de Recursos Hídricos Subterráneos. 94 sistemas (51% del total) se encuentran emplazados en un área de restricción, 33 sistemas para la provincia de Elqui, 27 sistemas para el Limarí, y 34 sistemas en la provincia de Choapa.

A5. Por su parte se espera que una consecuencia del aumento de las actividades productivas y de uso de los recursos hídricos en las áreas objetivo del estudio en la Región, sea no sólo una mayor competencia por los recursos hídricos, sino que además, se espera un paulatino empeoramiento de la calidad del agua en las fuentes. Esto sucedería tanto por los potenciales efectos de fuentes puntuales o difusas de contaminación, como también un aumento de las concentraciones de los parámetros incluidos en la norma NCh409 por efectos del abatimiento del nivel freático y disminución del volumen de agua almacenado en los acuíferos y reservorios.

A6. Cambio climático: Existe una incertidumbre creciente en torno a los recursos hídricos, debido a la persistente disminución de la disponibilidad segura de agua desde las fuentes que abastecen los sistemas: disminución de las precipitaciones, (sequías más frecuentes y extensas), lluvias torrenciales cortas y más agresivas que afectan la infraestructura (aluviones).

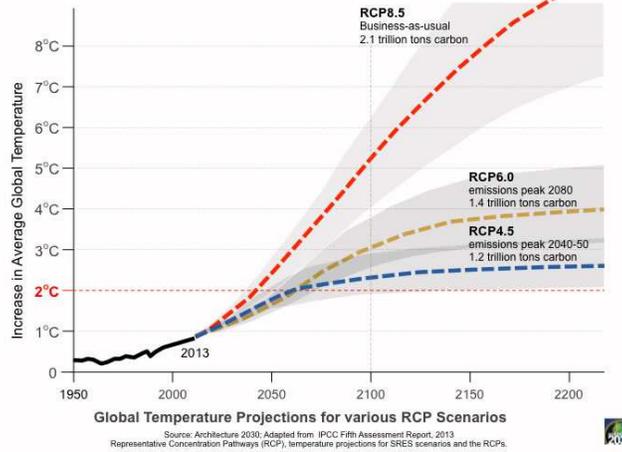
Según la información disponible, para la Región de Coquimbo las precipitaciones en general continuarán con una tendencia negativa y, por otro lado, las temperaturas promedio continuarán paulatinamente en alza, esto último influyendo negativamente en los glaciares, y la disponibilidad de agua en general.

**Figura 4.** Tendencia de variación de las precipitaciones anuales, 1902-2000.



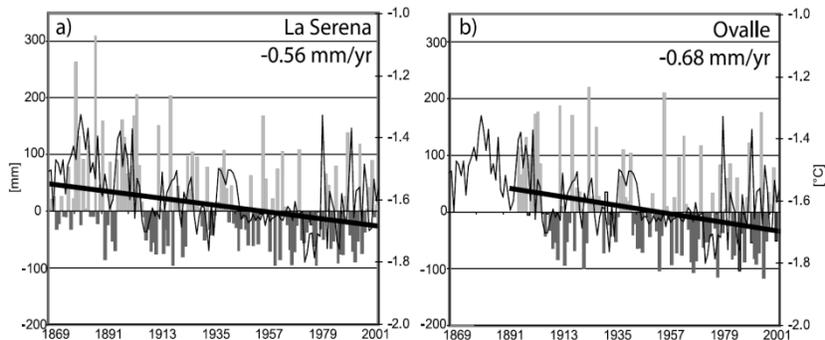
**Fuente:** IPCC, 2001. Intergovernmental Panel on Climate Change.

**Figura 5.** Proyección de la temperatura global en distintos escenarios.



**Fuente:** IPPC, 2013.

**Figura 6.** Tendencia de las precipitaciones anuales en La Serena y Ovalle. Incluye variaciones del fenómeno ENSO.



**Fuente:** René Garreaud – Dpto de Geofísica, U de Chile. Cambio climático global: Bases físicas e impactos en Chile.

**Figura 7.** Retroceso de glaciares zona norte de Chile.



**Fuente:** La huella del carbono en el frío andino: efecto del cambio climático sobre los glaciares del norte chico, Chile. Dr. Christopher Kinnard – CEAZA.

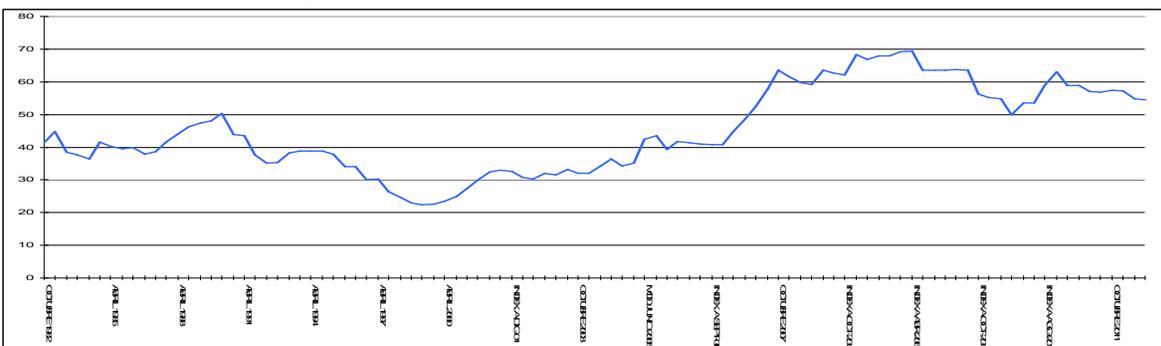
A7. Costo de la energía. La electricidad rural es un servicio que, a juicio de un porcentaje importante de los APR de la región, no contribuye al cumplimiento de los objetivos que debe dar un buen servicio de agua potable en el sector rural. Se trata de un servicio caro, que consume gran parte de los costos de operación y con fallas importantes en su entrega, como son las variaciones de voltaje que afectan los equipos e interrupción (fallas) relativamente frecuentes en la entrega del servicio. Los horarios punta a menudo se constituyen en un problema serio en la gestión de los sistemas.

Según el informe “Comparación de Precios de Electricidad en Chile y países de la OCDE” y el Informe sobre la evolución de los precios de la generación eléctrica en Chile (Disponibles en: <http://bcn.cl/13vae>.) la industria y los hogares en Chile y en el promedio ponderado para la OCDE, para el período 2006 – 2011, se observa cómo ambos precios han seguido una tendencia ascendente, pero más marcada en Chile, principalmente entre 2006 y 2008.

Para la industria, comenzando el período con precios similares en torno a los 90 US\$/MWh, en el año 2010 los precios en Chile aumentaron a 151,5 US\$/MWh mientras que para el conjunto de la OCDE aumentaron hasta los 110,8 US\$/MWh (ver Figura 8). Esta situación indudablemente puede aportar una incertidumbre respecto al ítem energía dentro de los sistemas APR en general y para aquellos más pequeños y/o vulnerables en particular. Ya en el 2011 los precios de la electricidad para la industria en Chile fueron de 154 US\$/MWh. Esto sitúa al país como el sexto con precios más altos del conjunto de los 34 miembros de la OCDE, y en torno a 40 US\$ por encima del promedio ponderado de la OCDE. Respecto de los principales países de América Latina, según los datos de 2008, Chile fue el país con los precios de la electricidad más altos de la Región, tanto para la industria como para los hogares.

Respecto a la evolución comparada de los precios de la electricidad para la industria y los hogares en Chile y el promedio ponderado para la OCDE, para el período 2006 – 2011, se observa cómo ambos precios han seguido una tendencia ascendente, pero más marcada en Chile, principalmente entre 2006 y 2008.

**Figura 8. Precio monómico del SIC 1982-2012 (\$/KWh)\*.**



\*Valores expresados en pesos constantes de mayo de 2012, deflactados según la variación de la UF. Fuente: Comisión Nacional de Energía.

A8. Riesgo de daños o pérdidas de equipos e infraestructura. Existencia de riesgo de daño y sustracción de equipos dentro de las instalaciones de oficinas y de la infraestructura en general de los sistemas de Agua Potable Rural (paneles solares, generadores, material de oficina, insumos) al encontrarse estos elementos frecuentemente en lugares apartados y expuestos.

#### 6.4. Desarrollo de Estrategias para Comités de Agua Potable Rural.

##### 6.4.1. Estrategias de Reorientación.

La propuesta de estrategias que respondan tanto a las debilidades como a las oportunidades (estrategias mini-maxi), pueden agruparse a través de 4 líneas principales, conforme a las Oportunidades identificadas en el FODA, a saber:

- **DO1.-** Proyectos que la DOH identifique e incorpore al sistema de evaluación, priorización, y financiamiento dentro del Programa APR. Aquí estarán incluidas aquellas iniciativas sobre mejoramiento, ampliación y conservación de infraestructura.
- **DO2.-** Acciones que se enmarquen dentro del Contrato DOH-Aguas del Valle, para que la Unidad Técnica de ésta última cubra el requerimiento identificado, o bien, como actividad No Programada para ser financiada por la DOH fuera del Contrato Anual acordado. También se incluyen gestiones respecto al Convenio 52-Bis
- **DO3.-** Debilidades (Demandas) que podrían ser canalizadas a través de las organizaciones sociales que agrupan a los APR o que colaboran con ellos.
- **DO4.-** Nuevo Proyecto de Ley que regula los Servicios Sanitarios Rurales: Dentro de éstas estarían aquellas que relacionadas con áreas que actualmente no contempla el Programa APR y que se han incluido dentro de la nueva ley, Ej: el saneamiento. Hoy tema parcialmente cubierto por la Subdere (solo financiamiento del proyecto) y las municipalidades (operación).

Teniendo en consideración las Oportunidades que el proyecto ha identificado, se incorporan a cada una de ellas las debilidades a las cuales podría incorporar y definir propuestas de solución a los problemas identificados:

**DO1.- Debilidades que pueden transformarse en Propuestas de Proyectos, que la DOH identifique e incorpore al sistema de evaluación, priorización, y financiamiento dentro del Programa APR. Aquí estarán incluidas aquellas iniciativas sobre mejoramiento, ampliación y conservación de infraestructura de los siguientes grupos de sistemas:**

**DO1.1.- Problemas en la fuente (agua subterránea).**

**Se propone reforzar el desarrollo de proyectos sobre: Estudios hidrogeológicos, Cambios de ubicación de los pozos, etc.**

- 36 APR (19% del total regional) presentan un déficit de producción de los pozos. 17 sistemas (9% del total regional) muestran un déficit severo de producción, debiéndolo suplir, total o parcialmente, mediante camiones aljibe.

#### **DO1.2.- Baja Producción de Agua y Bajos consumos por Arranque.**

**Se propone un estudio más acabado por parte de la DOH, que explique esta situación.**

- Aunque se observa una gran disparidad en cuanto a los volúmenes producidos (o entregados) por arranque a nivel regional, en una situación más desfavorable se agrupan 26 sistemas con producciones por debajo de los 10,5 m<sup>3</sup>/arranque/mes (situaciones por debajo de los recomendado por el programa de APR).

#### **DO1.3.- Bajos Niveles de Consumo en un segmento de los Sistemas.**

**Se propone un estudio más acabado por parte de la DOH, que explique esta situación.**

- Como ya ha sido expuesto, en cuanto al consumo por arranque se identifican 30 sistemas con niveles de consumo por debajo de los 9 m<sup>3</sup>/arranque/mes. (Causas posibles: medidores defectuosos, casas vacías; energía eléctrica muy cara; alternativas desde otras fuentes).

#### **DO1.5.- Problemas de Energía.**

**Se propone el desarrollo de un programa de Auditorías energéticas en los sistemas con mayores costos de energía y realización de estudios que respondan a causas posibles de solucionar (cambios de equipos por otros más eficientes; generadores v/s horas punta; variaciones de voltaje; incorporación de fuentes de respaldo).**

- 112 comités (61% del total regional) manifiestan diferentes grados de disconformidad/problemas de suministro energético: Cortes por catástrofes naturales; cortes por accidentes en la ruta y otros; significativa variación del voltaje suministrado (problemas de asimetría); tarifas de horas punta.

#### **DO1.6.- Derechos de agua no regularizados.**

**Se propone a la DOH reforzar las acciones pertinentes que llevan a cabo los servicios para obtener la regularización de derechos de agua ante la DGA y la inscripción en el Conservador correspondiente.**

- Existen 87 sistemas (47% del total) que no cuentan con sus Derechos de Aguas regularizados, de los cuales 47 sistemas están actualmente en trámite y 20 aún no ingresan al proceso de inscripción.

**DO1.7.- Respaldo a las fuentes de energía principal.**

**Se propone a la DOH realizar un estudio por grupos de caso sobre la conveniencia de contar con sistemas de apoyo de generación eléctrica.**

- Un total de 157 comités (85% del total) no cuentan con equipos/sistemas de apoyo para la generación de electricidad. Se podría evaluar por tipos de caso: tarifas de horas punta v/s generador portátil, porcentaje de fallas, nivel de ahorro de los APR/solvencia, entre otros)

**DO1.8.- Costos de energía en la producción y distribución de agua.**

**Se propone a la DOH analizar posibles soluciones para paliar esta dificultad.**

- El costo promedio por energía en la producción y distribución se ubica en \$128,4/m<sup>3</sup>; sin embargo el valor del metro cúbico del primer cuartil fluctúa entre los \$145,5 y los \$1.493. Algunas causas son: sistemas con osmosis inversa, o mayor distancia o mayores alturas entre la fuente y la localidad.

**DO1.9.- Crecimiento de los sistemas APR. Solicitar a la DOH un análisis más exhaustivo sobre aquellos sectores/territorios que están experimentando mayor crecimiento en términos de arranques y de la población.**

- De acuerdo a la variación del número de arranques se ha estimado una tasa de crecimiento constante para 133 sistemas de un total de 185, en donde el grupo de mayor variación ha crecido entre un 6,7 a un 56,7%. A nivel general la tasa promedio de variación constante es de un 5,7% anual.

**DO1.10 Falta de información y/o de ordenamiento de la información (registros), en los sistemas APR, respecto de las obras realizadas, emergencias e información en general relacionada con la gestión de los sistemas.**

**Propuesta: Se propone a la DOH, para que en conjunto con la Unidad Técnica de Aguas del Valle, diseñen un plan de trabajo conjunto para estimular a los APR de la Región a incorporar sistemas de información eficientes que redunden en una mejor gestión de los servicios.**

**DO1.11.- Sobredemanda en período estival. Proponer a la DOH un estudio del problema de sobredemanda que manifiestan los APR, para realizar estudios específicos y priorización de posibles soluciones.**

- Existe un total de 22 sistemas con problemas de sobredemanda estacional durante el período estival debido a aumento de población flotante (temporeros y/o vacaciones: ocupación plena de casas y turismo).

**DO2.-** Acciones que se enmarquen dentro del Contrato DOH-Aguas del Valle, para que la Unidad Técnica de ésta última cubra el requerimiento identificado, o bien, como actividad No Programada para ser financiada por la DOH fuera del Contrato Anual acordado. También se incluyen gestiones respecto al Convenio 52-Bis

**DO2.1.- Problemas en la entrega de dotaciones adecuadas/convenidas dentro del Convenio 52-Bis:** 7 sistemas (4% del total regional) manifiestan recibir caudales menores a las dotaciones acordadas por contrato.

**Propuesta: Apoyo de la DOH para revisión de contratos y gestiones ante Aguas del Valle para transparentar información con los sistemas supuestamente afectados.**

**DO2.2.- Calidad del Agua. Se propone recabar información de la U. Técnica de Aguas del Valle y de la Seremi de Salud, para analizar acciones a seguir en los APR con problemas de calidad de agua (Capacitaciones a operadores, posibles mejoras de infraestructura ej: plantas de OI).**

- La U. Técnica informó que solo en el 2015 se realizaron 35 visitas No Programadas por problemas de calidad de agua de los sistemas. De la Seremi de Salud no fue posible recibir información al no estar esta sistematizada en un sistema informático de gestión de información.

**DO2.3.- Altas Pérdidas de agua potable en los sistemas. Se propone solicitar a la U. Técnica de Aguas del Valle realizar un diagnóstico de las causas de las pérdidas en el cuartil que presenta los valores más altos (12 sistemas).**

- El promedio de pérdidas en los sistemas de la Región bordea el 24,1%; sin embargo el cuartil peor evaluado (12 sistemas) registra pérdidas que van entre el 29,4% y el 54%, elevando costos de operación y afectando la disponibilidad en la fuente.

**DO2.4.- Tarifas para usuarios de los sistemas APR. Proponer a la DOH que solicite a la U. Técnica de Aguas del Valle que, dentro de las actividades de visitas Programadas, incluya una revisión de las tarifas que realmente aplican los APR a fin de tener un diagnóstico sobre la materia.**

- CAZALAC, en las visitas realizadas, pudo constatar que no todas los sistemas adoptan las tarifas sugeridas por la U. Técnica; por no ser el objetivo del proyecto no se analizó este punto en profundidad, pero podría ameritar un análisis más detallado.

#### 6.4.2. Estrategias Maxi-Maxi o Estrategias Ofensivas (Fortalezas – Oportunidades).

En este segmento [FO max-max], las estrategias que se proponen en este grupo tienen como referencia las Fortalezas identificadas, que se agrupan en 2 líneas principales, y que, vinculadas con las Oportunidades destacadas en el FODA, podrían contribuir a mejorar el nivel de gestión y eficiencia dentro del universo general de los APR de la Región, a saber:

##### **FO1.- Existencia de grupos de sistemas que muestran importantes fortalezas en diferentes áreas de la gestión de los APR:**

En este segmento [FO max-max], las estrategias que se proponen en este grupo tienen como referencia las Fortalezas identificadas, que se agrupan en 2 líneas principales, y que, vinculadas con las Oportunidades destacadas en el FODA, podrían contribuir a mejorar el nivel de gestión y eficiencia dentro del universo general de los APR de la Región, a saber:

##### **FO1.- Existencia de grupos de sistemas que muestran importantes fortalezas en diferentes áreas de la gestión de los APR:**

Se propone que la DOH elabore un Plan/Programa de intercambio entre APRs más débiles con aquellos que muestran fortalezas en aspectos concretos, y que demuestren en forma práctica el cómo superar sus dificultades para mejorar su gestión.

- Destacan entre los sistemas que conforman el programa de APR, servicios que poseen mayor niveles de producción, mayor volúmenes almacenados, mayor disponibilidad de agua por arranque, mayor eficiencia en la distribución, servicios con herramientas computacionales en la gestión, servicios con mayores capacidades humanas a nivel directiva, administrativo y operativo.

##### **FO2.- Existencia de organizaciones que agrupan a APRs en Elqui y Limarí (Asociaciones Gremiales).**

Se propone incorporar a estas organizaciones como apoyo a posibles iniciativas de intercambio de experiencias (capacitación horizontal)

### 6.4.3. Otras necesidades o propuestas para desarrollar por la DOH.

- i) **Mejoramiento/implementación de los sistemas de registros y gestión de información en la operación de los sistemas.**

En las áreas de: Producción de agua; distribución; plantas de osmosis inversa y de filtros.

- ii) **Mejoramiento/implementación de un sistema de monitoreo de datos de calidad**

En: Fuentes de pozos adyacentes y en las redes de distribución.

- iii) **Contar con un sistema estandarizado para evaluar la sustentabilidad de los sistemas.**

Resultado esperado: Contar con una herramienta (plataforma de gestión), que apoye la gestión y valúe esta (con indicadores) desde el punto de vista económico, técnico, gestión administrativa y dirigencial, para cada APR.

**Nota:** La U Técnica manifestó contar con algo similar, pero no fue posible acceder a esta información.

## 7. Conclusiones.

Dentro de las conclusiones que surgen luego del trabajo desarrollado en la Etapa 2 del presente estudio y sus resultados parciales, es posible concluir sobre algunos aspectos relevantes que tienen relación con:

Se manifiesta una gran heterogeneidad en los comités y cooperativas de Agua Potable Rural de la Región, en especial en lo que dice relación con la infraestructura de producción de agua, almacenamiento, distribución, calidad y fuentes de energía, entre otros; además del área organizacional y de gestión de los servicios.

Como elementos que alimentan el análisis FODA desarrollado, y dentro de la gran heterogeneidad en los sistemas regionales, es posible identificar para grupos particulares de APRs, dependiendo de los componentes que se analice, debilidades significativas en variables tales como:

- Bajos niveles de producción de agua de los servicios de APR, debido a déficit en las fuentes de agua, altos costos de producción (ej. Costo de Energía), problemas de infraestructura, entre otros.
- Bajos niveles de consumo en algunos sistemas, provocado principalmente por bajas capacidades de producción de estos, más en algunos casos altas tarifas, variación negativa de la población y baja capacidad de autogestión del servicio APR.
- Bajas capacidades de la infraestructura de almacenamiento, lo que genera una limitante física en el abastecimiento adecuado de los arranques adscritos a los sistemas de APR y en eventos de emergencias.
- Problemas del suministro energético y un significativo número de APRs sin un sistema de respaldo de energía.
- Problemas puntuales de calidad de agua e inexistencia de un seguimiento a la calidad de esta por parte de los servicios, además de la inexistencia de un programa institucional de monitoreo y vigilancia de la evolución de los principales parámetros que contempla la normativa.
- Grupos de APR con significativas pérdidas en sus sistemas de impulsión y distribución.
- Grupo de sistemas sometidos a altas tasas de crecimiento de la población abastecida, que presiona la infraestructura y operación de estos servicios, que muchas veces no cuentan con una mantención constante en el tiempo.
- Sistemas que no poseen derechos de agua regularizados.
- Sistemas que no cuentan con resolución sanitaria y operan al margen de la normativa.
- Bajo nivel de escolaridad tanto del personal directivo, administrativo y de operación, sumado a capacitaciones que no se ajustan a las necesidades particulares de los sistemas de agua potable rural.

Por su parte dentro de las principales fortalezas identificadas para los sistemas es posible mencionar:

- Existencia de un grupo de sistemas con una adecuada capacidad de producción de agua potable e infraestructura acorde a sus necesidades.
- Identificación de un conjunto de sistemas con mayores capacidades de almacenamiento.
- Existencia de un grupo de sistemas con bajos costos energéticos en la producción de agua.
- En general para los sistemas, la infraestructura que se proyecta y ejecuta es de calidad y financiada por el Estado.
- Los sistemas de APR tienen gran autonomía en sus decisiones y en su gestión.
- Existen sistemas con buena capacidad de gestión técnica y administrativa, los que además cuentan con personal administrativo, técnico en forma estable y con experiencia.
- Existe un conjunto de APRs que cuenta con un sistema de gestión computacional, que les permitiría desarrollar una mejor gestión y operación del sistema en comparación con el resto de los Comités y Cooperativas que poseen una base de datos mínima.

Dentro de las principales oportunidades que tiene el conjunto de sistemas de APR de la región, están aquellas que tienen relación con: Apoyo al programa de APR fuertemente subsidiado por Estado (Diseño y construcción de la infraestructura; Financiamiento para obras de mejoramiento, Apoyo técnico y administrativo a los APR); Existencia de otras instituciones donde pueden recurrir para solicitar apoyo para superar falencias o emergencias (Municipalidades y ONEMI, Subdere.); Nuevo Proyecto de Ley, actualmente en el Congreso Nacional, que regula los Servicios Sanitarios Rurales. Creación de organismos representativos a nivel provincial (Caso de la Provincia del Limarí) con potencial replica en las demás provincias.

Finalmente, dentro de las principales amenazas que es posible identificar para los sistemas, están las que dicen relación con: Demanda creciente por el recurso hídrico, Aumento de demanda estacional, Incertidumbre por el Cambio Climático, aumento del costo de la energía y riesgo de daños o pérdidas de equipos e infraestructura.

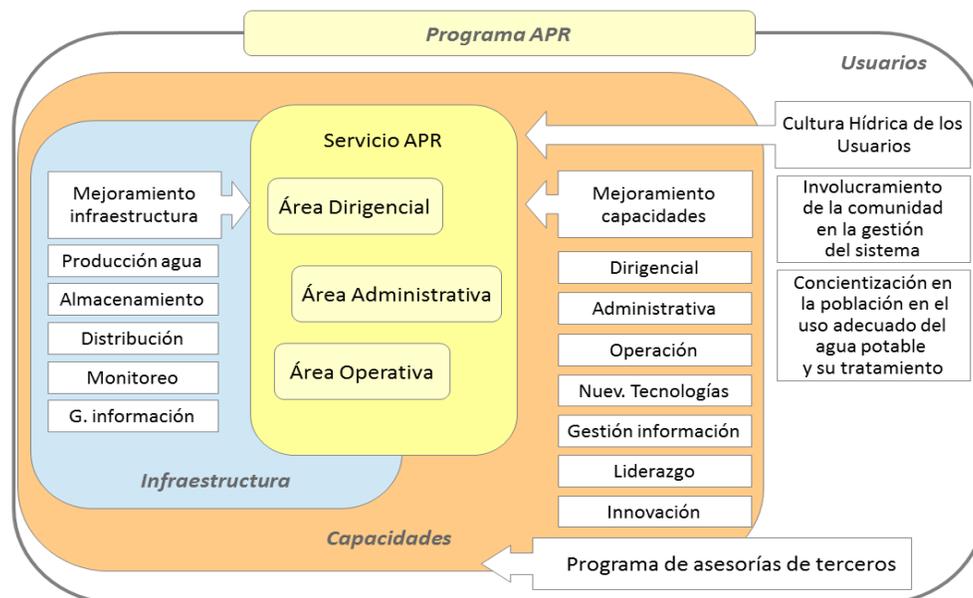


## **CAPITULO N°3**

**SOLUCIONES INNOVADORAS Y DE  
BAJO COSTO PARA COMITÉS Y  
COOPERATIVAS DE AGUA POTABLE  
RURAL.**

## 8. Componentes para una Correcta Intervención en Sistemas de APR.

De acuerdo al diagnóstico regional de los Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural, se ha podido establecer una visión consensuada de aquellos componentes que forman parte esencial de los procesos de mejoramiento a los servicios de abastecimiento de agua en zonas rurales. Dentro de estos componentes destaca el Programa de APR, marco institucional a nivel nacional que tiene como objetivo dotar de agua potable a la población rural, según calidad, cantidad y continuidad; junto con obtener de los habitantes beneficiados una participación responsable y permanente, para que sea la propia comunidad organizada, quien efectúe la administración del servicio una vez construido. De acuerdo a esto, el principal componente se enfoca en la Infraestructura que se implementa en estos sistemas; ésta infraestructura debe generar: una producción de agua acorde a la demanda, un almacenamiento de agua efectivo, una distribución controlada, gestionada y transparente, con la incorporación de adecuaciones conforme a la realidad local y que incluya tecnología e innovación. Pero para que el Servicio de APR, pueda alcanzar estos objetivos debe mantener un mejoramiento continuo de sus tres principales áreas: dirigencial, administrativo y operativo. Siendo primordial en este sentido el fortalecer el desarrollo y mejoramiento de las capacidades propias de quienes son los encargados de estas áreas, de modo de mantener estos servicios operativos y autosustentables. Siendo importante también que a nivel de usuarios se generen esfuerzos conjuntos que permitan desarrollar un involucramiento efectivo con el sistema que ellos forman parte, de modo tal, que se desarrolle una cultura hídrica y la concientización en el uso adecuado del agua potable, su tratamiento y reutilización. Esto junto con asesorías de terceros que permitan minimizar las debilidades y potenciar sus fortalezas, permitiría contar las capacidades para posicionar a los sistemas de APR en un nivel mucho mejor.



**Esquema N°1:** Componentes para una adecuada intervención en sistemas de Agua Potable Rural.

**Fuente:** CAZALAC, 2016.

## 9. Tipologías de Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural.

### Definición de tipologías de APR.

Para la definición de las tipologías en que se clasificaron los sistemas de APR de la Región, se utilizaron principalmente los criterios de tipo de fuente de agua y procesos adicionales en la producción, más una segunda variable de clasificación según el tamaño del servicio determinado por su número de arranques (ver tabla N°1).

En cuanto a la variable de la fuente y/o procesos adicionales se observan en la región 5 tipos fundamentales:

- **Fuente de agua subterránea.**  
Sistemas cuya agua se extrae de sus pozos respectivos y que no requiere de procesos adicionales de tratamiento ni filtrado, salvo la cloración, que establece la reglamentación de la norma de agua potable chilena para consumo humano.
- **Fuente de agua subterránea más planta de filtros.**  
Grupo de servicios cuya fuente de agua es principalmente subterránea, pero que debido a que ésta presenta problemas de calidad en alguno o varios de los parámetros establecidos por la norma chilena de agua potable, se hacen necesarios procesos adicionales de tratamiento y/o filtrado. Dentro de éstos se pueden mencionar: problemas de Hierro-Manganeso (Fe-Mn), Hierro-Manganeso-Arsénico (Fe-Mn y As), turbiedad, nitritos, entre otros.
- **Osmosis Inversa.**  
Pertenece a este grupo aquellos sistemas que presentan una fuente de agua salobre o directamente agua de mar, en la que el proceso principal de la producción de agua dulce para el consumo, consiste en la filtración mediante osmosis inversa.
- **Compra de agua.**  
Grupo de sistemas que mantienen convenio de compra de agua cruda o agua potable directa (52 bis) o indirectamente a Aguas del Valle (en este último caso, compra de agua a un tercero que sí posee convenio con esta empresa sanitaria).
- **Fuente superficial.**  
En este segmento se identifican dos sistemas que poseen una fuente de agua superficial. En éstos, el agua cruda se conduce por gravedad a las instalaciones del sistema, donde se realiza el proceso de desarenado y cloración, para su posterior almacenamiento y distribución.

A su vez, en cuanto a la variable “tamaño de los sistemas”, se establecieron tres grupos según el número actual de arranques de cada servicio. Así, los grupos identificados corresponden a:

- **Tercil Superior T1.** Conformado por el tercio de sistemas con mayor número de arranques: 246 a 1.500.
- **Tercil Medio T2.** Que incluye los sistemas con un número de arranques que van desde 126 a 245.
- **Tercil Inferior T3.** Donde se identifica el tercio de sistemas más pequeños en cuanto a su número de arranques, desde 31 a 125.

Como muestra la tabla N°1, de la combinatoria entre la variable de fuente y procesos adicionales, más, tamaño de los sistemas, se establecieron las distintas tipologías, con excepción de los sistemas de osmosis inversa, para los cuales no se utilizó la variable tamaño del sistema, si no que una segunda componente de la variable fuente, que es agua marina o agua salobre continental.

Así, las 12 tipologías definidas para un grupo de 181 de los 185 sistemas que forman el programa de APR se muestran en la tabla N°1:

**TablaN°1:** Clasificación de Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural, de acuerdo a tipologías.  
**Fuente:** Elaboración propia.

Tipologías						
	Fuente	Proceso Adicional	Tamaño según número de arranques	Tipo de fuente para osmosis inversa	Número de servicios	Total
1	Subterránea	Sin procesos adicionales	T1		40	116
2			T2		39	
3			T3		37	
4		Planta de filtros	T1		11	33
5			T2		12	
6			T3		10	
7	Compra de agua (52 bis)	-	T1		4	19
8			T2		6	
9			T3		9	
10	Osmosis Inversa	-	-	OM	3	11
11			-	OC	8	
12	Fuente superficial	-	T3		2	2
<b>TOTAL</b>					<b>181</b>	<b>181</b>
T1: Primer tercil en cuanto al número de arranques (246 a 1500) T2: Segundo tercil en cuanto al número de arranques (126 a 245) T3: Tercer tercil en cuanto al número de arranques (31 a 125)				OM: Osmosis inversa agua marina. OC: Osmosis inversa agua salobre continental.		

## **Propuestas de Soluciones y Recomendaciones para los Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural (APR).**

### **10.1 Introducción sobre los Sistemas y Recomendaciones a Implementar.**

Habiendo ya efectuado el diagnóstico de la totalidad de los sistemas de Agua Potable Rural de la región, este documento tiene como objetivo el poder establecer una serie de propuestas de soluciones básicas e innovadoras para estos sistemas en base a la evidencia empírica, los cuales serán de utilidad clave para lograr orientar a los sistemas de Agua Potable Rural, e instituciones vinculadas, en la identificación de las alternativas tecnológicas que mejor se adapten a las características propias que estos presentan, entregando información técnica y económica para la correcta toma de decisiones que brinde seguridad y continuidad del servicio de Agua Potable Rural (APR).

Con el diagnóstico efectuado es posible asegurar el conocimiento de un problema, las causas que lo originan y los efectos que genera, todo lo cual se transforma en insumo para pensar y definir alternativas de solución a esos problemas. Bajo esta premisa y para proponer soluciones innovadoras para el abastecimiento de agua, a través de los sistemas de APR, se considera clave el hecho proponer tecnologías que sean aceptadas y que cuenten con un buen nivel de adopción, para lo cual se requiere demostrar y propagar tecnologías económicas, adaptadas a los contextos locales, de fácil difusión e implementadas bajo enfoques de entrega de tecnología con una adecuada capacitación a las directivas de los comités de APR y sus funcionarios, además de un intencionado componente educativo hacia los usuarios, en base al uso responsable del agua.

Enfatizando en el enfoque de entrega del componente tecnológico, básicamente se plantea un desafío crucial, en cuanto a la necesidad de proponer soluciones sostenibles y que sean desarrolladas través de dos ejes de innovación, cuyas acciones deberían idealmente planificarse de manera conjunta, para así optimizar resultados de mejoras que sean positivas y sostenibles en el tiempo. Un primer eje de innovación con un enfoque en las soluciones de ingeniería y en relación al mejoramiento cuantificable de la infraestructura de los sistemas de APR; mientras el segundo eje apunta al fortalecimiento de la construcción de capacidades de base para la innovación. Este segundo eje será analizado en la sección final de este estudio, mediante del análisis vinculante con el nuevo marco regulatorio propuesto por el Proyecto de Ley de los Servicios Sanitarios Rurales, donde se concluirá acerca de la importancia y oportunidad para innovar a través de tres componentes claves, como son: los sistemas de gestión de la información, por medio del uso de tecnologías de la información; la construcción de capacidades en los operadores de los servicios y sus comunidades, para el liderazgo y gestión de procesos de innovación; y el trabajo conjunto con la asesoría de asistencias técnicas, expertas y especializadas en nuevas tecnologías e innovación.

### 10.1.1 Análisis Preliminar.

Las distintas opciones tecnológicas son las diferentes soluciones de ingeniería que se ajustan a las características físicas, económicas y sociales de las comunidades, las cuales permiten seleccionar la manera óptima de dotar servicios de calidad de agua potable a un costo compatible con la realidad local. Las opciones tecnológicas para los distintos sistemas de Agua Potable Rural están condicionadas por el rendimiento y la ubicación de las fuentes, por el tamaño y dispersión de la población, por su ubicación geográfica, condiciones climáticas, entre otros factores relevantes. Estas condiciones determinarán que opción tecnológica sea la más adecuada.

Para las comunidades rurales, en la mayoría de los casos es posible utilizar sistemas de tecnología simple, que no demandan personal calificado o altos costos operativos. Motivados por el enfoque de “transferencia y difusión”, durante décadas se ha ido a terreno con la ilusión de que lo importante es hacer inversiones en tecnología. El principal indicador ha sido la cobertura sin que exista igual preocupación por indagar si esas tecnologías funcionan y si la gente las adopta.

Generalmente, las inversiones están concentradas en las herramientas o artefactos sin ninguna preocupación por quienes reciben la tecnología para que conozcan su lógica, los fundamentos de su funcionamiento y las labores diarias, periódicas y ocasionales de operación y mantenimiento. Por lo tanto, este enfoque está muy lejano de considerar que la decisión sobre la opción tecnológica no es un tema exclusivo de las instituciones, sino que, los Comités de Agua Potable Rural, junto con los usuarios, deben participar de esa decisión.

Por otro lado, como es sabido y así corrobora el diagnóstico, los Comités de Agua Potable Rural, quienes están a cargo de la administración y operación del sistema, en repetidos casos carecen de conocimiento sobre la tecnología que reciben y las herramientas de gestión sobre cómo administrar lo que se les ha encomendado, teniendo como resultado un estándar de servicio bastante por debajo del cual la comunidad podría acceder y necesitar.

En estas condiciones es frecuente que los problemas declarados por los dirigentes de sistemas de APR sean los siguientes:

- Tecnologías que las comunidades no pueden sostener ya que están fuera del alcance de su capacidad monetaria.
- Tecnologías que las comunidades no saben operar ni gestionar.
- Tecnologías sobredimensionadas en las cuales un mejoramiento en las prácticas actuales puede ser más eficiente que la solución tecnológica.
- Falta de una visión integral del cuidado y uso responsable del agua.
- Soluciones no diseñadas correctamente debido a que se tiende a copiar lo que se ha realizado en otro lugar o debido a que se carece de los conocimientos necesarios sobre la tecnología.

- Falta de apoyo ingenieril para incorporar eficientemente nuevas obras de construcción y equipos de modo tal que se solucionen problemas de distribución (potenciales incorporaciones de arranques sobre cota de estanques de almacenamiento; falta de conocimiento real de la ubicación de las redes de distribución y las características de sus componentes, falta de cámaras de inspección y corte para poder sectorizar los APR ante alguna falla, etc).
- Obsolescencia de buena parte de la infraestructura con la que cuenta la zona rural; redes de distribución con más de 40 años, etc.
- Proyectos de agua y saneamiento sin un manejo de la educación en higiene, donde el agua potable se contamina en la vivienda por errores en su manipulación (almacenamiento de agua en estanques artesanales por días o semanas).

Un cambio fundamental en los aspectos tecnológicos, es que los actores claves dentro las comunidades tengan la posibilidad de participar, ser debidamente capacitados y puedan:

- Participar en la decisión de la opción tecnológica y en su implementación.
- Conocer los fundamentos de la tecnología, su lógica de funcionamiento, operación, mantenimiento y administración.
- Introducir voluntariamente cambios que permiten ajustar sus prácticas culturales a las demandas que hace la tecnología.
- Trabajar integralmente las soluciones de agua y prácticas higiénicas para generar mayores efectos en la salud y el bienestar de la comunidad.

### **10.1.2 Optimización de la Situación Actual.**

Cuando se analizan las causas de los problemas se debe estudiar en primer lugar la posibilidad de efectuar una mejora en la realidad vigente, sin tener que efectuar grandes inversiones o soluciones muy onerosas. Ello no siempre es posible, dado que a veces no existe más de una solución única o porque se trata de un proyecto absolutamente nuevo y necesario. Sin embargo, se trata de aplicar un principio de racionalidad en el uso de los recursos destinados a distintas opciones, las cual deben entenderse en el contexto de la aplicación de ciertos estándares de reconocida aceptación en el sector.

Optimizar una situación es aprovechar en mejor forma lo ya existente, de tal forma que, aplicando técnicas, procedimientos o modelos administrativos o de gestión diferentes, se pueden generar mejoras significativas y cumplir con objetivos requeridos. Dicho de otra forma, con pequeñas modificaciones se puede alargar la vida útil de una infraestructura existente y, por lo tanto, aplazar una inversión y utilizar los recursos en una necesidad que sea de un carácter más urgente.

Para mayor claridad, el concepto de optimización se puede concretar en las siguientes situaciones, cuando éstas reemplazan propuestas de mayor inversión:

- Mantención de la infraestructura existente.
- Diseño de estanques que permitan asegurar la disponibilidad de agua en forma permanente.
- Aumentar la cobertura de otras instalaciones cercanas.
- Mejorar el conocimiento sanitario de las personas que permita aprovechar en forma óptima el recurso disponible.

Todas estas posibilidades, y otras más que puedan plantearse, deben ser consideradas y analizadas antes de plantear soluciones de mayor envergadura. En todo caso, aun cuando se decida analizar y posteriormente implementar otra solución, y en los casos que sea pertinente, deben hacerse todos los esfuerzos para mejorar la situación actual.

### **10.1.3 Planteamiento de Alternativas de Soluciones**

El concepto de alternativas se refiere al planteamiento de soluciones diferentes unas de otras y que, aparte de ser excluyentes, pueden tener poblaciones objetivas distintas como también planteamientos técnicos de diversa índole. Otro es el caso de variaciones al interior de una alternativa de solución donde se pueden analizar un abanico de “alternativas tecnológicas” y que se refiere a la variación de una o dos variables a lo más y que no modifican sustancialmente la alternativa planteada.

En cada una de ellas se pueden plantear más de una posibilidad, sin embargo, es posible desechar a priori las que no cumplen en forma clara con el o los objetivos planteados o no cumplen con criterios lógicos o técnicos.

El desarrollo de una alternativa tecnológica puede tener también una conformación de varios componentes, es decir, que puede o deben ejecutarse diversos procesos o conjunto de actividades, en forma paralela o secuencial, las cuales en su conjunto consiguen los impactos esperados, pero en separado buscan conseguir resultados específicos. La conformación de estos componentes, especialmente en los sistemas de Agua Potable Rural, requiere de una atención especial por cuanto debe asegurarse que todos ellos están orientados a conseguir los objetivos implícitos planteados en la alternativa de solución. Es por ello que en este informe se han identificado cuatro paquetes o alternativas de soluciones, dirigidas en forma específica a: Infraestructura, gestión de la información, construcción de capacidades y asesorías técnicas especializadas.

#### **10.1.4 Selección de Alternativas de Soluciones Viables**

El análisis efectuado según las secciones anteriores cumple el objetivo de establecer el marco técnico y que permita seleccionar las alternativas de soluciones tecnológicas a implementar, cumplir los objetivos planteados y a través de ellos dar solución a los problemas detectados en el diagnóstico. En el sector analizado existen una serie de tipologías que son normales de encontrar. De ahí entonces es posible orientar hacia alguna de esas tipologías las alternativas.

Las alternativas seleccionadas deben ser planteadas y desarrolladas, es decir, deben aplicársele herramientas de formulación y evaluación que permitan asegurar que en definitiva se elija la alternativa más adecuada de acuerdo a los criterios que se desarrollaran más adelante.

#### **10.2 Soluciones Básicas de Mejoramiento en Sistemas de Agua Potable Rural.**

Dentro de las muchas soluciones necesarias a implementar tanto técnicas como administrativas en un sistema de Agua Potable Rural y con esto sus mejoras asociadas, es necesario comprobar que la base donde se fundan estos sistemas sea la óptima. Esto debido a que implementar nuevas soluciones, en base a nuevas tecnologías en el mercado, sin un análisis previo y sin la corrección de problemas básicos del sistema, como puede ser un buen diseño previo, analizando todos los factores determinantes: la reparación o mantención adecuadas de los elementos que lo componen (machones de soporte en mal estado, estanques con fisuras, fugas a lo largo de la red, medidores en mal estado, uso de materiales obsoletos, entre otros) o la implementación de elementos de control que administren y gestionen correctamente el sistema, pueden llegar a un problema más al sistemas de Agua Potable Rural, por lo tanto y dentro de esta lógica las principales soluciones básicas a aprovechar y que responda a esta amplia gama de problemáticas sería la postulación a proyectos de mejoramiento integral o proyectos de conservación de los sistemas, los cuales incorporen las soluciones innovadoras como parte de su diseño.

Es por ello que, es necesario hacer una entrega de tecnología de manera responsable, esto referido a que la entrega de nuevas soluciones tecnológicas, sin una previa capacitación y entendimiento que la opción de poder automatizar elementos en beneficio de las operaciones, puede ser un factor clave en el buen mantenimiento y duración operacional del sistema. En algunos casos, a pesar de la implementación de nuevas tecnologías, en las diferentes áreas que componen un sistema de APR, los operadores han tomado la decisión de descartar el uso de estos elementos, volviendo a los sistemas de carácter más bien manual y manejables para ellos, debido a la falta de capacidades para el buen manejo y operación de estos nuevos elementos.

En los siguientes subcapítulos, se presentarán los principales problemas básicos que hoy en día presentan los sistemas analizados de Agua Potable Rural. Estas recomendaciones de soluciones deberían ser la base de mejoras para que desde ahí se comience la implementación de nuevas tecnologías con las respectivas capacitaciones y entendimiento hacia los usuarios del beneficio que estas conllevan.

### **10.2.1 Instalación de un sistema A.P.R.**

Actualmente, un sistema de Agua Potable Rural comprende obras de captación, conducción, almacenamiento, desinfección y distribución; con sus respectivas conexiones domiciliarias y medidores, las que reemplazan a algún sistema de abastecimiento artesanal del cual los usuarios se abastecen.

Desde el inicio de un sistema es fundamental determinar todos los factores relevantes que deben ser considerados para un funcionamiento óptimo en el tiempo, dentro de estos se debe considerar un correcto diseño en base a la población proyectada, geografía de la zona, un análisis del trayecto que contemplará la red de distribución, del volumen del estanque de almacenamiento, distribución de arranques, entre otros factores. De igual forma, es de suma importancia en tener en cuenta los cambios y con esto la evolución que han tenido los sistemas de Agua Potable Rural durante los años y en cómo se presenta una obsolescencia en las bases de diseño y en los materiales usados.

Debido a esto, es necesario entregar soluciones técnicas actualizadas con los nuevos materiales en el mercado, como tuberías y piezas especiales de HDPE, acero revestido con HDPE, sistemas de conexiones con electrofusión o termofusión, entre otros. Además, es necesario considerar alternativas en los diseños de los distintos componentes del sistema, redes de conducción y distribución, estanques, sistemas de energía, sistemas de medición, y otros elementos importantes del sistema, permitiendo así la modificación de las actuales bases de diseño para los nuevos sistemas y el mejoramiento de sistemas existentes, que hoy se realizan considerando las recomendaciones de una instrucción que data del año 1984.

Otro punto interesante de considerar, es que cada día los sistemas de Agua Potable Rural crecen en cantidades de arranques, llegando a superar en algunos casos las 500 viviendas creando así poblaciones semiurbanas. Dentro de este contexto se debe tener en cuenta consideraciones de poblaciones de esta magnitud, creando así exigencias diferenciadas a sistemas que presenten estas características, como la posible instalación de grifos con regulación de incendios en los estanques, diámetros de tubería y presiones mínimas y máximas variables para cada situación, entre otros factores a determinar.

A su vez, se observó durante el diagnóstico una gran muestra de los sistemas de Agua Potable Rural que no contaba con una adecuada sectorización de cámaras de corte ante una eventual falla del sistema. Esto imposibilita las reparaciones y mantenciones eficientes de la red, generando demoras y en muchas situaciones la imposibilidad de reparación llegando a necesitar un técnico especializado, no respondiendo estos con rapidez.

El sistema de energía que abastecerá al APR es un factor que se debe considerar dentro del análisis de diseño del sistema. La falta de energía para el abastecimiento constante de agua potable incide de manera directa y negativamente en las condiciones de calidad de vida de los

habitantes rurales e igualmente dificulta el desarrollo de las actividades domésticas y la productividad laboral que influyen en el desarrollo rural. Comúnmente se tienen problemas de energía en situaciones de emergencia debido a cortes eléctricos, esto debido a que los sistemas no cuentan con un sistema de paneles fotovoltaicos o grupos electrógenos, herramienta que se considera como una necesidad por parte del APR para responder adecuadamente ante eventuales situaciones de emergencia.

### **10.2.2 Mejoramiento del servicio e implementación de sistemas de apoyo.**

Existen varios sistemas construidos que llevan en funcionamiento muchos años, en algunos casos más de 30 años, esto crea que su sistema técnico no funcione adecuadamente debido a que no se realicen a tiempo las mejoras correspondientes, en muchos casos por falta o demora en los fondos destinados desde las instituciones correspondientes, mejoras que llegan de forma segmentada con periodos largos de tiempo entre ellas, pero también por una falta de gestión y organización por parte de los Comités de Agua Potable Rural en la destinación de recursos. Esto es una labor que se debe realizar según las necesidades de cada APR y a los tiempos correspondientes, logrando así un funcionamiento de los sistemas correcto y continuo. Estos mejoramientos comprenden la reposición de elementos en mal estado y la actualización de materiales principalmente en conducciones, arranques, bombas para elevación, reacondicionamiento de captación y mejoramiento de estanques y obras eléctricas.

En muchos casos, en el mejoramiento integral se amplía la capacidad de producción. Ello implica efectuar además un análisis equivalente a un proyecto de ampliación: determinación de demanda futura, optimización del sistema actual y planteamiento del proyecto de ampliación.

En el ámbito de la energía, los sistemas existentes de Agua Potable Rural presentan gran vulnerabilidad al pertenecer a la zona rural, en muchas ocasiones los cortes de energía pueden durar varias horas incluso días, afectando directamente a los usuarios, ya que la energía es fundamental para el funcionamiento del sistema de bombeo. La energía solar brinda una solución para el abastecimiento de agua en los sistemas que sufran altas variaciones en el sistema eléctrico y suplir el déficit y/o optimizar el sistema actual, generando un apoyo a la energía convencional o en lo posible lograr su reemplazo. Si la insolación en la zona es suficiente, los paneles fotovoltaicos pueden generar la electricidad requerida para alimentar la bomba y así mantener el sistema de distribución de agua constante en la comunidad. Los componentes principales de este sistema son: arreglo fotovoltaico, pozo, bomba y motor, tanque, y sistema de distribución. Por otra parte, el poder que se requiere para bombear el agua, depende de: caudal, profundidad del agua, altura del tanque y pérdidas de fricción en la tubería. Todo este sistema tiene un costo variable de acuerdo a la actividad o el uso que se quiere brindar con la energía solar fotovoltaica.

Sumado a esto la instalación de generadores diésel y sus instalaciones correspondientes son útiles para sortear emergencias debido a estos cortes de energía y ahorro en horas punta.

En ambos casos, los costos de inversión pueden variar según el tamaño de la cobertura que se desea alcanzar, por lo general es un costo elevado, pero a través de su vida útil puede ser muy económico. El costo es relativamente proporcional al tamaño del sistema, por tanto, este debe ser lo más óptimo posible para abastecer el caudal de agua requerido.

Los sistemas de cloración de los sistemas de Agua Potable Rural estudiados y las casetas que los contienen presentan diversos problemas que van desde un mal manejo del cloro por parte del operador, el no adecuado control y seguimiento de la medición de la inyección de cloro en la tubería, la mezcla de la solución de cloro en la misma habitación de las tuberías y válvulas de cortes lo que genera gran oxidación en estos elementos.

Existen varios casos de rotura de la manguera de la bomba de cloración debido al desgaste producto de la radiación solar, esto debido a que la bomba de cloración no es bien ubicada dentro de la caseta debidamente protegida del sol. Los estanques de cloración en algunos casos están dispuestos sobre pallets de madera que están en mal estado, junto con manchas de cloro sobre estos. La medición de los niveles de cloro la realizan con kits manuales y no cuentan con una bomba de cloración de repuesto. Lo anterior muestra claramente una inadecuada manipulación de los insumos, falta de prevención ante cualquier accidente y/o intoxicación, y la necesidad de mejorar la sala de cloración para disponer de mejor manera el insumo y los elementos que aquí se utilizan.

Dicho esto, es necesario mejorar la disposición de las casetas de cloración con una adecuada infraestructura, separando la sala de cloración del sistema de tuberías y válvulas de acero galvanizado, educar al operador para un adecuado mantenimiento y limpieza de esta, además de contar con medidores de cloro digitales para una correcta lectura de los niveles de cloro que están siendo distribuidos a la red. Otra consideración es realizar un mantenimiento a las tuberías y válvulas oxidadas que fueron encontradas en un gran número de APR.

Una solución que debe ser tomada, junto con la mantención nombrada anteriormente, es la reparación de los machones de anclaje de las válvulas de corte y tuberías de acero galvanizadas que se encuentran a la salida de sistema de bombeo y antes de la entrada a la caseta de cloración, ya que debido al terremoto que afectó a la región durante el año 2015 estos sufrieron grandes daños, desplazándose varios centímetros de su eje original. Esto causa que ante un nuevo eventual temblor o terremoto estas conexiones de acero puedan ceder y sufrir un colapso, afectando a la totalidad del APR dañado, dejándolo sin agua por un largo periodo de tiempo.

**Tabla N°2:** Soluciones básicas para sistemas de Agua Potable Rural. **Fuente:** Elaboración Propia.

Soluciones Básicas para Sistemas de Agua Potable Rural				
Ítem	Cantidad	Unidad	Valor Unitario	Valor
<b>Cambio de bomba</b>				
Suministro de material	1	gl	\$3.200.000	\$3.200.000
Instalación y obra de mano	1	gl	\$250.000	\$250.000
<b>Mantenición de bomba</b>				
<b>1 gl \$300.000 \$300.000</b>				
Bomba para pozo de repuesto	1	u	\$3.000.000	\$3.000.000
Bomba de inyección de cloro de repuesto	1	u	\$500.000	\$500.000
Manómetro de glicerina	1	u	\$13.800	\$13.800
Presostato (interruptor de presión)	1	u	\$67.500	\$67.500
<b>Construcción de cámara de inspección</b>				
Suministro de material	1	gl	\$700.000	\$700.000
Instalación y obra de mano	1	gl	\$150.000	\$150.000
<b>Válvulas de corte, conexiones e instalación</b>				
Suministro de material	1	gl	\$85.000	\$85.000
Instalación y obra de mano	1	gl	\$25.000	\$25.000
<b>Medidor de agua y conexiones e instalación</b>				
Suministro de material	1	gl	\$420.000	\$420.000
Instalación y obra de mano	1	gl	\$25.000	\$25.000
<b>Instalaciones de cámara de desagüe y conexiones</b>				
Suministro de material	1	gl	\$900.000	\$900.000
Instalación y obra de mano	1	gl	\$200.000	\$200.000
<b>Kit de medición de cloro digital</b>				
<b>1 u \$70.000 \$70.000</b>				
<b>Instalación tubería acero galvanizado B-B DN 50</b>				
Suministro de material	1	m	\$50.000	\$50.000
Instalación y obra de mano	1	gl	\$18.000	\$18.000
<b>Mantenición de estanques (reparación, limpieza, pintura)</b>				
Suministro de material	1	gl	\$6.500.000	\$6.500.000
Obra de mano	1	gl	\$2.500.000	\$2.500.000
<b>Sistema de vigilancia por cámaras</b>				
Suministro de material	1	gl	\$5.500.000	\$5.500.000
Instalación y obra de mano	1	gl	\$1.500.000	\$1.500.000
<b>Demolición y construcción de machón de anclaje</b>				
Suministro de material	1	u	\$40.000	\$40.000
Obra de mano	1	gl	\$20.000	\$20.000
<b>Gastos Generales (20%)</b>				<b>\$5.206.860</b>
<b>Total</b>				<b>\$31.241.160</b>

Para el cálculo de las soluciones básicas se tuvieron en cuenta los siguientes puntos:

1. El ítem de “instalación” del listado de soluciones básicas para Sistemas de Agua Potable Rural debe ser analizado caso a caso al aplicarse a cada APR y su valor es solo referencial en base a un promedio elaborado según la ubicación geográfica de cada APR. En este ítem se considera obra de mano, traslado e insumos por cada global o metro de material
2. El cambio de bomba considera el retiro de la bomba existente del pozo e instalación y calibración de la nueva bomba. Se considera un día de trabajo con un equipo de 3 personas. Considerando de igual forma una electrobomba sumergible de 6” marca Pentax (fabricación italiana), modelo E6E/9, cuerpo elaborado en hierro fundido con impulsor semiaxial de bronce, con una capacidad máxima de 40 m<sup>3</sup>/hr a 101 mca. Esta descripción también se incluye en las recomendaciones para la bomba de repuesto para el pozo.
3. La mantención de la bomba considera el retiro de la bomba existente, instalación de la bomba de repuesto, y posterior reinstalación de la bomba con mantenimiento. Dentro de las tareas a ejecutar en la mantención de la bomba se recomiendan las siguientes:
  - **Cambio de Rodamientos:** Para mantener su bomba de agua en óptimas condiciones y con un desempeño adecuado, es recomendable realizar cambio de rodamientos cada 2 o 3 años, de forma de maximizar la eficiencia de propulsión y evitar altos consumos de corriente.
  - **Cambio de impulsores:** Los impulsores son los elementos centrales de las bombas de agua y es la única parte móvil de una bomba. El desgaste afecta la presión que alcanza la bomba, por lo que es importante su reparación o cambio cuando se ve una merma en el desempeño.
  - **Cambio de sellos mecánicos de bombas de agua:** El sello mecánico se puede dañar, entre otras causas, por bombear agua con partículas abrasivas, por el funcionamiento en seco de la bomba. Generalmente los sellos son de distintos materiales de acuerdo al fluido a bombear, como grafito, silicio, cerámica, etc.
  - **Reparación: Limpieza y ajustes de piezas y partes de bombas de agua:** En ocasiones, debido a problemas en las fijaciones y anclajes, se produce movimiento de las piezas producto de las vibraciones. En estos casos, es necesario revisar que el conjunto motor–eje–impulsor se encuentre alineado de forma adecuada y que los rodamientos tengan las tolerancias óptimas.
  - **Cambio de bobinados:** El bobinado es la parte del motor que transforma la potencia eléctrica en el giro de la bomba. En caso de sobre trabajo de la bomba de agua o de

inundación del cuerpo del motor, el bobinado puede resultar dañado, en cuyo caso es necesario repararlo.

- **Pruebas hidráulicas en banco de pruebas:** En banco de pruebas se puede verificar en adecuado funcionamiento de la bomba en términos de presión, caudal y consumo eléctrico. Contamos con un banco de pruebas que permite verificar que nuestras reparaciones son realizadas de forma adecuada.
4. La bomba dosificadora de cloro se recomienda instalarla en un cuarto separado de donde se realiza la mezcla del cloro, debido a los riesgos de corrosión que pueda sufrir está en el tiempo. Se recomienda, además, mantener una bomba cloradora de respaldo, en las bodegas del comité, ante cualquier falla o desperfecto de la bomba instalada, esto debido a que la bomba dosificadora de cloro juega un rol principal en el sistema de agua. Se considera una bomba dosificadora marca Prominent, modelo Beta/4 o Beta/5, dependiendo de los requerimientos del APR.
  5. El manómetro de presión se recomienda que esté lleno de glicerina con caja de acero inoxidable diseñado para ser instalado en ambientes donde existan agentes corrosivos, gran cantidad de polvo, vibración excesiva o la presión de la línea tenga severa pulsación o golpes de ariete causados por cambios bruscos de presión. La función de esta recomendación es porque la glicerina protege el mecanismo interno del manómetro; este relleno brinda estabilidad a la aguja indicadora, una vez que el instrumento ha sido instalado en zonas de vibraciones. Se considera un Manómetro de Glicerina marca Khone, de acero inoxidable, con conexión de 1/4", de tamaño de 63 mm y con medida de presión entre 0-16 BAR.
  6. El Presostato también es conocido como interruptor de presión, es un aparato que cierra o abre un circuito eléctrico dependiendo de la lectura de presión de un fluido y ayuda a proteger las bombas ante variaciones bruscas de presión. Deben ser instalados en la tubería de acero galvanizado, cercano del manómetro, dentro de la casera de cloración. Se considera un Presostato marca Danfoss, modelo KPI 36, de material Latón-Plástico, con conexión de 1/4", rango de medición de presión de 4 a 12 BAR.
  7. La construcción de las cámaras de inspección considera dimensiones suficientes para la instalación de un medidor, válvula de corte y cualquier otra válvula que sea necesaria en ese punto de la red. Este requerimiento es debido a dar la facilidad de poder instalar medidor para la medición de agua en distintos puntos de la red y así poder vincularla con las tecnologías para la detección de fugas descritas en los siguientes capítulos de este informe. Se recomienda el acuartelamiento de la red en una longitud lineal de tuberías de no más de 2 kms, para así lograr un control de las pérdidas de agua en base a la medición de los medidores instalados. A su vez, se recomienda la instalación de cámaras de inspección, con válvulas de corte y medidor, en cada salida de bifurcación de la red, esto

debido a que de esta manera se podría sectorizar el corte de la red ante alguna fuga o medición específica, no afectando a todos los usuarios.

8. El ítem Válvulas de cortes va directamente relacionado con la construcción de cámaras de inspección, y considera la instalación y conexión dentro de esta. Se recomienda una Válvula de compuerta de hierro fundido con sello elastomérico y recubierto de pintura epóxica, marca Tayson, conexión con flanges norma DIN PN16.
9. Las cámaras de desagüe, considera la construcción de una cámara de inspección más una válvula de corte y conexiones necesarias para el desagüe de las aguas.
10. El Kit de medición de cloro digital se considera de apoyo a las demás tecnologías presentadas en los siguientes capítulos de este informe. La Marca Hanna presenta un modelo compacto y fácil de utilizar.

**Imagen N°1:** Medidor Hanna de cloro digital



**Fuente:** Hanna Instrument (USA).

11. La instalación de tuberías de acero galvanizado se considera en el reemplazo de tuberías oxidadas en las zonas de cloración, las cuales van desde la entrada de la caseta de cloración hasta la salida de esta.
12. El ítem, mantención de estanques, considera la limpieza interior del estanque, reparación menor de posibles fugas, revisión y posible reemplazo de flotador de nivel de agua, remoción de la pintura existente y aplicación de pintura antihongos. Se consideran 4 días de trabajos con un equipo de 3 personas.
13. El sistema de vigilancia por cámaras, considera el suministro e instalación de 4 cámaras en lugares estratégicos del APR, unidad principal, instalada en la oficina del Comité, con una pantalla, sistema de grabación y conexiones respectivas del sistema.
14. La demolición y construcción de machones de anclaje, considera trabajos in situ con un equipo de trabajo de 3 personas. Este se enfoca en la reparación de los sistemas de anclaje de las tuberías de acero galvanizado en las zonas correspondientes a la salida del pozo y entrada de caseta de cloración.

Dentro de los sistemas analizados, existe un conjunto de servicios desde los cuales no fue posible la obtención de datos válidos de los principales parámetros de operación.

Sobre estos comités se propone que el programa de APR lleve a cabo un reforzamiento de las capacidades tendientes a la mejora del monitoreo y captura de datos de operación, ya que, ante la inexistencia de información confiable, en la actualidad no es posible hacer mayores indicaciones sobre el real nivel de eficiencia que presentaría este conjunto de servicios.

**Tabla N°3:** Sistemas para programa de reforzamiento de la gestión de información sobre la operación. **Fuente:** Elaboración propia en base a diagnóstico.

N°	Nombre del Servicio APR	Provincia	Comuna	Nº de Arranques Totales	Información útil sobre los principales parámetros de la operación	Sistemas Con Programa Computacional
1	SONORA LOS ACACIOS	LIMARI	OVALLE	31	s/i	NO
2	MINCHA NORTE	CHOAPA	CANELA	206	s/i	NO
3	TUNGA NORTE	CHOAPA	ILLAPEL	40	s/i	NO
4	LA HIGUERA	ELQUI	LA HIGUERA	465	s/i	NO
5	BARRAZA ALTO - SOCOS	LIMARI	OVALLE	162	s/i	NO
6	LA COLORADA	LIMARI	COMBARBALÁ	64	s/i	NO
7	EL HUACHO	LIMARI	COMBARBALÁ	98	s/i	NO
8	VALLE HERMOSO	LIMARI	COMBARBALÁ	104	s/i	NO
9	VILLORRIO DE TALHUÉN	LIMARI	OVALLE	96	s/i	NO
10	SAN MARCOS	LIMARI	COMBARBALÁ	400	s/i	NO
11	CHILLEPIN	CHOAPA	SALAMANCA	711	s/i	SI
12	TABALI	LIMARI	OVALLE	170	s/i	NO
13	CHAÑARAL DE CAREN	LIMARI	MONTE PATRIA	191	s/i	SI
14	LAS ROJAS- PUNTA DE PIEDRA	ELQUI	LA SERENA	287	s/i	SI
15	PINTACURA SUR	CHOAPA	ILLAPEL	90	s/i	NO
16	TABAQUEROS	LIMARI	RIO HURTADO	178	s/i	NO
17	TUNGA SUR	CHOAPA	ILLAPEL	100	s/i	NO
18	PELADEROS	CHOAPA	SALAMANCA	70	s/i	NO
19	ALGARROBO	LIMARI	OVALLE	60	s/i	NO
20	SAN ISIDRO- CALINGASTA	ELQUI	VICUÑA	914	s/i	SI
21	CARQUINDAÑO	CHOAPA	CANELA	33	s/i	NO
22	ALCONES BAJOS AGUA DE LA VIDA	LIMARI	OVALLE	124	s/i	NO
23	CHILECITO-MIALQUI	LIMARI	MONTE PATRIA	475	s/i	NO
24	LAS COCINERAS	CHOAPA	ILLAPEL	65	s/i	NO
25	EL TRAPICHE (OVALLE)	LIMARI	OVALLE	132	s/i	NO
26	LAS CAÑAS 2 (BAJA)	CHOAPA	ILLAPEL	210	s/i	NO
27	TAHUINCO	CHOAPA	SALAMANCA	337	s/i	NO
28	EL ARRAYAN/EL PALQUIAL	CHOAPA	SALAMANCA	92	s/i	NO
29	SAMO BAJO	LIMARI	OVALLE	69	s/i	NO

30	EL SAUCE	LIMARI	COMBARBALÁ	150	s/i	NO
31	LA HIGUERILLA	CHOAPA	SALAMANCA	116	s/i	NO
32	CARACHILLAS	LIMARI	OVALLE	141	s/i	NO
33	FLOR DEL VALLE	LIMARI	MONTE PATRIA	330	s/i	NO
34	SISTEMA LA JARILLA	ELQUI	PAIHUANO	794	s/i	SI
35	CHUNGUNGO	ELQUI	LA HIGUERA	330	s/i	NO
36	PUERTO ALDEA	ELQUI	COQUIMBO	105	s/i	NO
37	LA ISLA	LIMARI	COMBARBALÁ	158	s/i	NO
38	ALMIRANTE LATORRE	ELQUI	LA SERENA	64	s/i	NO
39	ANDACOLLITO	ELQUI	VICUÑA	378	s/i	SI
40	LAS RAMADAS DE PUNITAQUI	LIMARI	PUNITAQUI	379	s/i	SI
41	SAN JULIAN	LIMARI	OVALLE	216	s/i	NO
42	COQUIMBITO-ALTOVALSOL	ELQUI	LA SERENA	850	s/i	SI
43	COLLIGUAY	CHOAPA	SALAMANCA	88	s/i	NO
44	PANGUESILLO	CHOAPA	SALAMANCA	241	s/i	NO
45	PUNTA NUEVA	CHOAPA	SALAMANCA	92	s/i	NO
46	LAS BARRANCAS - EL CHINEO	LIMARI	COMBARBALÁ	249	s/i	NO
47	SOL DE LAS PRADERAS	LIMARI	MONTE PATRIA	125	s/i	NO
48	QUEBRADA DE SANTANDER	LIMARI	RIO HURTADO	41	s/i	NO
49	LAGUNILLAS	LIMARI	OVALLE	222	s/i	SI
50	CARÉN	LIMARI	MONTE PATRIA	266	s/i	NO
51	CHALINGA	LIMARI	OVALLE	200	s/i	NO
52	GUANGUALI	CHOAPA	LOS VILOS	205	s/i	NO
53	LAMBERT	ELQUI	LA SERENA	257	s/i	NO
54	MANQUEHUA (MANQUEGUA)	LIMARI	COMBARBALÁ	174	s/i	NO
55	EL QUEÑE	CHOAPA	SALAMANCA	108	s/i	NO
56	PORVENIR	LIMARI	OVALLE	271	s/i	SI
57	ORURO ALTO	LIMARI	OVALLE	147	s/i	NO
58	VADO HONDO - EL BARRANCO	LIMARI	MONTE PATRIA	74	s/i	NO
59	HORCON	ELQUI	PAIHUANO	408	s/i	NO
60	LA SILLETA	LIMARI	OVALLE	56	s/i	NO
61	QUILITAPIA	LIMARI	COMBARBALÁ	337	s/i	NO
62	LOS TAPIAS	LIMARI	MONTE PATRIA	115	s/i	NO
63	LLIMPO	CHOAPA	SALAMANCA	192	s/i	NO
64	LAS CAÑAS 1 (ALTA)	CHOAPA	ILLAPEL	346	s/i	NO
65	TRANQUILLA	CHOAPA	SALAMANCA	292	s/i	NO
66	LOS RULOS	CHOAPA	CANELA	78	s/i	NO
67	CUNCUMEN	CHOAPA	SALAMANCA	352	s/i	NO
68	NUEVO FUTURO -POTRERILLOS ALTO	LIMARI	OVALLE	280	s/i	SI
69	GUALLIGUAICA	ELQUI	VICUÑA	120	s/i	NO
70	LOS CLONQUIS	LIMARI	MONTE PATRIA	80	s/i	NO
71	LOS CÓNDORES	CHOAPA	LOS VILOS	80	s/i	NO
72	HUATULAME	LIMARI	MONTE PATRIA	524	s/i	SI

73	SANTA VIRGINIA	CHOAPA	ILLAPEL	83	s/i	NO
74	COLLIGUAY	LIMARI	MONTE PATRIA	270	s/i	NO
75	SANTA CATALINA	LIMARI	OVALLE	146	s/i	NO
76	SOCAVON	CHOAPA	ILLAPEL	169	s/i	NO
77	SORUCO	LIMARI	COMBARBALÁ	86	s/i	NO
78	COIRON	CHOAPA	SALAMANCA	180	s/i	NO
79	EL MAITÉN	CHOAPA	ILLAPEL	114	s/i	NO
80	LA LIGUA DE COGOTI	LIMARI	COMBARBALÁ	346	s/i	NO
81	QUELEN ALTO	CHOAPA	SALAMANCA	140	s/i	NO
82	PERALILLO	CHOAPA	ILLAPEL	135	s/i	NO
83	MEDIALUNA	LIMARI	COMBARBALÁ	58	s/i	NO
84	QUILIMARI	CHOAPA	LOS VILOS	1,500	s/i	NO
85	HUENTELAUQUEN SUR	CHOAPA	CANELA	200	s/i	NO
86	FUNDINA	LIMARI	RIO HURTADO	251	s/i	NO
87	LAS MOLLACAS	LIMARI	MONTE PATRIA	154	s/i	SI
88	NUEVA VIDA	ELQUI	COQUIMBO	132	s/i	NO
89	GRANEROS	LIMARI	PUNITAQUI	80	s/i	NO
90	LOS POZOS	CHOAPA	CANELA	55	s/i	NO
91	JUNTAS- DOS RÍOS	LIMARI	MONTE PATRIA	169	s/i	NO
92	SAN AGUSTIN	CHOAPA	SALAMANCA	133	s/i	NO
93	LOS CHOROS	ELQUI	LA HIGUERA	245	s/i	NO
94	VARILLAR LAS MERCEDES	ELQUI	VICUÑA	185	s/i	NO
95	EL TAMBO	ELQUI	VICUÑA	318	s/i	NO
96	LA CAPILLA	LIMARI	COMBARBALÁ	32	s/i	NO
97	PUNTA COLORADA	ELQUI	LA HIGUERA	167	s/i	NO
98	QUEBRADA DE PAIHUANO	ELQUI	PAIHUANO	136	s/i	NO
99	ARBOLEDA GRANDE	CHOAPA	SALAMANCA	777	s/i	SI
100	HUINTIL	CHOAPA	ILLAPEL	154	s/i	NO
101	EL TRAPICHE	ELQUI	LA HIGUERA	134	s/i	NO
102	EL MANZANO DE GUANGUALÍ	CHOAPA	LOS VILOS	SIN DATO	s/i	NO
103	TOMÉ BAJO - PALOS QUEMADOS	LIMARI	MONTE PATRIA	SIN DATO	s/i	NO
104	PUEBLO HUNDIDO	LIMARI	COMBARBALÁ	SIN DATO	s/i	NO
105	CHUCHIÑI	CHOAPA	SALAMANCA	233	s/i	NO
106	VALDIVIA DE PUNILLA - SAN LORENZO	LIMARI	OVALLE	140	s/i	NO
107	BARRIO ALTO	CHOAPA	CANELA	114	s/i	NO
108	HUAMPULLA	LIMARI	RIO HURTADO	103	s/i	NO
109	LLANOS DE LA CHIMBA	LIMARI	OVALLE	80	s/i	NO
110	PERAL OJOS DE AGUA	LIMARI	OVALLE	36	s/i	NO
111	LA SILLETA - LAS TURQUESAS	LIMARI	PUNITAQUI	149	s/i	NO
112	LA CAPILLA	CHOAPA	ILLAPEL	70	s/i	NO

## **10.3 Soluciones Innovadoras para Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural.**

### **10.3.1 Sistemas de Control y Monitoreo Automático.**

#### **Justificación**

Los esquemas de control y supervisión de la infraestructura disponible para la extracción, conducción, almacenamiento, distribución y bombeo del Agua Potable han permanecido inalterados durante los últimos años. Dichos esquemas, han sido satisfactorios en sus inicios, pero hoy en día se encuentran obsoletos ante los avances tecnológicos que en los últimos años se han ido desarrollando, para operaciones con mayor eficacia en la infraestructura hidráulica.

Por consiguiente, se requiere el automatizar las funciones de supervisión y control de la infraestructura hidráulica, mediante medidores de flujo, presión, nivel, sensores detectores de movimientos, válvulas de control, operación de encendido y apagado de equipos de bombeos, con lecturas a control remoto a través de un centro de comunicación, capaz y eficiente. Estas herramientas son cada vez más necesarias para la operación debido a la expansión de la infraestructura hidráulica al incrementar su demanda conlleva la operación de sistemas de operación más eficientes que eviten el desperdicio y el abuso del recurso hídrico.

Como ejemplo, en la actualidad no se cuenta con métodos que detecten derrames en los estanques de almacenamiento, ocasionados por la falta de dispositivos de control automático del llenado, incrementando la problemática que actualmente se tiene y donde la única solución sería un cambio radical de los sistemas operativos.

#### **Aspectos Generales.**

#### **Control Automático.**

Con el propósito de optimizar los recursos empleados, así como un adecuado uso del agua en los sistemas de abastecimiento, se hace necesario medir y/o mantener constantes algunas magnitudes, tales como el nivel de los estanques de almacenamiento o la presión de la línea de abastecimiento. Los instrumentos actuales permiten la regulación de estas variables en condiciones más idóneas que las que el propio operador podría realizar.

Hoy en día los operarios de los sistemas de Agua Potable Rural llevan a cabo un control, en el mayor de los casos, de forma manual de éstas variables utilizando instrumentos simples, manómetros, válvulas manuales etc., control que antes era suficiente. Sin embargo, la gradual escasez de agua, ha exigido la automatización y monitoreo de ciertas variables sin la intervención humana para evitar el desperdicio y el abuso.

Los sistemas de control que permiten la regulación automática de variables físicas, pueden definirse como aquel que compara el valor de la variable o condición a controlar con un valor deseado y toma una acción de corrección de acuerdo con la desviación existente sin intervención por parte del operador.

Dentro de estos sistemas de control se destaca la Telemetría que en su significado literal es medición a distancia. Se utiliza para monitorear y controlar a distancia a través de una señal de radio los distintos elementos que componen el sistema y lograr detectar sus fallas de manera inmediata.

Los beneficios directos son tales como el control del proceso en forma inmediata de las diferentes variables que hay en la producción: Encendido o apagado de bombas, medición del flujo, nivel dinámico y estático de pozos, control de niveles en estanques elevados o remotos, control de apertura y cierre de válvulas, estado de la bomba, presiones en la tubería, temperatura de la bomba, alarmas por falla de fase, falla en la alimentación a la bomba, alarma por ingreso de personal no permitido en las instalaciones y variables eléctricas como factor de potencia, voltajes por fase, amperaje por fase, consumo en watts entre muchas otras a largas distancias sin el uso de cableados.

### **Monitoreo Local y Remoto.**

Es importante definir algunos conceptos en torno a los sistemas de monitoreo local y remoto que serán utilizados en el presente documento. Existe cierta confusión en los términos empleados cuando se habla de sistemas de monitoreo y control.

#### **A. Definición de Sistema de Supervisión, Control y Adquisición de Datos (SCADA es el acrónimo de Supervisory Control And Data Acquisition).**

El sistema SCADA es un sistema basado en elementos que permiten supervisar y controlar a distancia una instalación de cualquier tipo. A diferencia de los Sistemas de Control Distribuido, el lazo de control es generalmente cerrado por el operador. Los Sistemas de Control Distribuido se caracterizan por realizar las acciones de control en forma automática.

Hoy en día es posible encontrar en algunos sistemas de agua potable a nivel de piloto un sistema SCADA realizando labores de control automático en cualquiera de sus niveles, aunque su labor principal sea de supervisión y control por parte del operador. En un sistema de supervisión o SCADA, el control automático de las diferentes variables del proceso, se ejecutan localmente a través de las UTR's. (Acrónimo de Unidad Terminal Remota o en inglés "Remote Terminal Unit").

El flujo de la información en los sistemas SCADA es como se describe a continuación: el fenómeno físico lo constituye la variable que deseamos medir. Dependiendo del proceso, la naturaleza del fenómeno es muy diversa: presión, temperatura, flujo, potencia, intensidad de corriente, voltaje,

pH, densidad, etc. Este fenómeno debe traducirse a una variable que sea inteligible para el sistema SCADA, es decir, en una variable eléctrica.

Para ello, se utilizan los sensores o transductores. los sensores o transductores convierten las variaciones del fenómeno físico en variaciones proporcionales de una variable eléctrica. Las variables eléctricas más utilizadas son: voltaje, corriente, carga, resistencia o capacitancia.

Sin embargo, esta variedad de tipos de señales eléctricas debe ser procesada para ser entendida por el computador digital. Para ello se utilizan acondicionadores de señal, cuya función es la de referenciar estos cambios eléctricos a una misma escala de corriente o voltaje. Además, provee aislamiento eléctrico y filtraje de la señal con el objeto de proteger el sistema de transcientes y ruidos originados en el campo. Una vez acondicionada la señal, la misma se convierte en un valor digital equivalente en el bloque de conversión de datos.

Generalmente, esta función es llevada a cabo por un circuito de conversión analógico/digital y el computador almacena esta información, la cual es utilizada para su análisis y para la toma de decisiones. Simultáneamente, se muestra la información al usuario del sistema, en tiempo real. Basado en la información, el operador puede tomar la decisión de realizar una acción de control sobre el proceso. El operador comanda al computador a realizarla, y de nuevo debe convertirse la información digital a una señal eléctrica. Esta señal eléctrica es procesada por una salida de control, el cual funciona como un acondicionador de señal, la cual la escala para manejar un dispositivo dado: bobina de un relé, setpoint de un controlador, etc.

## **B. Necesidad y conveniencia de un sistema SCADA**

Para evaluar si un sistema SCADA es necesario para manejar una instalación dada, el proceso a controlar debe cumplir las siguientes características:

- I. El número de variables del proceso que se necesita monitorear es alto.
- II. El proceso está geográficamente distribuido. Esta condición no es limitativa, ya que puede instalarse un sistema SCADA para la supervisión y control de un proceso concentrado en una localidad.
- III. La información del proceso se necesita en el momento en que los cambios se producen en el mismo, o, en otras palabras, la información se requiere en tiempo real.
- IV. La necesidad de optimizar y facilitar las operaciones del sistema, así como la toma de decisiones, tanto técnicas como administrativas.
- V. Los beneficios obtenidos en el proceso justifican la inversión en un sistema SCADA. Estos beneficios pueden reflejarse como un control de los niveles y flujos de agua, de los niveles de seguridad, etc.
- VI. La complejidad y velocidad del proceso permiten que la mayoría de las acciones de control sean iniciadas por un operador. En caso contrario, se requerirá de un Sistema de Control

Automático, el cual lo puede constituir un Sistema de Control Distribuido, PLC's, Controladores a Lazo Cerrado o una combinación de ellos.

### **C. Funciones básicas del Sistema SCADA**

Dentro de las funciones básicas realizadas por un sistema SCADA están las siguientes:

- I. Recabar, almacenar y mostrar información, en forma continua y confiable, correspondiente a la señalización de campo: estados de dispositivos, mediciones, alarmas, etc.
- II. Ejecutar acciones de control iniciadas por el operador, tales como: abrir o cerrar válvulas, arrancar o parar bombas, etc.
- III. Alertar al operador de cambios detectados en las operaciones del sistema, tanto aquellos que no se consideren normales (alarmas) como cambios que se produzcan en la operación diaria del sistema (eventos). Estos cambios son almacenados en el sistema para su posterior análisis
- IV. Aplicaciones en general, basadas en la información obtenida por el sistema, tales como: reportes, gráficos de tendencia, historia de variables, cálculos, predicciones, detección de fugas, etc.

Un sistema SCADA, no necesariamente ejecuta acciones de control de manera automática, su función principal es proveer de información al personal operativo para supervisar el correcto funcionamiento de las diferentes instalaciones y en caso necesario tomar acciones correctivas., es como si el personal de supervisión estuviera en todas las instalaciones en el mismo momento.

### **D. Términos utilizados en SCADA**

Para entender en contexto y las terminologías a usar en las soluciones tecnológicas propuestas a continuación se presentan algunas definiciones de términos empleados en los Sistemas de control de supervisión o SCADA:

- I. **UTR (RTU)**. Acrónimo de Unidad Terminal Remota o en inglés "Remote Terminal Unit", básicamente es un dispositivo inteligente con microprocesador que recoge, almacena y procesa la información que viene de la instrumentación de campo.
  - a) Entradas y Salidas (digitales y analógicas)
  - b) Unidad Procesadora o CPU
  - c) Puertos de comunicación

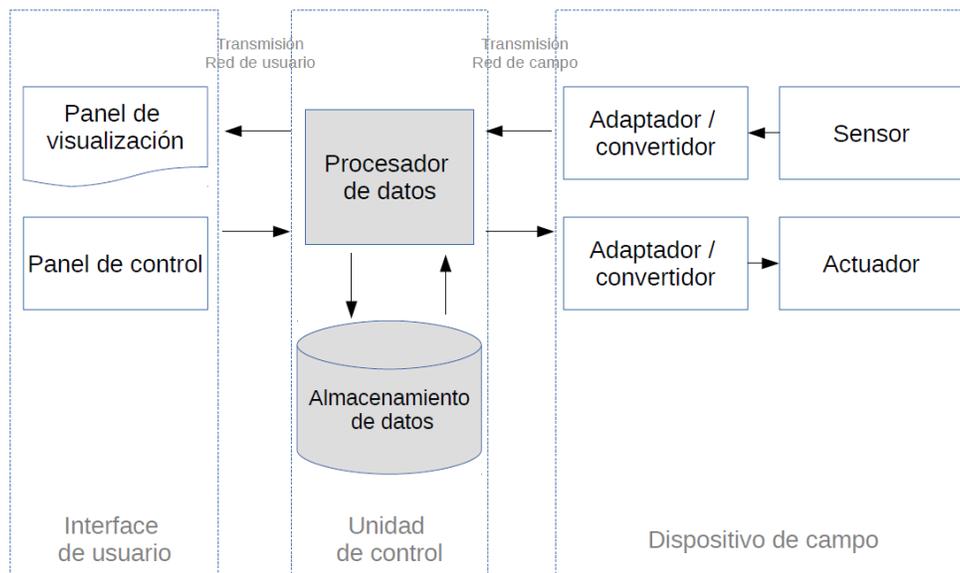
Se programan mediante computadoras personales o programadores manuales muy parecidos a los PLC's; la principal diferencia es que cuentan con funciones totalmente orientadas a los sistemas SCADA. Un PLC puede ser configurado para trabajar como UTR.

Las UTR's cuentan con funciones o modos de control automático como control On/Off, Proporcional.

- II. **PLC.** Acrónimo de Controlador Lógico Programable o en inglés “Programmable Logic Controller”. Los PLCs son microcomputadoras especialmente preparadas para cumplir la función de un control robusto para máquinas automáticas y sistemas de alta estabilidad durante su funcionamiento. Todas sus entradas y salidas están preparadas para operar directamente con switches y sensores de campo. Sus conexiones se realizan a través de bornes que permiten conectar los cableados provenientes de los sensores y actuadores del sistema a la unidad de procesamiento.
- III. **TELEMETRIA.** Es la medición de variables físicas y control de eventos a distancia. Así, la comunicación entre las estaciones de bombeo y la central de monitoreo puede ser por Radio-Frecuencia, telefonía celular, conexión directa con redes LAN o WAN o comunicación satelital. Al proceso de enviar información desde los diferentes sitios hasta la central de monitoreo (unidireccional), sin importar de que tipo sea la comunicación se le llama Telemetría.
- IV. **SEÑAL ANALÓGICA.** Es una variable física que tiene un número infinito de valores entre los límites máximo y mínimo. Puede ser una señal de voltaje, resistencia eléctrica, etc, y representa el valor de la medición de alguna variable de proceso.
- V. **SEÑAL DIGITAL.** Es la representación de una señal analógica con solo dos estados perfectamente diferenciados, 0 y 1. Es decir, una señal analógica de voltaje puede ser convertida a una señal eléctrica digital con un número finito de valores entre su límite máximo y mínimo. Las señales digitales tienen la ventaja que se pueden procesar, y almacenar con gran facilidad.
- VI. **INDICADOR O MEDIDOR.** Disponen de un índice o una escala graduada o bien una pantalla digital para mostrar el valor de alguna variable física, se instalan en el lugar donde se encuentra la variable a medir. Estos dispositivos se componen de un elemento primario y un transductor.
- VII. **ELEMENTO PRIMARIO.** Es el principal componente de un sensor, están en contacto directo con la variable física y utilizan o absorben energía del medio controlado para dar al sistema de medición una indicación en respuesta a la variable controlada. El efecto producido por el elemento primario puede ser un cambio de presión medida eléctrica etc. Por ejemplo, el elemento primario de un medidor electrónico de presión, es una celda de carga que cambia su resistencia eléctrica en función de la presión.
- VIII. **TRANSDUCTOR.** Es un instrumento que recibe una señal de entrada proveniente del elemento primario y modifica su naturaleza física para que pueda ser manipulada por un

indicador o transmisor. Por ejemplo, en el caso del medidor electrónico de presión, la variación de resistencia puede ser convertida a una variación de voltaje. Los transductores normalmente están contenidos en los medidores y transmisores.

- IX. **TRANSMISOR.** Es un instrumento que se instala en campo y captan la variable del elemento primario o transductor y la transmiten a distancia utilizando señales electrónicas, que pueden ser analógicas o digitales. El transmisor de señal analógica más comúnmente usado es el de 4-20 ma.
- X. **CONTROLADOR.** Es el instrumento que compara el valor de la variable controlada (Retroalimentación) con el valor deseado denominado como Punto de referencia o “Set-Point”, para proporcionar una acción de corrección y lograr que la variable controlada sea igual al punto de referencia o Set-Point. Es común encontrar funciones de control en las UTR’s.
- XI. **ELEMENTO FINAL DE CONTROL (CFE, en inglés).** Es el instrumento que recibe la señal del controlador y cambia el agente de control para modificar el valor de la variable controlada. Puede ser una válvula, una resistencia eléctrica etc.



**Esquema N°1:** Proceso del sistema de telemetría.

Todas las soluciones a ser presentadas en los siguientes capítulos cuentan con un sistema compatible de salida con un sistema SCADA. Debido a que varias soluciones pueden ser aplicadas en los distintos componentes que conforman el sistema de agua potable (pozos, sistema de bombeo, cloración, red de conducción, estanque, red de distribución, arranques domiciliarios) se seccionaran en los principios de cada tecnología detallando en cada una su aplicabilidad en cada área del sistema.

## **10.3.2 Medición.**

### **10.3.2.1 Medición de Flujo de Agua.**

#### **a) Medidor Domiciliario Inteligente de Agua Potable con Sistema Hand-Held.**

El Medidor Inteligente es capaz de entregar “datos a distancia” al sistema HAND-HELD. Este consiste de un sensor remoto que se utiliza para la recepción de datos a una distancia de hasta 100 metros del medidor. Esto es muy importante cuando las casas están deshabitadas o son de difícil acceso, ya que esto no impide que se pueda tomar el estado de consumo del agua consumida. Por otra parte, evita que el operador del sistema de agua cometa algún error al tomar el estado de consumo del medidor, ya que esto es un tema bastante recurrente, generando muchos reclamos por parte de los usuarios.

Con la implementación de estos sistemas no existe intervención de terceros en la toma de los datos de consumo. Actualmente, estos datos se obtienen pasando casa por casa obteniendo el volumen consumido, con este medidor sumado al sistema Hand-Held, el operador puede pasar en bicicleta o vehículo recibiendo los datos, esto da como resultado una considerable disminución del tiempo que toma la recolección de estos datos. Hoy en día, de manera convencional, un operador puede tomar una semana en recolectar todos los datos del estado de los medidores, con estos equipos el operador podría realizar la misma tarea en 15 minutos.

El sistema es capaz de informar si el medidor ha sido intervenido o dañado por los usuarios. Esto evita el robo de agua a través de la intervención de terceros, a su vez es capaz de detectar posibles filtraciones de agua debido a variaciones de lectura o aumento considerable del consumo.

Además, el medidor cuenta con una válvula de corte de agua, esto se efectúa utilizando una aplicación del sistema para llevar a cabo dicha acción. Esto evita el rompimiento del suelo para posibles intervenciones en la matriz, evitar gastos, tiempo del operador, entre otros.

El sistema es capaz de realizar el cierre de válvulas de corte a una distancia de 100 metros, por lo que no es necesario que el operador ingrese a la vivienda para realizar dicha acción.

**Imagen N°2:** (Izquierda) Medidor Domiciliario Inteligente de agua, (Derecha) Sistema Hand-Held.



**Fuente:** Medidor inteligente – Chile.

Toda la data recolectada puede ser subida a un Software de Gestión y Administración, el cual puede procesar toda la información y entregar automáticamente boletas de pago de consumo e informes necesarios, para así llevar un adecuado control de la administración del sistema. Esto ayuda a proyectar posibles consumos en el tiempo y determinar la cantidad de agua necesaria para satisfacer el sistema. Esto es de gran importancia en las zonas rurales, ya que en todo proceso de análisis de datos e informes de resultados no existe intervención de terceros, como también se reduce el trabajo administrativo de los funcionarios de los Servicios Sanitarios Rurales, pudiendo concentrarse en otros procesos.

Existen dos opciones para el manejo del sistema

- a) Proceso Desvinculado: Consiste en transmitir la información del Hand-Held a un Software de Filtro, este Software extrae a una planilla Excel los datos de consumo obtenidos, los que posteriormente puede ser ingresados a un Software ya existente en el APR para la emisión de las boletas e informes correspondientes.

**Imagen N°3:** Sistema desvinculado de información Hand-Held



**Fuente:** Medidor Inteligente - Chile.

- b) Proceso Vinculado: Este proceso consiste en basarse en la información obtenida por el Hand-Held desde el medidor y enviarla al Software de gestión, el cual procesa la información y emite las boletas de cobro, así como también los informes necesarios sobre el consumo de agua para el comité.

**Imagen N°4:** Sistema vinculado de información Hand-Held



**Fuente:** Medidor Inteligente – Chile.

Las principales funciones de este Software de Gestión son:

- Listado de toma de estado de medidor,
- Listado de arranques,
- Historial de boletas generadas en el sistema,
- Listado de deudores,
- Carta de notificación de corte automatizada,
- Listado de subsidios,
- Información de usuarios,
- Libro de ruta,
- Diseño de boleta de consumo de agua para los socios del sistema.

Y sus principales servicios son:

- Instalación y ejecución en las oficinas del Comité,
- Capacitación personalizada a la persona encargada del sistema,
- Asesorías: vía internet, telefónicas, tutoriales, respaldo de información del sistema.

**Tabla N°4:** Valores del sistema medidor domiciliario inteligente con sistema Hand Held. **Fuente:** elaboración propia en base a antecedentes de proveedor.

Sistema Hand-Held				
Ítem	Cantidad	unidad	Valor unitario	Valor
Equipo Hand-Held + Software + Capacitación	1	u	\$ 1.500.000	\$ 1.500.000
Subtotal				\$ 1.500.000
Gastos Generales (20%)				\$ 300.000
<b>Total</b>				<b>\$ 1.800.000</b>

Medidor Domiciliario Inteligente de Agua Potable				
Ítem	Cantidad	unidad	Valor unitario	Valor
Medidor Inteligente Domiciliario	1	u	\$ 50.000	\$ 50.000
Subtotal				\$ 50.000
Gastos Generales (20%)				\$ 10.000
<b>Total</b>				<b>\$ 60.000</b>

La instalación de los medidores domiciliarios inteligentes se realiza de igual manera que un medidor estándar, con conexiones de ½ pulgada, por lo que el cambio puede ser realizado fácilmente por el operador del APR. El proveedor de este medidor y toda información de funcionamiento y operación es Alejandro Espinoza Verdugo, ubicado en Luis Cruz Martinez #991, Nancagua, Chile. De igual forma se puede encontrar mayor información en la página web: [www.medidorinteligente.cl](http://www.medidorinteligente.cl)

Con respecto a la inversión necesaria para la implementación de esta tecnología, dependiendo de la cantidad de arranques de cada sistema, el comité podría tomar la responsabilidad de mejorar su propio sistema de micromedición y beneficios asociados, al incorporar estos medidores en los arranques con mayor y menor consumo, para tener así una medición más precisa en el caso de tener alteraciones en los medidores instalados por parte de los usuarios.

En el caso de que la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), a través del Programa de Agua Potable Rural sea quién se encargue de la financiación o parte de esta, se propone los siguientes esquemas a modo de recomendación que se podrían evaluar.

- DOH financia y entrega servicio; DOH propietario.
- DOH financia y asociación gremial entrega servicio; DOH propietario.
- DOH Financia X% APR X%; (pago compartido); Propietario a evaluar.
- DOH Financia X%, APR Y% y Tercero Z%; Propietario a evaluar.
- DOH financia 100%; APR paga en cuotas en x años; APR propietario.

De esta forma, los comités y cooperativas de APR podrían ser parte de la inversión y del proceso de decisión lo que ayuda en gran medida a la adopción social de las distintas tecnologías y procesos a implementar en una comunidad.

Los APR candidatos para la instalación de este sistema, serían aquellos que cuenten con un buen sistema de gestión digital, un operador que cuente con capacitación en el tema de medición automatizada y/o posiblemente los cuales tengan fondos para poder suplir la inversión que conlleva la compra de estos medidores domiciliarios inteligentes. Se consideró además, que de la muestra de los sistemas de APR analizados, aquellos que contaran con un sistema o programa computacional integrado en el comité, son candidatos potenciales para la aplicabilidad de esta tecnología. En estos se pueden destacar los siguientes APR.

**Tabla N°5:** APR candidatos para la instalación de medidor domiciliario inteligente. **Fuente:** Elaboración propia en base diagnóstico de los sistemas de APR de la Región de Coquimbo.

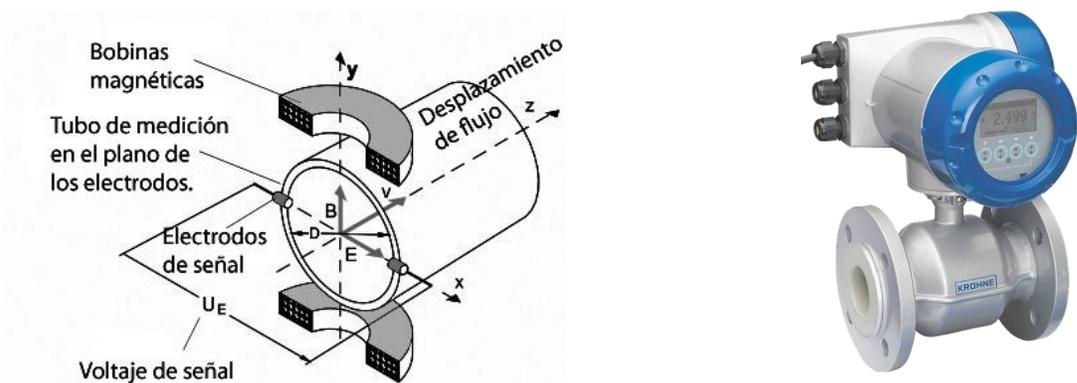
N°	Nombre del Servicio APR	Provincia	Comuna	Sistemas Con Programa Computacional
1	HUENTELAUQUEN NORTE	CHOAPA	CANELA	SI
2	CARCAMO-LA COLONIA	CHOAPA	ILLAPEL	SI
3	CAIMANES	CHOAPA	LOS VILOS	SI
4	ARBOLEDA GRANDE	CHOAPA	SALAMANCA	SI
5	CHILLEPIN	CHOAPA	SALAMANCA	SI
6	JORQUERA	CHOAPA	SALAMANCA	SI
7	EL MANZANO	ELQUI	ANDACOLLO	SI
8	LAS BARRANCAS	ELQUI	COQUIMBO	SI
9	PAN DE AZÚCAR	ELQUI	COQUIMBO	SI
10	TOTALILLO	ELQUI	COQUIMBO	SI
11	CALETA DE HORNOS	ELQUI	LA HIGUERA	SI
12	BELLAVISTA CERES	ELQUI	LA SERENA	SI
13	COQUIMBITO-ALTOVALSOL	ELQUI	LA SERENA	SI
14	EL ROMERO	ELQUI	LA SERENA	SI
15	GABRIELA MISTRAL	ELQUI	LA SERENA	SI
16	HUACHALALUME	ELQUI	COQUIMBO	SI
17	LAS ROJAS- PUNTA DE PIEDRA	ELQUI	LA SERENA	SI
18	SISTEMA LA JARILLA	ELQUI	PAIHUANO	SI
19	ANDACOLLITO	ELQUI	VICUÑA	SI
20	DIAGUITAS	ELQUI	VICUÑA	SI
21	EL ARENAL	ELQUI	VICUÑA	SI
22	EL MOLLE	ELQUI	VICUÑA	SI
23	MARQUESA - NUEVA TALCUNA	ELQUI	VICUÑA	SI
24	RIVADAVIA	ELQUI	VICUÑA	SI
25	SAN ISIDRO- CALINGASTA	ELQUI	VICUÑA	SI
26	COGOTI 18 CALLEJONES	LIMARI	COMBARBALÁ	SI
27	CERRILLOS DE RAPEL	LIMARI	MONTE PATRIA	SI
28	CHAÑARAL DE CAREN	LIMARI	MONTE PATRIA	SI
29	EL COIPO	LIMARI	MONTE PATRIA	SI
30	HUATULAME	LIMARI	MONTE PATRIA	SI
31	LAS MOLLACAS	LIMARI	MONTE PATRIA	SI
32	RAPEL	LIMARI	MONTE PATRIA	SI
33	TULAHUEN	LIMARI	MONTE PATRIA	SI
34	BARRAZA	LIMARI	OVALLE	SI
35	CERRILLOS DE TAMAYA	LIMARI	OVALLE	SI
36	EL GUINDO	LIMARI	OVALLE	SI
37	LA PORTADA DE SOTAQUI	LIMARI	OVALLE	SI
38	LA TORRE	LIMARI	OVALLE	SI
39	LAGUNILLAS	LIMARI	OVALLE	SI
40	LIMARI	LIMARI	OVALLE	SI
41	NUEVA AURORA	LIMARI	OVALLE	SI
42	PORVENIR	LIMARI	OVALLE	SI
43	NUEVO FUTURO -POTRERILLOS ALTO	LIMARI	OVALLE	SI
44	VILLASECA	LIMARI	OVALLE	SI
45	LAS RAMADAS DE PUNITAQUI	LIMARI	PUNITAQUI	SI
46	HURTADO - EL CHAÑAR	LIMARI	RIO HURTADO	SI
47	SERON	LIMARI	RIO HURTADO	SI

**b) Medidor de Flujo Magnético.**

Con el propósito de eliminar el mantenimiento repetitivo y costoso de los medidores de flujo de desplazamiento positivo y de turbina (también conocidos como mecánicos), se recomienda que los medidores de flujo de agua para tuberías de conducción y distribución, sean con tecnología magnética.

El medidor o sensor de flujo magnético está compuesto por un conjunto de electroimanes que producen un campo magnético hacia el interior de la tubería. Este campo magnético cubre toda la superficie interna del tubo y al pasar el agua, corta estas líneas de campo magnético generando un voltaje inducido. Este voltaje inducido es recogido por los electrodos que tiene el tubo magnético en su interior. La señal generada es llevada hacia el transmisor del tubo magnético (incorporado en el medidor), el cual procesa estos voltajes y los convierte en gasto, este transmisor además tiene la función de totalizar el gasto y transmitir los datos a una salida de 4-20mA compatible con un sistema SCADA.

**Imagen N°5:** (Izquierda) Principio de funcionamiento de un medidor de flujo magnético, (Derecha) Medidor de flujo magnético real.



**Fuente:** Flunimex, Flujo y nivel – México..

**Tabla N°6:** Valores medidor de flujo magnético **Fuente:** elaboración en base a datos de proveedor.

Medidor de Flujo Magnético				
Ítem	Cantidad	unidad	Valor unitario	Valor
Medidor de Electromagnético 75mm, 5-150 m3/h	1	u	\$ 1.261.075	\$ 1.261.075
Subtotal				\$ 1.261.075
Gastos Generales (20%)				\$ 252.215
<b>Total</b>				<b>\$ 1.513.290</b>

Se considera un medidor marca Krohne, modelo Optiflux 2000 (alternativas 2010, 2300), el cual se puede encontrar en el siguiente link: <http://cl.krohne.com/>. Manual productos Krohne: [http://www.eci.co/sites/default/files/CA\\_OVERVIEW\\_FLOW\\_es\\_110309.pdf](http://www.eci.co/sites/default/files/CA_OVERVIEW_FLOW_es_110309.pdf)

Con respecto a la inversión para esta tecnología, al ser un medidor de un valor alto en comparación con uno tradicional, se recomienda que la DOH, y si es posible con aporte del Comité, cumpla el rol de promover la implementación de este sistema, los cuales ayudarían a tener un mejor control del agua contabilizada con una medición más precisa. Se recomienda su instalación a la salida del pozo, para tener un control de la cantidad de agua producida, y otro a la salida del estanque, para así tener una comparativa entre el agua demanda y producida y lograr detectar posibles fugas en el trayecto de las tuberías desde el pozo a las zonas del estanque de almacenamiento.

Se consideró además, que de la muestra de los sistemas de APR analizados, los que tuvieran un porcentaje de pérdidas mayor a un 30%, son buenos candidatos para la aplicabilidad de esta tecnología debido a que con la implementación de estos medidores se podría tener un control más preciso de la cantidad de agua que fluye por cada punto determinado y lograr hacer una comparativa, pudiendo así encontrar fugas con la complementación de las tecnologías para la detección de fugas presentadas en este documento. En estos se pueden destacar los siguientes APR:

**Tabla N°7: APR** candidatos para la instalación de medido domiciliario inteligente. **Fuente:** Elaboración propia en base a datos de diagnóstico.

N°	Nombre del Servicio APR	Provincia	Comuna	% de Pérdidas
1	CARCAMO-LA COLONIA	CHOAPA	ILLAPEL	30,6
2	VILLASECA	LIMARI	OVALLE	31,1
3	SAMO ALTO	LIMARI	RIO HURTADO	32,0
4	CHAPILCA	ELQUI	VICUÑA	33,2
5	LAS CARDAS	ELQUI	COQUIMBO	34,2
6	LAS BARRANCAS	ELQUI	COQUIMBO	34,3
7	LAS BREAS	LIMARI	RIO HURTADO	34,6
8	POTRERILLOS BAJO	LIMARI	OVALLE	34,6
9	EL COIPO	LIMARI	MONTE PATRIA	35,3
10	EL MANZANO	ELQUI	ANDACOLLO	35,9
11	RAMADAS DE TULAHUEN	LIMARI	MONTE PATRIA	36,3
12	HUENTELAUQUEN NORTE	CHOAPA	CANELA	37,9
13	EL MAITEN	LIMARI	MONTE PATRIA	38,4
14	CAMARICO	LIMARI	OVALLE	40,1
15	MARQUESA - NUEVA TALCUNA	ELQUI	VICUÑA	41,5
16	BARRAZA	LIMARI	OVALLE	41,8
17	PUNTA AZUL	ELQUI	VICUÑA	45,8
18	PELICANA	ELQUI	LA SERENA	47,7
19	COGOTI 18 CALLEJONES	LIMARI	COMBARBALÁ	51,8
20	PEDREGAL	LIMARI	MONTE PATRIA	54,0
21	CERRILLOS DE TAMAYA	LIMARI	OVALLE	67,7

### c) **Totalizador de Flujo de Agua.**

Un Totalizador de flujo de agua indica el flujo instantáneo y total acumulado, el cual puede ser instalado en la tubería a la salida del sistema de bombeo para poder así contabilizar de forma correcta la cantidad de agua producida. Este no genera caídas de presión al interior de la tubería y su caudal puede ser expresado en distintas unidades configurable. La unidad cuenta con un transmisor de salida de 4-20mA, incorporado en el totalizador, compatible con un sistema SCADA.

Algunas aplicaciones del totalizador de agua:

- Mide y muestra la velocidad de flujo,
- Mide y muestra el total de flujo,
- Mantiene una alarma de rango de velocidad de flujo,
- Detona una alarma de caudal alto,
- Detona una alarma de caudal bajo,
- Procesamiento por lotes manualmente controlados,
- Procesamiento por lotes por tiempo de restablecimiento automático.

**Imagen N°6:** Especificaciones y Totalizador de flujo.

#### **Especificaciones:**

- › Tipo de fluido            líquidos limpios
- › Pantalla                LCD 8 digitos
- › Exactitud                ± 2% rango total
- › Caja                      ABS, protección NEMA 4x
- › Máx. presión trabajo    300 PSI @ 21 °C
- › Máx. temperatura      93 °C @ 0 PSI trabajo
- › No genera caída de presión
- › Alimentación con 4 pilas AA o adaptador 16-24 VDC, reemplazo en máximo 2 minutos para no perder información de totalizador.



**Fuente:** Blue White Industries.

Como ejemplo de algunos modelos de totalizadores, la empresa Blue-White a diseñado la serie BW DIGI-METER® F-1000 con tres versiones: El F-1000RB es un medidor de velocidad únicamente; La unidad F-1000TB es un totalizador de flujo; y la unidad F-1000RT tiene medidor de velocidad y totalizador de flujo. Para más información acceda al siguiente vínculo web: [www.boletinindustrial.com/fotos/companias/originals/Blue-White%20%20Page%20Catalog%202012%20SPAN%20lr.pdf](http://www.boletinindustrial.com/fotos/companias/originals/Blue-White%20%20Page%20Catalog%202012%20SPAN%20lr.pdf)

Para efectos de claculos, se considerará un Totalizador de flujo marca Blue-White Industries modelo PC F-2000RT. Este modelo es un medidor de caudal y totalizador de flujo. Tiene una pantalla LCD fácil de leer. Tres botones del panel frontal permiten al operador alternar entre caudal y flujo total, restablecer el flujo total a cero, o acceder a las pantallas de programación. La carcasa es resistente a la intemperie. Funciona con baterías (4 pilas AA, duración de batería esperado de un año) y con posibilidad de conexión 16-24 VDC (transformador de enchufe suministrado).

Con respecto en que sistemas de APR podría ser implementado este sistema, no existe una exigencia mínima debido a que esta tecnología tiende a tener un mejor control de la cantidad de agua que fluye por la tubería para así tener un mayor control sobre el flujo. De ser aplicada, se recomienda ser instalado cercano al medidor de flujo magnético en las tuberías que van desde el pozo a la casera de cloración, para así tener un control sobre el caudal que la bomba está trabajando y poder tener en consideración cuando la bomba tiene un mal funcionamiento y se debiera hacer una mantención, la cual fue presentada en las soluciones básicas anteriormente en este documento.

Una de las empresas que distribuye este totalizador de flujo en Chile es Veto, Medición y Control. El manual de uso, su catálogo y todos los detalles técnicos de este sistema pueden ser encontrados en los siguientes links del proveedor:

**Manual de usuario:**

[http://www.veto.cl/index.php?page=shop.getfile&file\\_id=4449&product\\_id=2818&option=com\\_virtuemart&Itemid=1547&lang=es](http://www.veto.cl/index.php?page=shop.getfile&file_id=4449&product_id=2818&option=com_virtuemart&Itemid=1547&lang=es)

**Catálogo**

[http://www.veto.cl/index.php?page=shop.getfile&file\\_id=4439&product\\_id=2818&option=com\\_virtuemart&Itemid=1547&lang=es](http://www.veto.cl/index.php?page=shop.getfile&file_id=4439&product_id=2818&option=com_virtuemart&Itemid=1547&lang=es)

**Tabla N°8:** Valores del sistema Totalizador de Agua. **Fuente:** Elaboración en base a datos de proveedor.

Totalizador de Flujo de Agua				
Ítem	Cantidad	unidad	Valor unitario	Valor
Totalizador de Flujo de Agua	1	u	\$ 698.000	\$ 698.000
Fitting PVDF Tee Totalizador de Flujo	1	u	\$ 78.000	\$ 78.000
Telemetría, Salida 4-20mA para Totalizador	1	u	\$ 257.000	\$ 257.000
Subtotal				\$ 1.033.000
Gastos Generales (20%)				\$ 206.600
<b>Total</b>				<b>\$ 1.239.600</b>

### 10.3.2.2 Medición de Nivel de Agua.

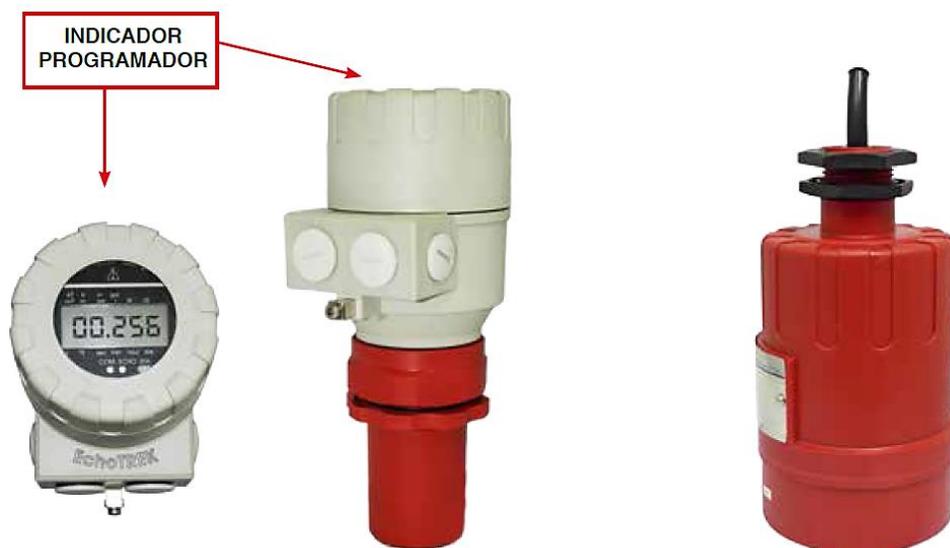
#### a) Medición de Nivel de Estanque con Ultrasonido.

El sensor ultrasónico de nivel o caudal es ideal para el monitoreo remoto de los cambios en el nivel del agua o para la medición de niveles o caudales en canal abierto, pozos profundos o estanques de almacenamiento. Su tecnología, de muy bajo consumo de energía, es un instrumento que no tiene contacto con el líquido por lo que son confiables, de bajo mantenimiento y garantizan su correcta operación a largo plazo. Además, generalmente su configuración lo habilita para funcionar hasta 5 años de autonomía, reduciendo considerablemente la necesidad de las costosas visitas de mantenimiento.

El principio de operación se basa en la medición del tiempo que tarda un rayo de sonido de alta frecuencia en rebotar en la superficie del líquido y en llegar al receptor. Al respecto, se podrán instalar medidores de ultrasonido solo en aquellos tanques con las siguientes alturas: de 0,35 hasta 10 metros. Es importante mencionar que el ancho del tanque o el espacio libre para que los rayos de ultrasonido puedan viajar libremente, tiene que ser calculado considerando la tangente del ángulo de apertura del rayo. El sistema al recibir información del sensor es capaz de enviar la señal de nivel a una unidad de transmisión remota (UTR) o a un controlador de tipo digital para que estos a su vez ejerzan control sobre la válvula y paren la bomba del pozo que está alimentando el estanque de almacenamiento. La unidad cuenta con un transmisor de salida de 4-20mA, incorporado en el sensor, compatible con un sistema SCADA.

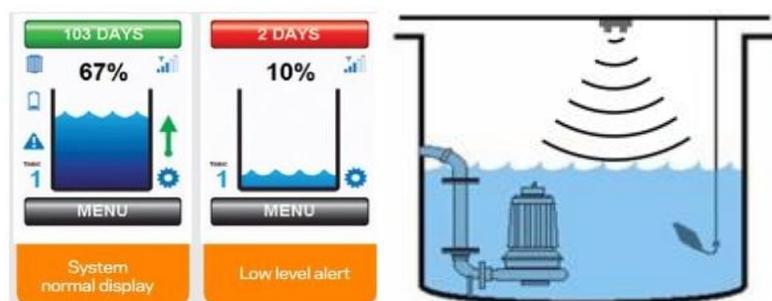
Las versiones SMS/GPRS pueden ser utilizadas para enviar alarmas a la oficina o a un teléfono celular para investigar y tomar acciones correctivas.

**Imagen N°7:** Sensor ultrasónico de medición de nivel de agua.



**Fuente:** Echo Treck.

**Imagen N°8:** Sistema sensor ultrasónico de nivel de agua en tiempo real.



**Fuente:** Echo Treck.

**Tabla N°9:** Valores del Medidor de nivel de pozo profundo o estanque con Ultrasonido. **Fuente:** en base a datos de proveedor.

Medidor de nivel de pozo profundo o estanque con ultrasonido				
Ítem	Cantidad	unidad	Valor unitario	Valor
Transmisor de nivel ultrasónico 4-20mA, 0,35-10m	1	u	\$ 830.000	\$ 830.000
Subtotal				\$ 830.000
Gastos Generales (20%)				\$ 166.000
<b>Total</b>				<b>\$ 996.000</b>

Se considera un medidor de nivel ultrasónico marca Echo Trek, modelo ST/SB-400. Una de las empresas que distribuye este medidor de nivel con ultrasonido en Chile es Veto, Medición y Control. El manual de uso, su catálogo y todos los detalles técnicos de este sistema pueden ser encontrados en los siguientes links del proveedor:

**Manual de usuario:**

[http://www.veto.cl/index.php?page=shop.getfile&file\\_id=4340&product\\_id=1817&option=com\\_virtuemart&Itemid=1547&lang=es](http://www.veto.cl/index.php?page=shop.getfile&file_id=4340&product_id=1817&option=com_virtuemart&Itemid=1547&lang=es)

**Catálogo**

[http://www.veto.cl/index.php?page=shop.getfile&file\\_id=2645&product\\_id=1817&option=com\\_virtuemart&Itemid=1547&lang=es](http://www.veto.cl/index.php?page=shop.getfile&file_id=2645&product_id=1817&option=com_virtuemart&Itemid=1547&lang=es)

Con respecto en que APRs puede ser implementado este sistema, no existe una exigencia mínima debido a que esta tecnología tiende a tener un control del nivel de agua de un pozo profundo o estanque de almacenamiento. De ser aplicada, se recomienda ser instalado en los pozos de los APR para tener así una medida de como varía el nivel de agua en el tiempo. Debido a que es necesaria energía eléctrica para el funcionamiento del sensor, es que se recomienda la conexión al panel eléctrico ubicado en el recinto cerrado del pozo. En el caso de ser instalado en las zonas del estanque de almacenamiento será necesaria la instalación de un panel monocristalino de 250W, ya que la extensión de la red eléctrica para suplir la demanda energética del sensor no es justificable.

## b) Medición de Nivel de Pozo con Trasmisores de Presión Diferencial Sumergible.

Para la medición de nivel en pozos profundos de agua, se recomienda el uso de transmisores de presión diferencial sumergibles. El principio de operación se basa en la presión hidrostática que ejerce la columna de agua en el sensor, cuyo elemento primario es una celda de carga que proporciona una salida de voltaje directamente proporcional a la presión. Debido a la naturaleza del elemento primario que da una salida directamente proporcional a la diferencia de presión entre la atmosférica y la hidrostática, estos dispositivos tienen dentro del cable un tubo capilar muy delgado para poder medir la presión atmosférica.

Características:

- Alta precisión y fiabilidad.
- Transmisor de presión completamente sumergible al igual que el cable.
- Diseño compacto y robusto para una fácil instalación.
- Mantenimiento y cuidado mínimo.
- Sensor de nivel de agua compatible con la mayoría de equipos de vigilancia.
- Cable de ventilación para la compensación barométrica automática.
- Sistema de compensación dinámica de temperatura.

**Imagen N°3:** Transmisor de presión diferencial sumergible



**Fuente:** Global Water.

**Tabla N°10:** Valores del Transmisor de presión diferencial sumergible. **Fuente:** En base a datos de proveedores.

Transmisor de presión diferencial sumergible				
Ítem	Cantidad	unidad	Valor unitario	Valor
Transmisor sumergible 50 m + transmisor 4-20mA	1	u	\$ 357.000	\$ 357.000
Cable para transmisor de nivel	50	m	\$ 4.700	\$ 235.000
Subtotal				\$ 592.000
Gastos Generales (20%)				\$ 118.400
<b>Total</b>				<b>\$ 710.400</b>

Se considera un Transmisor de presión diferencial sumergible marca Global Water modelo WL400. Una de las empresas que distribuye Transmisor de presión diferencial sumergible en Chile es Hidrochile. Los detalles de este sistema y contactos del proveedor pueden ser encontrados en el siguiente link: <http://www.hidrochile.cl/nivel.html>. Además, la marca, su página web, cuenta con información, actualmente en inglés, <http://www.globalw.com/downloads/wl400/wl400b.pdf>

### 10.3.2.3 Medición de Presión de Agua.

#### a) Sensor Remoto de Medición de Presión.

La correcta gestión de las presiones en las tuberías es fundamental para el buen suministro de agua potable. Las pérdidas de presión pueden ocasionar que el agua subterránea contamine el sistema de distribución, además de las fluctuaciones de presión que pueden afectar directamente la integridad física de las tuberías y válvulas. Los aumentos repentinos en la presión son los principales causantes del origen de nuevas fugas, explosiones de tuberías, válvulas y/o reducir drásticamente la vida útil de la infraestructura. La obtención correcta de los datos de presión permite a los operadores del sistema reducir los volúmenes de fuga, los costos de energía, los costos de mantenimiento del sistema, quejas de los usuarios y problemas de calidad del agua.

Para medir la presión manométrica de la línea de distribución o de extracción de agua, se recomienda el uso de transmisores electrónicos cuyo elemento primario sea un sensor de tipo piezoeléctrico.

Un sensor de tipo piezoeléctrico está hecho de materiales semiconductores cristalinos que, al deformarse físicamente por la acción de una presión, generan una señal eléctrica directamente proporcional a la magnitud de la presión generada por el proceso.

Sus principales beneficios de esta tecnología son,

- Reducir la cantidad de agua no contabilizada (pérdidas)
- Identificar las posibles fallas de infraestructura relacionados con las variaciones de presión que pueden conducir a costos de reparación significantes
- Reducir los costos de bombeo y de energía consumida
- Mejorar la seguridad pública
- Transmisión remota de datos SCADA

El sistema remoto de control de presión está diseñado para ser desplegado en cualquier parte de un sistema de distribución. Puede ser instalado de forma directa en la red de distribución principal o en las válvulas del sistema ubicado en las cámaras de inspección. La energía del sistema proviene de una batería de litio que se debe cambiar generalmente cada 5 años. Este sistema tiene la posibilidad de transmitir los datos capturados a través de un transmisor de pulso 4-20mA, compatible con las demás tecnologías, a un teléfono celular, a un computador, o a un sistema SCADA. Es capaz de crear alertas de altas y bajas presiones los cuales son enviados a los dispositivos conectados.

**Imagen N°10:** Sensor piezoeléctrico de medición de presión en tuberías.



**Fuente:** Sotermic – Chile.

**Imagen N°41:** Sensor remoto de control de presión.



**Fuente:** Sotermic.

La instalación del sistema de monitoreo requiere de una planificación de mayor detalle, ya que es necesario un análisis previo de cada red para poder determinar los puntos de instalación óptimos. Antes de la instalación, deben ser identificados puntos estratégicos de instalación. Estos puntos de instalación determinarán si el dispositivo requerirá una nueva cámara de válvulas o si es posible su instalación directamente en la red.

Ya instalado en el sistema se activa el sensor de presión y el dispositivo automáticamente comienza a transmitir a la central de monitoreo. Se recomienda realizar acuartelamientos, tal como lo señala las recomendaciones de diseño de los sistemas de diseño de Agua Potable Rural, cada 2 km lineales de tuberías, para así tener un mayor control sobre la red. A su vez, se recomienda asociar esta tecnología, con la de construir nuevas cámaras de inspección, presentada en las Soluciones Básicas para sistemas de Agua Potable Rural, con medidores tradicionales o magnéticos en su interior, para así tener una medición tanto de la presión como del flujo entre estos acuartelamientos y detectar cualquier fuga o anomalía en la red.

Con respecto a decidir en qué puntos de la red se debe instalar estos transmisores de presión, no es posible recomendar algo de manera general, esto debido a que depende de la configuración de la red de cada sistema y, durante el catastro, de los APR visitados se constató que no se cuenta con los planos topográficos para indicar lograr así, identificar posibles puntos críticos.

**Tabla N°11:** Valores del Transmisor de presión diferencial sumergible. **Fuente:** En base a datos de proveedor.

Medición de presión de agua				
Ítem	Cantidad	unidad	Valor unitario	Valor
Sensor piezoeléctrico de presión	1	u	\$ 2.150.000	\$ 2.150.000
Telemetría, Salida 4-20mA de sensor	1	u	\$ 386.000	\$ 386.000
Software de referenciación y gestión	1	u	\$ 1.090.000	\$ 1.090.000
Subtotal				\$ 3.626.000
Gastos Generales (20%)				\$ 725.200
<b>Total</b>				<b>\$ 4.351.200</b>

Se consideró un transmisor inteligente de presión marca Aliapt modelo APT8000. Con respecto a la inversión para esta tecnología, al no ser económica para ser suplida 100% por el comité, se recomienda que la DOH, y si es posible con aporte del Comité, cumpla el rol de promover la implementación de este sistema, los cuales ayudarían a tener un mejor control de la presión en puntos que sean relevantes en la red. Se recomienda su instalación a la salida del pozo, para tener un control de la cantidad sobre las tuberías de acero galvanizado en ese punto.

Se considera que esta tecnología, si puede dar un mayor control de las presiones en la red y en el cuidado y alerte de posibles fallas en la zona cercana a la bomba del pozo, no se considera primordial en el uso rural, por lo que se recomienda dar prioridad a la solución de problemas básicos de un sistema de Agua Potable Rural antes de la decisión de implementación de esta tecnología.

Una de las empresas que distribuye este totalizador de flujo en Chile es Sotermic. Los detalles técnicos de este sistema pueden ser encontrados en los siguientes links del proveedor:

<http://www.sotermic.cl/valvulas-vapor-trampas/sensores-de-presion/transmisor-de-presion/>

## b) Medición de Calidad del Agua.

La concentración del cloro total es el resultado de la suma del cloro libre y el cloro combinado: el cloro libre se combina con nitrógeno formando cloramina (cloro combinado). Las cloraminas son nocivas para la vida acuática y crean daños en las instalaciones de tratamiento de aguas que usan membranas para la purificación del agua (por ejemplo: osmosis inversa), por lo que es muy importante monitorizar frecuentemente el nivel de cloro libre y/o total.

La concentración de cloraminas en el agua depende principalmente del pH, de la temperatura, de la relación inicial del cloro con las aminas, de la demanda del cloro y del tiempo de reacción. Ambas formas de cloro (libre y combinado) pueden subsistir simultáneamente y por lo tanto deben ser medidos de modo separado.

La medida de cloro es uno de los parámetros más controlados por razones de seguridad y económicas. La tecnología de medición es la colorimetría y con ella se consigue una buena resolución y respuesta inmediata.

**Imagen N°12:** test colorimétrico para medición de cloro libre.



**Fuente:** HACH.

Los indicadores colorimétricos si bien nos permiten realizar una medición del nivel de cloro, esta será siempre de manera cualitativa, lo cual puede tener sesgos dependiendo de la persona que mida y su grado de identificación de colores.

Actualmente existen nuevas tecnologías que permiten realizar una medición cuantitativa, en donde podemos conocer con un mayor grado de seguridad los niveles de cloro presente en el agua. Adicionalmente a esto existen dispositivos que nos permiten medir diferentes parámetros adicionales en tiempo real como los que pasaremos a ver en los siguientes puntos.

### c) **Sondas de Agua de Múltiples Parámetros.**

Las sondas de agua múltiples parámetros son una herramienta muy útil para mantener un monitoreo continuo de la calidad de agua. Si bien estos instrumentos no reemplazan los análisis físico-químicos realizados por instituciones certificadas a nivel nacional, si son una ayuda para conocer la calidad diaria del agua y prevenir situaciones críticas que pudiesen afectar a la población.

#### **Aplicaciones**

- Mide una variedad de parámetros, incluyendo cloro, presión, temperatura, profundidad, conductividad, salinidad, conductividad específica, TDS, pH, redox, oxígeno, turbidez, clorofila a, amoníaco, nitrato, cloruro y gases disueltos totales.
- Calibración remota, monitoreo y control de los sensores en tiempo real.

#### **Beneficios**

- El monitoreo de diversos parámetros de la calidad del agua es importante para garantizar el constante suministro de agua potable. También ayuda a identificar las áreas problemáticas a través del monitoreo de la calidad del agua en todo el sistema en lugar de un solo punto de origen.
- Bajo costo y tiempo dedicado a las pruebas manuales.
- El control eficaz de distribución de agua.
- No es necesario de operaciones químicas o pruebas especializadas.
- Transmisión de datos de telemetría en tiempo real a un servidor central compatible con las demás tecnologías presentadas (transmisor 4-20mA).
- Detección de cualquier cambio en la calidad del agua, causada con frecuencia por las fugas, corrosión de las tuberías y los efectos de contaminación biológica, etc.
- Medición de varios parámetros a la vez.

Existe una serie de sondas multi parámetros a nivel mundial, una de las marcas reconocidas en este sentido es Hatch, que distribuyen medidores HQd y Sondas IntelliCAL.

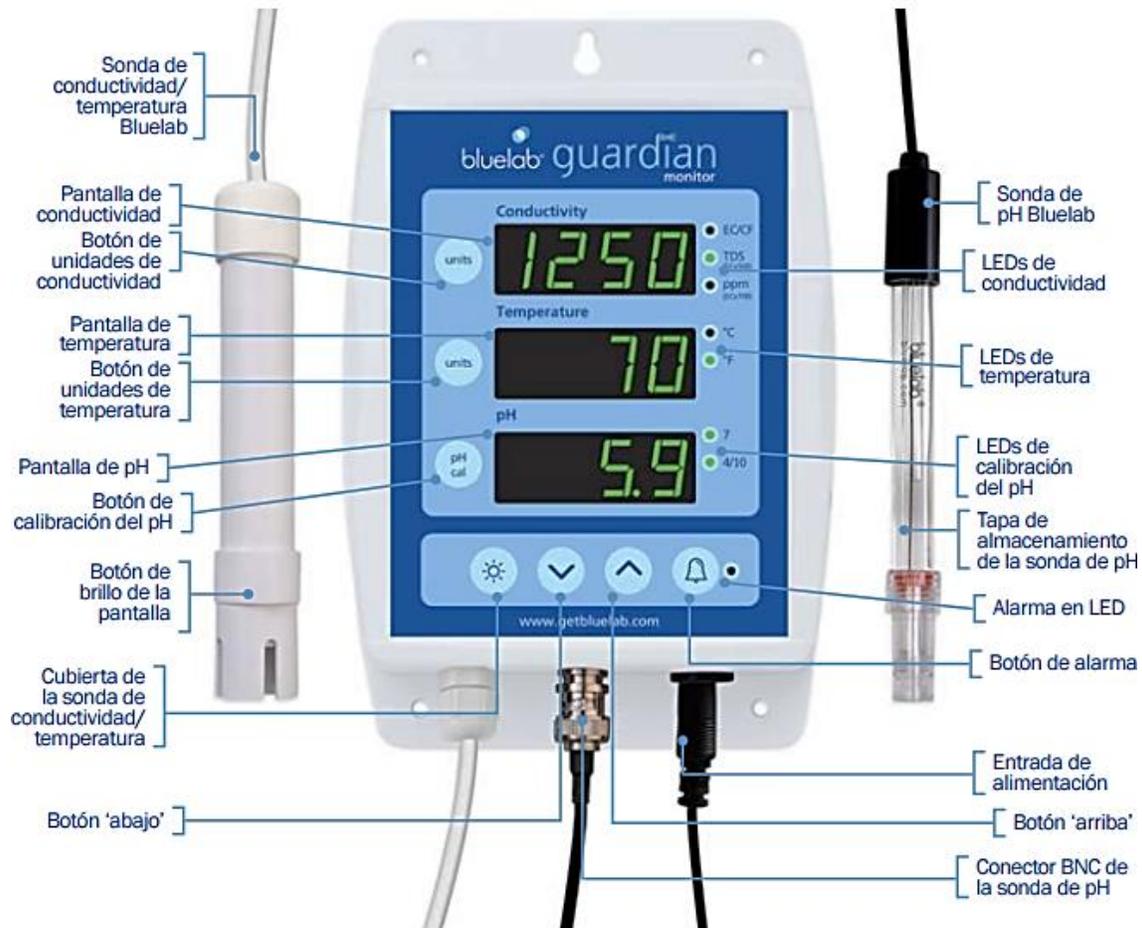
Otro ejemplo de alta calidad es un sensor de medición marca Bluelab modelo Guardian Monitor, con un rango de pH de 0.0 a 14.0, precisión de +/- 0,1 pH; rango de conductividad de 0-3500 ppm, precisión +/- 70 ppm; rango de temperatura de 0-50°C, precisión +/- 1°C; fuente de alimentación: entrada de 100-240 V ca y salida de 5 V cc, con 4 tipos de enchufes intercambiables.

Manual y especificaciones de Monitor Bluelab modelo Guardian Monitor:

<https://www.bluelab.com/getdoc/4b08531f-c693-403d-b939-8bf7c9615afb/File>

Imagen N°13: Sonda multi parámetros de monitoreo constante.

## BlueLab Guardian Monitor



Fuente: BlueLab.

Tabla N°12: Valores del Sensor de medición multi parámetros. Fuente: Elaboración propia en base a datos de proveedor.

Sensor de medición multi parámetros				
Ítem	Cantidad	unidad	Valor unitario	Valor
Controlador Transmisor pH/ORP/NH3/Temp	1	u	\$ 1.260.000	\$ 1.260.000
Cable para electrodos de transmisión	1	u	\$ 89.000	\$ 89.000
Subtotal				\$ 1.349.000
Gastos Generales (20%)				\$ 269.800
<b>Total</b>				<b>\$ 1.618.800</b>

#### d) **Detección de metales pesados en el agua.**

El sistema ATMS (Automatic Trace Metal System) es un instrumento para la detección y la medición de los metales en el agua. Su principal uso es para la detección de contaminantes tales como mercurio, cobre, cadmio, plomo, talio y zinc. El principio se basa en la medición electroquímica de tensión de corriente.

- Cuantificación de diferentes metales con uno o dos sensores (Zn, Pb, Cd, Ni, Co, Tl, Hg, etc)
- Adaptado al medio ambiente. Tanto los electrodos como los productos químicos son libres de productos tóxicos.
- Alta sensibilidad, por debajo de 1 ppb (1 Mg/L), con precisión típica de medición de  $\pm 10\%$  en 10 ppb.
- Actualización automática del software y del firmware vía Internet.
- Estabilidad constante de medición por más de un mes sin asistencia.
- De fácil mantenimiento, con todos los circuitos electrónicos en una sola tarjeta de microprocesador.
- Corto tiempo para cada análisis (2-5 minutos)
- Bajos y hasta insignificantes costes de funcionamiento y mantenimiento.
- Versión de pared compacta, que también puede ser suministrada como planta completa armario o como versión simplificada para uso manual en laboratorio.
- Sistemas automáticos integrados también pueden ser ofrecidos para la medición de pH, COT, conductividad, etc.
- Fácil calibración.
- Toma de muestras y análisis previos automatizados.
- Limpieza automática de los electrodos electroquímicos.
- Pequeños volúmenes de muestra (35 ml)
- Software sencillo y de fácil utilización para el control del equipo y para la presentación de los resultados.
- Presentación en Tiempo real/en línea de los datos, si requerido, vía Internet.

**Imagen N°14:** sección de una estación de monitoreo cons sistema ATMS



**Fuente:** SensAqua.

e) **Sensores de Parámetros Únicos (Cloro, Amoníaco, pH, conductividad).**

a) Monitor Continuo de Cloro Residual.

Dispositivo de vigilancia continua, el cual puede enviar datos a una central a distancia y que además puede ser utilizado cerca del punto de cloración.

**Imagen N°15:** Monitor de cloro residual.



Fuente: ATI.

**Tabla N°13:** Valores del Sensor de control continuo de cloro. **Fuente:** En base a datos de proveedor.

Sensor de control continuo de cloro				
Ítem	Cantidad	unidad	Valor unitario	Valor
Sensor cloro/transmisión de datos 4-20mA	1	u	\$ 1.375.000	\$ 1.375.000
Subtotal				\$ 1.375.000
Gastos Generales (20%)				\$ 275.000
<b>Total</b>				<b>\$ 1.650.000</b>

Se considera un sensor de control continuo marca ATI modelo Q46H/62-63. Este sensor es un analizador de cloro libre, su principio de medición electroquímico, a través de una membrana de ión selectivo, no utiliza reactivos.

Además no posee partes móviles, requiere un mantenimiento mínimo y a un muy bajo costo, programable en diferentes rangos: 0-2.000 ppm, 0-20.00 ppm y 0-200.0 ppm, Precisión: +/- 0.02 ppm o 0.5% FS, Alimentación: 220 VCA, Gabinete IP66, Incluye celda con 25' (7,5 Mts) de cable y cámara de recirculación para asegurar caudal constante (constant head flowcell).

b) Sensores de pH del Agua.

El pH es una medida de la acidez o alcalinidad del agua, su expresión viene dada por el logaritmo de la inversa de la concentración del ion hidrógeno (H) expresada en moles por litro. La fórmula química es:  $pH = \log 1/(H)$ .

Existen varios métodos para medir el Potencial Hidrógeno de manera continua, el más exacto y versátil es el sistema de electrodo de vidrio. El sistema consiste de 4 partes; el elemento primario que es un electrodo, un amplificador y un electrodo de referencia. Cada uno de los componentes juega un rol crítico en el desempeño del medidor. El elemento primario es un electrodo de vidrio que proporciona un voltaje de acuerdo con la cantidad de hidrógeno libre, se comporta como si fuera una pila eléctrica. Para medir el voltaje desarrollado por el elemento primario, es necesario un segundo electrodo de referencia, éste aparte de cerrar el circuito, proporciona un voltaje constante que sirve como referencia. La diferencia del voltaje es amplificada y acondicionada para transmitirse a distancia.

**Imagen N°56:** Medidor continuo electrodo de vidrio del pH en el Agua.



**Fuente:** Bluelab.

**Tabla N°14:** Valores del medidor continuo de pH en el agua. **Fuente:** En base a datos de proveedor.

Medidor continuo de pH en el agua				
Ítem	Cantidad	unidad	Valor unitario	Valor
Medidor de pH/transmisión de datos 4-20mA	1	u	\$ 686.000	\$ 686.000
Medidor diagrama cerámico portátil de pH	1	u	\$ 95.000	\$ 95.000
Subtotal				\$ 781.000
Gastos Generales (20%)				\$ 156.200
<b>Total</b>				<b>\$ 937.200</b>

Para efectos de cálculo, se consideró un medidor de pH marca Bluelab modelo pH controller.

c) Sensor de Nitrato.

Los iones de nitrato que se encuentran en cuerpos de agua resultan de una variedad de fuentes naturales y hechas por el hombre. Los nitratos son una importante fuente de nitrógeno necesaria para que las plantas y animales sintetizen aminoácidos y proteínas. La mayor parte de nitrógeno en la tierra se encuentra en la forma de nitrógeno gaseoso,  $N_2$ . A través de un proceso, conocido como el *ciclo de nitrógeno*, el nitrógeno gaseoso se modifica a formas útiles para plantas y animales. Estas conversiones incluyen la producción industrial de fertilizantes, tanto como procesos naturales, tales como la fijación de nitrógeno en plantas leguminosas y desperdicios animales.

Aunque los niveles de nitrato en cuerpos de agua son usualmente menores de 1 mg/L, fuentes de nitrato hechas por el hombre pueden elevar los niveles de este componente por encima de 3 mg/L. Estas fuentes incluyen áreas de alimento para animales, escurrientías de áreas fertilizadas o aguas desechadas que han sido tratadas y devueltas a cuerpos de agua. Niveles sobre 10 mg/L en agua potable puede causar una enfermedad en infantes que puede ser potencialmente fatal. Concentraciones altas de nitrato también contribuye a una condición en cuerpos de agua dulce llamada eutrofización, el crecimiento excesivo de plantas acuáticas y algas, en algunos casos llegando a obstruir las tuberías. Este proceso viene acompañado de olor y sabor desagradable para el agua, además de una reducción en la claridad de ésta.

El monitoreo de nitratos en tiempo real para el agua potable es sencillo y asequible, utilizando el principio de medición de la absorción UV, datos precisos, exactos y fiables se pueden obtener sin el uso de reactivos o preparación de la muestra compleja. Este método simple y eficaz ahorra tiempo y trabajo, proporcionando una solución práctica para muchas aplicaciones de monitorización de nitrato en tiempo real.

La técnica de monitoreo espectrofotométrico ultravioleta (UV) mide la absorbencia del nitrato ( $NO_3^-$ ) a 220 nm y es adecuada para la determinación rápida de  $NO_3^-$  y el monitoreo de aguas con bajo contenido de materia orgánica, como aguas naturales sin contaminar y fuentes de agua potable.

**Imagen N°17: Medidor de Nitrato**



**Fuente:** LAQUAtwin

**Tabla N°15:** Valores del medidor de nitrato. **Fuente:** en base a datos de proveedor.

<b>Medidor de Nitrato</b>				
Ítem	Cantidad	unidad	Valor unitario	Valor
Medidor de Nitrato 62-6200 ppm	1	u	\$ 290.000	\$ 290.000
Subtotal				\$ 290.000
Gastos Generales (20%)				\$ 58.000
<b>Total</b>				<b>\$ 348.000</b>

Se considera un medidor de nitrato marca LAQUAtwin, modelo B-741. Es un medidor de nitrato a prueba de agua con una gran pantalla LCD. Estos equipos incorporan un electrodo de ión plano para la medición de microvolúmenes. El electrodo reemplazable hace uso del mismo principio de medición que el electrodo selectivo de iones de nitrato tradicional (ISE); sin embargo, este sistema solo requiere unas gotas (0,3 ml) para ofrecer un análisis rápido y preciso.

d) Sensores de Conductividad.

Los sensores de conductividad miden la capacidad de una solución para conducir una corriente eléctrica. La presencia de iones es lo que permite que la solución sea conductora: cuanto mayor sea la concentración de iones, mayor será la conductividad.

Un sensor de conductividad se puede calibrar con una solución de conductividad conocida (como se haría al calibrar un sensor de pH con una solución con un pH conocido). También se puede utilizar un dispositivo que contenga una gama de resistencias muy precisas que imiten mediciones de conductividad conocidas.

Existen dos tipos de sensores de conductividad: de contacto e inductivos. Con los sensores de contacto, los electrodos que miden la conductividad están en contacto directo con la solución. Se aplica a los electrodos una tensión alterna. Esto provoca que los iones en la solución se muevan en todas direcciones entre los electrodos, creando una corriente que se mide y se convierte en una medición de conductividad.

Este tipo de sensor es muy bueno para medir soluciones de baja conductividad en las que hay muy pocas partículas sólidas que se puedan almacenar alrededor de los electrodos e interferir en la medición, por ejemplo, el agua pura. Para soluciones de alta conductividad o en caso de que la solución pueda corroer los electrodos o contener una gran cantidad de partículas sólidas, se necesitan sensores inductivos. Estos sensores utilizan dos bobinas de cable contenidas en un cuerpo de plástico. La corriente que fluye a través de una bobina induce una corriente a fluir a través de la otra. La cantidad de corriente inducida depende de la conductividad de la solución.

La conductividad se mide en siemens por cm (S/cm). Una conductividad de 1 S/cm es bastante alta, por lo que muchas mediciones de conductividad se realizan con soluciones en las que la

conductividad se mide en mS/cm (una milésima parte de un S/cm) o en  $\mu\text{S/cm}$  (una millonésima parte de un S/cm). El agua potable está normalmente entre los 50 y los 1500  $\mu\text{S/cm}$

**Imagen N°6:** Medidor de conductividad.



**Fuente:** Pfinger – Chile.

**Tabla N°16:** Valores del Sensor de conductividad. **Fuente:** en base a datos de proveedor.

Sensor de conductividad				
Ítem	Cantidad	unidad	Valor unitario	Valor
Sensor conductividad/transmisión datos 4-20mA	1	u	\$ 765.000	\$ 765.000
Subtotal				\$ 765.000
Gastos Generales (20%)				\$ 153.000
<b>Total</b>				<b>\$ 918.000</b>

A nivel nacional existen diversas empresas que distribuyen estos sensores, un ejemplo es la empresa Pfinger. Algunas características de los modelos que distribuye son: Un diseño de construcción a través de flujo, asegurando mediciones continuas sin burbujas de aire. Conexiones de rosca reversible para uso en tanques o en línea. Sus partes estándar permiten flexibilidad de aplicaciones al usuario. Todos los sensores utilizan cable eléctrico estándar. Evita incurrir en costos adicionales por tener que utilizar conexiones de cable extra. Certificado de calibración NIST opcional. La especificación requiere rastreabilidad.

Más información se puede obtener de: <http://www.pfenniger.cl/node/31>

Para cálculos de costo, se consideró un sensor de conductividad marca Mettler Toledo modelo UniCond de dos electrodos.

## f) Indicadores de Contaminación.

### Aplicaciones y beneficios

- Control microbiológico de la calidad del agua para diversos patógenos microbianos sin laboratorio
- Indicador microbiano automático: prueba fácil, rápida y fiable de la calidad microbiana del agua con mínima formación técnica
- No hay necesidad de enviar muestras al laboratorio. Ahorro de costos y tiempo relacionado en laboratorio.
  - Obtención de resultados 2-18 horas
  - Error humano minimizado

Esta tecnología permite a los operadores analizar la posible contaminación biológica del agua sin necesidad de equipos de laboratorio o experiencia técnica. Se requiere una mínima cantidad de agua para obtener buenos resultados. Este sistema se puede instalar en un espacio reducido, como puede ser la oficina del Comité o bodega de almacenamiento.

La prueba de contaminación biológica más precisa y rápida es el indicador microbiano automático, la cual solo requiere una pequeña muestra de agua para ser insertada directamente en la máquina. Los operadores podrán obtener los resultados de la muestra dentro de 18 horas.

**Imagen N°7:** Indicador microbiano automático.



**Fuente:** MAGIAR, Soleris.

**Imagen N°80:** indicador microbiano automático de fácil funcionamiento.



**Fuente:** Soleris.

Un sistema listo para usar que reduce el tiempo necesario para realizar los análisis microbiológicos, son las placas portátiles y desechables. Presentan los siguientes beneficios.

- La muestra se distribuye de forma automática y de manera uniforme en la placa. No hay necesidad de esparcidor
- Almacenamiento a temperatura ambiente.
- Apilable y fácil de usar
- Larga duración (18 meses): se puede conservar a temperatura ambiente en bolsas selladas.
- Inoculación - Solo se añade 1 ml de la muestra en el centro de la placa.
- La incubación - Invertir y colocar en la incubadora. Se incuba bajo la temperatura y tiempo apropiado para cada examen.
- Interpretación - Recuento de las colonias en la parte trasera de la placa

**Imagen N°91:** Indicador de Contaminación Bacteriológico.



**Fuente:** Análisis avanzados.

**Tabla N°17:** Valores del Indicador de Contaminación Bacteriológico. **Fuente:** En base a datos de proveedor.

<b>Indicador de Contaminación Bacteriológico</b>				
Ítem	Cantidad	unidad	Valor unitario	Valor
Indicador microbiano automático	1	u	\$ 2.170.000	\$ 2.170.000
Indicador de Contaminación Bacteriológico	1	u	\$ 9.500	\$ 9.500
Subtotal				\$ 2.179.500
Gastos Generales (20%)				\$ 435.900
<b>Total</b>				<b>\$ 2.615.400</b>

Para la implementación del indicador microbiano automático, se recomienda que la DOH realice la compra y el manejo del instrumento, agrupando cierto número de APR y realizando y muestreo de la calidad del agua cada cierto periodo de tiempos.

Con respecto al indicador de contaminación de mano, estos pueden ser adquiridos directamente por el comité del APR y ser administrados por ellos mismos, para lograr tener una identificación a priori de la calidad de sus aguas.

#### **g) Bolsa de Prueba Microbiológica.**

Este sistema es ideal para realizar en forma sencilla una prueba de calidad del agua complementaria en cualquier zona rural de difícil acceso en caso de un desastre o emergencia. Su simplicidad y conveniencia lo hacen un instrumento de alta utilidad para cualquier persona que lo realice, permitiendo eliminar los obstáculos a la supervisión in situ de la calidad del agua.

#### **Beneficios:**

- Portátil - Compacto y ligero.
- Simple - Cualquier persona puede utilizar con poca formación.
- Comodidad - Las Obras a temperaturas variables, control de temperatura constante no es obligatorio. incubación a temperatura ambiente a 25 ° C y por encima.
- Flexible - No se requiere uso de electricidad, incubadoras, cadena de frío, equipos extras o técnicos especializados.
- Informativo: Resultados de pruebas con código de color.

**Imagen N°102:** Bolsa de Prueba Microbiológica utilizada en terreno.



**Fuente:** Environmental Express.

**Tabla N°18:** Valores del Indicador de bolsa Contaminación Bacteriológico

<b>Indicador de bolsa de Contaminación Bacteriológico</b>				
Ítem	Cantidad	unidad	Valor unitario	Valor
Bolsa de prueba microbiológica	1	u	\$ 14.700	\$ 14.700
Subtotal				\$ 14.700
Gastos Generales (20%)				\$ 2.940
<b>Total</b>				<b>\$ 17.640</b>

A modo de ejemplo, se puede mencionar las empresas AquaBsafe de Canadá, la que ofrece el modelo Aquavial y la empresa Environmental Express, empresa de E.E.U.U., que presenta su línea de bolsas para test microbiológico Whirl-Pak®, siendo los modelos más conocidos los siguientes: . Whirl-Pak® Bags, Standard, 4-oz., 500pk.; Whirl-Pak® Bags, Standard, 7-oz., 500bx; Whirl-Pak® Bags, Standard, w/30mg Thio, 100mL, 100pk; Whirl-Pak® Bags; entre otros.

Actualmente en Chile, no se tiene proveedores de este kit bacteriológico. Toda información con respecto a este kit se puede encontrar en el siguiente link: <https://aquabsafe.com/aquavial/>

Se consideró que la implementación de indicadores de bolsas de contaminación debería realizarse en aquellos sistemas de APR que contaran con alguna clase de filtro u otro elemento similar, lo cual representa que el sistema depende de un equipo específico para mantener adecuados niveles de ciertos parámetros (mantener la calidad), lo que podría verse afectado por eventos de corte y emergencia. De acuerdo a esto, los indicadores de bolsas de contaminación, son una alternativa de bajo costo para corroborar la calidad de agua en situaciones puntuales que no ameriten una certificación de alguna institución formal.

**Tabla N°19:** APR candidatos para la implementación de indicador de contaminación en el agua.

**Fuente:** elaboración propia en base a datos de diagnóstico.

Nombre del Servicio APR	Provincia	Cuenta con Filtros u otros
CARCAMO-LA COLONIA	CHOAPA	Filtro Fe- Mn
HUENTELAUQUEN SUR	CHOAPA	Filtro Fe- Mn
VILLASECA	LIMARI	Filtro Fe-Mn y Carbón Activado
HUINTIL	CHOAPA	Filtro Fe- Mn
LA CAPILLA	CHOAPA	Filtro Fe- Mn
LAS CAÑAS 1 (ALTA)	CHOAPA	Filtro Fe- Mn
LAS CAÑAS 2 (BAJA)	CHOAPA	Filtro Fe-Mn y As
LAS COCINERAS	CHOAPA	Filtro Fe- Mn
PERALILLO	CHOAPA	Filtro Permanganato - Potasio
PINTACURA SUR	CHOAPA	Filtro Fe- Mn
SANTA VIRGINIA	CHOAPA	Filtro Fe- Mn
SOCAVON	CHOAPA	Filtro Fe- Mn
LOS CÓNDORES	CHOAPA	Filtro Fe- Mn
ARBOLEDA GRANDE	CHOAPA	Filtro Fe- Mn
SISTEMA LA JARILLA	ELQUI	Filtro Turbiedad
EL COIPO	LIMARI	Filtro Fe- Mn
SAN MARCOS	LIMARI	Filtro Fe- Mn
VALLE HERMOSO	LIMARI	Filtro Fe- Mn
COLLIGUAY	LIMARI	Filtro Fe- Mn
HUENTELAUQUEN NORTE	CHOAPA	Filtro Fe- Mn
EL TOME ALTO	LIMARI	Filtro Fe- Mn
HUATULAME	LIMARI	Filtro Carbón Activado
LOS MORALES	LIMARI	Filtro Fe- Mn
LOS TAPIAS	LIMARI	Filtro Desnitrificador
CAMARICO	LIMARI	Filtro Turbiedad
ALGARROBO	LIMARI	Filtro Turbiedad
CARACHILLAS	LIMARI	Filtro Fe-Mn y Filtro Turbiedad
CHALINGA	LIMARI	Filtro Fe-Mn y Carbón Activado
EL GUINDO	LIMARI	Filtro Fe- Mn
LA PALOMA	LIMARI	Filtro Fe- Mn
LA PORTADA DE SOTAQUI	LIMARI	Filtro Fe- Mn
NUEVA AURORA	LIMARI	Filtro Desnitrificador
SANTA CATALINA	LIMARI	Filtro Turbiedad
SERON	LIMARI	Filtro Fe- Mn

#### 10.3.2.4 Medición de Voltaje y Amperaje.

Los sistemas de monitoreo de Voltaje y Amperaje pueden proveer información acerca de los puntos críticos del sistema, rendimiento de las bombas, uso de la energía y entregar reportes para analizar su consumo y asimetrías.

Estos sistemas también pueden indicar la mejor manera de utilizar el equipo y la periodicidad del mantenimiento por fallas mecánicas o eléctricas. Emplear sistemas de automatización a su vez, ayudan a monitorear el voltaje y el consumo de energía. Encienden sistemáticamente el equipo para evitar el daño al que puede ser expuesto por una descarga completa de energía.

De igual forma contar con un sistema de registro de la calidad de voltaje y amperaje, nos permite tener el historial del suministro eléctrico, teniendo un monitoreo constante de las variaciones por sobre o bajo el umbral de nuestros equipos, con lo cual podemos evitar problemas y fallas de los equipos.

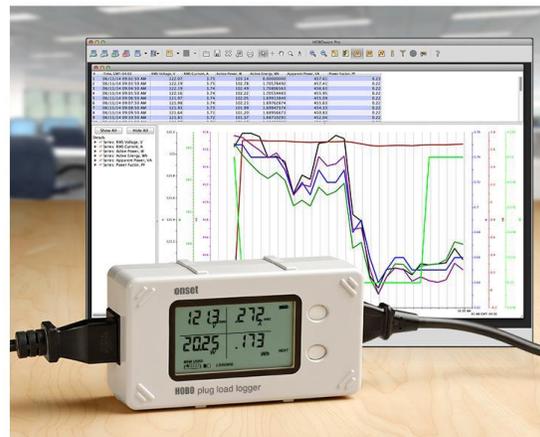
#### Aplicaciones

- Controlar constantemente y vigilar la tensión del sistema
- Medición de tensión en tiempo real y actual disponible vía telemetría

#### Beneficios

- Protección de bombas de daños eléctricos
- Asegurar el correcto funcionamiento de los equipos eléctricos

**Imagen N°23:** (Izquierda) Regulador de Voltaje con transmisión de datos vía red, (Derecha) Monitoreo continuo de variaciones de voltaje y amperaje



Fuente: Pentacom.

**Imagen N°24:** Indicador de procesos eléctricos y temperatura con alarmas configurables.



**Fuente:** Julmatic.

**Tabla N°20:** Valores del Monitoreo y medición de parámetros eléctricos. **Fuente:** Den base a datos de proveedor.

Monitoreo y medición de parámetros eléctricos				
Ítem	Cantidad	unidad	Valor unitario	Valor
Regulador de Voltaje + transmisión de datos	1	u	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000
Monitor de variaciones de Voltaje y amperaje	1	u	\$ 230.000	\$ 230.000
Indicador de procesos eléctricos y T° c/alarmas	1	u	\$ 126.000	\$ 126.000
Subtotal				\$ 3.856.000
Gastos Generales (20%)				\$ 771.200
<b>Total</b>				<b>\$ 4.627.200</b>

A modo de ejemplo, una de las empresas que distribuye este instrumento en Chile es Veto, Medición y Control. El manual de uso, su catálogo y todos los detalles técnicos de este sistema pueden ser encontrados en los siguientes links del proveedor: Manual de usuario:

[http://www.veto.cl/index.php?page=shop.getfile&file\\_id=345&product\\_id=1218&option=com\\_virtuemart&Itemid=1547&lang=ess](http://www.veto.cl/index.php?page=shop.getfile&file_id=345&product_id=1218&option=com_virtuemart&Itemid=1547&lang=ess)

Catálogo:

[http://www.veto.cl/index.php?page=shop.getfile&file\\_id=2054&product\\_id=1218&option=com\\_virtuemart&Itemid=1547&lang=es](http://www.veto.cl/index.php?page=shop.getfile&file_id=2054&product_id=1218&option=com_virtuemart&Itemid=1547&lang=es)

Otra empresa es Schneider Electric - Chile. esta empresa provee de reguladores automáticos de tensión, modelos Line-R de APC, para brindar protección contra bajadas de tensión o sobre tensión. Más información se puede obtener desde el siguiente vínculo web:

<http://www.schneider-electric.com/site/home/index.cfm/cl/>

Se consideró candidatos para el monitoreo y medición de parámetros eléctricos los APRs que contaran con un costo total de energía por m<sup>3</sup> producido mayor al promedio de los APR analizados. Este valor es a partir de \$140,57 por m<sup>3</sup>.

**Tabla N°21:** APR candidatos para la implementación de monitoreo y medición de parámetros eléctricos. **Fuente:** elaboración propia en base a datos de diagnóstico.

Nombre del Servicio APR	Provincia	Comuna	Costo Total Energía por m3 producido \$
LIMARI	LIMARI	OVALLE	145,2
RAMADAS DE TULAHUEN	LIMARI	MONTE PATRIA	145,6
SAMO ALTO	LIMARI	RIO HURTADO	151,7
PUNTA COLORADA	ELQUI	LA HIGUERA	156,3
HUACHALALUME	ELQUI	COQUIMBO	157,5
LOS MORALES	LIMARI	MONTE PATRIA	157,8
EL HINOJO	LIMARI	PUNITAQUI	165,8
LA COMPAÑÍA	ELQUI	VICUÑA	167,3
SAN ISIDRO- CALINGASTA	ELQUI	VICUÑA	167,7
CARACHILLAS	LIMARI	OVALLE	168,8
MINCHA NORTE	CHOAPA	CANELA	177
ANDACOLLITO	ELQUI	VICUÑA	189,6
LAMBERT	ELQUI	LA SERENA	197,4
HUENTELAUQUEN NORTE	CHOAPA	CANELA	206
EL ROMERO	ELQUI	LA SERENA	217,5
FUNDINA	LIMARI	RIO HURTADO	217,9
EL QUEÑE	CHOAPA	SALAMANCA	230,7
PLAN DE HORNOS - ASIEN TO VIEJO	CHOAPA	ILLAPEL	308,2
PINTACURA SUR	CHOAPA	ILLAPEL	332,8
ALCONES BAJOS AGUA DE LA VIDA	LIMARI	OVALLE	354,2
HUINTIL NORTE	CHOAPA	ILLAPEL	354,4
CUNCUMEN	CHOAPA	SALAMANCA	357,9
LAS CARDAS	ELQUI	COQUIMBO	374,1
LA HIGUERA	ELQUI	LA HIGUERA	445,4
BARRAZA ALTO - SOCOS	LIMARI	OVALLE	558,0
HUINTIL	CHOAPA	ILLAPEL	595,3
PUERTO ALDEA	ELQUI	COQUIMBO	855,2
CHUNGUNGO	ELQUI	LA HIGUERA	1.492,5

### 10.3.3 Monitoreo y Control.

#### 10.3.3.1 Monitoreo de Tuberías por CCTV.

Consta de un sistema para el análisis y diagnóstico del interior de las tuberías así poder inspeccionar cavidades en las paredes o en otras zonas de difícil acceso. Consta con la posibilidad de integrarlo con un sistema de detección de sondas y tuberías.

Dentro de los cuales se considera:

- Brújula de orientación para localizar de forma rápida y precisa los cabezales de cámara o las sondas
- Medición continua de la profundidad
- Frecuencias pasivas (corriente y radio) para evitar dañar los cables

Los principales beneficios del sistema son:

- Inspección, revisión y control de uso general
- Uso sencillo con interfaz de menú intuitiva
- Grabación de video en formato ajustable
- Uso flexible para inspeccionar tubos y cavidades.
- Selección entre distintos cabezales de cámara.
- Acumulador integrado, contador de metros y sonda de localización
- Sondas de localización integradas con las frecuencias 33 kHz, 512 Hz, 640 Hz (Compatibles con todos los aparatos de localización habituales).
- Teclado impermeable para la directa introducción de datos o edición posterior.

**Imagen N°25:** Sistemas de inspección de tuberías por CCTV.



*Modelo vCam5*



*Modelo vCam LSR*



*Sistema de Detección*

**Fuente:** grHidro.

**Imagen N°26:** Detección de sonda por sistema de radio frecuencia



**Fuente:** grHidro.

**Imagen 27:** Detalles técnicos de referencia para cámara de inspección en tuberías.

<b>Datos técnicos del vCam LSR</b>	
<b>Pantalla manual vCam LS</b>	
Dimensiones	100 mm x 97 mm x 220 mm
Peso	0,7 kg
Pilas	4 AA alcalinas Suministro de corriente alternativo mediante el acumulador LSR o la conexión de 240 V
Duración de la batería	Aprox. 2 h
Pantalla	3,5 pulgadas en diagonal 640 x 480 píxeles
Procesamiento de vídeo	Posibilidad de guardar en la memoria mediante la clavija Video OUT Conector jack de 3,5 mm
<b>Cable de empuje vCam LSR</b>	
Cable	Cable de empuje de 20 m x 5 mm con sonda de 640 Hz integrada
Dimensiones	240 x 265 x 275 mm
Peso	6 kg
Batería	Acumulador integrado y suministro de corriente de 240 V
<b>Cabezales de cámara</b>	
D17	CMOS, peso: 18,2 g, 17 x 30 mm
D25	CCD, peso: 56,4 g, 24 x 41 mm
D33	CCD, peso: 85,4 g, 33 x 41 mm

**Fuente:** grHidro.

**Tabla N°22:** Valores del Monitoreo de tuberías por CCTV. **Fuente:** en base a datos de proveedor.

<b>Monitoreo de Tuberías por CCTV</b>				
Ítem	Cantidad	unidad	Valor unitario	Valor
Sonda de monitoreo tubería por CCTV	1	u	\$ 6.450.000	\$ 6.450.000
Subtotal				\$ 6.450.000
Gastos Generales (20%)				\$ 1.290.000
<b>Total</b>				<b>\$ 7.740.000</b>

Se considera una cámara para inspección de tuberías marca Vivax Metrotech modelo vCam-5, la cual registra el vídeo y captura imágenes inmóviles en sus 300 GB de disco duro interno o a las tarjetas SD del USB en formato de vídeo AVI. Las características estándar incluyen a un escritor con texto completo con la capacidad de cambiar colores de fondo de la fuente y, la sonda que transmite 512Hz/640Hz, la voz superpuesta interna y externa, las baterías recargables incorporadas, el puerto de la prueba de la cámara y la interfaz. Los carretes vCam-5 son construido sólidamente para que el uso del alto rendimiento. Todos los carretes están contruidos de acero inoxidable para uso en exteriores y cuentan con sondas localizables y desmontables.

GrHidro, es una empresa líder de esta tecnología en México, los cuales tiene vasta experiencia en el tema de ventas y detección de fugas a través de cámaras de inspección. Sus productos pueden ser importados a Chile. Actualmente en Chile, la empresa Fugas, Detector Leak, cuenta con gran experiencia en el área de detección de fugas de agua potable en zonas rurales. Cuentan con máquinas de ultrasonido e inspección de tuberías mediante cámaras de procedencia alemana y norteamericana, que permiten localizar micro-filtraciones subterráneas. Además, es posible contratar sus servicios en las siguientes áreas,

- Detección de la fuga
- Demolición y picado de zona
- Despeje de superficie para la reparación
- Reparación y cambio de cañerías afectadas
- Reparar zonas dañadas y afectadas
- Limpieza de la zona de trabajo

Las máquinas de inspección de tuberías por cámara o de ultrasonido son manipuladas por técnicos altamente capacitados y cuentan con una efectividad de un 90%, con un margen de 1m2 a 3m2. Para mayor efectividad existen otras alternativas, aunque con un costo más elevado. Por ejemplo: Sistema de Gas Tracer o Gas Trazador, tecnologías las cuales serán descritas en los siguientes capítulos de este documento.

Otra empresa que comercializa la venta de estos productos es KMX Industrial Equipment, la cual cuenta con la tecnología de la empresa Envirosight modelo Quikview la cual es una rápida y efectiva forma de poder analizar posibles fugas o daños en tuberías.

Debido al elevado costo de este instrumento, se recomienda que la DOH realice la compra y el manejo del instrumento, agrupando cierto número de APR y realizando inspecciones antes posibles fugas de agua cada cierto periodo de tiempos. Esta tecnología se recomienda que vaya agrupada en conjunto con la instalación de medidores magnéticos en la red de agua potable, dentro de las cámaras de inspección las cuales crean acuartelamiento cada 2 kms lineales de tuberías, así de esta forma poder lograr identificar posibles áreas acotadas de filtraciones de agua y no realizar búsquedas al azar.

### 10.3.3.2 Monitoreo de Pozos por CCTV.

Sistema de inspección de pozos con vista dual, portátil, con control automatizado para inspección tanto en profundidad como lateral. Los lentes laterales incluyen una rotación de 360° hacia ambos lados. Consta con un sistema de iluminación, unidad de control, cable, monitor de video, bandas centralizadoras, grabador de DVD, alimentación y carro de transporte para una fácil maniobrabilidad.

Sus principales beneficios son:

- **Inspección de Nueva Construcción.** Visualización de la calidad del trabajo y ofrecer certeza al cliente
- **Inspección Periódica.** Determinar las condiciones existentes del pozo y hacer mantenimiento preventivo
- **Inspección del servicio.** Verificar limpieza, reparaciones, monitorear las condiciones del pozo, y cumplimiento de reglas/leyes
- **Monitoreo del Agua del Acuífero.** Determinar la calidad, condiciones de minerales, estrato geológico, etc.

**Imagen N°28:** Sistema móvil de monitoreo por cámara y panel de control para pozos profundos.



*Modelo RCAM1000*

**Fuente:** grHidro.

**Tabla N°33:** Valores del Monitoreo de pozos profundos por CCTV. **Fuente:** elaboración propia en base a datos de proveedor.

Monitoreo de Pozos por CCTV				
Ítem	Cantidad	unidad	Valor unitario	Valor
Cámara monitoreo pozos/Panel de Control	1	u	\$ 12.740.000	\$ 12.740.000
Subtotal				\$ 12.740.000
Gastos Generales (20%)				\$ 2.548.000
<b>Total</b>				<b>\$ 15.288.000</b>

Debido al elevado costo de este instrumento, se recomienda que DOH realice la compra y el manejo del instrumento, agrupando cierto número de APR y realizando inspecciones a los pozos de los servicios de Agua Potable Rural cada cierto periodo de tiempos

En Chile, la empresa Multifugas (<http://www.multifugas.cl>), realiza servicios de video inspección de tuberías y pozos profundos. Más información sobre el sistema de inspección de pozos profundos por sistema televisivo en:

[http://www.grhidro.com/archivos/grhidro\\_camarasparapozos\\_rcam\\_1000.pdf](http://www.grhidro.com/archivos/grhidro_camarasparapozos_rcam_1000.pdf)

### 10.3.3.3 Monitoreo y Control por Software

#### Aplicaciones

- Supervisión y control continuo y del sistema a través de conexiones remotas
- Monitoreo remoto de nivel de los estanques, caudales, calidad del agua a través del sistema de red y sistema de alarmas
- Registro de mantenimiento automático y seguimiento de cambios para establecer puntos y ajustes

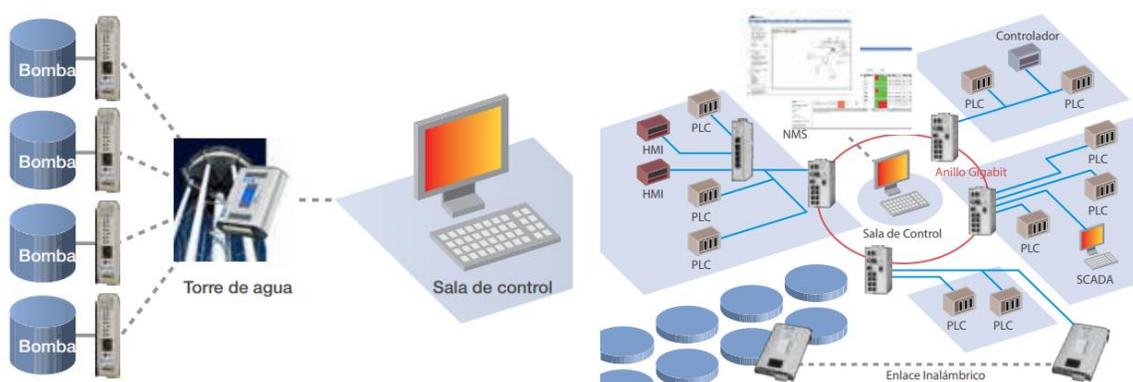
#### Beneficios

- Optimiza los tiempos de respuesta e indica inmediatamente información crítica de diagnóstico
- Mejora el monitoreo y el control del flujo de agua a grandes distancias
- Mejora la seguridad del operador y la eficiencia al eliminar la necesidad de desplazarse a la ubicación de los sitios remotos para realizar las lecturas
- Mediante radios inalámbricos, permite cualquier tipo de topología de red, es autorreparable, y proporciona confiabilidad, así como capacidad para expansiones futuras
- Reduce los costos de mano de obra y maximiza la eficiencia
- Simplifica la instalación y puesta en servicio de la red con mínimos requerimientos de infraestructura
- Proporciona una mayor confiabilidad a través de una topología de red flexible que puede auto repararse, a la vez que facilita las expansiones futuras

#### Aplicaciones de monitoreo y control inalámbrico

- Control de estaciones de bombeo, PLC de plantas de tratamiento y otros dispositivos, medición de presas y control de compuertas, monitoreo de la calidad del agua, detección de fugas en redes de distribución, estaciones de medición de válvulas y flujo, sistemas de alerta temprana de inundaciones, monitoreo de nivel de tanques, vigilancia por cámaras Ethernet, alarmas: desbordamiento de pozos, intrusión, entre otros.

**Imagen N°29:** Diagrama de Software de control SCADA.



Fuente: Pinterest.

**Tabla N°44:** Valores del Software de control SCADA. Fuente: En base a datos de proveedor.

Software de control SCADA				
Ítem	Cantidad	unidad	Valor unitario	Valor
Software de control SCADA	1	u	\$ 1.650.000	\$ 1.650.000
Subtotal				\$ 1.650.000
Gastos Generales (20%)				\$ 330.000
<b>Total</b>				<b>\$ 1.980.000</b>

En Chile, la empresa Parker Ingeniería S.A, presenta gran experiencia en la implementación en sistemas de Telemetría y Telecontrol (SCADA), como de Transmisión de Datos y Estudios de Calidad de Enlaces para la automatización de procesos. Se encargan del desarrollo de la ingeniería conceptual, básica y de detalles para la implementación de sistemas de telemetría y telecontrol, considerando la instrumentación de terreno y su conexión a la unidad procesadora remota (RTU). A su vez, del desarrollo de la ingeniería conceptual, básica y de detalles para la implementación de sistemas de transmisión de datos inalámbrico.

Además, dada su experiencia en automatización industrial y sistemas de telemetría y telecontrol (SCADA), tienen la capacidad para efectuar asesoría en:

- Desarrollo de especificaciones técnicas y recomendaciones para la implementación de sistemas de telemetría y telecontrol (SCADA).
- Estudios de enlaces para la transmisión de datos y de redes inalámbricas (Ethernet) y recomendaciones para su implementación.

Además, basado en lo anterior, se pueden efectuar capacitación en todas las áreas anteriores. Con todo eso, es posible automatizar procesos, para la extensión de redes de datos en forma inalámbrica y para la implementación de sistemas de telecomunicaciones. Todo esto mediante un trabajo en equipo con el cliente y usuario final y con un conocimiento profundo de sus necesidades y facilidades existentes.

#### 10.3.3.4 Gestión Centralizada de Información.

Aplicaciones online para teléfonos móviles, con el objetivo de levantar información relevante para procesos de diagnóstico y monitoreo. El valor agregado es que toda esta información se va guardando automáticamente en una “nube”, pudiendo ser revisada por todos los actores involucrados en los procesos de APR (operadores, fiscalizadores, asesores, autoridades y usuarios), en tiempo real, contribuyendo de esta manera a la toma de decisiones. Son de uso sencillo, aptas para nivel básico de usuarios de Smartphone. En caso que no exista esta capacidad, se puede generar a través de una capacitación de un día.

Algunos usos prácticos: Levantamiento de encuestas a equipos de los sistemas y usuarios, datos de procesos operativos de los sistemas, registros audiovisuales con descripción de problemas, referenciación geográfica, a través de mapas con posibilidad de desplegar información detallada en cada punto de interés.

Se debe aclarar que lo que busca implementar esta tecnología es la problemática de la falta de información actualizada, de calidad y que tenga una estandarización a nivel regional, junto con la evaluación en el tiempo y el análisis de la información para una oportuna toma de decisiones. Dentro de este contexto se presentan dos soluciones las cuales pueden ser de utilidad tanto como para la DOH en la toma de decisiones en base a indicadores e información disponible, como a los usuarios en sentirse parte del proceso y ayudar en la adopción social de los distintos componentes.

##### a) Tecnología de monitoreo AKVO.

Es capaz de registrar puntos de interés en terreno, como un punto agua, estanque, pozo y a continuación, volver a ese punto en una fecha posterior, para recopilar información adicional o actualizada. De esta manera se crea una vigilancia sobre los distintos puntos obteniendo observación de hechos sobre un punto que puede ser identificado y controlado de forma exclusiva a través del tiempo. Este es un software de disponibilidad gratuita, el cual se descarga una aplicación para celular y una para escritorio, los cuales se vinculan para el traspaso de información.

**Imagen N°30:** Centralización de la información AKVO.



**Fuente:** AKVO.

### 10.3.3.5 Tecnología MWater.

#### Aplicación

- Diseño de encuestas para el despliegue de los encuestadores en terreno.
- Seguimiento de los resultados de la encuesta en tiempo real.
- Representación de datos como visualizaciones dinámicas, capas del mapa, y los indicadores globales alineados con los objetivos de las Naciones Unidas para el agua y el saneamiento
- Creación de informes y cuadros de mando para la visualización de datos personalizado.
- Tablas y gráficos de exportación para cualquier plataforma externa

**Imagen N°31:** Centralización de la información MWater.



**Fuente:** MWater.

Además, cuenta con Explorer, aplicación ligera diseñada para que sea sencillo y rápido vigilar y controlar el proceso. Las tareas están diseñadas para el mapeo y monitoreo de agua y saneamiento con formas globales estándar. Este es un software de disponibilidad gratuita, el cual se descarga una aplicación para celular y una para escritorio, los cuales se vinculan para el traspaso de información.

**Tabla N°25:** Valores de la aplicación de sistemas AKVO y Mwater **Fuente:** en base a proveedor.

Aplicación de monitoreo Mwater				
Ítem	Cantidad	unidad	Valor unitario	Valor
Aplicación de monitoreo AKVO para celulares	1	m	\$ 0	\$ 0
Aplicación de sistema MWater para celulares	1	m	\$ 0	\$ 0
Subtotal				\$ 0
Gastos Generales (20%)				\$ 0
<b>Total</b>				<b>\$ 0</b>

### 10.3.4 Sistema de Prevención.

#### 10.3.4.1 Sistemas de Alarma y Vigilancia para Equipos.

Sin importar la zona, localidad o área, los servicios de Agua Potable Rural están expuestos a ser blancos fáciles de la delincuencia. Por este motivo se hace imprescindible contar con un sistema de seguridad que permita que la infraestructura de la cual disponen estos servicios, estén protegidos. Se debe recordar que los equipos o infraestructura que poseen los servicios de APR tienen valores muy altos en el mercado y por la tecnología y funciones que desempeñan son ideales para ser objeto de terceros ajenos a los sistemas, para venta en el mercado informal. Es por ello que estos sistemas de seguridad permiten al usuario ahorrar mucho dinero, si a valor de equipos e infraestructura respecta, sumado a que no se paga ningún tipo de mensualidad, al tratarse de equipos que se compran una sola vez y dependiendo del nivel de cobertura se pueden incorporar nuevos accesorios y que pueden incluir sistemas de asesorías si el proveedor lo entrega. Estos sistemas incluyen servicios tales como activación de alarmas, enviando mensajes SMS, llamada por teléfono, verificación mediante video (en vivo o grabado) e incluso audio disuasivo (escuchar y hablar, para intimidar al delincuente). El mantenimiento muchas veces está incluido dentro del costo, con aplicaciones en dispositivos celulares, el monitoreo asistido puede ser durante las 24 horas con aviso a carabineros ante emergencias, botón de pánico, entre otras características. Algunas empresas a nivel nacional que ofrecen productos en torno a este servicio son BOSCH, SALOMON, DRAKON, FEDERREAL Chile, PROCOMIT, entre otras.

Imagen N°32: Ejemplos de kits de Alarma y vigilancia.



Fuente: DRAKON.

Tabla N°26: Valores de la aplicación de sistemas alarma y vigilancia. Fuente: en base a proveedor.

Aplicación de sistemas alarma y vigilancia.				
Ítem	Cantidad	unidad	Valor unitario	Valor
Kit alarma básico	1	K	\$ 140.000	\$ 140.000
Kit Alarma + Video	1	K	\$400.000	\$400.000
Kit alarma full	1	K	\$950.000	\$ 950.000
Gastos Generales (20%)				\$ 150.000

En una primera instancia a corto plazo, se propone la implementación de sistemas de alarma y vigilancia para aquellos servicios que actualmente poseen equipos sensibles y de alto costo, los cuales eventualmente pueden ser objeto de vandalismo y robo.

**Tabla N°27:** Sistemas de APR para implementación de sistemas de alarma y vigilancia. **Fuente:** Elaboración propia en base a diagnóstico.

N°	Nombre del Servicio APR	Provincia	Comuna	Nº de Arranques Totales	Costo Total Energía por m3 producido \$	Paneles Fotovoltaicos	Cuenta con Equipo Electrónico
1	CARCAMO-LA COLONIA	CHOAPA	ILLAPEL	293	11.7	Si	No
2	EL HINOJO	LIMARI	PUNITAQUI	110	165.8	Si	No
3	SAN MARCOS (SAN MARCOS NUEVO- SAN MARCOS VIEJO- MAL PASO)	LIMARI	COMBARBALÁ	400	s/i	Si	No
4	PELADEROS	CHOAPA	SALAMANCA	70	2.0	Si	No
5	CARQUINDAÑO	CHOAPA	CANELA	33	s/i	Si	No
6	GUANGUALI	CHOAPA	LOS VILOS	205	s/i	Si	No
7	MANQUEHUA (MANQUEGUA)	LIMARI	COMBARBALÁ	174	s/i	Si	No
8	TRANQUILLA	CHOAPA	SALAMANCA	292	75.3	Si	No
9	LOS CÓNDORES	CHOAPA	LOS VILOS	80	s/i	Si	No
10	HUINTIL	CHOAPA	ILLAPEL	154	595.3	Si	No
11	PERAL OJOS DE AGUA	LIMARI	OVALLE	36	s/i	Si	NO
12	MARQUESA - NUEVA TALCUNA	ELQUI	VICUÑA	586	56.1	No	Si
13	CHAPILCA	ELQUI	VICUÑA	112	111.6	No	Si
14	EL ARENAL	ELQUI	VICUÑA	85	11.5	No	Si
15	PUNTA DE CHOROS	ELQUI	LA HIGUERA	224	44.4	No	Si
16	EL MOLLE	ELQUI	VICUÑA	307	s/i	No	Si
17	QUEBRADA DE TALCA	ELQUI	LA SERENA	242	23.8	No	Si
18	DIAGUITAS	ELQUI	VICUÑA	415	48.3	No	Si
19	CALETA DE HORNOS	ELQUI	LA HIGUERA	361	0.0	No	Si
20	NUEVA AURORA	LIMARI	OVALLE	235	120.5	No	Si
21	RIVADAVIA	ELQUI	VICUÑA	365	63.5	No	Si
22	VILLORRIO DE TALHUÉN	LIMARI	OVALLE	96	s/i	No	Si
23	LAS ROJAS- PUNTA DE PIEDRA	ELQUI	LA SERENA	287	71.9	No	Si
24	SAN ISIDRO- CALINGASTA	ELQUI	VICUÑA	914	167.7	No	Si
25	SISTEMA LA JARILLA	ELQUI	PAIHUANO	794	s/i	No	Si
26	ALMIRANTE LATORRE	ELQUI	LA SERENA	64	s/i	No	Si
27	ANDACOLLITO	ELQUI	VICUÑA	378	189.6	No	Si
28	COQUIMBITO- ALTOVALSOL	ELQUI	LA SERENA	850	78.2	No	Si
29	LAMBERT	ELQUI	LA SERENA	257	197.4	No	Si
30	HORCON	ELQUI	PAIHUANO	408	s/i	No	Si
31	VARILLAR LAS MERCEDES	ELQUI	VICUÑA	185	130.4	No	Si
32	EL TAMBO	ELQUI	VICUÑA	318	46.4	No	Si
33	QUEBRADA DE PAIHUANO	ELQUI	PAIHUANO	136	s/i	No	Si

#### **10.3.4.2 Tuberías Sismo Resistentes.**

A modo de ejemplo se verán algunas tecnologías que han sido aplicadas a nivel internacional en cuanto a sistemas de prevención para la distribución de agua. Como se mencionaba al principio de este párrafo estas tecnologías se presentarán a modo de ejemplo en tecnologías desarrolladas para emergencias de tipo natural (sismos de gran intensidad), pero no considerando la aplicabilidad, debido a la dificultad de importación y al elevado costo de los insumos.

##### **Aplicaciones**

- Sustitución o instalación de nuevos sistemas de redes que sean resistentes a los terremotos
- Alta resistencia y durabilidad para presiones internas y externas
- Juntas de interconexión en tuberías tienen la capacidad de expansión y contracción como también son flexibles en las articulaciones. Las conexiones no se separan, incluso si se aplica gran fuerza.

##### **Beneficios**

- Presentan un fácil mantenimiento y reparaciones rápidas
- Eficacia y experiencia probada en Japón, zona altamente sísmica
- Resistente a la corrosión, vida útil de tuberías de más de 50 años
- De bajo costo, mayor estabilidad y una vida útil más larga

##### **Características técnicas.**

Estas tuberías sismo resistentes están construidas en acero dúctil, material que permanece intacto incluso después de un terremoto. La tecnología de la tubería permite que sus uniones se expandan y se contraigan, al igual que una cadena. Esta tecnología tuvo gran éxito durante varios terremotos en Japón de magnitudes superiores a 7.5 Richter, aún cuando el terreno circundante a la tubería sufriera hundimiento y agrietamiento.

**Imagen N°33:** Tuberías construidas en capas resistentes a la corrosión.



Fuente: Kubotaglobal.

**Tabla N°28:** Valores de Tuberías Sismo Resistente. **Fuente:** En base a datos de proveedor.

Tuberías Sismo Resistentes				
Ítem	Cantidad	unidad	Valor unitario	Valor
Tuberías sismo resistente 63 mm	1	m	\$ 32.000	\$ 32.000
Tuberías sismo resistente 75 mm	1	m	\$ 40.000	\$ 40.000
Tuberías sismo resistente 90 mm	1	m	\$ 46.000	\$ 46.000
Subtotal				\$ 118.000
Gastos Generales (20%)				\$ 23.600
<b>Total</b>				<b>\$ 141.600</b>

#### 10.3.4.3 Revestimiento Sismo Resistente para Tuberías.

##### Aplicaciones

- Rehabilitación de la red de agua existente con el recubrimiento de las paredes de la tubería existente con un tubo de fibra sintética endurecida. El endurecimiento del tubo de fibra empapado con resina se consigue utilizando vapor o agua caliente, dependiendo del proceso específico de cada producto
- Evita los daños en la tubería y optimiza el ahorro de agua
- Rehabilitación de red sin necesidad de reemplazo de piezas o excavación

##### Beneficios

- Evita roturas de matrices y tuberías
- Aumenta la capacidad de carga hidráulica
- Reducción de los costos de bombeo, el costo de energía y tratamiento de aguas al saber exactamente el caudal en la tubería
- Agua más limpia y la protege de contaminación biológica y química
- Interrupción mínima del área de rehabilitación

- Instalación sin excavación
- No hay pérdidas de agua en la zona rehabilitada
- Técnica aplicada al material de la tubería.

### Características técnicas

Es una tecnología única, ya que no requiere de excavación para la reparación de tuberías. Teniendo en cuenta el diseño único de la ubicación de remediación, se inserta el revestimiento, por lo general a través de un punto de acceso existente. Una vez que se inserta el revestimiento, agua caliente o vapor de agua se utiliza para curar la resina de tal manera de formar una conexión resistente, sin juntas y resistente a la corrosión.

**Imagen N°114:** Instalación de revestimiento sismo resistente para tuberías.



**Fuente:** PlasticRC.

**Tabla N°29:** Valores de Revestimiento Sismo Resistente para tuberías. **Fuente:** En base a datos de proveedor.

Revestimiento Sismo Resistente para Tuberías				
Ítem	Cantidad	unidad	Valor unitario	Valor
Revestimiento Sismo Resistente para Tuberías	1	m	\$ 126.000	\$ 126.000
Subtotal				\$ 126.000
Gastos Generales (20%)				\$ 25.200
<b>Total</b>				<b>\$ 151.200</b>

#### 10.3.4.4 Teléfonos Satelitales.

Los teléfonos satelitales están diseñados para comunicarse en áreas remotas, donde la infraestructura de telecomunicaciones es limitada o inexistente. Ejemplos de ello son montañas, zonas de recreación alejadas, vuelos interoceánicos, mar abierto, casas de descanso, etc. Asimismo, son de gran ayuda en situaciones de desastre donde las infraestructuras de comunicaciones convencionales han sufrido daños

En el caso de emergencias, como terremotos, los sectores rurales quedan aislados en temas de comunicaciones por largos periodos de tiempo. Es por esto que para la comunicación directa del catastro efectuado en estos casos a las entidades correspondientes se recomienda el uso de teléfonos satelitales en los casos que los APR cuenten con una buena gestión administrativa. De igual manera, son necesarias capacitaciones y un seguimiento de la implementación de la tecnología.

#### **Principales Ventajas,**

- **Confiable:** ópera con la constelación de satélites geoestacionarios en banda L de Inmarsat, lo cual permite comunicación que no se afecta por condiciones climáticas.
- **Robusto:** soporta polvo y lluvia, certificación IP65,
- **Batería de larga duración:** desde 160 horas de espera y 8 horas de conversación,
- **Localización GPS:** envío manual y programable a través de SMS o e-mail informando posición del equipo,
- **Boton de panico:** envío de localización a destinatarios pre-definidos, ideal para emergencias,
- **Alertas:** con la antena abatida puede recibir alertas de mensajes y llamadas entrantes.
- **Bluetooth:** para uso con manos libres estándar,
- **Portátil:** con un peso de solamente 316 gramos.

Existen varias redes de telefonía satelital móvil en operación actualmente y disponibles para uso civil. Cada una tiene sus ventajas y desventajas:

**Iridium:** una constelación de gran número de satélites de órbita baja:

Ventajas:

- Mientras haya vista despejada, la comunicación es casi instantánea y sin necesidad de apuntar la antena con precisión, incluso en zonas polares.
- Los equipos de Iridium son muy robustos.

Desafíos:

- Costo de los equipos.
- La calidad de audio es inferior a la de un teléfono móvil.

**Globalstar:** una constelación más nueva que Iridium, con un número menor de satélites:

Ventajas:

- Servicio de datos de 9.6 Kbps con el mismo terminal móvil.
- Mejor calidad de voz que Iridium.

Desventajas:

- Actualmente opera en forma parcial.
- Depende de infraestructura terrestre cercana.
- Los teléfonos no necesariamente se pueden usar en cualquier parte.

**Inmarsat GSPS / IsatPhone:** una constelación de varios satélites de órbita geosincrónica:

Ventajas:

- Equipos de menor costo que Iridium.
- Una vez que la comunicación se establece es muy difícil que se interrumpa.
- Cobertura mundial incluyendo océanos (salvo zonas polares).

Desafíos:

- Se debe tener vista hacia la zona del cielo donde están los satélites de Inmarsat.

**Thuraya:** red de telefonía satelital regional basada en 2 satélites geosincrónicos:

Ventajas:

- Se puede hacer roaming con el mismo número sobre redes móviles terrestres y se pueden usar SIMs para celulares con sus terminales satelitales.
- Los equipos soportan la instalación de aplicaciones Java.
- Existen terminales multimodo (satelital+GSM).

Desventajas:

- El servicio no tiene cobertura en América del Norte, Centro o Sur, en los polos ni en los grandes océanos.
- Se debe tener vista hacia la zona del cielo donde están los satélites

La empresa GSAT en Chile tiene una variada gama de productos. Considerando un teléfono satelital marca Inmarsat modelo IsatPhone 2, el costo del producto podría llegar a los \$710.000 pesos sin incluir los gastos generales de envío y capacitación al respecto lo cual suponiendo un 20% del costo del producto rondaría los \$ 142.000.

Más detalles y características se pueden encontrar en el siguiente Link:

<http://www.gsat.cl/products/isatphone-2>

### **10.3.5 Sistemas de Tratamiento.**

### 10.3.5.1 Cloración automatizada.

El clorador automático alimenta una cantidad regulada de agua a través de una cámara de cloro de contacto. Las tabletas de cloro sólidos alojados en la cámara se diluyen a una velocidad predecible sobre la cantidad del agua, lo que permite una entrega constante de cloro. Una vez que el agua es clorada, se devuelve de nuevo a la fuente principal de agua.

El clorador se detiene automáticamente cuando el flujo de agua se cierra, permitiendo que los comprimidos permanezcan en seco cuando la unidad no está en funcionamiento. Como resultado, este clorador no requiere ninguna operación regular.

**Imagen N°35:** Sistema automático de cloración usando tabletas sólidas.



**Fuente:** Accu-Tab.

#### **Principales ventajas:**

**Más Efectivo:** A diferencia del hipoclorito sódico, las tabletas no sufren degradación de manera que en todo momento mantienen intacto su 65% de Cloro disponible. Al no variar su capacidad de desinfección, la dosificación exacta de desinfectante se convierte en una operación muy simple y que no requiere de ajuste alguno. Esta dosificación más constante del agente desinfectante (ácido hipocloroso), sin altos ni bajos, elimina la aparición de brotes de bacterias y demás patógenos y reduce notablemente la formación de trihalometanos, y la aportación de subproductos indeseables como los cloratos y los bromatos, en comparación con la utilización de cloro líquido.

**Más Seguro:** El producto sólido no presenta riesgo alguno durante su manipulación y una vez disuelto, al tratarse de una solución de muy baja concentración, no representa peligro de quemaduras en caso de vertido accidental o salpicadura. No corroe otros equipos e instalaciones que se encuentren cerca.

Más Simple y Cómodo: La elevada concentración de Cloro disponible en la tableta, permite reducir enormemente los volúmenes de consumible y por tanto su transporte y almacenaje.

Económico: Una mayor estabilidad y constancia en la dosificación se traduce en el uso de cantidades menores de desinfectante. Asimismo, al no requerir de bombas ni demás equipos, nos evitamos su compra y mantenimiento.

El sistema de cloración mediante dosificadores y tabletas ACCU-TAB es el sistema de cloración más simple y efectivo del mercado, ya que elimina los riesgos asociados a la manipulación, almacenamiento y transporte de líquidos corrosivos. Su mantenimiento es nulo ya que no requiere de bombas peristálticas para su dosificación. En el siguiente [Video](https://www.youtube.com/watch?v=3xLA6frRyN8&feature=youtu.be) (link: <https://www.youtube.com/watch?v=3xLA6frRyN8&feature=youtu.be>) se explica en mayor detalle sus usos, funcionamientos y ventajas.

**Tabla N°30:** Costos Sistema de Tratamiento de Cloración. **Fuente:** En base a datos de proveedor.

Sistema de Tratamiento de Cloración automatizado				
Ítem	Cantidad	unidad	Valor unitario	Valor
Clorador/Dosificar automatizado/Pastillas de Cloro	1	u	\$ 1.190.000	\$ 1.190.000
Subtotal				\$ 1.190.000
Gastos Generales (20%)				\$ 238.000
<b>Total</b>				<b>\$ 1.428.000</b>

### 10.3.6 Detección de Fugas.

Hoy en día existe una amplia gama de equipos y técnicas para medir, analizar, monitorear y reducir las fugas y otras pérdidas en sus redes. En los últimos años ha habido un aumento en el desarrollo de herramientas y equipo para apoyar estas tareas. Éstas incluyen:

- El reconocimiento de la supervisión zonal (DMA) según las mejores prácticas internacionales para el seguimiento y la gestión de fuga. Estos incluyen los avances en la tecnología de medición de flujos y la captura de datos más rápido y técnicas de comunicación para facilitar la identificación de fugas y explosiones dentro de la red de distribución, incluyendo la red de conducción.
- Una variada gama de equipos para localizar, identificar y ubicar las posiciones de fugas. Sin embargo, todavía hay una gran brecha en la caja de herramientas - tecnología complementaria y equipo para localizar y ubicar fugas en situaciones "difíciles". Siempre hay fugas que son difíciles de encontrar. Estas son, invariablemente, en redes de transmisión de gran diámetro, no metálicas, red de bajas presiones, o en aquellas que son estratégicamente difícil de controlar y donde el costo de excavación es un bien escaso. Por lo tanto, la búsqueda de esta precisión es de suma importancia.

En los distintos tipos de tecnología de detección de fugas disponibles, hay varias tecnologías "convencionales" para la localización y ubicación de fugas, tanto en la red de distribución como en la red de conducción. Todas estas tecnologías funcionan bien en tuberías "convencionales", como lo son tuberías pequeñas de diámetro medio, tubos metálicos a presión razonable, entre otras.

Pero cada red tiene ciertas zonas donde la accesibilidad a las tuberías no es óptima, zonas donde excavar afectaría directamente a los usuarios o al tránsito de vehículos, etc. Estas generalmente se encuentran en las redes de conducción y redes de distribución con frecuencia en sistemas de bajas presiones. Estas redes pueden recorrer muchos kilómetros de terreno rural, tendrán pocas válvulas u otros puntos de contacto adecuados para los sensores e hidrófonos, y con frecuencia estarán depositados en posiciones en las que son estratégicamente difícil de controlar y donde el costo de excavación es un bien escaso, como puede ocurrir en atravesos de lecho de un río o una carretera principal. En tales casos la precisión de localización de fugas y la localización exacta es de suma importancia para evitar la interrupción importante y costes innecesarios de excavación.

Para posibilitar la vigilancia de las redes de canalizaciones de agua, éstas se reducen a zonas definidas de conformidad. De esta forma, es posible tener información por una vía rápida y segura sobre el estado de cada una de las zonas y sumándolas, es posible obtener una imagen clara de la red completa. La detección del caudal de la zona se realiza mediante aparatos de medición de caudal instalados permanentemente o móviles. Estos se integran con loggers de datos para grabar los datos. Los datos se transmiten automáticamente vía GSM/GPRS o por radio al ordenador en que se realiza la evaluación.

Cuando una tubería tiene una rotura, en el lugar de la fuga sale agua, de forma que se generan dos tipos de sonido:

- La salida de agua genera vibraciones en la propia tubería. Con una unidad central y un micrófono puntal en contacto con la tubería, pueden escucharse estas vibraciones generadas por una fuga incluso si el punto de contacto está lejos de la fuga (válvulas, hidrantes, acometidas a edificios, etc.).
- El agua saliendo en el punto de fuga genera sonidos que se transmiten por el terreno hasta la superficie. Con la ayuda de un micrófono tipo campana para suelo se recogen estos sonidos presentándose gráficamente su volumen y espectro de frecuencia.

### **10.3.7 Recomendaciones base en el diseño de los sistemas de APR.**

Para la implementación y el buen funcionamiento de cualquier tecnología para la detección de fugas en tuberías de agua potable, se recomienda replantear las actuales recomendaciones de diseño de los sistemas de Agua Potable Rural en base la construcción de algunos elementos. Para

esto, se recomienda realizar un redimensionamiento de las cámaras de inspección, esto para dar la posibilidad de alojar en ella, además de válvulas de corte o reductoras de presión, medidores tradicionales o magnéticos y así tener una medición del flujo entre determinados puntos y detectar cualquier fuga o anomalía en la red.

A su vez, es de suma importancia, realizar acuartelamientos de manera correcta en la red, se recomienda realizarlos cada 2 km lineales de tuberías o según el análisis caso a caso de algún APR dependiendo su geografía, para así tener un mayor control sobre la red ante la rotura de alguna tubería o válvula. El motivo de esta medida es para sectorizar el corte en un determinado tramo, evitando dejar a la totalidad de los usuarios sin agua potable ante una eventual reparación.

De las recomendaciones actuales de diseño de una cámara de inspección de agua potable, se presentan las siguientes dimensiones interiores de cámaras de inspección rectangular:

#### **Profundidad de hasta 1 m**

- Dimensión nivel banqueta (m)= 0,6 X0,6 m
- Dimensión nivel banqueta ultima cámara (m)= 0,8 X0,8 m

#### **Profundidad de hasta 2 m**

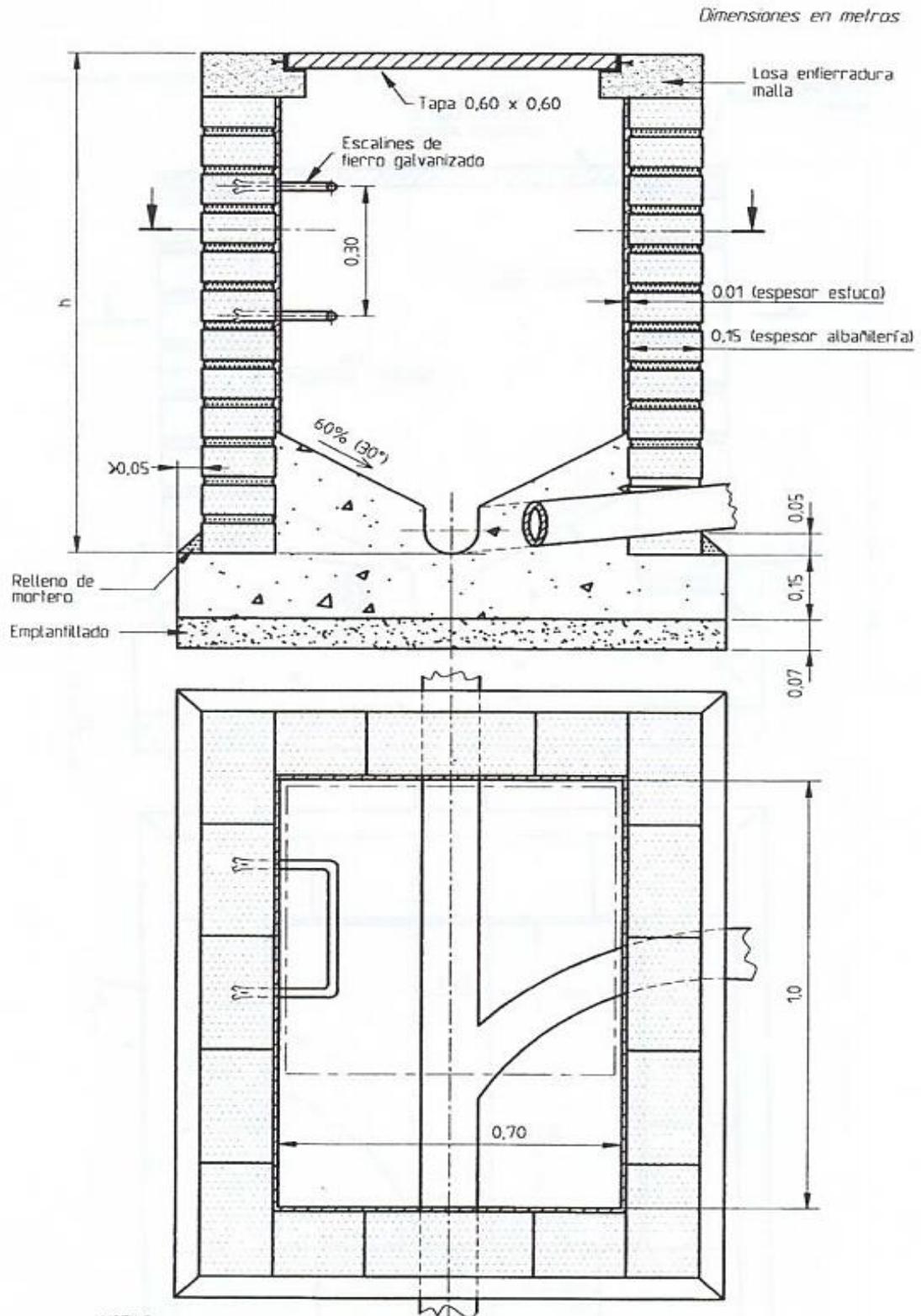
- Dimensión nivel banqueta (m)= 1,0 X0,7 m
- Dimensión nivel banqueta ultima cámara (m)= 1,0 X0,9 m

#### **Profundidad mayor de 2 m**

- Dimensión nivel banqueta (m)= 1,0 X0,75 m
- Dimensión nivel banqueta ultima cámara (m)= 1,2 X0,95 m

En base a estas dimensiones, se recomienda, para el caso de cámaras con profundidad de 1-2 m, profundidad, en la cual se construyen las cámaras de inspección en los sistemas de agua potable rural, aumentar sus dimensiones a nivel de banqueta a 1,00 x 1,10 m y dimensión de nivel banqueta última cámara a 1,00 x 1,30 m. Este aumento se debe a la recomendación de instalar en cada cámara, una válvula de corte y un medidor tradicional o magnético para contabilizar el flujo de agua que pasa por cada cámara y así detectar fugas en ciertos tramos, y desde ahí, aplicar la tecnología de detección de fugas en aquel tramo.

Con respecto a las especificaciones mínimas de diseño de las cámaras de inspección, estas se mantienen sin alteraciones.



**Esquema N°1:** Construcción de cámaras de inspección de sección rectangular

### 10.3.7.1 Localización de Fugas de Agua mediante Acústica y Gas Indicador.

Los equipos emplean una moderna técnica de procesamiento digital de señales (DSP) para un reconocimiento claro del sonido de una fuga incluso en casos de entornos muy ruidosos. No sólo se perciben acústicamente los sonidos, sino que también se representan gráficamente mediante una técnica ultra moderna de análisis con doble segmento (DSA). Esto se traduce, para el usuario, en una mayor fiabilidad en la localización de fugas de agua.

Moderna tecnología DSA para la localización optimizada de fugas:

DSA es el acrónimo de “Análisis de Segmento Doble”. En un espectro de sonido normal, los ruidos de fondo (vehículos, viento, viandantes, etc.) ocultan el sonido real de la fuga. Después del cálculo y evaluación, el ruido de fondo se muestra en el gráfico como una barra estrecha. El sonido real de la fuga se identifica por el valor mínimo, que se representa como una barra ancha. Cuanto más se acerque a la fuga, más grande será esta barra.

El sistema de localización de tuberías dispone de un modo especial para una mejor localización acústica de tuberías plásticas. Con esta función, el aparato reacciona con especial sensibilidad a los sonidos generados por un transmisor tipo electroválvula o por un generador de impulsos. Los filtros se adaptan a esta aplicación de forma automática.

#### Ventajas:

- Inigualable combinación de micrófono de suelo y de detector de gas traza.
- Todo en el juego (unidad de control, micrófono de suelo, sensor H2).
- La más alta precisión de localización a través de la visualización de hasta nueve puntos de medición (concentración de gas/ruido).
- Funciones de registro para la concentración de ruido y gas.
- Alta seguridad mediante el análisis de la frecuencia por completo.

**Imagen N°36:** Sistema de detección de fugas por medio de geófono con tecnología DSA.



Geófono HL 500/5000

**Fuente:** grHidro.

Para la localización de fugas con el método de gas trazador se utiliza una mezcla de nitrógeno e hidrógeno. Después de que la mezcla de gases fluye por el lugar dañado, se dirige hacia la superficie penetrando el suelo y es detectado.

En primer lugar, se elimina el agua de la sección de la tubería que se quiere comprobar y si hay puntos profundos, se utilizan rascadores de espuma para secarlos. A continuación, la tubería se sella por ambos extremos (p. ej. con bridas ciegas) y se llena. Por el lado de llenado de gas y por el lado de la ventilación se instala una llave de cierre con rosca interior de 1". La cantidad de gas necesaria, que depende de la presión de llenado y del volumen de la tubería, se mantiene en botellas de gas a presión. La presión del gas trazador durante el llenado debe ser al menos tan alta como el valor más bajo al que haya caído la presión durante la prueba. De esta manera se asegura que el gas trazador escape también del punto de fuga, ya que existen puntos de fuga que se vuelven a cerrar por debajo de una cierta presión (sobre todo en el caso de manguitos sellados por juntas de goma).

El gas trazador reúne características importantes y esenciales:

- No es combustible, No es explosivo, No es tóxico, Sin sabor, Inocuo para el medio ambiente y Más ligero que el aire.

La sensibilidad en el rango de ppm significa que 10 ppm (partes por millón) ya representan un nivel máximo en el rango de medición más sensible del detector de fugas de gas. Para una localización precisa, en la sección de la tubería que indica la presencia de gas se hacen agujeros para sondeo. Allí se medirá la concentración de gas. La fuga debe estar en el agujero con la mayor concentración detectada

**Tabla N°31:** Valores del Sistema de detección de fugas con tecnología DSA. **Fuente:** en base a datos de proveedor.

Detección de Fugas				
Ítem	Cantidad	unidad	Valor unitario	Valor
Detector de fugas acústico / Gas Indicador	1	u	\$ 2.460.000	\$ 2.460.000
Subtotal				\$ 2.460.000
Gastos Generales (20%)				\$ 492.000
<b>Total</b>				<b>\$ 2.952.000</b>

Se considera un Sistema de detección de fugas marca Hydrolux, modelo HL500/5000. La moderna tecnología DSP unida a un código de audio de 16 bits ofrece al usuario una gran calidad de sonido al tiempo que minimiza los ruidos de fondo con lo que se identifican fugas que generen poco sonido.

Estos equipos, por su reducido peso, facilitan el trabajo prolongado y sin esfuerzo excesivo. La pantalla grande y con fondo iluminado facilita la lectura de los resultados. El sistema dispone de un modo especial para una mejor localización acústica de tuberías plásticas. Con esta función, el aparato reacciona con especial sensibilidad a los sonidos generados por una transmisor tipo electroválvula o por un generador de impulsos. Los filtros se adaptan a esta aplicación de forma automática. La pantalla de gran tamaño facilita la lectura ayudando en la detección de la tubería.

La medición continua del HL5000 proporciona una certeza absoluta de la existencia de fuga. Ponga el micrófono sobre el lugar donde sospecha que está la fuga. La medición continua graba el sonido durante 15 minutos, por ejemplo. Si se cierra la válvula de ese tramo de tubería, el sonido de la fuga tendría que reducirse como consecuencia de la pérdida de presión. Si esto no sucede, no se trata de una fuga. Se evitan así los gastos generados por excavaciones erróneas.

En Chile, la empresa Fugas, Detector Leak, es empresa líder en Chile en localización y detección de fugas de agua. Disponen de tecnología vanguardista en el mercado para localizar filtraciones de agua.

Debido al elevado costo de este sistema, y a los conocimientos necesarios para su implementación, se recomienda que DOH realice la compra y el manejo del instrumento, agrupando cierto número de APR y realizando inspecciones antes posibles fugas de agua cada cierto periodo de tiempos. Esta tecnología se recomienda que vaya agrupada en conjunto con la instalación de medidores magnéticos en la red de agua potable, dentro de las cámaras de inspección las cuales crean acuartelamiento cada 2 kms lineales de tuberías, así de esta forma poder lograr identificar posibles áreas acotadas de filtraciones de agua y no realizar búsquedas al azar.

#### **10.3.7.2 Correlador Portátil para la Localización de Fugas de Agua.**

El correlador de portátil sirve para la localización precisa de fugas de agua en tuberías sometidas a presión tanto para usuarios expertos como principiantes. Con los más actuales y refinados métodos de correlación se ayuda al usuario a evitar mediciones erróneas y excavaciones costosas. La validación automática de resultados aumenta aún más la seguridad de la medición lo que permite encontrar de forma óptima, rápida y eficiente las fugas de tuberías de todos tipo de materiales.

La transmisión inalámbrica del ruido de la pérdida a los auriculares provee la máxima libertad de movimientos. Los sensores piezo cerámicos extremadamente sensibles con control automático de nivel posibilita una excelente calidad de análisis aún en cañerías de PVC o HDPE. Si se usa una sistema barra-sensor o un micrófono de tierra: tres filtros colocados permiten que la unidad esté configurada idealmente para cada situación de pérdida.

**Imagen N°37:** Ejemplo de uso de correladores.



**Imagen N°38:** Equipo correlador completo.



**Fuente:** grHidro.

**Tabla N°38:** Costos de instrumento de detección de fuga. **Fuente:** en base a datos de proveedor.

<b>Detección de Fugas</b>				
Ítem	Cantidad	unidad	Valor unitario	Valor
Correlador portátil/Sensores/Radio emisor/Software	1	u	\$ 9.980.000	\$ 9.980.000
Subtotal				\$ 9.980.000
Gastos Generales (20%)				\$ 1.996.000
<b>Total</b>				<b>\$ 11.976.000</b>

### 10.3.7.3 Sensores con Correladores para la Localización de Fugas de Agua.

Un complemento de este sistema son los sensores con correladores para la detección de fugas.

Esta forma híbrida de un correlador de campo y un conjunto de registradores de ruido, combina el modo de operación independiente y el alto número de sensores, lo que hace este método capaz de detectar la distancia exacta de la fuga, usando el sonido que ésta genera.

Este método de detección de fugas permite al usuario localizar incluso las fugas más difíciles de una manera más rápida y precisa, ahorrando así, tiempo y dinero. La función de localización exacta permite al operador confirmar correlaciones directamente en sitio acelerando el post proceso de análisis

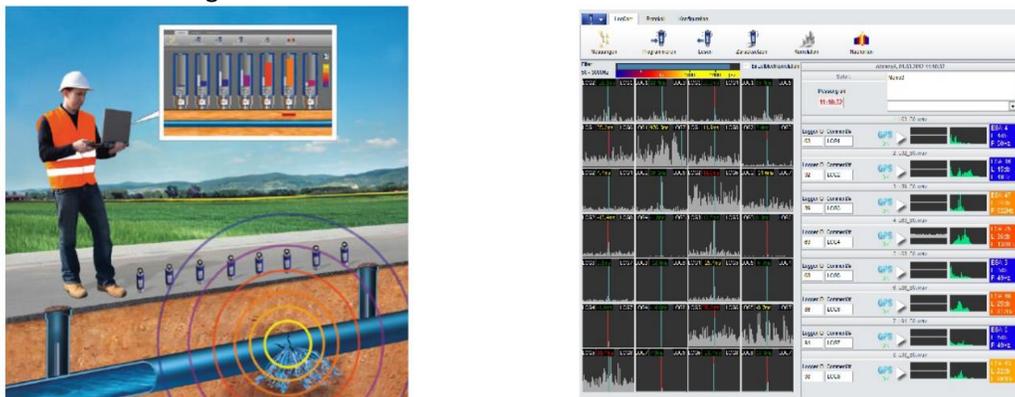
Los beneficios del uso de esta tecnología es que permite una correlación de hasta de 8 sensores al mismo tiempo, navegación GPS directamente a la fuga, comunicación por radio con los sensores,

no se necesitan operadores para trabajos de medición nocturnos, edición libre de riesgo debido a los pequeños sensores

Una de las características más destacada de este sistema es el navegador de fugas. Junto como un sistema de navegación, el navegador de fugas basado en GPS, conduce al operador la posición de la fuga antes correlacionada. Durante la navegación, la posición del usuario es continuamente proyectada en el mapa de esta forma el operador sabe con exactitud a qué la dirección se dirigirá para ir a la fuga.

El número elevado de sensores permite al operador abrir un área grande de la red de tubería con una sola medición. Debido al nivel de eficiencia el estudio de la tubería puede realizarse de forma rápida y precisa, incluso varias fugas pueden ser localizadas con una sola mediación.

**Imagen N°39:** Sistema de sensores Multi correladores para la detección de fugas y programa de registro de información de los sensores de correlación.



Fuente: grHidro.

**Tabla N°33:** Costos de sistemas de detección de Fugas. Fuente: en base a datos de proveedor.

Detección de Fugas				
Ítem	Cantidad	unidad	Valor unitario	Valor
Correlador portátil/Sensores/Radio emisor/Software	1	u	\$ 8.740.000	\$ 8.740.000
Subtotal				\$ 8.740.000
Gastos Generales (20%)				\$ 1.748.000
<b>Total</b>				<b>\$ 10.488.000</b>

#### 10.3.7.4 Sensores Prelocalizadores en Tuberías para la Localización de Fugas de Agua.

La pre-localización o ubicación aproximada de las fugas se realiza “escuchando” los puntos de acceso directo como, por ejemplo, hidrantes o válvulas. La pre-localización de las fugas se basa en el principio “cuanto más ruido, más cerca” y “cuanto menos ruido, más lejos”. Después de la medición de zonas, se acerca al punto de fuga con la pre-localización, empleando así el personal

con mayor eficiencia. La pre-localización se realiza con aparatos acústicos electrónicos o con loggers de ruido que analicen las frecuencias propias de una fuga.

El uso de loggers de ruido/frecuencia es especialmente sencillo y eficaz. Los loggers colocados a distancias regulares graban y memorizan el nivel de ruido y de frecuencia, por lo general de noche, ya que es cuando está más estable la red. Después de leer los datos por radio con el commander, se realiza la evaluación directamente en terreno o en un ordenador personal en la oficina.

Los loggers de ruido/frecuencia por radio disponen de un sistema único para el análisis de ruido y de frecuencia. Está diseñado para necesidades prácticas en terreno gracias a la robustez de todos sus componentes. Los logger también es ideal para el uso con tuberías de plástico. Ofrece una doble seguridad, ya que se registran tanto el nivel de ruido como la frecuencia para su posterior evaluación. Detecta e informa remotamente de la aparición de una nueva fuga: es un dispositivo “inteligente” y activo, que no hay que patrullarlo, ni programarlo, ni interpretarlo. Dispone de funcionalidades que por un lado incrementan la certidumbre de que la alarma generada se corresponde a una posible fuga, evitando falsos positivos, y por otro ayudan a precisar la localización del punto exacto de fuga. Los loggers son capaces de transmitir en tiempo real el nivel de ruido, la frecuencia y los datos audio a una unidad de lectura). Así se pueden confirmar los resultados de medición directamente in situ y sin necesidad de aparatos de medición adicionales.

El control permanente de la red de tuberías adquiere cada vez más importancia en el ámbito del suministro de agua potable. Este método está en condiciones de transmitir por GSM directamente al centro de control los datos de medición a través de un modo de red. La combinación de comunicación remota y Software permite a los usuarios buscar directamente fugas en los lugares donde hay más probabilidades de que existan. Este eficaz método de pre-localización ahorra valioso tiempo de trabajo y dinero.

**Imagen N°40:** Multi Correlador vía GPS.



**Imagen N°41:** Sensores Prelocalizadores.



**Fuente:** grHidro.

**Tabla N°34:** Costo de aplicación de sensores prelocalizadores. **Fuente:** en base a daos de proveedor.

Detección de Fugas con Prelocalizadores				
Ítem	Cantidad	unidad	Valor unitario	Valor
Multi Correlador GPS/ Sensores/Emisores/receptores/Software	1	u	\$ 10.890.000	\$ 10.890.000
Subtotal				\$ 10.890.000
Gastos Generales (20%)				\$ 2.178.000
<b>Total</b>				<b>\$ 13.068.000</b>

Independiente de cual sea la tecnologida escogida, se considera relevante que para la implementación de las soluciones propuestas tendientes al mejoramiento de la sectorización, al monitoreo y detección de fugas, si bien se espera que a mediano plazo sean de uso común para la gran mayoría de los servicios, se propone iniciar en el corto plazo un programa piloto, sobre un grupo de sistemas de APR sobre los cuales se cuenta con información de volúmenes no facturados y donde estos volúmenes superan el 30% de la producción.

Cabe hacer mención que dentro de este grupo debería verificarse, y en caso de ser necesario, mejorar la infraestructura de sectorización de la red de distribución. Ésto, según las recomendaciones mínimas planteadas con respecto a la infraestructura de cámaras de observación y otros elementos de la red.

Posteriormente y en la medida que la infraestructura de la sectorización lo permita, deberían sumarse más sistemas al programa el cual deberá tener un carácter permanente en el mediano plazo.

Dadas las necesidades técnicas de la operación y mantenimiento de los equipos detectores de fuga, se recomienda que en una fase inicial el propio Programa de APR sea el administrador y operador de estos dispositivos, pudiendo posteriormente ser traspasada esta responsabilidad sobre las asociaciones provinciales de APR si estas alcanzan las capacidades necesarias.

De igual forma, se recomienda que a nivel de un periodo considerado de corto plazo, para aquellos sistemas con filtros y sistemas de osmosis inversa, se efectuó una revisión a fondo del uso y estado actual de la tecnología (osmosis inversa, filtros, entre otros), con el fin de implementar acciones correctivas tendientes al mejoramiento de la eficiencia en la operación de estos sistemas que actualmente presentan volúmenes no facturados por sobre el 30%.

**Tabla N°35:** Listado de servicios de APR considerados prioritarios para el establecimiento de un programa piloto de detección de fugas y mejoramiento de la sectorización. **Fuente:** Elaboración propia en base a diagnóstico.

N°	Nombre del Servicio APR	Provincia	Comuna	N° de Arranques Totales	% de Pérdidas
1	CERRILLOS DE TAMAYA	LIMARI	OVALLE	933	67.7
2	MARQUESA - NUEVA TALCUNA	ELQUI	VICUÑA	586	41.5
3	HUENTELAUQUEN NORTE	CHOAPA	CANELA	530	37.9
4	COGOTI 18 CALLEJONES	LIMARI	COMBARBALÁ	509	51.8
5	BARRAZA	LIMARI	OVALLE	500	41.8
6	VILLASECA	LIMARI	OVALLE	421	31.1
7	CARCAMO-LA COLONIA	CHOAPA	ILLAPEL	293	30.6
8	LAS BARRANCAS	ELQUI	COQUIMBO	278	34.3
9	SAMO ALTO	LIMARI	RIO HURTADO	223	32.0
10	PUNTA AZUL	ELQUI	VICUÑA	200	45.8
11	RAMADAS DE TULAHUEN	LIMARI	MONTE PATRIA	164	36.3
12	POTRERILLOS BAJO	LIMARI	OVALLE	161	34.6
13	PEDREGAL	LIMARI	MONTE PATRIA	154	54.0
14	EL COIPO	LIMARI	MONTE PATRIA	135	35.3
15	PELICANA	ELQUI	LA SERENA	125	47.7
16	CAMARICO	LIMARI	OVALLE	125	40.1
17	CHAPILCA	ELQUI	VICUÑA	112	33.2
18	LAS BREAS	LIMARI	RIO HURTADO	108	34.6
19	EL MANZANO	ELQUI	ANDACOLLO	90	35.9
20	EL MAITEN (Limari)	LIMARI	MONTE PATRIA	79	38.4
21	LAS CARDAS	ELQUI	COQUIMBO	55	34.2

**Tabla N°36:** Sistemas con tecnologías de filtros y/o osmosis inversa- revisión eficiencia (pérdidas sobre el 30%). **Fuente:** elaboración propia en base a diagnóstico.

Nombre del Servicio APR	Provincia	Comuna	N° de Arranques Totales	Cuenta con Osmosis Inversa, Filtros u otros	% de Pérdidas
CERRILLOS DE TAMAYA	LIMARI	OVALLE	933	Osmosis Inversa y Carbón Activado	67.7
BARRAZA	LIMARI	OVALLE	500	Osmosis Inversa y Carbón Activado	41.8
CAMARICO	LIMARI	OVALLE	125	Filtro Turbiedad	40.1
HUENTELAUQUEN NORTE	CHOAPA	CANELA	530	Filtro Fe- Mn	37.9
EL COIPO	LIMARI	MONTE PATRIA	135	Filtro Fe- Mn	35.3
VILLASECA	LIMARI	OVALLE	421	Filtro Fe-Mn y Carbón Activado	31.1
CARCAMO-LA COLONIA	CHOAPA	ILLAPEL	293	Filtro Fe- Mn	30.6

### 10.3.8 Sistemas de Energía.

#### 10.3.8.1 Programa de auditorías energéticas.

Para todos los comités y cooperativas de Agua Potable Rural, se requiere establecer un programa de Auditoría Energéticas en donde se pueda determinar en forma detallada el nivel de eficiencia de cada uno de estos. Este nivel de eficiencia energética dependerá del balance entre la oferta energética que posean y la demanda que se establece de acuerdo a los equipos e infraestructura demandante de energía.

De este modo, con un programa de auditoría energética se podrán establecer los componentes que permitirían adecuar los sistemas y establecer medidas correctivas para un nivel de eficiencia energética mucho más alta, con lo cual los sistemas de Agua Potable Rural podrán contar con un diseño ideal de sus sistemas para aprovechar al máximo el uso de energías incorporando alternativas como generadores, sistemas fotovoltaicos y otros sistemas alternativos.

A su vez el programa de auditorías energéticas debería contemplar el fortalecimiento de capacidades en torno a esta temática, junto con un reconocimiento de los sistemas que posean un nivel de eficiencia y de uso de energías limpias.

Considerando un costo total de energía por sobre los \$139, respecto al volumen de agua producida se elaboró un listado con los sistemas de APR que deberían ser considerados para establecer en forma prioritaria un programa de auditorías energéticas a modo de fortalecimiento en la auto sustentabilidad.

**Tabla N°37:** Sistemas de APR para auditorías energéticas. **Fuente:** elaboración propia en base a diagnóstico.

N°	Nombre del Servicio APR	Provincia	Comuna	Nº de Arranques Totales	Costo Energía por m3 producido \$
1	CHUNGUNGO	ELQUI	LA HIGUERA	330	1,492.5
2	PUERTO ALDEA	ELQUI	COQUIMBO	105	855.2
3	HUINTIL	CHOAPA	ILLAPEL	154	595.3
4	BARRAZA ALTO - SOCOS	LIMARI	OVALLE	162	558.0
5	LA HIGUERA	ELQUI	LA HIGUERA	465	445.4
6	LAS CARDAS	ELQUI	COQUIMBO	55	374.1
7	CUNCUMEN	CHOAPA	SALAMANCA	352	357.9
8	ALCONES BAJOS AGUA DE LA VIDA	LIMARI	OVALLE	124	354.2
10	PINTACURA SUR	CHOAPA	ILLAPEL	90	332.8
11	EL QUEÑE	CHOAPA	SALAMANCA	108	230.7
12	FUNDINA	LIMARI	RIO HURTADO	251	217.9
13	EL ROMERO	ELQUI	LA SERENA	358	217.5
14	HUENTELAUQUEN NORTE	CHOAPA	CANELA	530	206

15	LAMBERT	ELQUI	LA SERENA	257	197.4
16	ANDACOLLITO	ELQUI	VICUÑA	378	189.6
17	MINCHA NORTE	CHOAPA	CANELA	206	177
18	CARACHILLAS	LIMARI	OVALLE	141	168.8
19	SAN ISIDRO- CALINGASTA	ELQUI	VICUÑA	914	167.7
20	LA COMPAÑÍA	ELQUI	VICUÑA	110	167.3
21	EL HINOJO	LIMARI	PUNITAQUI	110	165.8
22	LOS MORALES	LIMARI	MONTE PATRIA	157	157.8
23	HUACHALALUME	ELQUI	COQUIMBO	187	157.5
24	PUNTA COLORADA	ELQUI	LA HIGUERA	167	156.3
25	SAMO ALTO	LIMARI	RIO HURTADO	223	151.7
26	RAMADAS DE TULAHUEN	LIMARI	MONTE PATRIA	164	145.6
27	LIMARI	LIMARI	OVALLE	586	145.2
28	COGOTI 18 CALLEJONES	LIMARI	COMBARBALÁ	509	144.2

Asimismo, se suma a este grupo un conjunto de sistemas que cuentan con energía fotovoltaica, ya sea de forma exclusiva o complementaria, los cuales requieren un programa de auditoría energética para reformulaciones o mejoras del sistema que disponen estos.

**Tabla N°38:** Sistemas de APR candidatos para auditorías energéticas especializada en Sistemas Fotovoltaicos. **Fuente:** elaboración propia en base a diagnóstico.

N°	Nombre del Servicio APR	Provincia	Comuna	N° de Arranques Totales	Costo Energía por m3 producido \$	Paneles Fotovoltaicos
1	CARQUINDAÑO	CHOAPA	CANELA	33	s/i	Si
2	SAN MARCOS	LIMARI	COMBARBALÁ	400	s/i	Si
3	GUANGUALI	CHOAPA	LOS VILOS	205	s/i	Si
4	MANQUEHUA (MANQUEGUA)	LIMARI	COMBARBALÁ	174	s/i	Si
5	LOS CÓNDORES	CHOAPA	LOS VILOS	80	s/i	Si
6	PERAL OJOS DE AGUA	LIMARI	OVALLE	36	s/i	Si
7	HUINTIL	CHOAPA	ILLAPEL	154	595.3	Si
8	EL HINOJO	LIMARI	PUNITAQUI	110	165.8	Si
9	TRANQUILLA	CHOAPA	SALAMANCA	292	75.3	Si
10	CARCAMO-LA COLONIA	CHOAPA	ILLAPEL	293	11.7	Si
11	PELADEROS	CHOAPA	SALAMANCA	70	2.0	Si

### 10.3.8.2 Generadores.

Los Grupos Electrógenos o Generadores eléctricos estacionarios son los encargados de generar la energía eléctrica y abastecer lugares sin energía alguna. Los Grupos Electrógenos son los encargados de asegurar un buen suministro eléctrico cuando se producen frecuentes los cortes eléctricos o cuando se necesita una energía constante.

La potencia a asignar a cada APR se debe analizar caso a caso según los requerimientos energéticos del sistema de bombeo instalado en el pozo. Las instalaciones periféricas son aquellas que contemplan la caseta donde se alojara el generador la cual debe estar dentro del recinto donde se encuentra el pozo y la caseta de cloración. Se recomienda que estas instalaciones queden cerradas con algún elemento de seguridad que resguarde el generador ante cualquier robo.

A su vez, se requiere establecer un programa de auditorías energéticas, en donde se pueda determinar en forma detallada este requerimiento, ya que depende de la oferta energética y la demanda que ellos establecen de acuerdo a los equipos que en la actualidad disponen y que varían dependiendo de su propio presupuesto.

**Imagen N°42:** Generador eléctrico.



**Fuente:** Green Power.

Existen diversas marcas de grupos electrógenos entre estas solo por mencionar algunas encontramos: CAT, Protelec, Lureye, Kaiser, Honda, Kholer, entre otros. Existen algunas empresas como SINELEC que venden generadores mientras otras empresas como AGRECO solo ofrecen servicios de arriendo de generadores. Para la adecuada elección de cada uno de estos se debe realizar antes un estudio particular para establecer cuáles son las necesidades de acuerdo a

los equipos con los que se disponga para poder establecer la demanda energética. Junto con esto es importante realizar los arreglos correspondientes para automatizar los sistemas de respaldo.

**Tabla N°39:** Valores de distintos generadores eléctricos e instalaciones periféricas. **Fuente:** en base a datos de proveedor.

<b>Generador eléctrico</b>				
Ítem	Cantidad	unidad	Valor unitario	Valor
Generador eléctrico 22 KVA	1	u	\$6.890.000	\$6.890.000
Subtotal incluido Instalación*				\$8.890.000
Generador eléctrico 33 KVA	1	u	\$8.890.000	\$8.890.000
Subtotal incluido Instalación*				\$10.890.000
Generador eléctrico 44 KVA	1	u	\$9.490.000	\$9.490.000
Subtotal incluido Instalación*				\$11.490.000
Generador eléctrico 44 KVA	1	u	\$10.890.000	\$10.890.000
Subtotal incluido Instalación*				\$12.890.000
*Instalaciones periféricas	1	u	\$2.000.000	\$2.000.000

**Tabla N°40:** APR candidatos para la implementación de generadores eléctricos. **Fuente:** elaboración propia en base a diagnóstico.

Nombre del Servicio APR	Provincia	Comuna	Nº de Arranques Totales	Paneles Fotovoltaicos	Equipo Electrónico	Programa Computacional
BARRIO ALTO	CHOAPA	CANELA	114	No	No	NO
CARCAMO-LA COLONIA	CHOAPA	ILLAPEL	293	Si	No	SI
HUENTELAUQUEN SUR	CHOAPA	CANELA	200	No	No	NO
LOS POZOS	CHOAPA	CANELA	55	No	No	NO
LOS RULOS	CHOAPA	CANELA	78	No	No	NO
EL TAMBO ORIENTE	CHOAPA	SALAMANCA	105	No	No	NO
MINCHA SUR	CHOAPA	CANELA	133	No	No	NO
CAÑAS DE MICHIO	CHOAPA	ILLAPEL	SIN DATO	No	No	NO
CARCAMO NORTE	CHOAPA	ILLAPEL	SIN DATO	No	No	-
VILLASECA	LIMARI	OVALLE	421	No	No	SI
DOÑA JUANA	CHOAPA	ILLAPEL	38	No	No	-
LIMARI	LIMARI	OVALLE	586	No	No	SI
RAMADAS DE TULAHUEN	LIMARI	MONTE PATRIA	164	No	No	NO
VILLA LA ESPIGA Y LAS ROSAS	CHOAPA	ILLAPEL	127	No	No	NO
LA CAPILLA	CHOAPA	ILLAPEL	70	No	No	NO
LAS CAÑAS 1 (ALTA)	CHOAPA	ILLAPEL	346	No	No	NO
LAS CAÑAS 2 (BAJA)	CHOAPA	ILLAPEL	210	No	No	NO
LAS COCINERAS	CHOAPA	ILLAPEL	65	No	No	NO
LIMAHUIDA	CHOAPA	ILLAPEL	113	No	No	NO
LOS CRISTALES	CHOAPA	ILLAPEL	140	No	No	NO
LOS LOROS	CHOAPA	ILLAPEL	SIN DATO	No	No	NO
MAL PASO	CHOAPA	ILLAPEL	43	No	No	NO
PERALILLO	CHOAPA	ILLAPEL	135	No	No	NO

SAMO ALTO	LIMARI	RIO HURTADO	223	No	No	NO
PUNTA COLORADA	ELQUI	LA HIGUERA	167	No	No	NO
QUEBRADA DE CÁRCAMO	CHOAPA	ILLAPEL	19	No	No	NO
SANTA VIRGINIA	CHOAPA	ILLAPEL	83	No	No	NO
SOCAVON	CHOAPA	ILLAPEL	169	No	No	NO
TUNGA NORTE	CHOAPA	ILLAPEL	40	No	No	NO
TUNGA SUR	CHOAPA	ILLAPEL	100	No	No	NO
TUNQUÉN	CHOAPA	ILLAPEL	12	No	No	NO
COYUNTAGUA NORTE	CHOAPA	ILLAPEL	20	No	No	NO
COYUNTAGUA SUR	CHOAPA	ILLAPEL	28	No	No	NO
CAIMANES	CHOAPA	LOS VILOS	317	No	No	SI
CERILLOS	CHOAPA	LOS VILOS	SIN DATO	No	No	NO
EL ESFUERZO	CHOAPA	LOS VILOS	787	No	No	NO
EL LLANO	CHOAPA	LOS VILOS	SIN DATO	No	No	NO
EL MANZANO DE GUANGUALÍ	CHOAPA	LOS VILOS	SIN DATO	No	No	NO
EL SIFÓN	CHOAPA	LOS VILOS	SIN DATO	No	No	NO
LO MUÑOZ	CHOAPA	LOS VILOS	SIN DATO	No	No	NO
PALO NEGRO	CHOAPA	LOS VILOS	SIN DATO	No	No	NO
QUILIMARI	CHOAPA	LOS VILOS	1.500	No	No	NO
ARBOLEDA GRANDE	CHOAPA	SALAMANCA	777	No	No	SI
BATUCO	CHOAPA	SALAMANCA	204	No	No	NO
CHILLEPIN	CHOAPA	SALAMANCA	711	No	No	SI
CHUCHIÑI	CHOAPA	SALAMANCA	233	No	No	NO
COIRON	CHOAPA	SALAMANCA	180	No	No	NO
COLLIGUAY	CHOAPA	SALAMANCA	88	No	No	NO
HUACHALALUME	ELQUI	COQUIMBO	187	No	No	SI
EL ARRAYAN/EL PALQUIAL	CHOAPA	SALAMANCA	92	No	No	NO
EL MAITÉN	CHOAPA	ILLAPEL	114	No	No	NO
LOS MORALES	LIMARI	MONTE PATRIA	157	No	No	NO
EL TAMBO CENTRO	CHOAPA	SALAMANCA	388	No	No	NO
HUANQUE	CHOAPA	SALAMANCA	SIN DATO	No	No	NO
JORQUERA	CHOAPA	SALAMANCA	200	No	No	SI
LA HIGUERILLA	CHOAPA	SALAMANCA	116	No	No	NO
LA JARILLA	CHOAPA	SALAMANCA	24	No	No	NO
LLIMPO	CHOAPA	SALAMANCA	192	No	No	NO
MANQUEHUA	CHOAPA	SALAMANCA	63	No	No	NO
PANGUESILLO	CHOAPA	SALAMANCA	241	No	No	NO
PUNTA NUEVA	CHOAPA	SALAMANCA	92	No	No	NO
QUELEN ALTO	CHOAPA	SALAMANCA	140	No	No	NO
QUELEN BAJO	CHOAPA	SALAMANCA	135	No	No	NO
SAN AGUSTIN	CHOAPA	SALAMANCA	133	No	No	NO
TAHUINCO	CHOAPA	SALAMANCA	337	No	No	NO
TENCADAN	CHOAPA	SALAMANCA	60	No	No	NO
TRANQUILLA	CHOAPA	SALAMANCA	292	Si	No	NO
LA COMPAÑÍA	ELQUI	VICUÑA	110	No	No	NO
EL SAUCE DE MIRAMAR	ELQUI	COQUIMBO	310	No	No	NO
EL PEÑÓN	ELQUI	COQUIMBO		No	No	NO
LOS TRIGALES DE GUANAQUEROS	ELQUI	COQUIMBO	180	No	No	NO

NUEVA VIDA	ELQUI	COQUIMBO	132	No	No	NO
PAN DE AZÚCAR	ELQUI	COQUIMBO	1.401	No	No	SI
CARACHILLAS	LIMARI	OVALLE	141	No	No	NO
TAMBILLOS	ELQUI	COQUIMBO	133	No	No	NO
TOTALILLO	ELQUI	COQUIMBO	191	No	No	SI
MINCHA NORTE	CHOAPA	CANELA	206	No	No	NO
EL TRAPICHE	ELQUI	LA HIGUERA	134	No	No	NO
LOS CHOROS	ELQUI	LA HIGUERA	245	No	No	NO
QUEBRADA HONDA	ELQUI	LA HIGUERA	SIN DATO	No	No	NO
BELLAVISTA CERES	ELQUI	LA SERENA	583	No	No	SI
HUENTELAUQUEN NORTE	CHOAPA	CANELA	530	No	No	SI
GABRIELA MISTRAL	ELQUI	LA SERENA	293	No	No	SI
EL ROMERO	ELQUI	LA SERENA	358	No	No	SI
ISLON	ELQUI	LA SERENA	264	No	No	NO
FUNDINA	LIMARI	RIO HURTADO	251	No	No	NO
LAS BARRANCAS	ELQUI	COQUIMBO	278	No	No	SI
CHANCHOQUI	ELQUI	PAIHUANO	57	No	No	NO
TRES CRUCES	ELQUI	PAIHUANO	25	No	No	NO
EL QUEÑE	CHOAPA	SALAMANCA	108	No	No	NO
LAS BREAS	LIMARI	RIO HURTADO	108	No	No	NO
EL ALMENDRAL	ELQUI	VICUÑA	33	No	No	NO
GUALLIGUAICA	ELQUI	VICUÑA	120	No	No	NO
HUANTA	ELQUI	VICUÑA	82	No	No	NO
LA CALERA - LA VILLA	ELQUI	VICUÑA	216	No	No	NO
PLAN DE HORNO - ASIENTO VIEJO	CHOAPA	ILLAPEL	150	No	No	NO
LA VIÑITA ALTA	ELQUI	VICUÑA	42	No	No	NO
POTRERILLOS BAJO	LIMARI	OVALLE	161	No	No	NO
EL COIPO	LIMARI	MONTE PATRIA	135	No	No	SI
PINTACURA SUR	CHOAPA	ILLAPEL	90	No	No	NO
EL MANZANO	ELQUI	ANDACOLLO	90	No	No	SI
EL DURAZNO	LIMARI	COMBARBALÁ	62	No	No	NO
EL HUACHO	LIMARI	COMBARBALÁ	98	No	No	NO
EL SAUCE	LIMARI	COMBARBALÁ	150	No	No	NO
LA CANTERA	LIMARI	COMBARBALÁ	41	No	No	NO
LA CAPILLA	LIMARI	COMBARBALÁ	32	No	No	NO
LA COLORADA	LIMARI	COMBARBALÁ	64	No	No	NO
LA ISLA	LIMARI	COMBARBALÁ	158	No	No	NO
LA LIGUA DE COGOTI	LIMARI	COMBARBALÁ	346	No	No	NO
LAS BARRANCAS - EL CHINEO	LIMARI	COMBARBALÁ	249	No	No	NO
MATANCILLA	LIMARI	COMBARBALÁ	SIN DATO	No	No	NO
MEDIALUNA	LIMARI	COMBARBALÁ	58	No	No	NO
PUENTE LA HIGUERA	LIMARI	COMBARBALÁ	SIN DATO	No	No	NO
PUEBLO HUNDIDO	LIMARI	COMBARBALÁ	SIN DATO	No	No	NO
QUILITAPIA	LIMARI	COMBARBALÁ	337	No	No	NO
RAMADILLA (LA PLAYA)	LIMARI	COMBARBALÁ	115	No	No	NO
SORUCO	LIMARI	COMBARBALÁ	86	No	No	NO
VALLE HERMOSO	LIMARI	COMBARBALÁ	104	No	No	NO
CARÉN	LIMARI	MONTE PATRIA	266	No	No	NO

CERRILLOS DE RAPEL	LIMARI	MONTE PATRIA	201	No	No	SI
CHAÑARAL DE CAREN	LIMARI	MONTE PATRIA	191	No	No	SI
CHILECITO-MIALQUI	LIMARI	MONTE PATRIA	475	No	No	NO
COLLIGUAY	LIMARI	MONTE PATRIA	270	No	No	NO
ALCONES BAJOS AGUA DE LA VIDA	LIMARI	OVALLE	124	No	No	NO
HUINTIL NORTE	CHOAPA	ILLAPEL	70	No	No	NO
EL MAQUI	LIMARI	MONTE PATRIA	210	No	No	NO
EL TOME ALTO	LIMARI	MONTE PATRIA	244	No	No	NO
FLOR DEL VALLE	LIMARI	MONTE PATRIA	330	No	No	NO
HUATULAME	LIMARI	MONTE PATRIA	524	No	No	SI
JUNTAS- DOS RÍOS	LIMARI	MONTE PATRIA	169	No	No	NO
LAS MOLLACAS	LIMARI	MONTE PATRIA	154	No	No	SI
LOS CLONQUIS	LIMARI	MONTE PATRIA	80	No	No	NO
CUNCUMEN	CHOAPA	SALAMANCA	352	No	No	NO
LOS TAPIAS	LIMARI	MONTE PATRIA	115	No	No	NO
EL MAITEN (Limari)	LIMARI	MONTE PATRIA	79	No	No	NO
CAMARICO	LIMARI	OVALLE	125	No	No	NO
RAPEL	LIMARI	MONTE PATRIA	435	No	No	SI
SEMITA	LIMARI	MONTE PATRIA	103	No	No	NO
SOL DE LAS PRADERAS	LIMARI	MONTE PATRIA	125	No	No	NO
TOMÉ BAJO - PALOS QUEMADOS	LIMARI	MONTE PATRIA	SIN DATO	No	No	NO
TULAHUEN	LIMARI	MONTE PATRIA	820	No	No	SI
VADO HONDO - EL BARRANCO	LIMARI	MONTE PATRIA	74	No	No	NO
LA TRANQUITA	LIMARI	MONTE PATRIA	30	No	No	NO
LAS CARDAS	ELQUI	COQUIMBO	55	No	No	NO
ALGARROBO	LIMARI	OVALLE	60	No	No	NO
LA HIGUERA	ELQUI	LA HIGUERA	465	No	No	NO
CALETA EL TORO	LIMARI	OVALLE	SIN DATO	No	No	NO
BARRAZA	LIMARI	OVALLE	500	No	No	SI
BARRAZA ALTO - SOCOS	LIMARI	OVALLE	162	No	No	NO
PUNTA AZUL	ELQUI	VICUÑA	200	No	No	NO
CHALINGA	LIMARI	OVALLE	200	No	No	NO
EL GUINDO	LIMARI	OVALLE	415	No	No	SI
EL TRAPICHE (OVALLE)	LIMARI	OVALLE	132	No	No	NO
ESTACION RECOLETA	LIMARI	OVALLE	216	No	No	NO
LA CALERA DE SAN JULIAN	LIMARI	OVALLE	SIN DATO	No	No	NO
LA PALOMA	LIMARI	OVALLE	72	No	No	NO
LA UNIÓN	LIMARI	OVALLE	190	No	No	NO
LA PLACA	LIMARI	OVALLE	62	No	No	NO
LA PORTADA DE SOTAQUI	LIMARI	OVALLE	64	No	No	SI
LA RIBERA DEL OLIVO (TUQUI)	LIMARI	OVALLE	SIN DATO	No	No	NO
LA SILLETA	LIMARI	OVALLE	56	No	No	NO
LA TORRE	LIMARI	OVALLE	399	No	No	SI
LA VILLA DE PEÑABLANCA	LIMARI	OVALLE	19	No	No	NO
LAS PAJAS DE PEÑABLANCA	LIMARI	OVALLE	SIN DATO	No	No	NO
LAGUNILLAS	LIMARI	OVALLE	222	No	No	SI
HUINTIL	CHOAPA	ILLAPEL	154	Si	No	NO
LOS NOGALES	LIMARI	OVALLE	278	No	No	NO

LLANOS DE LA CHIMBA	LIMARI	OVALLE	80	No	No	NO
ORURO ALTO	LIMARI	OVALLE	147	No	No	NO
POBLACIÓN YAONI	LIMARI	OVALLE	108	No	No	NO
PORVENIR	LIMARI	OVALLE	271	No	No	SI
NUEVO FUTURO -POTRERILLOS ALTO	LIMARI	OVALLE	280	No	No	SI
PEÑABLANCA	LIMARI	OVALLE	SIN DATO	No	No	NO
PERAL OJOS DE AGUA	LIMARI	OVALLE	36	Si	NO	NO
PELICANA	ELQUI	LA SERENA	125	No	No	NO
SAMO BAJO	LIMARI	OVALLE	69	No	No	NO
SAN JULIAN	LIMARI	OVALLE	216	No	No	NO
SANTA CATALINA	LIMARI	OVALLE	146	No	No	NO
SOL DEL PACIFICO	LIMARI	OVALLE	169	No	No	NO
SONORA LOS ACACIOS	LIMARI	OVALLE	31	No	No	NO
TABALI	LIMARI	OVALLE	170	No	No	NO
VALDIVIA DE PUNILLA - SAN LORENZO	LIMARI	OVALLE	140	No	No	NO
COGOTI 18 CALLEJONES	LIMARI	COMBARBALÁ	509	No	No	SI
PUERTO ALDEA	ELQUI	COQUIMBO	105	No	No	NO
GRANEROS	LIMARI	PUNITAQUI	80	No	No	NO
LA GRANJITA - MORRO ALEGRE	LIMARI	PUNITAQUI	105	No	No	NO
LA HIGUERA DE PUNITAQUI	LIMARI	PUNITAQUI	196	No	No	NO
LA SILLETA - LAS TURQUESAS	LIMARI	PUNITAQUI	149	No	No	NO
LAS RAMADAS DE PUNITAQUI	LIMARI	PUNITAQUI	379	No	No	SI
RINCONADA DE PUNITAQUI	LIMARI	PUNITAQUI	SIN DATO	No	No	NO
CHUNGUNGO	ELQUI	LA HIGUERA	330	No	No	NO
HUAMPULLA	LIMARI	RIO HURTADO	103	No	No	NO
HURTADO - EL CHAÑAR	LIMARI	RIO HURTADO	403	No	No	SI
PEDREGAL	LIMARI	MONTE PATRIA	154	No	No	NO
PICHASCA	LIMARI	RIO HURTADO	586	No	No	NO
QUEBRADA DE SANTANDER	LIMARI	RIO HURTADO	41	No	No	NO
CERRILLOS DE TAMAYA	LIMARI	OVALLE	933	No	No	SI
SERON	LIMARI	RIO HURTADO	316	No	No	SI
TABAQUEROS	LIMARI	RIO HURTADO	178	No	No	NO

### 10.3.8.3 Sistemas Fotovoltaicos.

#### a) Componentes de los sistemas solares fotovoltaicos.

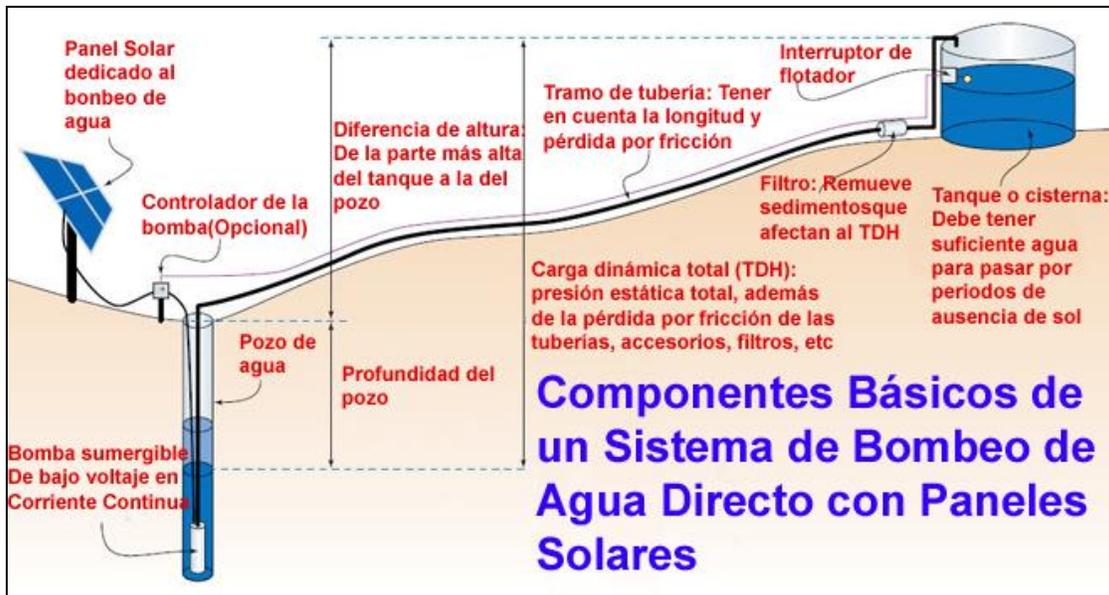
Para entender el contexto del funcionamiento de un sistema fotovoltaico instalado para el bombeo de agua de cualquier tipo, es necesario comprender el proceso que ocurre.

La luz solar entra sobre la superficie de los módulos fotovoltaicos, donde es convertida en energía eléctrica de corriente continua (generador fotovoltaico). Posteriormente esta energía es recogida y conducida hasta un sistema de regulación de carga (regulador) con la función de enviar toda o parte de esta energía hasta el sistema de acumulación (batería) donde es almacenada, cuidando que no se excedan los límites de sobrecarga y descargas profundas. Esta energía almacenada se utiliza para abastecer las cargas durante la noche en días de baja insolación o cuando el sistema fotovoltaico es incapaz de satisfacer la demanda por sí solo. Si las cargas a alimentar son de corriente continua, estas se alimentan directamente. Cuando las cargas son de corriente alterna, la energía es enviada a un inversor de corriente, en donde es convertida a corriente alterna (inversor).

Por tanto los componentes de un sistema solar fotovoltaico son mostrados en la Fig.1 y listados a continuación:

- Generador fotovoltaico,
- Batería,
- Regulador,
- Inversor.

**Imagen N°43:** Componente de análisis de un sistema de bombeo por energía fotovoltaica



Fuente: Electricidad gratuita.

### **Paneles o módulos solares:**

Son los encargados de captar la radiación solar y transformarla en electricidad, generando una corriente continua (CC), también llamada corriente directa (DC) que alimenta a la bomba. El número de paneles quedará determinado por la potencia que se necesita suministrar a la bomba, de acuerdo al caudal de agua a bombear y presión de suministro.

Asimismo, la disposición y forma del conexionado de los paneles (en serie o en paralelo), será en función de la tensión nominal y la intensidad de corriente necesaria para el accionamiento del motor eléctrico de la bomba.

Los paneles solares se situarán sobre un rack o estructura metálica a cierta altura para evitar que se proyecten sombras sobre la superficie de los paneles debida a la presencia de árboles o de cualquier otro obstáculo cercano.

### **Regulador o controlador de carga:**

Dispositivo electrónico encargado de controlar el funcionamiento óptimo de la bomba de agua. El controlador ayuda a maximizar el rendimiento energético de los paneles solares, permitiendo que la bomba de agua funcione también durante periodos de menor irradiación solar.

El controlador además regula el funcionamiento de la bomba, desconectándola cuando el depósito donde se bombea el agua haya llegado a su capacidad máxima o bien, porque el nivel del agua en el pozo haya bajado por debajo de un límite de seguridad establecido, con el fin de evitar que se quede descubierta la boca de aspiración de la bomba.

Asimismo, el regulador de carga dispone de un sistema de control con conectores "*Plug&Play*" de posición única, que permite el encendido o apagado del sistema (en invierno, por ejemplo, como es época de lluvias se desconecta, situando el interruptor en posición "*Off*").

### **Bomba de agua sumergible:**

Conectada al regulador o controlador de carga quedará sumergida en el pozo. Las bombas solares funcionan en corriente continua y suelen estar fabricadas en acero inoxidable para soportar mejor la agresividad de las aguas subterráneas.

**Tabla N°41:** Potencial de los Sistemas Fotovoltaicos. **Fuente:** Elaboración propia.

Sector	Potencial	Limitaciones	Resultados
<b>Equipo e Inversión</b>	Flexibilidad: facilidad para aumentar de pocos a más Watts	Gastos de Inversión de alto por watio fotovoltaico	Los sistemas FV son competitivos sobre todo en el rango de bajo consumo de energía en las zonas alejadas y sin electricidad. Necesidad de sistemas de financiación (debido también a la poca disponibilidad de capital en las zonas rurales)
<b>Operación y Mantenimiento</b>	Fiabilidad: pocos gastos y necesidad de mantenimiento y supervisión	Necesidad de respaldo o almacenamiento para utilización nocturna y en días de poco sol La batería es el punto débil de los sistemas FV	Los sistemas FV a menudo son competitivos gracias a la relación costo –duración
<b>Organización</b>	Integración fácil en “paquetes” de consumo adaptados a las necesidades del consumidor	Una mayor participación del consumidor es más necesaria en los proyectos de energía FV que en los de extensión de la red eléctrica ordinaria	Necesidad de introducir cambios institucionales en el sector eléctrico para los proyectos de electrificación rural con sistemas FV
<b>Consecuencias Ambientales</b>	No perjudican el medio ambiente, emiten poco CO2 y otros gases, en comparación con los sistemas que consumen combustibles fósiles	La eliminación de baterías es un aspecto ambiental importante	Posible financiación conjunta de los programas interesados en el cambio climático

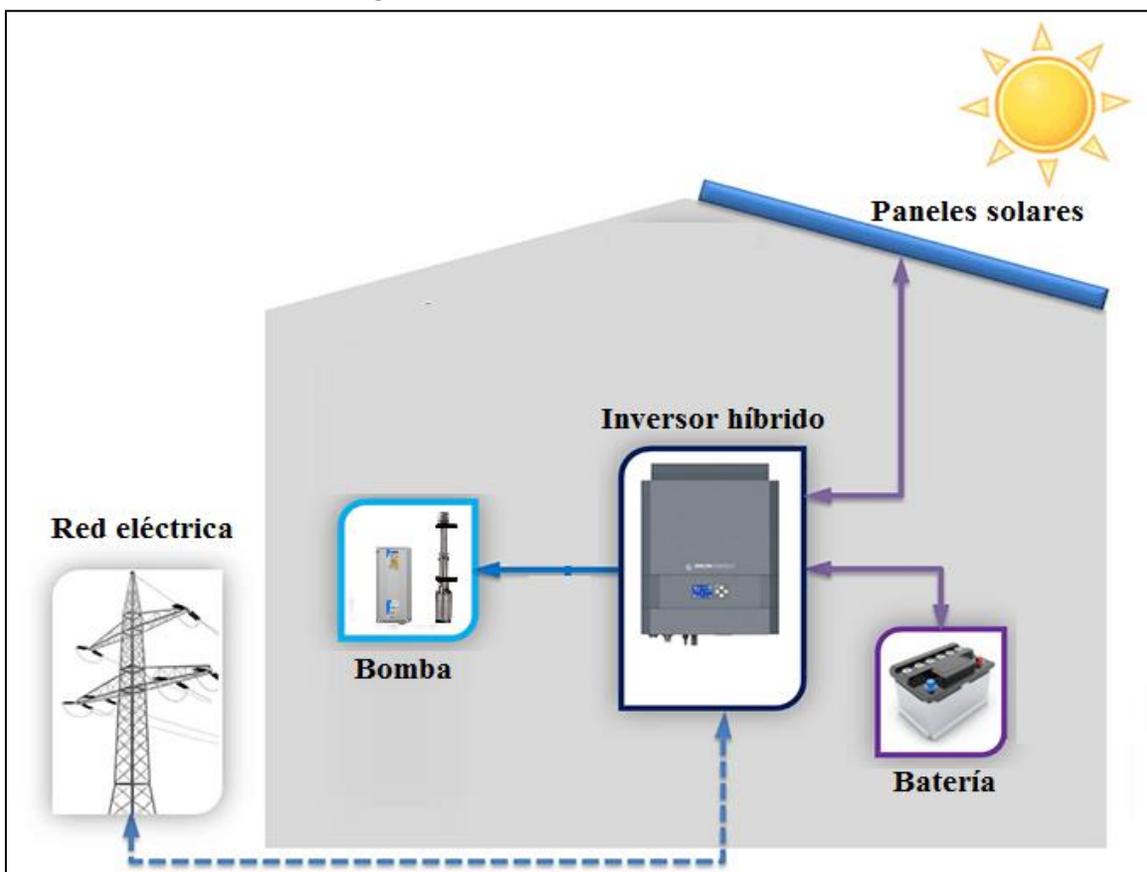
**b) Sistemas Fotovoltaicos Híbridos.**

Un sistema fotovoltaico solar híbrido es una combinación de la tecnología de la energía solar y la Red Eléctrica de forma de poder integrar de la mejor forma ambas fuentes de Energía. Si la energía producida a través de generadores fotovoltaicos es suficiente para el consumo de las bombas, el inversor se utiliza la energía fotovoltaica y la carga de los excedentes a la batería.

Del mismo modo, si el consumo es superior a la energía fotovoltaica, el inversor tomara la energía que le falta de la red pública. En ausencia de sol, el inversor, según el consumo de energía, usará la energía exclusivamente a partir de baterías o puede tomar energía de la red pública.

Los sistemas híbridos fotovoltaicos presentan la ventaja de que no se necesita sobredimensionar notablemente el generador solar para los períodos de baja irradiación. Esto supone un ahorro de gastos considerable. En el sistema siempre se usa prioritariamente la energía producida por el módulo. Al combinarlo con una segunda fuente controlable se obtiene un suministro de energía fiable y disponible las 24 horas del día durante los 365 días del año.

**Imagen N°44:** Sistema fotovoltaico híbrido.



**Fuente:** Energética futura.

Los siguientes valores son de modo referencial y demuestran una gama de componentes a analizar para cada situación.

**Tabla N°42:** Valores de distintos Componentes sistema fotovoltaico.

Componentes sistema fotovoltaico				
Ítem	Cantidad	unidad	Valor unitario	Valor
<b>a. Paneles</b>				
Panel Monocristalino 250Wp	1	u	\$245.140	\$245.140
Panel Polycristalino 250Wp	1	u	\$149.000	\$149.000
Panel Capa Fina 108Wp	1	u	\$135.200	\$135.200
<b>b. Infraestructura</b>				
Estructura de soporte (5 paneles)	1	u	\$420.000	\$420.000
Cables de baterías	1	m	\$3.250	\$3.250
Cables de Paneles	1	m	\$2.500	\$2.500
<b>c. Controladores</b>				
Controlador MPPT 12/24V 50Ah Programable	1	u	\$280.000	\$280.000
Controlador MPPT 12/24V 40Ah Programable	1	u	\$155.000	\$155.000
<b>d. Inversores</b>				
Inversor Cargador 2KVA	1	u	\$465.000	\$465.000
Inversor Cargador 3KVA	1	u	\$650.000	\$650.000
<b>e. Banco de Baterías</b>				
Batería 200Ah 12V Ciclo profundo	1	u	\$275.000	\$275.000
Batería 180Ah 12V Ciclo profundo	1	u	\$210.000	\$210.000
Batería 150Ah 12V Ciclo profundo	1	u	\$185.000	\$185.000

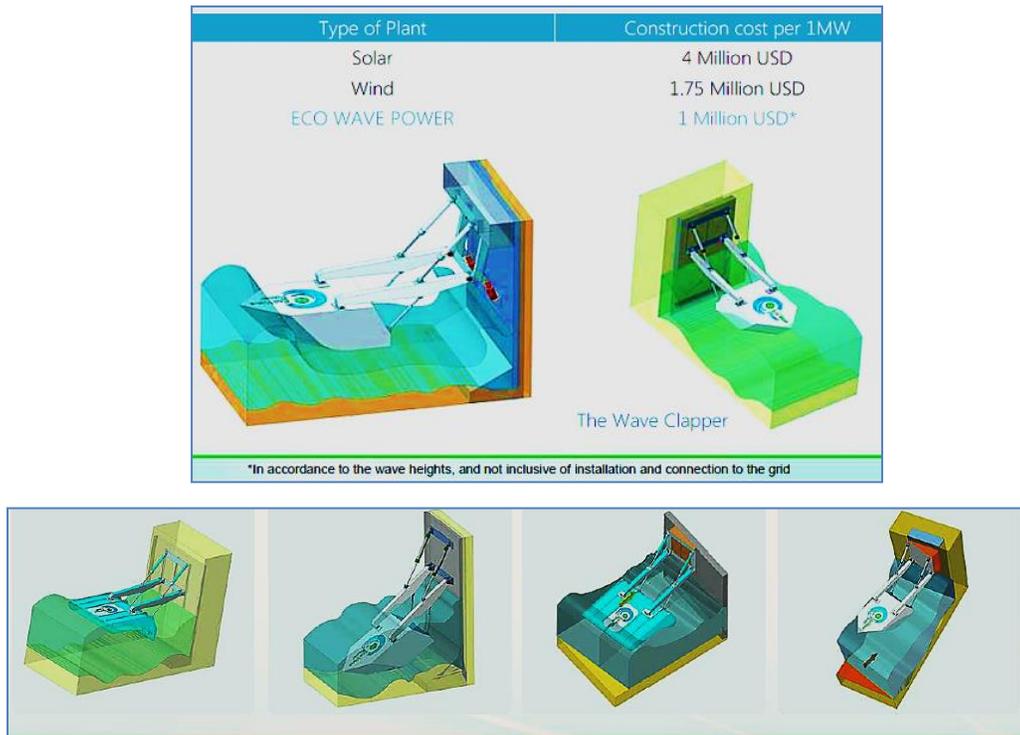
#### 10.3.8.4 Energía Undimotriz.

Debido a que la energía eléctrica que consumen los sistemas APR costeros, que emplean sistemas de osmosis inversa, tiene una alta incidencia en los costos de producción y por lo tanto en las cuentas de los usuarios, se presenta esta opción para ser analizada, tanto para casos de APR ya existentes, como para futuros proyectos de localidades costeras.

##### I. Sistema EWP

Un primer sistema, puesto en práctica por la empresa israelita Eco Wave Power (EWP), se basa en flotadores abatibles (paletas), cuyos movimientos son transmitidos a émbolos. Esta energía se transmite por vía neumática a una instalación en tierra, para que finalmente sea transformada en energía eléctrica. Esta tecnología lleva varios años de desarrollo, habiéndose probado en varias partes del mundo, principalmente en Israel y China, para el abastecimiento de energía a plantas de osmosis inversa.

### Imagen N°45: Sistema de Flotadores Abatibles.



Fuente: Sitio web EWP.

### Prototipo del Centro Interdisciplinario de Energía PUCV.

Por su parte, el Centro Interdisciplinario de Energía PUCV está investigando en esta misma línea, empleando otros diseños. Durante el presente año estará en condiciones de instalar directamente en el mar un prototipo que pronto podría implementarse a escala comercial. Este sistema, se basa en flotadores que se mueven con el oleaje, y que en base a poleas transforman el movimiento oscilatorio en rotatorio, para producir la energía eléctrica in situ, la que es transmitida a tierra a través de un cable submarino.

En el Sistema de Unidades Internacional (SI), la potencia de una ola resulta  $P = 0,957 H^2 T$  (Kw/m). Así por ejemplo, si la amplitud de la ola fuese 1,2 m y el período de 30 segundos, la potencia sería de 41,3 Kw por cada metro de frente de ola (Centro Interdisciplinario de Energía PUCV).

Durante el año 2012, Fernando Bernal Mechea, desarrolló su tesis de título para Ingeniero Constructor de la Facultad de Ingeniería de la PUCV, con el estudio “Prefactibilidad técnica y económica del uso de energía undimotriz en la planta de osmosis inversa de Caleta Hornos, Cuarta Región”. La tesis estuvo dirigida por el ingeniero Manuel Cerda, G., Director del Centro Interdisciplinario de Energía PUCV.

Para definir la ubicación más apropiada en Caleta Hornos, se recurrió al “Explorador de Energía Marina” del Ministerio de Energía, que entrega una simulación del potencial energético anual de cualquier punto de la costa chilena.

El estudio se basó en la tecnología israelita de EWP, para generar energía con una potencia máxima de 100 KW, con el fin de ajustarse a la Ley 20.751 que incluye beneficios para las instalaciones que producen ERNC. Así, la energía esperada de producción para un año se estimó en los 614.000 KWH, mientras que los requerimientos de energía del sistema de APR de Caleta Hornos eran del orden de los 134.200 KWH (actualizado al 2015: 154.700 KWH).

Los resultados del estudio arrojaron cifras positivas, pero habrá que continuar profundizando debido a:

- Se trata de un estudio de prefactibilidad
- Como el diseño de la planta undimotriz excede las necesidades de la planta de osmosis inversa, habrá que analizar diferentes opciones:
  - Tamaño más reducido de la planta undimotriz
  - Ver alternativas de interacción con el SIC (venta al sistema a precio marginal u otro tipo de contrato).
  - Entregar energía a otros sistemas de APR vecinos (Ej: Chungungo).
  - Construcción de una planta central de producción de agua mediante osmosis inversa, alimentada por este tipo de sistemas, que entregue agua desalinizada a más de una localidad.

Costos del proyecto:

- Sistema EWP (israelita) instalado: \$260 millones (176.600 USD), con una potencia de 100 KW.
- Sistema PUCV<sup>1</sup>: \$120 millones (84.900 USD), similar potencia de 100 KW.

Nota: en ambos sistemas el área a acondicionar para la captación de la energía del frente de olas, contempla una extensión de 12 metros lineales.

---

<sup>1</sup> Com. Pers: Información entregada por el académico Manuel Cerda, quien asegura que en el mediano plazo esta tecnología estará disponible.

### 10.3.9 Herramientas Informáticas.

Dentro del grupo de sistemas de APR en la Región que actualmente cuentan con herramientas informáticas en algunas áreas de su administración, se propone llevar a cabo un salto cualitativo en cuanto a su nivel de gestión.

Es con la participación de este grupo de sistemas, que se propone llevar a cabo el desarrollo y adopción de herramientas informáticas tendientes a apoyar tanto las tareas de operación, administración y gestión de emergencias, entre otras.

Asimismo, dentro de estos sistemas y una vez alcanzadas las capacidades mínimas, se recomienda dar los pasos necesarios para la implementación de sistemas SCADA tendientes al monitoreo y control de la operación del sistema y manejo de información en esta área.

**Tabla N° 43.1.** Sistemas de APR para implementación de programa de mejoramiento de la gestión de información – (Plataforma Gestión.) **Fuente:** elaboración propia en base a diagnóstico.

Nombre del Servicio APR	Provincia	Comuna	Categoría de Estado	Nº de Arranques Totales	Sistemas Con Programa Computacional
PAN DE AZÚCAR	ELQUI	COQUIMBO	EXISTENTE	1.401	SI
CERRILLOS DE TAMAYA	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	933	SI
SAN ISIDRO- CALINGASTA	ELQUI	VICUÑA	EXISTENTE	914	SI
COQUIMBITO-ALTOVALSOL	ELQUI	LA SERENA	EXISTENTE	850	SI
TULAHUEN	LIMARI	MONTE PATRIA	EXISTENTE	820	SI
SISTEMA LA JARILLA	ELQUI	PAIHUANO	EXISTENTE	794	SI
ARBOLEDA GRANDE	CHOAPA	SALAMANCA	EXISTENTE	777	SI
CHILLEPIN	CHOAPA	SALAMANCA	EXISTENTE	711	SI
MARQUESA - NUEVA TALCUNA	ELQUI	VICUÑA	EXISTENTE	586	SI
LIMARI	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	586	SI
BELLAVISTA CERES	ELQUI	LA SERENA	EXISTENTE	583	SI
HUENTELAUQUEN NORTE	CHOAPA	CANELA	EXISTENTE	530	SI
HUATULAME	LIMARI	MONTE PATRIA	EXISTENTE	524	SI
COGOTI 18 CALLEJONES	LIMARI	COMBARBALÁ	EXISTENTE	509	SI
BARRAZA	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	500	SI
RAPEL	LIMARI	MONTE PATRIA	EXISTENTE	435	SI
VILLASECA	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	421	SI
EL GUIINDO	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	415	SI
DIAGUITAS	ELQUI	VICUÑA	EXISTENTE	415	SI
HURTADO - EL CHAÑAR	LIMARI	RIO HURTADO	EXISTENTE	403	SI
LA TORRE	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	399	SI
LAS RAMADAS DE PUNITAQUI	LIMARI	PUNITAQUI	EXISTENTE	379	SI
ANDACOLLITO	ELQUI	VICUÑA	EXISTENTE	378	SI
RIVADAVIA	ELQUI	VICUÑA	EXISTENTE	365	SI
CALETA DE HORNOS	ELQUI	LA HIGUERA	EXISTENTE	361	SI
EL ROMERO	ELQUI	LA SERENA	EXISTENTE	358	SI

CAIMANES	CHOAPA	LOS VILOS	EXISTENTE	317	SI
SERON	LIMARI	RIO HURTADO	EXISTENTE	316	SI
EL MOLLE	ELQUI	VICUÑA	EXISTENTE	307	SI
CARCAMO-LA COLONIA	CHOAPA	ILLAPEL	EXISTENTE	293	SI
GABRIELA MISTRAL	ELQUI	LA SERENA	EXISTENTE	293	SI
LAS ROJAS- PUNTA DE PIEDRA	ELQUI	LA SERENA	EXISTENTE	287	SI
NUEVO FUTURO -POTRERILLOS ALTO	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	280	SI
LAS BARRANCAS	ELQUI	COQUIMBO	EXISTENTE	278	SI
PORVENIR	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	271	SI
NUEVA AURORA	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	235	SI
LAGUNILLAS	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	222	SI
CERRILLOS DE RAPEL	LIMARI	MONTE PATRIA	EXISTENTE	201	SI
JORQUERA	CHOAPA	SALAMANCA	EXISTENTE	200	SI
TOTALILLO	ELQUI	COQUIMBO	EXISTENTE	191	SI
CHAÑARAL DE CAREN	LIMARI	MONTE PATRIA	EXISTENTE	191	SI
HUACHALALUME	ELQUI	COQUIMBO	EXISTENTE	187	SI
LAS MOLLACAS	LIMARI	MONTE PATRIA	EXISTENTE	154	SI
EL COIPO	LIMARI	MONTE PATRIA	EXISTENTE	135	SI
EL MANZANO	ELQUI	ANDACOLLO	EXISTENTE	90	SI
EL ARENAL	ELQUI	VICUÑA	EXISTENTE	85	SI
LA PORTADA DE SOTAQUI	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	64	SI

En una situación desmejorada en comparación con aquellos sistemas que poseen programas o softwares de registro, se encuentra un grupo de sistemas que no poseen herramientas informáticas que apoyen su trabajo administrativo ni operativo.

Para este grupo se recomienda la implementación de un programa que brinde a este tipo de servicios las facilidades y capacitación necesaria para la adopción de herramientas informáticas básicas en su gestión. Este programa debería permitir una nivelación de las capacidades de estos sistemas, haciendo posible su posterior mejora en cuanto a la adopción de tecnologías de la información que les permita alcanzar un mayor estándar en su gestión y la incorporación futura de los sistemas a una Plataforma de Gestión e implementación de sistemas SCADA.

**Tabla N°43.2:** Sistemas de APR para implementación de programa de incorporación de herramientas informáticas. **Fuente:** elaboración propia en base a diagnóstico.

N°	Nombre del Servicio APR	Provincia	Comuna	Nº de Arranques Totales	Sistemas Con Programa Computacional
1	EL MANZANO DE GUANGUALÍ	CHOAPA	LOS VILOS	SIN DATO	NO
2	TOMÉ BAJO - PALOS QUEMADOS	LIMARI	MONTE PATRIA	SIN DATO	NO
3	PUEBLO HUNDIDO	LIMARI	COMBARBALÁ	SIN DATO	NO
4	QUILIMARI	CHOAPA	LOS VILOS	1,500	NO
5	EL ESFUERZO	CHOAPA	LOS VILOS	787	NO
6	PICHASCA	LIMARI	RIO HURTADO	586	NO
7	CHILECITO-MIALQUI	LIMARI	MONTE PATRIA	475	NO
8	LA HIGUERA	ELQUI	LA HIGUERA	465	NO

9	HORCON	ELQUI	PAIHUANO	408	NO
10	SAN MARCOS	LIMARI	COMBARBALÁ	400	NO
11	EL TAMBO CENTRO	CHOAPA	SALAMANCA	388	NO
12	CUNCUMEN	CHOAPA	SALAMANCA	352	NO
13	LAS CAÑAS 1 (ALTA)	CHOAPA	ILLAPEL	346	NO
14	LA LIGUA DE COGOTI	LIMARI	COMBARBALÁ	346	NO
15	TAHUINCO	CHOAPA	SALAMANCA	337	NO
16	QUILITAPIA	LIMARI	COMBARBALÁ	337	NO
17	FLOR DEL VALLE	LIMARI	MONTE PATRIA	330	NO
18	CHUNGUNGO	ELQUI	LA HIGUERA	330	NO
19	EL TAMBO	ELQUI	VICUÑA	318	NO
20	EL SAUCE (EL SAUCE DE MIRAMAR-RINCONADA)	ELQUI	COQUIMBO	310	NO
21	TRANQUILLA	CHOAPA	SALAMANCA	292	NO
22	LOS NOGALES	LIMARI	OVALLE	278	NO
23	COLLIGUAY	LIMARI	MONTE PATRIA	270	NO
24	CARÉN	LIMARI	MONTE PATRIA	266	NO
25	ISLON	ELQUI	LA SERENA	264	NO
26	LAMBERT	ELQUI	LA SERENA	257	NO
27	FUNDINA	LIMARI	RIO HURTADO	251	NO
28	LAS BARRANCAS - EL CHINEO	LIMARI	COMBARBALÁ	249	NO
29	LOS CHOROS	ELQUI	LA HIGUERA	245	NO
30	EL TOME ALTO	LIMARI	MONTE PATRIA	244	NO
31	QUEBRADA DE TALCA	ELQUI	LA SERENA	242	NO
32	PANGUESILLO	CHOAPA	SALAMANCA	241	NO
33	CHUCHIÑI	CHOAPA	SALAMANCA	233	NO
34	PUNTA DE CHOROS	ELQUI	LA HIGUERA	224	NO
35	SAMO ALTO	LIMARI	RIO HURTADO	223	NO
36	ESTACION RECOLETA	LIMARI	OVALLE	216	NO
37	LA CALERA - LA VILLA	ELQUI	VICUÑA	216	NO
38	SAN JULIAN	LIMARI	OVALLE	216	NO
39	EL MAQUI	LIMARI	MONTE PATRIA	210	NO
40	LAS CAÑAS 2 (BAJA)	CHOAPA	ILLAPEL	210	NO
41	MINCHA NORTE	CHOAPA	CANELA	206	NO
42	GUANGUALI	CHOAPA	LOS VILOS	205	NO
43	BATUCO	CHOAPA	SALAMANCA	204	NO
44	PUNTA AZUL	ELQUI	VICUÑA	200	NO
45	CHALINGA	LIMARI	OVALLE	200	NO
46	HUENTELAUQUEN SUR	CHOAPA	CANELA	200	NO
47	LA HIGUERA DE PUNITAQUI	LIMARI	PUNITAQUI	196	NO
48	LLIMPO	CHOAPA	SALAMANCA	192	NO
49	VARILLAR LAS MERCEDES	ELQUI	VICUÑA	185	NO
50	LOS TRIGALES DE GUANAQUEROS	ELQUI	COQUIMBO	180	NO
51	COIRON	CHOAPA	SALAMANCA	180	NO
52	TABAQUEROS	LIMARI	RIO HURTADO	178	NO
53	MANQUEHUA (MANQUEGUA)	LIMARI	COMBARBALÁ	174	NO
54	TABALI	LIMARI	OVALLE	170	NO
55	SOL DEL PACIFICO	LIMARI	OVALLE	169	NO
56	SOCAVON	CHOAPA	ILLAPEL	169	NO

57	JUNTAS- DOS RÍOS	LIMARI	MONTE PATRIA	169	NO
58	PUNTA COLORADA	ELQUI	LA HIGUERA	167	NO
59	RAMADAS DE TULAHUEN	LIMARI	MONTE PATRIA	164	NO
60	BARRAZA ALTO - SOCOS	LIMARI	OVALLE	162	NO
61	POTRERILLOS BAJO	LIMARI	OVALLE	161	NO
62	LA ISLA	LIMARI	COMBARBALÁ	158	NO
63	LOS MORALES	LIMARI	MONTE PATRIA	157	NO
64	PEDREGAL	LIMARI	MONTE PATRIA	154	NO
65	HUINTIL	CHOAPA	ILLAPEL	154	NO
66	EL SAUCE	LIMARI	COMBARBALÁ	150	NO
67	LA SILLETA - LAS TURQUESAS	LIMARI	PUNITAQUI	149	NO
68	ORURO ALTO	LIMARI	OVALLE	147	NO
69	SANTA CATALINA	LIMARI	OVALLE	146	NO
70	CARACHILLAS	LIMARI	OVALLE	141	NO
71	QUELEN ALTO	CHOAPA	SALAMANCA	140	NO
72	VALDIVIA DE PUNILLA - SAN LORENZO	LIMARI	OVALLE	140	NO
73	QUEBRADA DE PAIHUANO	ELQUI	PAIHUANO	136	NO
74	QUELEN BAJO	CHOAPA	SALAMANCA	135	NO
75	PERALILLO	CHOAPA	ILLAPEL	135	NO
76	EL TRAPICHE	ELQUI	LA HIGUERA	134	NO
77	MINCHA SUR	CHOAPA	CANELA	133	NO
78	TAMBILLOS	ELQUI	COQUIMBO	133	NO
79	SAN AGUSTIN	CHOAPA	SALAMANCA	133	NO
80	EL TRAPICHE (OVALLE)	LIMARI	OVALLE	132	NO
81	NUEVA VIDA	ELQUI	COQUIMBO	132	NO
82	PELICANA	ELQUI	LA SERENA	125	NO
83	CAMARICO	LIMARI	OVALLE	125	NO
84	SOL DE LAS PRADERAS	LIMARI	MONTE PATRIA	125	NO
85	ALCONES BAJOS AGUA DE LA VIDA	LIMARI	OVALLE	124	NO
86	GUALLIGUAICA	ELQUI	VICUÑA	120	NO
87	LA HIGUERILLA	CHOAPA	SALAMANCA	116	NO
88	RAMADILLA (LA PLAYA)	LIMARI	COMBARBALÁ	115	NO
89	LOS TAPIAS	LIMARI	MONTE PATRIA	115	NO
90	EL MAITÉN	CHOAPA	ILLAPEL	114	NO
91	BARRIO ALTO	CHOAPA	CANELA	114	NO
92	LIMAHUIDA	CHOAPA	ILLAPEL	113	NO
93	CHAPILCA	ELQUI	VICUÑA	112	NO
94	EL HINOJO	LIMARI	PUNITAQUI	110	NO
95	LA COMPAÑÍA	ELQUI	VICUÑA	110	NO
96	LAS BREAS	LIMARI	RIO HURTADO	108	NO
97	POBLACIÓN YACONI	LIMARI	OVALLE	108	NO
98	EL QUEÑE	CHOAPA	SALAMANCA	108	NO
99	EL TAMBO ORIENTE	CHOAPA	SALAMANCA	105	NO
100	LA GRANJITA - MORRO ALEGRE	LIMARI	PUNITAQUI	105	NO
101	PUERTO ALDEA	ELQUI	COQUIMBO	105	NO
102	VALLE HERMOSO	LIMARI	COMBARBALÁ	104	NO
103	SEMITA	LIMARI	MONTE PATRIA	103	NO
104	HUAMPULLA	LIMARI	RIO HURTADO	103	NO

105	TUNGA SUR	CHOAPA	ILLAPEL	100	NO
106	EL HUACHO	LIMARI	COMBARBALÁ	98	NO
107	VILLORRIO DE TALHUÉN	LIMARI	OVALLE	96	NO
108	EL ARRAYAN/EL PALQUIAL	CHOAPA	SALAMANCA	92	NO
109	PUNTA NUEVA	CHOAPA	SALAMANCA	92	NO
110	PINTACURA SUR	CHOAPA	ILLAPEL	90	NO
111	COLLIGUAY	CHOAPA	SALAMANCA	88	NO
112	SORUCO	LIMARI	COMBARBALÁ	86	NO
113	SANTA VIRGINIA	CHOAPA	ILLAPEL	83	NO
114	HUANTA	ELQUI	VICUÑA	82	NO
115	LOS CLONQUIS	LIMARI	MONTE PATRIA	80	NO
116	LOS CÓNDORES	CHOAPA	LOS VILOS	80	NO
117	GRANEROS	LIMARI	PUNITAQUI	80	NO
118	LLANOS DE LA CHIMBA	LIMARI	OVALLE	80	NO
119	EL MAITEN (Limarí)	LIMARI	MONTE PATRIA	79	NO
120	LOS RULOS	CHOAPA	CANELA	78	NO
121	VADO HONDO - EL BARRANCO	LIMARI	MONTE PATRIA	74	NO
122	LA PALOMA	LIMARI	OVALLE	72	NO
123	PELADEROS	CHOAPA	SALAMANCA	70	NO
124	LA CAPILLA	CHOAPA	ILLAPEL	70	NO
125	SAMO BAJO	LIMARI	OVALLE	69	NO
126	LAS COCINERAS	CHOAPA	ILLAPEL	65	NO
127	LA COLORADA	LIMARI	COMBARBALÁ	64	NO
128	ALMIRANTE LATORRE	ELQUI	LA SERENA	64	NO
129	EL DURAZNO	LIMARI	COMBARBALÁ	62	NO
130	ALGARROBO	LIMARI	OVALLE	60	NO
131	MEDIALUNA	LIMARI	COMBARBALÁ	58	NO
132	LA SILLETA	LIMARI	OVALLE	56	NO
133	LAS CARDAS	ELQUI	COQUIMBO	55	NO
134	LOS POZOS	CHOAPA	CANELA	55	NO
135	LA VIÑITA ALTA	ELQUI	VICUÑA	42	NO
136	LA CANTERA	LIMARI	COMBARBALÁ	41	NO
137	QUEBRADA DE SANTANDER	LIMARI	RIO HURTADO	41	NO
138	TUNGA NORTE	CHOAPA	ILLAPEL	40	NO
139	PERAL OJOS DE AGUA	LIMARI	OVALLE	36	NO
140	CARQUINDAÑO	CHOAPA	CANELA	33	NO
141	LA CAPILLA	LIMARI	COMBARBALÁ	32	NO
142	SONORA LOS ACACIOS	LIMARI	OVALLE	31	NO

### 10.3.10 Unidades Especiales para Uniones en Redes.

Como se ha visto en el diagnóstico actualmente las tuberías de PVC están siendo reemplazadas por sistemas HDPE. Esto debido a la mayor duración y a las características propias que le confieren una mayor resistencia. Sin embargo un problema recurrente en la modernización de las redes de PVC a HDPE es el sistema de unión que se requiere para incorporar nuevos sectores con esta tecnología.

En este sentido las tuberías de HDPE se pueden unir mediante termofusión por soldadura a tope, por Electrofusión o bien por soldadura tipo soquete. El sistema de soldadura a tope es reconocido en la industria como un sistema de unión de gran confiabilidad, es costo efectivo, no requiere coplas, no se producen filtraciones y las uniones son más resistentes que la tubería misma. Las tuberías también pueden unirse por medios mecánicos, tales como stub ends y flanges, coplas de compresión o uniones tipo Victaulic. No se pueden unir mediante solventes o adhesivos.

Antes de elegir uno u otra es fundamental realizarnos las siguientes preguntas: ¿Cuál es el diámetro de la tubería?, definir grado de dificultad del lugar donde se realizará el trabajo (fácil o difícil de llegar, espacio ancho o angosto, etc.).

La termofusión es apropiada para unir tuberías de HDPE, sin usar elementos adicionales de unión. La superficie de las partes que se quieren unir se calienta a temperatura de fusión y se juntan por aplicación de presión, con acción hidráulica. Esta técnica se ha ido posicionando en el mercado por la gran cantidad de ventajas que presenta frente a otras soldaduras.

A pesar de tener un costo un poco más elevado, no es necesario accesorios adicionales, permite una tubería continua y uniforme, que asegura un alto estándar de seguridad y vida útil, ya que no requiere de continuos recambios y en caso de algún problema, las reparaciones se realizan sobre la superficie donde se encuentra la falla, sin tener que desarmar el tendido de la tubería.

Por su parte, la electrofusión se realiza con accesorios que llevan incorporado una resistencia. Este accesorio se conecta mediante dos bornes a una máquina que suministra tensión, que origina la circulación de corriente eléctrica a través de la resistencia. La temperatura que genera la resistencia plastifica tanto el tubo como el accesorio. El parámetro básico es el tiempo de la conexión del accesorio a la campana de electrofusión. La presión necesaria para la unión viene dada por la interferencia que se produce al plastificarse el tubo y el accesorio. La electrofusión es recomendable para soldar tubos de diámetro pequeño, o en áreas incómodas y con poco espacio. Además, es más rápida y requiere de menos personas a cargo.

Entre sus principales ventajas destaca:

- Corto tiempo de instalación.
- Fácil de realizar.
- La máquina es más compacta que la termofusión lo que permite soldar en lugares menos accesibles.

Las máquinas automáticas de electrofusión minimizan los fallos y errores que se puedan producir.

**Tabla N°44:** diferencias entre Termofusión y Electrofusión. **Fuente:** elaboración propia.

Variable	Termofusión	Electrofusión
Diámetros grandes	X	
Diámetros pequeños		X
Espacios difíciles y reducidos para soldar		X
Tuberías de distinto material		X

En resumen, se tiene que:

### 1.- Máquina de Electrofusión

Coplas EF presentan un valor + IVA c/u

Tiempo instalación copla en tubo: 15 a 25 minutos (en condiciones optima)

Tiempo Soldadura: 720 segundos

Tiempo Enfriamiento: 30 minutos

Arriendo máquina electrofusión: \$60.000 + IVA/diario/mes

Compra máquina electrofusión: \$1.500.000 + IVA

Nota: una vez terminado el tiempo de soldadura el equipo se puede desconectar e ir a soldar otra copla mientras se enfría la recién soldada.

### 2.- Máquina de Termofusión

No se requiere compra fittings se unen tubo a tubo, por lo que existe un ahorro

Tiempo instalación copla en tubo: 20 a 25 minutos (en condiciones optima)

Tiempo Soldadura: 200 segundos

Tiempo Enfriamiento: 20 minutos

Arriendo máquina termofusión: \$60.000 + IVA/diario/mes

Compra máquina termofusión: \$3.200.000 + IVA

Nota: una vez terminado el tiempo de soldadura el equipo no se puede desconectar se debe esperar hasta que termine el tiempo de enfriamiento para llevarlo hacer otra soldadura.

Para el uso en sistemas de Agua Potable rural, debido al uso de diámetros pequeños, se recomienda el uso de la técnica de electrofusión debido a su menor tiempo de instalación en terreno y de fácil manejo.

#### 10.3.11 Tratamiento de Aguas Servidas.

### **10.3.11.1 SABRE. Tratamiento por Biopelícula Aerobia en Espiral.**

El tratamiento aeróbico convencional de las aguas servidas es un proceso con gran consumo de energía. Gran parte de los costos operativos de la planta se dedican a la energía necesaria para la aireación. El reactor por biopelícula aerobia en espiral de Emefcy (SABRE, por sus iniciales en inglés) reduce el consumo de energía y los costos de tratamiento y eliminación del lodo. Estos dos componentes son responsables del 75 % de los costos operativos de las plantas de tratamiento de aguas servidas.

#### **¿Cómo Funciona?**

El reactor se basa en membranas respiradoras enrolladas en espiral por las cuales el agua servida fluye en contacto constante con el oxígeno. El oxígeno se difunde a través de la membrana respiradora en las aguas servidas. Del lado acuoso de la membrana se desarrolla una biopelícula aerobia. Más profundamente en el agua se desarrolla una biopelícula anóxica. La población microbiana heterogénea permite la eliminación concurrente de materia orgánica y nitrógeno. La nitrificación por bacterias autotróficas en la capa adherida a la pared de la membrana y la desnitrificación por las bacterias heterotróficas en la capa anóxica ocurren simultáneamente.

Similar a otros procesos avanzados de tratamiento biológico (bioreactor de membrana [MBR], bioreactor por lecho móvil [MBBR]), SABRE requiere un filtrado fino de < 1,0 mm como parte del proceso pretratamiento. El post-tratamiento se basa en filtración por dos tipos de medio sin clarificador secundario. Los módulos SABRE son automáticamente retro-lavados de manera periódica para impedir el atascamiento.

#### **Características Y Beneficios.**

- 95 % menos energía para la aireación
- Reducción del 30 al 50 % en la cantidad de lodo en comparación con los procesos convencionales
- Nitrificación y desnitrificación simultáneas
- Diseño modular que permite la implementación gradual y una expansión más sencilla
- Sistema encapsulado sin olor y sin ruido adecuado para el tratamiento de aguas servidas que contienen COV (Compuestos Orgánicos Volátiles)
- El clarificador integrado reduce el espacio necesario de la planta Robusto y sencillo de operar

#### **Descripción de Caso.**

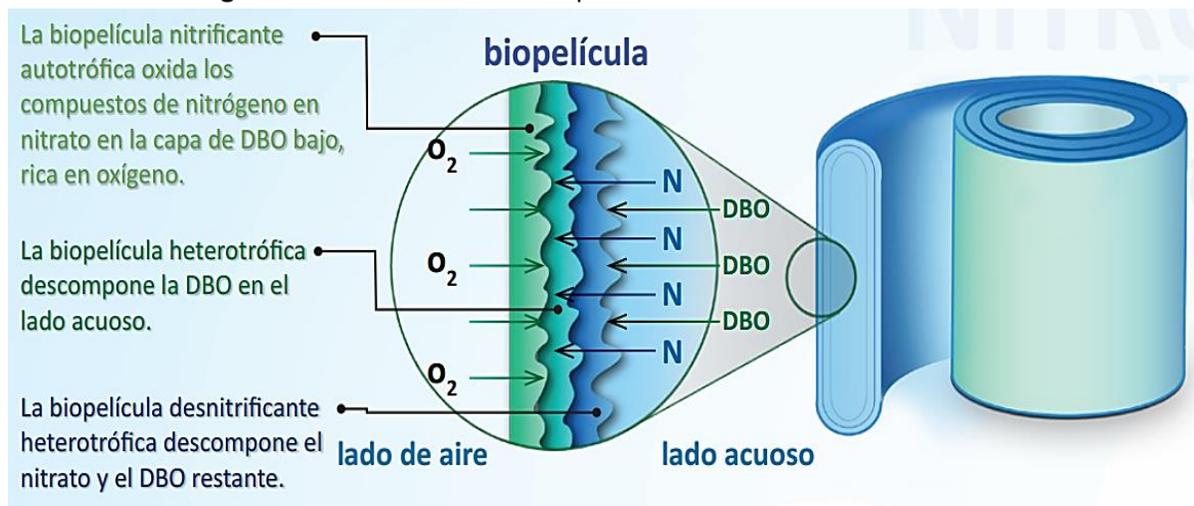
Parámetro	Valor	Unidades
Temperatura de diseño	18 (64)	°C (°F)
Flujo de aguas servidas	1000 (0.26)	m <sup>3</sup> /d (MGD)
DBO filtrado de entrada	150	mg/l
NtK de entrada	52	mg/l
DBO de salida	8	mg/l
Req. NH-3 de salida	1,0	mg/l

### Comparación del Consumo de Energía: SABRE y Lodo Activado.

Proceso	SABRE	Lodo activado	Unidades
Consumo de energía	1,2	13	kW
Energía normalizada	0,06 (0,03)	1,10 (0,5)	kWh/kg DBO (kWh/lb DBO)
Energía normalizada	0,02 (0,06)	0,31 (1,18)	kWh/m <sup>3</sup> (kWh/1000 gal)

Reducción del consumo de energía del 95 %

Imagen N°46: Desarrollo de la Biopelícula de Retro Aireacion Exclusiva.



Fuente: Emefcy.

### 10.3.12 Fortalecimiento de los Servicios de APR desde la perspectiva Comunal.

### 10.3.12.1 Oficina Comunal de Servicios Sanitarios Rurales.

Consiste en una propuesta de trabajo a nivel Comunal, cuyo objetivo es generar una mejora significativa y sostenible en la gestión integral de los Sistemas de Servicios Sanitarios Rurales, a través de la implementación de un plan maestro de mejoramiento, que es diseñado en función de la necesidad y contexto de cada comunidad en particular.

Se asesora y se acompaña la Comuna durante un proceso de dos años, con la meta de establecer, de manera autónoma, una Oficina Comunal de Agua Potable Rural que sea capaz de capacitar y brindar asesoría técnica y administrativa de manera oportuna, construyendo capacidades en los comités y cooperativas a cargo de los sistemas de Servicios Sanitarios Rurales, en diversos aspectos relacionados con: sostenibilidad, gobernabilidad, elección de tecnología apropiada, mantención, monitoreo y evaluación.

Actualmente la empresa TOHL en alianza con la Municipalidad de Río Hurtado, han comenzado a implementar la experiencia de un proyecto piloto en esta comuna, el cual tiene como objetivo poder generar, en base a la evidencia empírica, un referente de una gestión integral y eficiente de los sistemas de Servicios Sanitarios Rurales, con la finalidad de poder incidir en las políticas públicas y replicar el modelo a otras localidades de la región y a lo largo de Chile.

**Imagen N°47:** Línea de tiempo de implementación y transferencia de la Oficina Comuna de Servicios Sanitarios Rurales, de la comuna de Río Hurtado.



**Fuente:** TOHL.

En este sentido, las oficinas comunales del agua lo que buscan es brindar una asesoría de terceros especializada en las necesidades particulares de cada comuna, de modo tal que se genere un apoyo adicional a los sistemas de agua potable rural, creando así oportunidades de mejoramiento e innovación, complementándose de forma integral por parte de todos los servicios e instituciones, permitiendo así elevar el nivel de gestión de los servicios y aprovechar de manera más eficiente el recurso hídrico desde una perspectiva comunal.

### 10.3.13 Adopción Social de Tecnologías.

Todas las soluciones tecnológicas presentadas en este documento serán una solución efectiva de los problemas de agua y su gestión sostenible siempre y cuando todo este proceso venga de la mano de planes de acción apropiados a cada una de las situaciones. Esto significa que los planes deben estar en concordancia con el diagnóstico socio-ambiental del problema (apropiado=adecuado), en el sentido técnico (apropiado=factible) y en lo que respecta a la adopción social de las tecnologías a implementar (apropiado=propio). En Latinoamérica existen rezagos importantes en la cobertura de los servicios de agua potable y la implementación de distintas tecnologías para las mejoras de los sistemas y de la vida de los usuarios. Este problema se agudiza ante la insuficiencia de las tecnologías que se construyen para dotar de estos servicios a las zonas rurales, además del predominio de una visión ingenieril que no toma en cuenta la necesidad de desarrollar estrategias de adopción social de las tecnologías en aras de promover la sustentabilidad de las obras. Es común que las obras construidas se vuelvan “elefantes blancos” debido al abandono en que caen, entre otras razones por los altos costos de operación y mantenimiento, por no involucrar a los usuarios en los procesos y por la falta de compromiso institucional local con el mantenimiento de las obras.

Para esto es necesario desarrollar propuestas metodológicas orientadas a romper el paradigma ingenieril tradicional, las cuales toman como punto de partida la participación de las comunidades desde la definición de la solución a su problemática de abasto de agua o hasta su compromiso con la sustentabilidad del sistema. Este enfoque pone énfasis en el fortalecimiento de capacidades locales y generación de organización social en torno a las obras.

La adopción/ apropiación social de la tecnología, es un proceso complejo que implica un enfoque interdisciplinario y mecanismos efectivos de comunicación, participación social retroalimentación, evaluación, seguimiento y medidas correctivas a mediano y largo plazo.

“Del 100% de los proyectos transferidos a los usuarios sobre tecnologías de agua, más del 50% fracasan... sólo (al) 5% se les da seguimiento y el uno por ciento son monitoreados” (www.water.org, UNDP 2006).

#### **10.3.13.1 Etapas Metodológicas.**

##### **a) Desarrollo de diagnóstico sociotécnico.**

El diagnóstico conjunta metodologías para recolectar y analizar información sobre aspectos de la zona:

- Características naturales (clima, suelo, etc.)
- Situación socioeconómica
- Situación sociopolítica
- Situación institucional
- Conflictividad social.

- Técnicas de recolección de datos:
  - Información secundaria (censos, anuarios, bibliohemerografía, etcétera)
  - Entrevistas a actores clave
  - Encuestas (percepción, prácticas)
  - Talleres participativos, etc.

Se debe iniciar con el reconocimiento que en una población intervienen múltiples actores y que es importante rescatar sus formas organizativas, los saberes locales, las prácticas sociales, las percepciones y los discursos. Se busca detectar pobladores interesados en participar en todas las actividades y etapas del proyecto. Los diagnósticos se deben realizar antes de la intervención, para elaborar estrategias eficientes y planes de intervención ad-hoc.

#### **b) Selección de las tecnologías.**

Solo con el conocimiento específico de las condiciones de la zona de intervención y de las características de los potenciales usuarios que brinda el diagnóstico inicial, se puede(n) seleccionar la(s) tecnología(s) que se introducirán, así como los sitios más viables para construirlas (colonias, cuadras y viviendas).

En esta selección se toman en cuenta aspectos tales como:

- Costos y financiamiento de la tecnología
- Técnicos
- Sociales

#### **c) Fomento a la participación comunitaria y construcción de capacidades.**

El objetivo es estimular y fortalecer la participación social, para que los pobladores y las autoridades locales se involucren en el proyecto: participando en el proceso de construcción de las tecnologías y asumiendo compromisos para lograr su permanencia en el tiempo. La meta es conformar un grupo de trabajo (con funcionarios y pobladores) el cual será involucrado en todas las etapas del proyecto y al final sea capaz de operar y mantener funcionando las tecnologías que se construirán.

Momentos importantes:

¿Primer acercamiento a la comunidad? Se debe realizar asambleas comunitarias y difusión de material informativo sobre el proyecto.

¿Detectar los problemas comunitarios? Es necesario un diagnóstico socio técnico ¿Por dónde empezar la organización? Se debe realizar un mapeo de los actores sociales: (Autoridades formales e informales -líderes locales).

Incrementar la participación con talleres de reflexión sobre hábitos y prácticas en el manejo del agua - Constitución de grupo de trabajo - Talleres de capacitación técnica - Talleres de seguimiento del proyecto.

**d) Seguimiento de la apropiación tecnológica.**

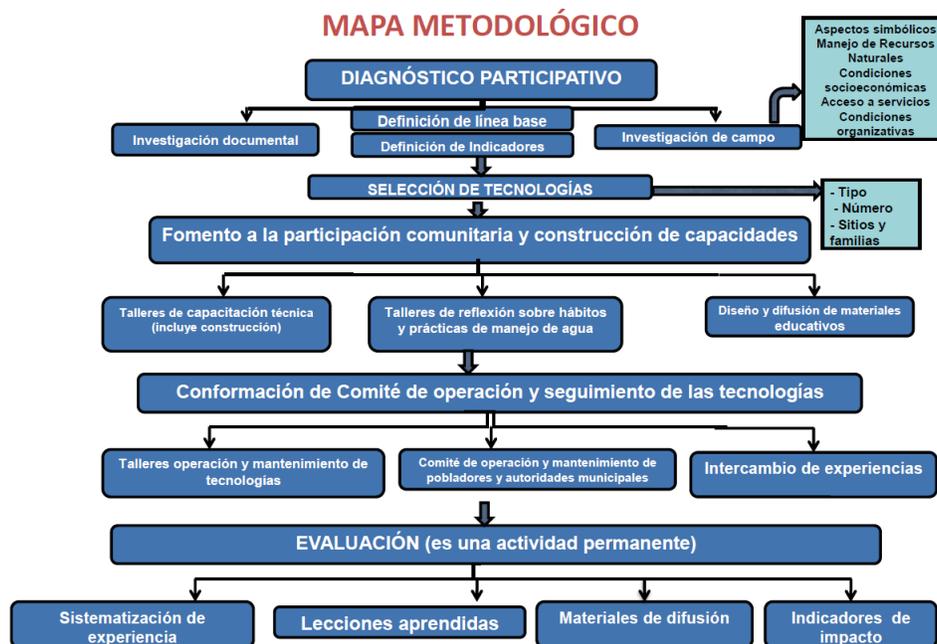
El proceso de seguimiento deberá ser realizado por el comité de trabajo, donde estén representadas las autoridades y la población.

El comité establecerá un plan de seguimiento: del proceso de construcción, operación y mantenimiento constante de la tecnología.

**e) Evaluación del proceso de transferencia tecnológica.**

La evaluación social es una herramienta para replicar las experiencias, identificar problemas concretos y propugnar, dado caso, para el diseño de nuevas acciones, estrategias y proyectos. Con las acciones de seguimiento se verificará que las tecnologías permanezcan funcionando en el tiempo (asesorando a los beneficiarios en la solución de los problemas), logrando así la apropiación de la tecnología por parte de los beneficiarios.

**Imagen N°48:** Mapa metodológico de la adopción de tecnologías de agua potable.



**11. Oportunidad para la Innovación a través del Proyecto de Ley que Regula los Servicios Sanitarios Rurales (SSR)**

**11.1 La ley vista como un proceso de cambio para la innovación.**

### 11.1.1 Ejes propuestos para construir una cultura de innovación.

No es un asunto de carácter trivial que este estudio culmine ad portas de un importante cambio normativo e institucional a través de entrada en vigencia de la nueva Ley de SSR, la cual luego de estar discutiéndose por casi una década dentro y fuera del congreso, ha logrado a estas alturas un consenso transversal entre los distintos sectores políticos, tecnócratas y actores prácticos del mundo rural. Si bien se puede decir que el Programa de Agua Potable Rural, que recientemente cumplió cincuenta años, ha sido exitoso hasta la fecha en cuanto al incremento progresivo de la cobertura de agua potable, aún existen importantes desafíos a los cuales esta ley y su posterior reglamento<sup>2</sup> intentarán responder, para dar inicio y consolidar un proceso de cambio. Entre los principales objetivos de esta iniciativa pueden mencionarse<sup>3</sup>:

- Desarrollo integral de los sistemas de APR, incorporando el saneamiento rural
- Incorporación del sector rural disperso, con prioridad en áreas de escasez hídrica;
- Fortalecimiento de la institucionalidad y la capacidad de gestión de los comités y cooperativas de APR, preservando su carácter participativo y comunitario;
- Consolidación de una política de asistencia técnica y de capacitación hacia las organizaciones comunitarias, a cargo de la Subdirección de SSR;
- Y el fortalecimiento de la gobernanza, a través de una nueva institucionalidad a nivel nacional y regional, incluyendo un Consejo Consultivo, para orientar la política de asistencia y promoción de los servicios sanitarios rurales.

Habiendo señalado los objetivos principales, se hace necesario aclarar que este capítulo no pretende realizar un análisis de la ley en cuanto a su amplio alcance e implicancias; sino más bien destacar aquellos componentes que esta promueve, desde una perspectiva de las oportunidades que presenta para construcción de una cultura de innovación, otorgando de esta manera un valor agregado a este estudio. En este sentido, si bien la ley no habla explícitamente de una estrategia para la innovación tecnológica, se pueden visualizar una serie de lineamientos a través de los cuales habría posibilidad de ejecutar acciones que contribuyan directamente a construir una cultura de innovación, la cual sea capaz de sostener la implementación y mantención de las nuevas tecnologías.

No hay que olvidar que todo proceso de innovación, debe ir acompañado de un proceso de cambio educativo y transformación cultural, cuyas raíces estén cimentadas en los valores y las

---

<sup>2</sup> El Art. Transitorio Primero del proyecto de ley señala: *"El Reglamento de esta ley será dictado dentro de los 180 días siguientes a la fecha de su entrada en vigencia."*

<sup>3</sup> Paráfrasis de parte de los objetivos expuestos en Presentación de la Subdirección de APR (2015): *"Proyecto de Ley que regula los Servicios Sanitarios Rurales"*

creencias profundas de las comunidades, para solo así tener un impacto sostenible en las conductas, contenidos y nuevas estructuras que se pretendan implementar<sup>4</sup>.

A este proceso inicial de cambio cultural y transformación, es lo algunos comparan con la acción de “preparar la tierra para la mejora”<sup>5</sup>, lo cual se fundamenta básicamente en la analogía con los procesos agrícolas, donde el preparar la tierra es crucial antes de sembrar; aunque se cuente con la mejor tecnología, si es que se está plantando en un terreno aún no apto y trabajado, la inversión no dará el fruto esperado. Para el caso de los servicios sanitarios rurales se podría esperar lo mismo; la nueva regulación e incorporación de nuevas tecnologías, debería ir acompañada de un proceso de cambio educativo, donde se trabaje, decidida y sistemáticamente, en la construcción de capacidades en los comités de servicios sanitarios rurales y las comunidades, con el propósito hacerles partícipes como actores positivos y protagonistas de este proceso de cambio e innovación.

Una vez revisado el proyecto de ley<sup>6</sup>- y en base a la reflexión del párrafo anterior- se pueden identificar y agrupar tres componentes o ejes de trabajo, donde existirían oportunidades concretas para avanzar en pos de construir una nueva cultura de innovación, la que finalmente podría traducirse en: mayores economías, eficiencia en el manejo del recurso hídrico y la provisión de un mejor servicio para los usuarios de las zonas rurales. Los tres ejes propuestos son:

- Sistemas de gestión de la información, a través de tecnologías de la información
- Construcción de capacidades en los operadores<sup>7</sup> y las comunidades, para el liderazgo y la gestión de procesos de innovación
- Asesoría técnica de terceros, especialistas en innovación

A continuación se vinculan artículos específicos del proyecto de ley de referencia con estos ejes de trabajo propuestos, intentando así visibilizar espacios de oportunidades y acciones concretas, que puedan contribuir a la construcción de una cultura de innovación dentro del sistema. Junto con esta expectativa, también se espera que durante el desarrollo y conclusión de este análisis, se pueda asimilar el mayor potencial que tiene el trabajo y articulación de estos ejes en su conjunto.

---

<sup>4</sup> Hopkins (2008), en referencia al modelo del iceberg del cambio educativo y cultural

<sup>5</sup> Hadfield et al. (2002), en referencia a procesos de mejoramiento efectivo

<sup>6</sup> Proyecto de Ley Aprobado por la Cámara de Diputados, el 13 de Abril del 2016

<sup>7</sup> La ley en el Art. 2 j) define: “Operador”: *Licenciataria que opera un servicio sanitario rural”; h) Licenciataria: Comité o Cooperativa y excepcionalmente la persona natural o jurídica, a la que se ha otorgado licencia para operar servicios sanitarios rurales.”*

### 11.1.2 Sistemas de gestión de la información, a través de tecnologías de la información.

- Necesidad de generar bases de datos dinámicas para la gestión de la información

Los artículos siguientes son dos buenos ejemplos de la importancia y necesidad práctica de contar con tecnologías de manejo de información, que permitan generar bases de datos que puedan ser comprendidas, abastecidas y compartidas entre y por los distintos actores, de una manera clara y expedita. Estos sistemas de gestión de la información, deberían ser capaces de establecer flujos de información capaces de integrar: la captura de datos desde el terreno (automatizada o manual); el procesamiento y ordenamiento técnico administrativo, a nivel de las oficinas de los operadores de los servicios sanitarios rurales; las bases de datos e información de las autoridades reguladoras; y las necesidades de los usuarios en las comunidades.

Por ejemplo, el art. 58 vincula a dos actores fundamentales, la Subdirección (organismo supervisor, responsable) y los Operadores, quienes deben proveer la información. Actualmente, según lo constatado en el diagnóstico regido en terreno, en varios de los comités de APR no se tiene claridad de información básica de los sistemas, como tampoco existen canales apropiados para transferir esta información. Hoy existen tecnologías de manejo de la información, a través del diseño de programas computacionales, cuyo desarrollo e implementación produciría un enorme impacto en la gestión. No obstante lo anterior, el éxito de iniciativas de innovación como esta, no solo dependerá de contar con el producto (en este caso el programa computacional), sino que cobra la misma relevancia el preparar a quienes serán los usuarios, a través de un programa de capacitación; en este caso, orientado los funcionarios administrativos y operadores de los servicios sanitarios rurales, donde según el diagnóstico realizado el 80% no cuenta con ningún tipo de programa computacional para la gestión de la información.

Art. 58: “...la Subdirección deberá mantener actualizada una base de datos técnicos y de infraestructura de los sistemas de agua potable rural, que incluya los parámetros básicos necesarios para estimar los costos de cada sistema. Para los efectos de la fijación tarifaria, los operadores de los servicios sanitarios rurales estarán obligados a proporcionar toda la información que les sea requerida por la Subdirección o la Superintendencia”.

Para este segundo artículo, a pesar de su naturaleza transitoria, sería de gran valor poder contar con un sistema de gestión de la información, donde las empresas concesionarias, la Subdirección y los operadores, pudieran compartir fácilmente información que será de suma relevancia para la gestión posterior al plazo indicado. Esto no solo brindaría rapidez al proceso, sino también transparencia, estandarización y mayor precisión para la toma de decisiones.

Art. Transitorio Noveno: “Para los efectos del presente artículo, las Concesionarias deberán rendir cuenta de su gestión dentro del plazo de un año contado desde la entrada en vigencia de la presente ley, en los términos que fije el Reglamento. Adicionalmente, y dentro del plazo de un mes contado desde la entrada en vigencia de esta ley, deberán entregar a los operadores, con

copia al Ministerio, toda la información técnica, financiera, administrativa y contable del Comité o Cooperativa asistido, que obre en su poder”.

– Procesos de regularización

Se podría esperar que en para estos procesos aplicara la misma lógica del punto anterior. Este artículo transitorio, que debería operar durante los dos años siguientes a puesta en marcha de la ley, se piensa que daría un tiempo ajustado, pero todavía suficiente, para desarrollar un software computacional de gestión de la información que facilitara el proceso de regularización de los servicios sanitarios rurales y todas las futuras actualizaciones de sus registros de obras como de sus derechos de agua.

Art. Transitorio Séptimo: “En el mismo plazo indicado en el artículo segundo transitorio, la Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales implementará un programa de regularización de obras y derechos de agua, de asistencia para la obtención de licencias, y de valoración técnica de los activos de los Comités y Cooperativas”.

– Procesos para la obtención de licencias, registros y clasificaciones

Cada uno de los requerimientos presentados en los artículos posteriores, obedecen al quehacer práctico de las tecnologías de la información. La utilización de un sistema de gestión integrado, conocido y asimilado por cada uno de los diferentes actores: Subdirección, operadores y asesores profesionales de diversa índole, facilitaría significativamente los procesos establecidos, a la vez que mantendría actualizados los registros y contribuiría a la toma de decisiones. Nuevamente, la principal condicionante para el éxito de la aplicación de esta innovación, sería la construcción de capacidades de manera transversal entre los distintos usuarios.

Art. Transitorio Segundo: “...dentro de los seis meses siguientes a la entrada en vigencia del Reglamento de esta ley, los Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural existentes deberán solicitar su inscripción en el Registro de operadores de Servicios Sanitarios Rurales, para lo cual deberán acreditar la vigencia de su personalidad jurídica y la efectividad de estar prestando el servicio...

Los Comités y Cooperativas registrados conforme a los incisos anteriores deberán, dentro de los dos años siguientes a la entrada en vigencia del Reglamento de esta ley, acreditar el cumplimiento de los demás requisitos legales y reglamentarios necesarios para obtener una licencia”.

Art. 73: “Serán funciones de la Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales, las que podrá ejecutar por si misma o a través de contratos o convenios con tercero:...

d) Asesorar a los Operadores, directamente o a través de profesionales acreditados en el Registro que para tales efectos dispondrá el Ministerio de Obras Públicas...”

Art. 70: “Clasificación de los operadores. Para los efectos de esta ley, los operadores se clasificarán en tres segmentos: (a) Mayor; (b) Mediano y (c) Menor. El Reglamento definirá un procedimiento para la clasificación en los distintos segmentos. Para la clasificación de los Operadores se considerarán, además de la calidad de la gestión técnica, administrativa y financiera del operador, las siguientes características del sistema servido...”.

- Procesos de monitoreo y evaluación

Sin estar mencionado desarrollado explícitamente en la ley, las tecnologías de la información son capaces de internalizar buena parte de los procesos de monitoreo, como un insumo fundamental para cualquier tipo de evaluación.

### **11.1.3 Construcción de capacidades en los operadores y las comunidades, para el liderazgo y la gestión de procesos de innovación.**

Fortalecer la capacidad de gestión de las organizaciones comunitarias, preservando con ello el carácter participativo y comunitario de la gestión, es uno de los principales objetivos de esta ley. El comprender que las organizaciones prestadoras del servicio, prácticamente en su totalidad, son organizaciones comunitarias y que a su vez están insertas en comunidades, debería considerar este eje de trabajo como la base para desarrollar e implementar cualquier estrategia o plan de acción dentro del programa de SSR. El fortalecimiento de la capacidad de gestión no se generará como producto de talleres aislados, intermitentes y sin un adecuado acompañamiento; por el contrario, requerirá de un programa con enfoque en desarrollo comunitario para la construcción de capacidades, basado en el apoyo y el acompañamiento periódico a los operadores de los servicios, junto con estrategias participativas y educativas que sean capaces de vincular a la comunidad en su conjunto, para retroalimentar un proceso de cambio hacia una cultura de innovación.

El punto citado a continuación del Art. 73 del proyecto de ley, se refiere a la responsabilidad que tendrá la Subdirección en este sentido, pudiendo está a su vez delegarla en terceros actores, idóneos acreditados en un registro por definir.

Art. 73: “...i) Apoyar, asistir y asesorar a los servicios sanitarios en la gestión comunitaria...”

- Capacitación continua y certificación, para directivos y funcionarios los servicios sanitarios rurales

Se han desarrollado algunas experiencias pilotos en el país, pero carentes de carácter continuo, acompañamiento efectivo y certificación. Junto con el desarrollo e implementación de un currículum para directivos y funcionarios, se debería aprovechar esta instancia como una oportunidad para implementar un currículum base, que logre abordar cada área de capacitación:

liderazgo, gestión, técnica y administración, de un intencionado componente de innovación. Este currículum base debería ser capaz de incorporar ajustes de contexto, según sea la necesidad particular de cada región y/o comunidad.

- Programas educativos en base a la participación ciudadana, para el uso responsable del agua

Podría diseñarse el mejor programa posible de SSR, sin embargo, si no se logra educar e involucra a las comunidades, difícilmente se obtendrán resultados que sean sostenibles en el tiempo. Cómo se puede apreciar en el diagnóstico, existe una evidente tendencia al sobreconsumo entre los usuarios, lo cual pone en riesgo la eficiencia de cualquier tipo de sistema y su entorno medioambiental, sobretodo en un contexto geográfico árido y afectado por una prolongada época de sequía. Integrar a la comunidad en un proceso educativo y participativo de transformación, podría afectar a los objetivos directos del programa, como también generar una serie de externalidad positivas, de interés de diversas entidades de gobierno, los municipios y otras organizaciones. Debido a esta naturaleza de impacto múltiple, sería recomendable potenciar y trabajar iniciativas como esta, a través de alianzas estratégicas con los distintos actores de interés.

#### **11.1.4 Asesoría técnica de terceros, especialistas en innovación.**

A pesar que actualmente existe la posibilidad y se ejecuta la asesoría de terceros, en la mayoría de las regiones por las empresas sanitarias urbanas, se puede decir que en general esta no ha cumplido con las expectativas ni del mandante público ni las organizaciones prestadoras de los servicios<sup>8</sup>. Con este proyecto de ley, como ya se ha mencionado anteriormente, los desafíos son mayores, ante lo cual los distintos oferentes deberían ser capaces de proponer planes de trabajo más tecnificados, innovadores y con enfoque de desarrollo comunitario.

El potencial de responsabilidades y acciones que el proyecto de ley permite delegar en terceros es amplio, en lo cual existe la posibilidad para la Subdirección de colocar su foco en la regulación, supervisión y administración de los convenios; mientras da una oportunidad a los terceros para ofrecer y optimizar los recursos y resultados, a través de una propuesta de carácter más integral.

Art. 73<sup>9</sup>: “Serán funciones de la Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales, las que podrá ejecutar por si misma o a través de contratos o convenios con terceros...

La Subdirección determinará las facultades con que los terceros podrán actuar; fijará los requisitos técnicos que deban cumplir, con el fin de velar por la calidad, confiabilidad e idoneidad de sus funciones; dictará las normas relativas al cumplimiento de éstas, y a los sistemas y procedimientos de trabajo; y, fijará los requisitos que deban cumplir y las garantías que deban rendir para su correspondiente inscripción”

---

<sup>8</sup> MOP (2015): “Informe de Evaluación Infraestructura Hidráulica de Agua Potable Rural (APR)”

<sup>9</sup> Ver Art. completo en Anexo 1

- Registro, licitación y convenios, en base capacidades y propuestas con enfoque de desarrollo comunitario y de innovación

Se recomienda que los componentes de desarrollo comunitario y de innovación sean parte de todo el proceso de la generación de convenios con terceros, desde su incorporación al registro, hasta la firma de los convenios de trabajo e implementación de las acciones. Se sugiere además que el desempeño de los terceros pueda ser evaluado periódicamente y a través de parámetros previamente definidos y transparentes, para de esta manera tener insumos adecuados que permitan analizar la pertinencia de su continuidad.

- Puente entre los operadores a nivel de comunas y la autoridad regional

A través del diagnóstico de este y otros estudios se puede establecer que la presencia de la asistencia técnica, cuya estructura se plantea nivel regional y en determinados casos a nivel provincial, se percibe lejana y poco efectiva al momento de proporcionar soluciones prácticas a los problemas periódicos y en el tiempo oportuno. Esta lejanía y falta de involucramiento, también se traduce como una limitante para la promoción de un enfoque en el desarrollo comunitario y la construcción de capacidades, junto con la percepción de una casi total desconexión con los organismos públicos, en este caso la DOH y la DGA.

Dado este escenario y la oportunidad de innovación que se presenta con el proyecto de ley, se recomendaría desarrollar una nueva figura de asistencia técnica, que trabaje con presencia periódica a un nivel local-comunal, bajo un plan con enfoque de desarrollo comunitario y la construcción de capacidades (como se propone en el punto 2.2). En cuanto enfoque territorial y construcción de capacidades, se podría examinar como referencia el programa de los Circuit Riders<sup>10</sup>, nace como política pública en los Estados Unidos hace cuarenta años y se ha extendido con éxito a Canadá y también varios otros países subdesarrollados de Centroamérica.

## **12. Determinación de los Impactos Potenciales de las Áreas de Mejoramiento.**

El cuadro N°1, muestra las principales áreas de mejoramiento identificadas que son cubiertas por los distintos paquetes de soluciones técnicas propuestos y el listados de recomendaciones efectuadas, con una evaluación cualitativa de los impactos económicos, sociales y ambientales que estas medidas tendrían.

En general se identifican impactos económicos positivos, a corto, mediano y largo plazo, en todas las medidas tendientes al aumento o aseguramiento de la producción de agua, almacenamiento,

---

<sup>10</sup> Ver en Anexos 2 y 3, fuentes e información del programa de los Circuit Riders.

distribución, energía y mejoramiento de las capacidades humanas. En el corto plazo, esto se daría fundamentalmente debido a los ahorros de agua y recursos de producción que implican las medidas tendientes al aseguramiento del suministro y ahorro de agua, y aquellas que tienen relación con un mejoramiento en la eficiencia de su producción y entrega. Asimismo, mayores niveles de calidad en la operación contribuirían positivamente a una disminución de las pérdidas tanto en volúmenes de agua, como en el mejor uso y mantenimiento de la infraestructura de los sistemas. En el mediano y largo plazo por su parte, se asume que sistemas con un suministro de agua con mayor seguridad de abastecimiento y menores costos de distribución para los usuarios, resulta en un impacto económico positivo para las comunidades en los que estos sistemas de APR se insertan. Asimismo, toda medida de mejoramiento económico que impacta positivamente tanto al servicio de APR y a través de este, a los usuarios de los sistemas, contribuye al aseguramiento de la permanencia en el tiempo del comité y el importante servicio que otorga.

En cuanto a la calificación cualitativa del impacto social de las medidas, se espera que en general toda solución, incorporación de nuevas tecnologías, medidas tendientes al mejoramiento de las capacidades de los sistemas y al mejoramiento de la cultura hídrica de los usuarios, implicarán por un lado, una significativa contribución a la mantención o mejoramiento de la oferta de agua de los sistemas, además de que contribuyen positivamente al aseguramiento de los niveles del suministro en periodos de escasez y en temporadas de sobredemanda. Todo esto, contribuye positivamente a los niveles de calidad de vida y bienestar de las personas de las localidades, en especial en los indicadores que tienen relación con el acceso al agua potable, en cantidad y calidad adecuada, según las recomendaciones internacionales de la Organización Mundial de la Salud y organismos de las Naciones Unidas, entre otros.

En el caso de los impactos ambientales, se prevé en algunos casos un impacto neutro de las medidas, mientras que en otros, un impacto positivo. En estos últimos, destacan los impactos positivos de las medidas tendientes a la optimización de los procesos de producción e impulsión de agua, que tienden a hacer a los sistemas menos demandantes de energía y otros insumos a igual volumen producido. El fortalecimiento de las capacidades de quienes conforman el servicio de APR en la administración y operación de los sistemas, sumado a la concientización de la población en el uso racional y eficiente del agua también son medidas que también repercutirían en este sentido.

**Tabla N°45.** Impacto económico, ambiental y social de las medidas recomendadas en las principales áreas de mejoramiento recomendadas (impactos cualitativos). **Fuente:** Elaboración Propia.

Área de mejoramiento	Implicancias	Impacto Económico	Impacto Social	Impacto Ambiental
<b>Producción de Agua</b>				
- Nuevas fuentes (pozos)	Aumento en las capacidades de	Positivo	Positivo	Neutro

Área de mejoramiento	Implicancias	Impacto Económico	Impacto Social	Impacto Ambiental
	producción de los sistemas contribuyendo a su seguridad hídrica.			
- Mantenición pozos	Mejoramiento en la capacidades de producción de los sistemas	Positivo	Positivo	Neutro
- Cambio bombas	Mejoramiento en la capacidades de producción de los sistemas hacia una operación más eficiente	Positivo	Positivo	Positivo
- Optimización sistemas O.I.	Mejoramiento en las capacidades de producción de los sistemas hacia una operación eficiente y cercana a su configuración óptima.	Positivo	Positivo	Positivo
- Optimización sistemas plantas de filtro	Mejoramiento en la capacidades de filtrado de los sistemas hacia una operación eficiente y cercana a su configuración óptima.	Positivo	Positivo	Positivo
<b>Almacenamiento</b>				
- Construcción de estanques en sistemas más deficitarios en cuanto al almacenamiento	Mejoramiento de la dotación por arranque	Neutro	Positivo	Neutro
- Mantenición de estanques mejorando sus prestaciones y disminuyendo su nivel de pérdidas	Aumento de los niveles de distribución en los sistemas de APR más deprimidos, acercándose a las dotaciones y consumos mínimos recomendados por la OMS.	Neutro	Positivo	Neutro
	Mayor capacidad de almacenamiento en horas punta y ante eventos de corte del suministro desde la fuente	Neutro	Positivo	Neutro
	Mejor desempeño ante eventos de sobredemanda	Neutro	Positivo	Neutro
<b>Distribución</b>				

Área de mejoramiento	Implicancias	Impacto Económico	Impacto Social	Impacto Ambiental
Mejora en la eficiencia de los sistemas de distribución a través de la disminución de los volúmenes de pérdidas.	Aumento de los volúmenes de distribución y facturación, en especial en los sistemas de APR más deprimidos, acercándose a las dotaciones y consumos mínimos recomendados por la OMS.	Positivo	Positivo	Neutro
	Aumento en las capacidades de responder favorablemente ante solicitudes de factibilidad de nuevos arranques en los sistemas	Positivo	Positivo	Neutro
	Menor presión sobre las fuentes de agua ante el aumento de la eficiencia de los sistemas de APR	Neutro	Neutro	Positivo
<b>Energía</b>				
Mejoramiento de sistemas fotovoltaicos existentes e implementación de sistemas de apoyo en sistemas más apartados	Fortalecimiento del suministro energético con energías (ERNC) a la producción de agua y disminución del costo operacional de sistemas	Positivo	Positivo	Positivo
Compra de sistemas de generación de respaldo	Posibilidad de llevar a cabo producción de agua ante eventos de corte del suministro desde la fuente y eventualmente en horas punta en sistemas con altos costos en su consumo eléctrico	Positivo	Positivo	Negativo
<b>Tratamiento de Aguas Servidas</b>				
Optimización sistemas de tratamiento de aguas servidas	Mejoramiento en la capacidad de tratamiento de las aguas servidas y en la calidad de los subproductos obtenidos	Positivo	Positivo	Positivo
<b>Capacidades Humanas</b>				
Programa capacitación del estamento	Mejoramiento en las capacidades y habilidades de los dirigentes y en la	Positivo	Positivo	Positivo

Área de mejoramiento	Implicancias	Impacto Económico	Impacto Social	Impacto Ambiental
dirigencial	gestión de los sistemas.			
Programa de capacitación del estamento administrativo	Mejoramiento en las capacidades y habilidades del cuerpo administrativo con especial relevancia en el mejoramiento de las capacidades de los sistemas más deprimidos que no cuentan con las habilidades mínimas para una adecuada gestión administrativa de los APR y de sus sistemas de información.	Positivo	Positivo	Positivo
Programa de capacitación de operadores de los sistemas	Mejoramiento en las capacidades y habilidades de los operarios de los sistemas de APR en cuanto a una eficiente operación de los sistemas, mantenimiento eficaz, correcta toma de datos y mantención de un sistema de registros de información útil.	Positivo	Positivo	Positivo
Programa de concientización en la población en el uso adecuado del agua potable y su tratamiento.	Mejoramiento de la cultura hídrica de los usuarios de los sistemas de APR.	Positivo	Positivo	Positivo

### 13. Conclusiones y Recomendaciones.

El mayor potencial para el desarrollo de soluciones tecnológicas económicas y de alto impacto, se encuentra en la incorporación de sistemas de control y monitoreo automático. Para la incorporación sostenible de estas tecnologías, y según el diagnóstico presentado por la etapa

anterior de este mismo estudio, se considera fundamental trabajar de manera previa y paralela en: el mejoramiento y optimización de la infraestructura existente (soluciones tradicionales); y la construcción de capacidades para la innovación, de manera sistémica.

La adopción social de estas tecnologías, debería partir de la premisa que las respuestas meramente técnicas no garantizan una solución para los desafíos que enfrentan. El reto mayor consiste en involucrar de manera activa a las comunidades, especialmente a través de sus comités de APR (Operadores de Servicios Sanitarios Rurales, acorde a nueva legislación), en todo el proceso de gestión de las alternativas. Los beneficiarios deben participar en la identificación del problema, el diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento de las soluciones técnicas. Por ello es prioritario desarrollar enfoques integrales que ofrezcan opciones tecnológicas, procesos educativos y participativos en la construcción de capacidades, que fortalezcan los procesos de innovación.

El actual proyecto de ley obedece a un cambio significativo en la implementación de las políticas públicas, pretendiendo llevar los servicios sanitarios rurales a un siguiente nivel de gestión, en función los principales objetivos ya mencionados. Esta expectativa abre una ventana de oportunidades concretas para promover y establecer una nueva cultura de innovación, como respuesta a una necesidad real de modernización de sistema y para así lograr alcanzar de manera sostenible los objetivos propuestos por la ley. En este sentido, el reglamento, que ha de generarse dentro de los primeros seis meses una vez puesta en vigencia la ley, debería obedecer a una estrategia integrada que valore y promueva una cultura de innovación.

En sincronía con el proyecto de ley, el presente estudio propone tres ejes de trabajo que considera como estratégicos, para promover una cultura de innovación:

- Estandarización de la información los procesos, a través de las tecnologías de la información;
- Construcción de capacidades en los operadores y las comunidades, para el liderazgo y la gestión de procesos de innovación;
- y una Asesoría técnica de terceros, especializada en innovación.

Con respecto a este último, se recomienda la incorporación de una nueva figura de asistencia técnica con mayor presencia a nivel local comunal y que sea capaz de integrar en un solo plan de trabajo, los tres ejes propuestos y considerados como estratégicos, con enfoque en la construcción de una cultura de innovación. Este punto sugiere una siguiente etapa de estudio donde se pueda desarrollar una propuesta con la debida profundidad.

## Anexos

### Anexo 1:

#### **Artículo 73 del Proyecto de Ley que Regula los Servicios Sanitarios Rurales.**

Funciones. Serán funciones de la Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales, las que podrá ejecutar por si misma o a través de contratos o convenios con terceros:

- a) Ejecutar la política de asistencia y promoción conforme a lo instruido por el Ministro de Obras Públicas.
- b) Administrar el Registro de Operadores;
- c) Elaborar la clasificación de los Operadores, y proponer el aporte financiero del Estado a que se refieren los artículos 82 y 83, para cada segmento;
- d) Asesorar a los Operadores, directamente o a través de profesionales acreditados en el Registro que para tales efectos dispondrá el Ministerio de Obras Públicas;
- e) Formular proyectos de servicios sanitarios rurales y evaluarlos económica, técnica y socialmente.
- f) Contratar la inversión sectorial y actuar como unidad técnica para la contratación de la inversión de los gobiernos regionales u otras instituciones públicas en materias relacionadas con servicios sanitarios rurales.
- g) Revisar, previa consulta a la Superintendencia, el Plan de Inversión, cuando correspondiere;
- h) Pedir informes y auditar la contabilidad de las Licenciatarias, cuando corresponda.

Para estos efectos podrá encargar la revisión del funcionamiento administrativo, contable, y financiero a personas naturales o jurídicas inscritas en alguno de los Registros públicos que el Reglamento determine.

La Subdirección determinará las facultades con que los terceros podrán actuar; fijará los requisitos técnicos que deban cumplir, con el fin de velar por la calidad, confiabilidad e idoneidad de sus funciones; dictará las normas relativas al cumplimiento de éstas, y a los sistemas y procedimientos de trabajo; y, fijará los requisitos que deban cumplir y las garantías que deban rendir para su correspondiente inscripción.

- i) Aprobar, directamente o a través de terceros, la puesta en operación de las obras de cada Operador, sin perjuicio de las atribuciones de la autoridad sanitaria.
- j) Solicitar el ejercicio de las facultades de supervisión o de fiscalización al Departamento de Cooperativas, a la Superintendencia, o al Ministerio de Salud, cuando correspondiere.
- k) Visar técnicamente los proyectos respecto de las etapas del servicio sanitario rural, sus ampliaciones y modificaciones, sin perjuicio de las atribuciones de la autoridad sanitaria.
- l) Apoyar, asistir y asesorar a los servicios sanitarios en la gestión comunitaria.
- m) Designar a los Subdirectores Regionales y establecer sus atribuciones y funcionamiento;
- n) Estudiar, aprobar e informar al Ministerio las solicitudes de expropiaciones de bienes inmuebles y derechos de aguas requeridos para la prestación de los servicios sanitarios rurales.
- o) Comprar o adquirir bienes inmuebles y derechos de aguas, ya sea con fondos del Estado para tales efectos o con aportes de los operadores o beneficiados, y Las demás que la ley le asigne.

**Anexo 2:**

**Tablas desarrolladas para el diagnóstico regional de los servicios de APR.**

**Tabla 2.1. Listado de comités y cooperativas de APR dentro del programa de APR.**

N°	CÓDIGO	PROVINCIA	COMUNA	TIPO ORGANIZ.	NOMBRE SISTEMA
1	04020207	CHOAPA	CANELA	COMITÉ	CARQUINDAÑO
2	04020201	CHOAPA	CANELA	COMITÉ	HUENTELAUQUÉN NORTE
3	04020202	CHOAPA	CANELA	COMITÉ	HUENTELAUQUÉN SUR
4	04020203	CHOAPA	CANELA	COMITÉ	LOS POZOS
5	04020204	CHOAPA	CANELA	COMITÉ	LOS RULOS
6	04020205	CHOAPA	CANELA	COMITÉ	MINCHA NORTE
7	04020206	CHOAPA	CANELA	COMITÉ	MINCHA SUR
8	4020208	CHOAPA	CANELA	COMITÉ	BARRIO ALTO
9	04020101	CHOAPA	ILLAPEL	COMITÉ	CÁRCAMO-LA COLONIA (CÁRCAMO-LA COLONIA)
10	04020114	CHOAPA	ILLAPEL	COMITÉ	LA CAPILLA
11	04020102	CHOAPA	ILLAPEL	COMITÉ	HUINTIL
12	04020113	CHOAPA	ILLAPEL	COMITÉ	LAS COCINERAS
13	04020103	CHOAPA	ILLAPEL	COMITÉ	LAS CAÑAS DOS (LAS CAÑAS DOS-CHOAPA)
14	04020104	CHOAPA	ILLAPEL	COMITÉ	LAS CAÑAS UNO (LAS CAÑAS UNO-CANELILLO)
15	04030216	LIMARÍ	COMBARBALÁ	COMITÉ	EL DURAZNO
16	04020105	CHOAPA	ILLAPEL	COMITÉ	LIMÁHUIDA
17	04020106	CHOAPA	ILLAPEL	COMITÉ	PERALILLO
18	04020107	CHOAPA	ILLAPEL	COMITÉ	PINTACURA SUR
19	04020108	CHOAPA	ILLAPEL	COMITÉ	SANTA VIRGINIA
20	04020109	CHOAPA	ILLAPEL	COMITÉ	SOCAVÓN
21	04020110	CHOAPA	ILLAPEL	COMITÉ	TUNGA NORTE
22	04020111	CHOAPA	ILLAPEL	COMITÉ	TUNGA SUR
23	04020112	CHOAPA	ILLAPEL	COMITÉ	EL MAITEN
24	04020301	CHOAPA	LOS VILOS	COMITÉ	CAIMANES
25	04020302	CHOAPA	LOS VILOS	COMITÉ	EL ESFUERZO (SECTOR ALTO PICHIDANGUI)
26	04020303	CHOAPA	LOS VILOS	COMITÉ	GUANGUALÍ
27	04020304	CHOAPA	LOS VILOS	COMITÉ	LOS CÓNDORES
28	04020305	CHOAPA	LOS VILOS	COOPERATIVA	QUILIMARÍ
29	04020401	CHOAPA	SALAMANCA	COMITÉ	ARBOLEDA GRANDE
30	04020402	CHOAPA	SALAMANCA	COMITÉ	BATUCO
31	04020403	CHOAPA	SALAMANCA	COMITÉ	CHILLEPÍN
32	04020404	CHOAPA	SALAMANCA	COMITÉ	CHUCHIÑÍ
33	04020405	CHOAPA	SALAMANCA	COMITÉ	COIRÓN
34	04020406	CHOAPA	SALAMANCA	COMITÉ	COLLIGUAY
35	04020407	CHOAPA	SALAMANCA	COMITÉ	CUNCUMÉN
36	04020408	CHOAPA	SALAMANCA	COMITÉ	EL ARRAYÁN
37	04020409	CHOAPA	SALAMANCA	COMITÉ	EL QUEÑE
38	04020410	CHOAPA	SALAMANCA	COMITÉ	EL TAMBO
39	04020411	CHOAPA	SALAMANCA	COMITÉ	EL TAMBO ORIENTE
40	04020412	CHOAPA	SALAMANCA	COMITÉ	JORQUERA
41	04020413	CHOAPA	SALAMANCA	COMITÉ	LA HIGUERILLA
42	04020414	CHOAPA	SALAMANCA	COMITÉ	LLIMPO
43	04020415	CHOAPA	SALAMANCA	COMITÉ	PANGUESILLO
44	04020416	CHOAPA	SALAMANCA	COMITÉ	PELADEROS (PELADEROS-CAMISAS)
45	04020417	CHOAPA	SALAMANCA	COMITÉ	PUNTA NUEVA
46	04020418	CHOAPA	SALAMANCA	COMITÉ	QUELÉN ALTO
47	04020419	CHOAPA	SALAMANCA	COMITÉ	QUELÉN BAJO
48	04020420	CHOAPA	SALAMANCA	COMITÉ	SAN AGUSTÍN
49	04020421	CHOAPA	SALAMANCA	COMITÉ	TAHUINCO
50	04020422	CHOAPA	SALAMANCA	COMITÉ	TRANQUILLA
51	04010301	ELQUI	ANDACOLLO	COMITÉ	EL MANZANO
52	04010201	ELQUI	COQUIMBO	COMITÉ	EL SAUCE (EL SAUCE DE MIRAMAR-RINCONADA )
53	04010202	ELQUI	COQUIMBO	COMITÉ	HUACHALALUME (GUACHALALUME)

54	04010203	ELQUI	COQUIMBO	COMITÉ	LAS BARRANCAS
55	04010204	ELQUI	COQUIMBO	COMITÉ	LAS CARDAS
56	04010205	ELQUI	COQUIMBO	COMITÉ	NUEVA VIDA
57	04010206	ELQUI	COQUIMBO	COMITÉ	PAN DE AZÚCAR
58	04010207	ELQUI	COQUIMBO	COMITÉ	PUERTO ALDEA
59	04010208	ELQUI	COQUIMBO	COMITÉ	TAMBILLOS
60	04010209	ELQUI	COQUIMBO	COMITÉ	TOTALILLO
61	04010401	ELQUI	LA HIGUERA	COMITÉ	CALETA HORNOS
62	04010402	ELQUI	LA HIGUERA	COMITÉ	CHUNGUNGO
63	04010403	ELQUI	LA HIGUERA	COMITÉ	EL TRAPICHE
64	04010404	ELQUI	LA HIGUERA	COMITÉ	LA HIGUERA
65	04010405	ELQUI	LA HIGUERA	COMITÉ	LOS CHOROS
66	04010406	ELQUI	LA HIGUERA	COMITÉ	PUNTA COLORADA
67	04010407	ELQUI	LA HIGUERA	COMITÉ	PUNTA DE CHOROS
68	04010101	ELQUI	LA SERENA	COMITÉ	ALMIRANTE LATORRE
69	04010102	ELQUI	LA SERENA	COMITÉ	BELLAVISTA-CERES (BELLAVISTA-CERES)
70	04010103	ELQUI	LA SERENA	COMITÉ	COQUIMBITO-ALTOVALSOL
71	04010104	ELQUI	LA SERENA	COMITÉ	EL ROMERO (EL ROMERO-SANTA ELISA)
72	04010105	ELQUI	LA SERENA	COMITÉ	GABRIELA MISTRAL (GABRIELA MISTRAL-EL ROSARIO)
73	04010106	ELQUI	LA SERENA	COMITÉ	ISLÓN
74	04010107	ELQUI	LA SERENA	COMITÉ	LAMBERT
75	04010108	ELQUI	LA SERENA	COMITÉ	LAS ROJAS (LAS ROJAS-PUNTA DE PIEDRA)
76	04010109	ELQUI	LA SERENA	COMITÉ	PELÍCANA
77	04010110	ELQUI	LA SERENA	COMITÉ	QUEBRADA DE TALCA (QUEBRADA DE TALCA-EL HINOJAL)
78	04010501	ELQUI	PAIGUANO	COMITÉ	HORCÓN-ALCOHUAZ
79	04010502	ELQUI	PAIGUANO	COMITÉ	LA JARILLA
80	04010503	ELQUI	PAIGUANO	COMITÉ	QUEBRADA DE PAIHUANO (QUEBRADA DE PAIGUANO)
81	04010601	ELQUI	VICUÑA	COMITÉ	ANDACOLLITO (ANDACOLLITO-LA CAMPANA-PULLAYES)
82	04010602	ELQUI	VICUÑA	COMITÉ	CHAPILCA
83	04010603	ELQUI	VICUÑA	COMITÉ	DIAGUITAS
84	04010604	ELQUI	VICUÑA	COMITÉ	EL ARENAL (MIRAFLORES)
85	04010605	ELQUI	VICUÑA	COMITÉ	EL MOLLE (EL MOLLE-POLLA ALTA)
86	04010606	ELQUI	VICUÑA	COMITÉ	EL TAMBO
87	04010607	ELQUI	VICUÑA	COMITÉ	GUALLIGUAICA
88	04010608	ELQUI	VICUÑA	COMITÉ	HUANTA (GUANTA)
89	04010609	ELQUI	VICUÑA	COMITÉ	LA CALERA (LA CALERA-VILLA EL ARRAYÁN)
90	04010610	ELQUI	VICUÑA	COMITÉ	LA COMPAÑÍA
91	04010611	ELQUI	VICUÑA	COMITÉ	LA VIÑITA ALTA
92	04010612	ELQUI	VICUÑA	COMITÉ	MARQUESA-NUEVA TALCUNA
93	04010613	ELQUI	VICUÑA	COMITÉ	PUNTA AZUL (VILLA PUCLARO-SAN CARLOS)
94	04010614	ELQUI	VICUÑA	COMITÉ	RIVADAVIA
95	04010615	ELQUI	VICUÑA	COMITÉ	SAN ISIDRO-CALINGASTA
96	04010616	ELQUI	VICUÑA	COMITÉ	VARILLAR (VARILLAR-LAS MERCEDES)
97	04030201	LIMARÍ	COMBARBALÁ	COMITÉ	COGOTÍ 18
98	04030202	LIMARÍ	COMBARBALÁ	COMITÉ	EL HUACHO (EL GUACHO)
99	04030203	LIMARÍ	COMBARBALÁ	COMITÉ	EL SAUCE
100	04030204	LIMARÍ	COMBARBALÁ	COMITÉ	LA CANTERA
101	04030205	LIMARÍ	COMBARBALÁ	COMITÉ	LA CAPILLA
102	04030206	LIMARÍ	COMBARBALÁ	COMITÉ	LA ISLA
103	04030207	LIMARÍ	COMBARBALÁ	COMITÉ	LA LIGUA DE COGOTÍ
104	04030208	LIMARÍ	COMBARBALÁ	COMITÉ	LAS BARRANCAS-EL CHINEO (LAS BARRANCAS-EL CHINEO)
105	04030209	LIMARÍ	COMBARBALÁ	COMITÉ	MANQUEHUA (MANQUEGUA)
106	04030210	LIMARÍ	COMBARBALÁ	COMITÉ	MEDIA LUNA
107	04030211	LIMARÍ	COMBARBALÁ	COMITÉ	QUILITAPIA
108	04030212	LIMARÍ	COMBARBALÁ	COMITÉ	RAMADILLA (LA PLAYA)
109	04030213	LIMARÍ	COMBARBALÁ	COMITÉ	SAN MARCOS
110	04030214	LIMARÍ	COMBARBALÁ	COMITÉ	SORUCO
111	04030215	LIMARÍ	COMBARBALÁ	COMITÉ	VALLE HERMOSO
112	4030218	LIMARÍ	COMBARBALÁ	COMITÉ	PUEBLO HUNDIDO
113	04030301	LIMARÍ	MONTE PATRIA	COMITÉ	CARÉN
114	04030302	LIMARÍ	MONTE PATRIA	COMITÉ	CERRILLOS DE RAPEL
115	04030303	LIMARÍ	MONTE PATRIA	COMITÉ	CHAÑARAL DE CARÉN (CHAÑARAL DE CARÉN-PULPICA)
116	04030304	LIMARÍ	MONTE PATRIA	COMITÉ	CHILECITO-MIALQUI

117	04030305	LIMARÍ	MONTE PATRIA	COMITÉ	COLLIGUAY (COLLIGUAY ALTO-COLLIGUAY BAJO-CHAGUARAL)
118	04030306	LIMARÍ	MONTE PATRIA	COMITÉ	EL COIPO
119	04030307	LIMARÍ	MONTE PATRIA	COMITÉ	EL MAITÉN (EL MAITÉN-CUESTESITA)
120	04030308	LIMARÍ	MONTE PATRIA	COMITÉ	EL MAQUI-PAMPA GRANDE
121	04030309	LIMARÍ	MONTE PATRIA	COMITÉ	EL TOME ALTO
122	04030310	LIMARÍ	MONTE PATRIA	COMITÉ	FLOR DEL VALLE
123	04030311	LIMARÍ	MONTE PATRIA	COMITÉ	HUATULAME (GUATULAME)
124	04030312	LIMARÍ	MONTE PATRIA	COMITÉ	JUNTAS-DOS RÍOS (JUNTAS-DOS RÍOS)
125	04030313	LIMARÍ	MONTE PATRIA	COMITÉ	LAS MOLLACAS (LAS MOLLACAS-HACIENDA VALDIVIA)
126	04030314	LIMARÍ	MONTE PATRIA	COMITÉ	LAS RAMADAS DE PEJERREYES
127	04030315	LIMARÍ	MONTE PATRIA	COMITÉ	LOS CLONQUIS
128	04030316	LIMARÍ	MONTE PATRIA	COMITÉ	LOS MORALES
129	04030317	LIMARÍ	MONTE PATRIA	COMITÉ	LOS TAPIA
130	04030318	LIMARÍ	MONTE PATRIA	COMITÉ	PEDREGAL (PEDREGAL-LAS CARPAS)
131	04030319	LIMARÍ	MONTE PATRIA	COMITÉ	RAPEL (RAPEL-LOS ANGELES DE RAPEL-LA HIGUERA DE RAPEL)
132	04030320	LIMARÍ	MONTE PATRIA	COMITÉ	SEMITA
133	04030321	LIMARÍ	MONTE PATRIA	COMITÉ	SOL DE LAS PRADERAS
134	04030322	LIMARÍ	MONTE PATRIA	COMITÉ	TULHUÉN
135	04030323	LIMARÍ	MONTE PATRIA	COMITÉ	VADO HONDO (VADO HONDO-EL BARRANCO)
136	04030131	LIMARÍ	OVALLE	COMITÉ	ALCONES
137	04030101	LIMARÍ	OVALLE	COMITÉ	ALGARROBO
138	04030102	LIMARÍ	OVALLE	COMITÉ	BARRAZA (BARRAZA-BARRAZA BAJO-SALALA-ORURO BAJO)
139	04030103	LIMARÍ	OVALLE	COMITÉ	CAMARICO (CAMARICO CHICO-CAMARICO VIEJO)
140	04030104	LIMARÍ	OVALLE	COMITÉ	CARACHILLA
141	04030105	LIMARÍ	OVALLE	COMITÉ	CERRILLOS DE TAMAYA
142	04030106	LIMARÍ	OVALLE	COMITÉ	CHALINGA (CHALINGA-EL ESPINAL DE CHALINGA)
143	04030107	LIMARÍ	OVALLE	COMITÉ	EL GUINDO (EL GUINDO-HUALLILINGA)
144	04030108	LIMARÍ	OVALLE	COMITÉ	EL TRAPICHE
145	04030109	LIMARÍ	OVALLE	COMITÉ	ESTACIÓN RECOLETA
146	04030110	LIMARÍ	OVALLE	COMITÉ	LA PALOMA
147	04030111	LIMARÍ	OVALLE	COMITÉ	LA SILLETA (LA SILLETA BAJA)
148	04030112	LIMARÍ	OVALLE	COMITÉ	LA TORRE-LAS SOSSAS
149	04030113	LIMARÍ	OVALLE	COMITÉ	LAGUNILLAS (LAGUNILLAS ALTO-LAGUNILLAS)
150	04030114	LIMARÍ	OVALLE	COMITÉ	LIMARÍ (LIMARÍ-VEGAS DE LIMARÍ-LOS LLANOS DE LIMARÍ)
151	04030115	LIMARÍ	OVALLE	COMITÉ	LOS NOGALES-CAMPO LINDO (LOS NOGALES-CAMPO LINDO)
152	04030116	LIMARÍ	OVALLE	COMITÉ	NUEVA AURORA
153	04030117	LIMARÍ	OVALLE	COMITÉ	NUEVO FUTURO (POTRERILLOS ALTOS)
154	04030118	LIMARÍ	OVALLE	COMITÉ	ORURO ALTO (ORURO ALTO-ALGARROBO BAJO)
155	04030119	LIMARÍ	OVALLE	COMITÉ	POBLACIÓN YACONI
156	04030120	LIMARÍ	OVALLE	COMITÉ	PORVENIR (PORVENIR-UNIÓN CAMPESINA)
157	04030121	LIMARÍ	OVALLE	COMITÉ	SAMO BAJO
158	04030122	LIMARÍ	OVALLE	COMITÉ	SAN JULIÁN (SAN JULIÁN-CERÓN)
159	04030123	LIMARÍ	OVALLE	COMITÉ	SANTA CATALINA
160	04030124	LIMARÍ	OVALLE	COMITÉ	SOCOS- BARRAZA ALTO (SOCOS-BARRAZA ALTO)
161	04030125	LIMARÍ	OVALLE	COMITÉ	SOL DEL PACÍFICO (EL TALHUÉN)
162	04030126	LIMARÍ	OVALLE	COMITÉ	SONORA-LOS ACACIOS
163	04030127	LIMARÍ	OVALLE	COMITÉ	TABALÍ
164	04030128	LIMARÍ	OVALLE	COMITÉ	VILLASECA
165	04030129	LIMARÍ	OVALLE	COMITÉ	VILLORRIO EL TALHUÉN (VILLORRIO EL TALHUÉN)
166	04030132	LIMARÍ	OVALLE	COMITÉ	VALDIVIA DE PUNILLA-LORENZO
167	04030133	LIMARÍ	OVALLE	COMITÉ	POTRERILLOS BAJOS
168	04030406	LIMARÍ	PUNITAQUI	COMITÉ	EL HINOJO
169	04030401	LIMARÍ	PUNITAQUI	COMITÉ	GRANEROS
170	04030402	LIMARÍ	PUNITAQUI	COMITÉ	LA GRANJITA-MORRO ALEGRE
171	04030403	LIMARÍ	PUNITAQUI	COMITÉ	LA HIGUERA DE PUNITAQUI (LA HIGUERA DE PUNITAQUI)
172	04030404	LIMARÍ	PUNITAQUI	COMITÉ	LA SILLETA-LAS TURQUEZAS (LA SILLETA-LAS TURQUEZAS)
173	04030405	LIMARÍ	PUNITAQUI	COMITÉ	LAS RAMADAS DE PUNITAQUI
174	04030501	LIMARÍ	RÍO HURTADO	COMITÉ	FUNDINA (FUNDINA-FUNDINA NORTE)
175	04030502	LIMARÍ	RÍO HURTADO	COMITÉ	HUAMPULLA (GUAMPULLA)
176	04030503	LIMARÍ	RÍO HURTADO	COMITÉ	HURTADO-EL CHAÑAR
177	04030504	LIMARÍ	RÍO HURTADO	COMITÉ	LAS BREAS
178	04030505	LIMARÍ	RÍO HURTADO	COMITÉ	PICHASCA
179	04030506	LIMARÍ	RÍO HURTADO	COMITÉ	QUEBRADA SANTANDER

180	04030507	LIMARÍ	RÍO HURTADO	COMITÉ	SAMO ALTO (SAMO ALTO-PARRAL VIEJO)
181	04030508	LIMARÍ	RÍO HURTADO	COMITÉ	SERÓN
182	04030509	LIMARÍ	RÍO HURTADO	COMITÉ	TABAQUEROS (TABAQUEROS-TAHUINCO)
183	04010210	ELQUI	COQUIMBO	COMITÉ	LOS TRIGALES DE GUANAQUEROS
184	04030217	LIMARÍ	COMBARBALÁ	COMITÉ	LA COLORADA
185	04030130	LIMARÍ	OVALLE	COMITÉ	LA PORTADA DE SOTAQUÍ

**Tabla N°2.2. Listado de sistemas de APR fuera del Programa de APR.**

N°	PROVINCIA	COMUNA	TIPO ORGANIZ.	NOMBRE SISTEMA
1	CHOAPA	ILLAPEL	COMITÉ	CARCAMO NORTE
2	CHOAPA	ILLAPEL	COMITÉ	QUEBRADA DE CARCAMO
3	CHOAPA	ILLAPEL	COMITÉ	MAL PASO
4	CHOAPA	ILLAPEL	COMITÉ	TUNQUEN
5	CHOAPA	ILLAPEL	COMITÉ	DOÑA JUANA
6	CHOAPA	ILLAPEL	COMITÉ	LOS LOROS
7	CHOAPA	ILLAPEL	COMITÉ	CUYUNTAGUA SUR
8	CHOAPA	ILLAPEL	COMITÉ	CAÑAS DE MICHIO
9	CHOAPA	ILLAPEL	COMITÉ	CUYUNTAGUA NORTE
10	CHOAPA	ILLAPEL	COMITÉ	HUINTIL NORTE
11	CHOAPA	ILLAPEL	COMITÉ	LOS CRISTALES
12	CHOAPA	ILLAPEL	COMITÉ	PLAN DE HORNOS
13	CHOAPA	ILLAPEL	COMITÉ	VILLA LA ESPIGA- VILLA LAS ROSAS
14	CHOAPA	LOS VILOS	COMITÉ	PALO NEGRO
15	CHOAPA	LOS VILOS	COMITÉ	LO MUÑOZ
16	CHOAPA	LOS VILOS	COMITÉ	EL SIFON
17	CHOAPA	LOS VILOS	COMITÉ	EL LLANO
18	CHOAPA	LOS VILOS	COMITÉ	CERRILLOS
19	CHOAPA	SALAMANCA	COMITÉ	MANQUEHUA
20	CHOAPA	SALAMANCA	COMITÉ	LA JARILLA
21	CHOAPA	SALAMANCA	COMITÉ	HUANQUE
22	CHOAPA	SALAMANCA	COMITÉ	TENCADAN
23	ELQUI	LA HIGUERA	COMITÉ	QUEBRADA HONDA
24	ELQUI	COQUIMBO	COMITÉ	EL PEÑON
25	ELQUI	PAIHUANO	COMITÉ	CHANCHOQUI
26	ELQUI	PAIHUANO	COMITÉ	TRES CRUCES
27	ELQUI	VICUÑA	COMITÉ	EL ALMENDRAL
28	LIMARÍ	COMBARBALÁ	COMITÉ	PUEBLO HUNDIDO
29	LIMARÍ	COMBARBALÁ	COMITÉ	PUENTE LA HIGUERA
30	LIMARÍ	COMBARBALÁ	COMITÉ	MATANCILLA
31	LIMARÍ	MONTE PATRIA	COMITÉ	LA TRANQUITA
32	LIMARÍ	OVALLE	COMITÉ	LA RIBERA DEL OLIVO (TUQUI)
33	LIMARÍ	OVALLE	COMITÉ	CALETA EL TORO
34	LIMARÍ	OVALLE	COMITÉ	LAS PAJAS DE PEÑABLANCA
35	LIMARÍ	OVALLE	COMITÉ	PEÑABLANCA
36	LIMARÍ	OVALLE	COMITÉ	LA PLACA
37	LIMARÍ	OVALLE	COMITÉ	LA CALERA DE SAN JULIAN
38	LIMARÍ	OVALLE	COMITÉ	LA VILLA DE PEÑA BLANCA

**Tabla N°2.3. Listado de sistemas de APR en proceso de ejecución.**

N°	PROVINCIA	COMUNA	TIPO ORGANIZ.	NOMBRE SISTEMA
1	CHOAPA	LOS VILOS	COMITÉ	EL MANZANO DE GUANGUALI
2	LIMARI	OVALLE	COMITÉ	LLANOS DE LA CHIMBA
3	LIMARI	MONTE PATRIA	COMITÉ	TOME BAJO-PALOS QUEMADOS
4	LIMARI	OVALLE	COMITÉ	EL PERAL-OJOS DE AGUA

**Tabla N°2.4.** Volumen mensual de agua producido por APR y volumen promedio entregado por arranque en sistemas de Agua Potable Rural de la Región de Coquimbo. **Fuente:** Elaboración propia.

Nombre del Servicio APR	Provincia	Comuna	Categoría de Estado	Nº de Arranques Totales	Producción promedio mensual (m3)	Producción/Arranque (m3/Arranque)
<b>Producción mensual por arranque calculada sobre los 10,5 m3</b>						
POBLACIÓN YACONI	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	108	5.198	48,1
LA COMPAÑÍA	ELQUI	VICUÑA	EXISTENTE	110	4.074	37,0
QUEBRADA DE TALCA	ELQUI	LA SERENA	EXISTENTE	242	6.472	26,7
BELLAVISTA CERES	ELQUI	LA SERENA	EXISTENTE	583	15.364	26,4
COGOTI 18 CALLEJONES	LIMARI	COMBARBALÁ	EXISTENTE	509	11.842	23,3
EL SAUCE (EL SAUCE DE MIRAMAR-RINCONADA)	ELQUI	COQUIMBO	EXISTENTE	310	7.145	23,0
CERRILLOS DE TAMAYA	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	933	21.343	22,9
PAN DE AZÚCAR	ELQUI	COQUIMBO	EXISTENTE	1401	31.969	22,8
RIVADAVIA	ELQUI	VICUÑA	EXISTENTE	365	7.514	20,6
MARQUESA - NUEVA TALCUNA	ELQUI	VICUÑA	EXISTENTE	586	11.751	20,1
SISTEMA LA JARILLA	ELQUI	PAIHUANO	EXISTENTE	794	15.896	20,0
PEDREGAL	LIMARI	MONTE PATRIA	EXISTENTE	154	3.003	19,5
GABRIELA MISTRAL	ELQUI	LA SERENA	EXISTENTE	293	5.686	19,4
EL TAMBO CENTRO	CHOAPA	SALAMANCA	EXISTENTE	388	7.474	19,3
ESTACION RECOLETA	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	216	4.041	18,7
LA PORTADA DE SOTAQUI	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	64	1.197	18,7
PUNTA DE CHOROS	ELQUI	LA HIGUERA	EXISTENTE	224	4.189	18,7
HUENTELAUQUEN NORTE	CHOAPA	CANELA	EXISTENTE	530	9.723	18,3
CAIMANES	CHOAPA	LOS VILOS	EXISTENTE	317	5.790	18,3
EL ARENAL	ELQUI	VICUÑA	EXISTENTE	85	1.509	17,8
HUACHALALUME	ELQUI	COQUIMBO	EXISTENTE	187	3.218	17,2
LIMARI	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	586	10.082	17,2
EL MOLLE	ELQUI	VICUÑA	EXISTENTE	307	5.191	16,9
LA PALOMA	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	72	1.210	16,8
BARRAZA	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	500	8.207	16,4
SAN ISIDRO- CALINGASTA	ELQUI	VICUÑA	EXISTENTE	914	14.910	16,3
CERRILLOS DE RAPEL	LIMARI	MONTE PATRIA	EXISTENTE	201	3.208	16,0
PICHASCA	LIMARI	RIO HURTADO	EXISTENTE	586	9.310	15,9
HUATULAME	LIMARI	MONTE PATRIA	EXISTENTE	524	8.250	15,7
VILLASECA	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	421	6.540	15,5
EL TAMBO ORIENTE	CHOAPA	SALAMANCA	EXISTENTE	105	1.575	15,0
JORQUERA	CHOAPA	SALAMANCA	EXISTENTE	200	2.957	14,8
HUANTA	ELQUI	VICUÑA	EXISTENTE	82	1.208	14,7
TRANQUILLA	CHOAPA	SALAMANCA	EXISTENTE	292	4.299	14,7
DIAGUITAS	ELQUI	VICUÑA	EXISTENTE	415	5.936	14,3
EL TRAPICHE	ELQUI	LA HIGUERA	EXISTENTE	134	1.913	14,3
RAPEL	LIMARI	MONTE PATRIA	EXISTENTE	435	6.180	14,2
LA TORRE	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	399	5.614	14,1
SAMO ALTO	LIMARI	RIO HURTADO	EXISTENTE	223	3.117	14,0
EL GUINDO	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	415	5.780	13,9

SEMITA	LIMARI	MONTE PATRIA	EXISTENTE	103	1.434	13,9
CARCAMO-LA COLONIA	CHOAPA	ILLAPEL	EXISTENTE	293	3.972	13,6
PELICANA	ELQUI	LA SERENA	EXISTENTE	125	1.651	13,2
LAS BARRANCAS	ELQUI	COQUIMBO	EXISTENTE	278	3.661	13,2
LAS CARDAS	ELQUI	COQUIMBO	EXISTENTE	55	723	13,1
ISLON	ELQUI	LA SERENA	EXISTENTE	264	3.467	13,1
CHAPILCA	ELQUI	VICUÑA	EXISTENTE	112	1.462	13,1
LIMAHUIDA	CHOAPA	ILLAPEL	EXISTENTE	113	1.458	12,9
EL MANZANO	ELQUI	ANDACOLLO	EXISTENTE	90	1.158	12,9
EL COIPO	LIMARI	MONTE PATRIA	EXISTENTE	135	1.727	12,8
LAS BREAS	LIMARI	RIO HURTADO	EXISTENTE	108	1.336	12,4
CALETA DE HORNO	ELQUI	LA HIGUERA	EXISTENTE	361	4.413	12,2
TAMBILLOS	ELQUI	COQUIMBO	EXISTENTE	133	1.620	12,2
LOS NOGALES	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	278	3.385	12,2
TULAHUEN	LIMARI	MONTE PATRIA	EXISTENTE	820	9.953	12,1
POTRERILLOS BAJO	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	161	1.908	11,9
SERON	LIMARI	RIO HURTADO	EXISTENTE	316	3.691	11,7
NUEVA AURORA	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	235	2.743	11,7
EL MAQUI	LIMARI	MONTE PATRIA	EXISTENTE	210	2.424	11,5
LOS TRIGALES DE GUANAQUEROS	ELQUI	COQUIMBO	EXISTENTE	180	2.057	11,4
ANDACOLLITO	ELQUI	VICUÑA	EXISTENTE	378	4.315	11,4
EL ESFUERZO	CHOAPA	LOS VILOS	EXISTENTE	787	8.978	11,4
EL TOME ALTO	LIMARI	MONTE PATRIA	EXISTENTE	244	2.657	10,9
EL ROMERO	ELQUI	LA SERENA	EXISTENTE	358	3.887	10,9
PUNTA AZUL	ELQUI	VICUÑA	EXISTENTE	200	2.158	10,8
LAS CAÑAS 2 (BAJA)	CHOAPA	ILLAPEL	EXISTENTE	210	2.221	10,6
TOTALILLO	ELQUI	COQUIMBO	EXISTENTE	191	2.018	10,6
<b>Producción mensual por arranque calculada bajo los 10,5 m3</b>						
LA CALERA - LA VILLA	ELQUI	VICUÑA	EXISTENTE	216	2.250	10,4
RAMADAS DE TULAHUEN (LAS RAMADAS DE PEJERREYES)	LIMARI	MONTE PATRIA	EXISTENTE	164	1.699	10,4
VILLORRIO DE TALHUÉN	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	96	980	10,2
HURTADO - EL CHAÑAR	LIMARI	RIO HURTADO	EXISTENTE	403	4.062	10,1
LA GRANJITA - MORRO ALEGRE	LIMARI	PUNITAQUI	EXISTENTE	105	1.032	9,8
PUNTA COLORADA	ELQUI	LA HIGUERA	EXISTENTE	167	1.621	9,7
CAMARICO	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	125	1.203	9,6
BATUCO	CHOAPA	SALAMANCA	EXISTENTE	204	1.931	9,5
EL MAITEN (Limarí)	LIMARI	MONTE PATRIA	EXISTENTE	79	734	9,3
LOS MORALES	LIMARI	MONTE PATRIA	EXISTENTE	157	1.397	8,9
QUELEN BAJO	CHOAPA	SALAMANCA	EXISTENTE	135	1.176	8,7
LA VIÑITA ALTA	ELQUI	VICUÑA	EXISTENTE	42	346	8,2
LA HIGUERA	ELQUI	LA HIGUERA	EXISTENTE	465	3.675	7,9
MINCHA SUR	CHOAPA	CANELA	EXISTENTE	133	1.003	7,5
RAMADILLA (LA PLAYA)	LIMARI	COMBARBALÁ	EXISTENTE	115	839	7,3
EL DURAZNO	LIMARI	COMBARBALÁ	EXISTENTE	62	439	7,1
SOL DEL PACIFICO	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	169	1.183	7,0
LA CANTERA	LIMARI	COMBARBALÁ	EXISTENTE	41	276	6,7
EL HINOJO	LIMARI	PUNITAQUI	EXISTENTE	110	656	6,0
LA HIGUERA DE PUNITAQUI	LIMARI	PUNITAQUI	EXISTENTE	196	1.081	5,5
MINCHA NORTE	CHOAPA	CANELA	EXISTENTE	206	1.130	5,5

LA SILLETA - LAS TURQUESAS	LIMARI	PUNITAQUI	EXISTENTE	149	815	5,5
CARÉN	LIMARI	MONTE PATRIA	EXISTENTE	266	984	3,7
ALCONES BAJOS AGUA DE LA VIDA	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	124	418	3,4
CHUNGUNGO	ELQUI	LA HIGUERA	EXISTENTE	330	1.005	3,0
LA SILLETA	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	56	117	2,1

**Tabla N°2.5.** Listado de Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural con sistemas de filtrado.

N°	Servicio	Provincia	Comuna	Cuenta con Osmosis Inversa, Filtros u otros
1	HUENTELAUQUEN NORTE	CHOAPA	CANELA	Filtro Fe- Mn
2	HUENTELAUQUEN SUR	CHOAPA	CANELA	Filtro Fe- Mn
3	CARCAMO-LA COLONIA	CHOAPA	ILLAPEL	Filtro Fe- Mn
4	HUINTIL	CHOAPA	ILLAPEL	Filtro Fe- Mn
5	LA CAPILLA	CHOAPA	ILLAPEL	Filtro Fe- Mn
6	LAS CAÑAS 1 (ALTA)	CHOAPA	ILLAPEL	Filtro Fe- Mn
7	LAS CAÑAS 2 (BAJA)	CHOAPA	ILLAPEL	Filtro Fe-Mn y As
8	LAS COCINERAS	CHOAPA	ILLAPEL	Filtro Fe- Mn
9	PERALILLO	CHOAPA	ILLAPEL	Filtro Fe- Mn (Permanganato – Potasio)
10	PINTACURA SUR	CHOAPA	ILLAPEL	Filtro Fe- Mn
11	SANTA VIRGINIA	CHOAPA	ILLAPEL	Filtro Fe- Mn
12	SOCAVON	CHOAPA	ILLAPEL	Filtro Fe- Mn
13	LOS CONDORES	CHOAPA	LOS VILOS	Filtro Fe- Mn
14	ARBOLEDA GRANDE	CHOAPA	SALAMANCA	Filtro Fe- Mn
15	SISTEMA LA JARILLA	ELQUI	PAIHUANO	Filtro Turbiedad
16	SAN MARCOS	LIMARI	COMBARBALÁ	Filtro Fe- Mn
17	VALLE HERMOSO	LIMARI	COMBARBALÁ	Filtro Fe- Mn
18	COLLIGUAY	LIMARI	MONTE PATRIA	Filtro Fe- Mn
19	EL COIPO	LIMARI	MONTE PATRIA	Filtro Fe- Mn
20	EL TOME ALTO	LIMARI	MONTE PATRIA	Filtro Fe- Mn
21	HUATULAME	LIMARI	MONTE PATRIA	Filtro Carbón Activado
22	LOS MORALES	LIMARI	MONTE PATRIA	Filtro Fe- Mn
23	LOS TAPIAS	LIMARI	MONTE PATRIA	Filtro Desnitrificador
24	ALGARROBO	LIMARI	OVALLE	Filtro Turbiedad
25	CAMARICO	LIMARI	OVALLE	Filtro Turbiedad
26	CARACHILLAS	LIMARI	OVALLE	Filtro Fe-Mn y Filtro Turbiedad
27	CHALINGA	LIMARI	OVALLE	Filtro Fe-Mn y Carbón Activado
28	EL GUINDO	LIMARI	OVALLE	Filtro Fe- Mn
29	LA PALOMA	LIMARI	OVALLE	Filtro Fe- Mn
30	LA PORTADA DE SOTAQUI	LIMARI	OVALLE	Filtro Fe- Mn
31	NUEVA AURORA	LIMARI	OVALLE	Filtro Desnitrificador
32	SANTA CATALINA	LIMARI	OVALLE	Filtro Turbiedad
33	VILLASECA	LIMARI	OVALLE	Filtro Fe-Mn y Carbón Activado
34	SERON	LIMARI	RIO HURTADO	Filtro Fe- Mn

**Tabla N°2.6:** Listado de Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural con sistemas de Planta de Osmosis Inversa.

N°	Servicio	Provincia	Comuna	Cuenta con Osmosis Inversa, Filtros u otros	Caudal de Producción (l/s) de Diseño
1	PUERTO ALDEA	ELQUI	COQUIMBO	Osmosis Inversa	3,3
2	CALETA HORNOS	ELQUI	LA HIGUERA	Osmosis Inversa	4,0
3	CHUNGUNGO	ELQUI	LA HIGUERA	Osmosis Inversa	5,6
4	ALCONES BAJOS AGUA DE LA VIDA	LIMARI	OVALLE	Osmosis Inversa, Filtro Fe-Mn y Carbón Activado	4,1
5	BARRAZA	LIMARI	OVALLE	Osmosis Inversa y Carbón Activado	7,7
6	BARRAZA ALTO - SOCOS	LIMARI	OVALLE	Osmosis Inversa, Filtro Fe-Mn y Carbón Activado	4,1
7	CERRILLOS DE TAMAYA	LIMARI	OVALLE	Osmosis Inversa y Carbón Activado	13,8
8	EL TRAPICHE	LIMARI	OVALLE	Osmosis Inversa, Filtro Fe-Mn y Carbón Activado	5,6
9	PORVENIR	LIMARI	OVALLE	Osmosis Inversa, Filtro Fe-Mn y Carbón Activado	6,1
10	SAN JULIAN	LIMARI	OVALLE	Osmosis Inversa, Filtro Fe-Mn y Carbón Activado	4,1
11	TABALI	LIMARI	OVALLE	Osmosis Inversa, Filtro Fe-Mn y Carbón Activado	4,2

**Tabla N°2.7.** Estado de los sistemas respecto al dos niveles de estándar de dimensionamiento 15% y 20%, respecto a la producción promedio mensual de cada comité y cooperativa de APR.

Nombre del Servicio APR	N° de Arranques Totales	Producción promedio mensual (m3)	Volumen Total Almacenamiento m3	Volumen de Regulación al 15% (m3)	Cumple	Volumen de Regulación al 20% (m3)	Cumple
MINCHA SUR	133	1,003	48	5	si	7	si
MINCHA NORTE	206	1,130	165	6	si	8	si
HUENTELAUQUEN NORTE	530	9,723	200	49	si	65	si
LIMAHUIDA	113	1,458	30	7	si	10	si
CARCAMO-LA COLONIA	293	3,972	75	20	si	26	si
LAS CAÑAS 2 (BAJA)	210	2,221	95	11	si	15	si
CAIMANES	317	5,790	100	29	si	39	si
EL ESFUERZO	787	8,978	525	45	si	60	si
QUELEN BAJO	135	1,176	25	6	si	8	si
BATUCO	204	1,931	33	10	si	13	si
JORQUERA	200	2,957	50	15	si	20	si
EL TAMBO ORIENTE	105	1,575	60	8	si	10	si
TRANQUILLA	292	4,299	75	21	si	29	si
EL TAMBO CENTRO	388	7,474	150	37	si	50	si
EL MANZANO	90	1,158	30	6	si	8	si
LAS CARDAS	55	723	20	4	si	5	si
TAMBILLOS	133	1,620	20	8	si	11	si
LOS TRIGALES DE GUANAQUEROS	180	2,057	60	10	si	14	si
HUACHALALUME	187	3,218	70	16	si	21	si
TOTALILLO	191	2,018	120	10	si	13	si

LAS BARRANCAS	278	3,661	135	18	si	24	si
EL SAUCE (EL SAUCE DE MIRAMAR-RINCONADA)	310	7,145	275	36	si	48	si
PAN DE AZÚCAR	1401	31,969	300	160	si	213	si
PUNTA COLORADA	167	1,621	25	8	si	11	si
EL TRAPICHE	134	1,913	30	10	si	13	si
PUNTA DE CHOROS	224	4,189	100	21	si	28	si
CALETA DE HORNOS	361	4,413	100	22	si	29	si
CHUNGUNGO	330	1,005	130	5	si	7	si
LA HIGUERA	465	3,675	330	18	si	24	si
EL ROMERO	358	3,887	50	19	si	26	si
ISLON	264	3,467	70	17	si	23	si
GABRIELA MISTRAL	293	5,686	70	28	si	38	si
PELICANA	125	1,651	80	8	si	11	si
QUEBRADA DE TALCA	242	6,472	120	32	si	43	si
BELLAVISTA CERES	583	15,364	125	77	si	102	si
SISTEMA LA JARILLA	794	15,896	335	79	si	106	si
PUNTA AZUL	200	2,158	15	11	si	14	si
EL ARENAL	85	1,509	22	8	si	10	si
CHAPILCA	112	1,462	40	7	si	10	si
LA COMPAÑÍA	110	4,074	40	20	si	27	si
HUANTA	82	1,208	75	6	si	8	si
LA CALERA - LA VILLA	216	2,250	75	11	si	15	si
DIAGUITAS	415	5,936	80	30	si	40	si
RIVADAVIA	365	7,514	100	38	si	50	si
ANDACOLLITO	378	4,315	135	22	si	29	si
EL MOLLE	307	5,191	150	26	si	35	si
MARQUESA - NUEVA TALCUNA	586	11,751	200	59	si	78	si
SAN ISIDRO-CALINGASTA	914	14,910	445	75	si	99	si
LA CANTERA	41	276	10	1	si	2	si
EL DURAZNO	62	439	20	2	si	3	si
RAMADILLA (LA PLAYA)	115	839	40	4	si	6	si
COGOTI 18 CALLEJONES	509	11,842	300	59	si	79	si
PEDREGAL	154	3,003	20	15	si	20	<b>No</b>
RAMADAS DE TULAHUEN (LAS RAMADAS DE PEJERREYES)	164	1,699	18	8	si	11	si
EL MAITEN (Limarf)	79	734	20	4	si	5	si
LOS MORALES	157	1,397	40	7	si	9	si
SEMITA	103	1,434	58	7	si	10	si
EL COIPO	135	1,727	60	9	si	12	si
EL TOME ALTO	244	2,657	70	13	si	18	si
EL MAQUI	210	2,424	75	12	si	16	si
CERRILLOS DE RAPEL	201	3,208	75	16	si	21	si
CARÉN	266	984	80	5	si	7	si

RAPEL	435	6,180	125	31	si	41	si
HUATULAME	524	8,250	127	41	si	55	si
TULAHUEN	820	9,953	395	50	si	66	si
LA SILLETA	56	117	15	1	si	1	si
LA PALOMA	72	1,210	20	6	si	8	si
SOL DEL PACIFICO	169	1,183	30	6	si	8	si
LA PORTADA DE SOTAQUI	64	1,197	30	6	si	8	si
POTRERILLOS BAJO	161	1,908	40	10	si	13	si
CAMARICO	125	1,203	50	6	si	8	si
POBLACIÓN YACONI	108	5,198	50	26	si	35	si
VILLORRIO DE TALHUÉN	96	980	52	5	si	7	si
ALCONES BAJOS AGUA DE LA VIDA	124	418	60	2	si	3	si
NUEVA AURORA	235	2,743	75	14	si	18	si
LOS NOGALES	278	3,385	76	17	si	23	si
ESTACION RECOLETA	216	4,041	100	20	si	27	si
BARRAZA	500	8,207	105	41	si	55	si
VILLASECA	421	6,540	120	33	si	44	si
LA TORRE	399	5,614	141	28	si	37	si
EL GUINDO	415	5,780	150	29	si	39	si
LIMARI	586	10,082	165	50	si	67	si
CERRILLOS DE TAMAYA	933	21,343	170	107	si	142	si
EL HINOJO	110	656	40	3	si	4	si
LA HIGUERA DE PUNITAQUI	196	1,081	40	5	si	7	si
LA GRANJITA - MORRO ALEGRE	105	1,032	45	5	si	7	si
LAS BREAS	108	1,336	25	7	si	9	si
SAMO ALTO	223	3,117	105	16	si	21	si
SERON	316	3,691	120	18	si	25	si
HURTADO - EL CHAÑAR	403	4,062	140	20	si	27	si
PICHASCA	586	9,310	350	47	si	62	si

**Tabla N°2.8.** Facturación por arranque en Sistemas de APR.

Nombre del Servicio APR	Provincia	Comuna	Facturacion promedio (m3)	Nº de Arranques Totales	Facturacion/Arranque (m3)
<b>Consumo sobre los 18 m3/arranque/mes</b>					
POBLACIÓN YACONI	LIMARI	OVALLE	4.761	108	44,1
LA COMPAÑÍA	ELQUI	VICUÑA	3.836	110	34,9
BELLAVISTA CERES	ELQUI	LA SERENA	12.978	583	22,3
SISTEMA LA JARILLA	ELQUI	PAIHUANO	17.163	794	21,6
QUEBRADA DE TALCA	ELQUI	LA SERENA	5.109	242	21,1
RIVADAVIA	ELQUI	VICUÑA	6.640	365	18,2
EL SAUCE (EL SAUCE DE MIRAMAR-RINCONADA)	ELQUI	COQUIMBO	5.630	310	18,2
<b>Consumo entre los 9 y 18 m3/arranque/mes</b>					

LA PORTADA DE SOTAQUI	LIMARI	OVALLE	1.138	64	17,8
ANDACOLLITO	ELQUI	VICUÑA	6.562	378	17,4
PAN DE AZÚCAR	ELQUI	COQUIMBO	23.879	1.401	17,0
SAN ISIDRO- CALINGASTA	ELQUI	VICUÑA	14.953	914	16,4
CARÉN	LIMARI	MONTE PATRIA	4.229	266	15,9
GABRIELA MISTRAL	ELQUI	LA SERENA	4.311	293	14,7
HUANTA	ELQUI	VICUÑA	1.192	82	14,5
EL TRAPICHE	ELQUI	LA HIGUERA	1.945	134	14,5
ESTACION RECOLETA	LIMARI	OVALLE	3.126	216	14,5
PUNTA DE CHOROS	ELQUI	LA HIGUERA	3.132	224	14,0
EL TAMBO CENTRO	CHOAPA	SALAMANCA	5.410	388	13,9
HUACHALALUME	ELQUI	COQUIMBO	2.534	187	13,6
CAIMANES	CHOAPA	LOS VILOS	4.204	317	13,3
EL ARENAL	ELQUI	VICUÑA	1.112	85	13,1
EL MOLLE	ELQUI	VICUÑA	4.014	307	13,1
LIMARI	LIMARI	OVALLE	7.539	586	12,9
ISLON	ELQUI	LA SERENA	3.238	264	12,3
LA PALOMA	LIMARI	OVALLE	868	72	12,1
EL TAMBO ORIENTE	CHOAPA	SALAMANCA	1.236	105	11,8
MARQUESA - NUEVA TALCUNA	ELQUI	VICUÑA	6.871	586	11,7
LIMAHUIDA	CHOAPA	ILLAPEL	1.312	113	11,6
CERRILLOS DE RAPEL	LIMARI	MONTE PATRIA	2.322	201	11,6
JORQUERA	CHOAPA	SALAMANCA	2.283	200	11,4
HUENTELAUQUEN NORTE	CHOAPA	CANELA	6.042	530	11,4
DIAGUITAS	ELQUI	VICUÑA	4.686	415	11,3
PICHASCA	LIMARI	RIO HURTADO	6.576	586	11,2
COGOTI 18 CALLEJONES	LIMARI	COMBARBALÁ	5.705	509	11,2
SEMITA	LIMARI	MONTE PATRIA	1.146	103	11,1
RAPEL	LIMARI	MONTE PATRIA	4.729	435	10,9
VILLASECA	LIMARI	OVALLE	4.505	421	10,7
EL TOME ALTO	LIMARI	MONTE PATRIA	2.610	244	10,7
LAS CAÑAS 2 (BAJA)	CHOAPA	ILLAPEL	2.221	210	10,6
VILLORRIO DE TALHUÉN	LIMARI	OVALLE	1.009	96	10,5
NUEVA AURORA	LIMARI	OVALLE	2.412	235	10,3
CALETA DE HORROS	ELQUI	LA HIGUERA	3.686	361	10,2
LA TORRE	LIMARI	OVALLE	4.070	399	10,2
PUNTA COLORADA	ELQUI	LA HIGUERA	1.701	167	10,2
TAMBILLOS	ELQUI	COQUIMBO	1.347	133	10,1
LOS NOGALES	LIMARI	OVALLE	2.814	278	10,1
EL GUINDO	LIMARI	OVALLE	4.186	415	10,1
LOS TRIGALES DE GUANAQUEROS	ELQUI	COQUIMBO	1.803	180	10,0

LA CALERA - LA VILLA	ELQUI	VICUÑA	2.128	216	9,9
EL ESFUERZO	CHOAPA	LOS VILOS	7.584	787	9,6
TULAHUEN	LIMARI	MONTE PATRIA	7.802	820	9,5
SAMO ALTO	LIMARI	RIO HURTADO	2.120	223	9,5
BARRAZA	LIMARI	OVALLE	4.741	500	9,5
CARCAMO-LA COLONIA	CHOAPA	ILLAPEL	2.757	293	9,4
BATUCO	CHOAPA	SALAMANCA	1.875	204	9,2
SERON	LIMARI	RIO HURTADO	2.887	316	9,1
TOTALILLO	ELQUI	COQUIMBO	1.745	191	9,1
PEDREGAL	LIMARI	MONTE PATRIA	1.383	154	9,0
<b>Consumo bajo los 9 m3/arranque/mes</b>					
EL MAQUI	LIMARI	MONTE PATRIA	1.857	210	8,8
CHAPILCA	ELQUI	VICUÑA	976	112	8,7
LAS BARRANCAS	ELQUI	COQUIMBO	2.407	278	8,7
LAS CARDAS	ELQUI	COQUIMBO	475	55	8,6
EL ROMERO	ELQUI	LA SERENA	3.014	358	8,4
EL COIPO	LIMARI	MONTE PATRIA	1.117	135	8,3
EL MANZANO	ELQUI	ANDACOLLO	742	90	8,2
LAS BREAS	LIMARI	RIO HURTADO	874	108	8,1
LA HIGUERA	ELQUI	LA HIGUERA	3.675	465	7,9
LA GRANJITA - MORRO ALEGRE	LIMARI	PUNITAQUI	822	105	7,8
POTRERILLOS BAJO	LIMARI	OVALLE	1.254	161	7,8
HURTADO - EL CHAÑAR	LIMARI	RIO HURTADO	3.020	403	7,5
LOS MORALES	LIMARI	MONTE PATRIA	1.176	157	7,5
QUELEN BAJO	CHOAPA	SALAMANCA	1.008	135	7,5
CERRILLOS DE TAMAYA	LIMARI	OVALLE	6.902	933	7,4
PELICANA	ELQUI	LA SERENA	863	125	6,9
LA VIÑITA ALTA	ELQUI	VICUÑA	280	42	6,7
RAMADAS DE TULAHUEN	LIMARI	MONTE PATRIA	1.082	164	6,6
MINCHA SUR	CHOAPA	CANELA	789	133	5,9
EL DURAZNO	LIMARI	COMBARBALÁ	365	62	5,9
PUNTA AZUL	ELQUI	VICUÑA	1.169	200	5,8
CAMARICO	LIMARI	OVALLE	720	125	5,8
SOL DEL PACIFICO	LIMARI	OVALLE	970	169	5,7
EL MAITEN (Limarí)	LIMARI	MONTE PATRIA	452	79	5,7
RAMADILLA (LA PLAYA)	LIMARI	COMBARBALÁ	657	115	5,7
LA CANTERA	LIMARI	COMBARBALÁ	220	41	5,4
ALCONES BAJOS AGUA DE LA VIDA	LIMARI	OVALLE	605	124	4,9
EL HINOJO	LIMARI	PUNITAQUI	525	110	4,8
LA HIGUERA DE PUNITAQUI	LIMARI	PUNITAQUI	929	196	4,7
CHUNGUNGO	ELQUI	LA HIGUERA	1.023	330	3,1

**Tabla N°2.9.** Porcentajes de volumen no facturado de agua para un conjunto de sistemas de APR.

Nombre del Servicio APR	Provincia	Comuna	Nº de Arranques Totales	Producción m3/mes	Facturación m3/mes	% Volumen No Facturado
CERRILLOS DE TAMAYA	LIMARI	OVALLE	933,0	21342,6	6901,5	67,7
PEDREGAL	LIMARI	MONTE PATRIA	154,0	3002,9	1382,7	54,0
COGOTI 18 CALLEJONES	LIMARI	COMBARBALÁ	509,0	3947,4	1901,5	51,8
PELICANA	ELQUI	LA SERENA	125,0	1650,7	862,8	47,7
PUNTA AZUL	ELQUI	VICUÑA	200,0	2158,1	1169,0	45,8
BARRAZA	LIMARI	OVALLE	500,0	8207,2	4741,0	41,8
MARQUESA - NUEVA TALCUNA	ELQUI	VICUÑA	586,0	11750,8	6870,6	41,5
CAMARICO	LIMARI	OVALLE	125,0	601,6	360,2	40,1
EL MAITEN (Limarí)	LIMARI	MONTE PATRIA	79,0	550,3	339,3	38,4
HUENTELAUQUEN NORTE	CHOAPA	CANELA	530,0	6482,1	4027,8	37,9
RAMADAS DE TULAHUEN	LIMARI	MONTE PATRIA	164,0	1699,3	1081,6	36,3
EL MANZANO	ELQUI	ANDACOLLO	90,0	1157,5	742,0	35,9
EL COIPO	LIMARI	MONTE PATRIA	135,0	1727,2	1117,4	35,3
POTRERILLOS BAJO	LIMARI	OVALLE	161,0	1908,2	1254,3	34,6
LAS BREAS	LIMARI	RIO HURTADO	108,0	1336,2	874,0	34,6
LAS BARRANCAS	ELQUI	COQUIMBO	278,0	3660,9	2406,8	34,3
LAS CARDAS	ELQUI	COQUIMBO	55,0	722,9	475,4	34,2
CHAPILCA	ELQUI	VICUÑA	112,0	1461,9	975,9	33,2
SAMO ALTO	LIMARI	RIO HURTADO	223,0	3117,4	2119,8	32,0
VILLASECA	LIMARI	OVALLE	421,0	6539,8	4504,8	31,1
CARCAMO-LA COLONIA	CHOAPA	ILLAPEL	293,0	3309,8	2297,3	30,6
PICHASCA	LIMARI	RIO HURTADO	586,0	9309,7	6575,8	29,4
LA PALOMA	LIMARI	OVALLE	72,0	1210,0	867,8	28,3
CERRILLOS DE RAPEL	LIMARI	MONTE PATRIA	201,0	1603,8	1160,9	27,6
EL TAMBO CENTRO	CHOAPA	SALAMANCA	388,0	7474,0	5410,3	27,6
EL GUINDO	LIMARI	OVALLE	415,0	5298,3	3837,3	27,6
CAIMANES	CHOAPA	LOS VILOS	317,0	5790,3	4203,7	27,4
LA TORRE	LIMARI	OVALLE	399,0	5614,3	4070,0	27,3
EL ARENAL	ELQUI	VICUÑA	85,0	1509,2	1112,4	26,3
HURTADO - EL CHAÑAR	LIMARI	RIO HURTADO	403,0	4061,8	3019,6	25,7
PAN DE AZÚCAR	ELQUI	COQUIMBO	1401,0	31968,8	23879,3	25,3
LIMARI	LIMARI	OVALLE	586,0	10082,2	7538,9	25,2
PUNTA DE CHOROS	ELQUI	LA HIGUERA	224,0	4188,5	3132,2	25,2
GABRIELA MISTRAL	ELQUI	LA SERENA	293,0	5685,6	4310,5	24,2
RAPEL	LIMARI	MONTE PATRIA	435,0	6179,8	4728,9	23,5
EL MAQUI	LIMARI	MONTE PATRIA	210,0	2423,5	1857,1	23,4
JORQUERA	CHOAPA	SALAMANCA	200,0	2957,1	2282,6	22,8
EL MOLLE	ELQUI	VICUÑA	307,0	4758,3	3679,4	22,7
ESTACION RECOLETA	LIMARI	OVALLE	216,0	4040,8	3125,9	22,6
EL ROMERO	ELQUI	LA SERENA	358,0	2915,4	2260,4	22,5
SERON	LIMARI	RIO HURTADO	316,0	3690,9	2887,1	21,8

RAMADILLA (LA PLAYA)	LIMARI	COMBARBALÁ	115,0	839,4	657,1	21,7
TULAHUEN	LIMARI	MONTE PATRIA	820,0	9123,8	7151,8	21,6
EL TAMBO ORIENTE	CHOAPA	SALAMANCA	105,0	918,6	721,3	21,5
MINCHA SUR	CHOAPA	CANELA	133,0	1002,8	789,1	21,3
HUACHALALUME	ELQUI	COQUIMBO	187,0	2949,8	2323,2	21,2
EL SAUCE	ELQUI	COQUIMBO	310,0	7144,8	5630,1	21,2
QUEBRADA DE TALCA	ELQUI	LA SERENA	242,0	1618,0	1277,3	21,1
DIAGUITAS	ELQUI	VICUÑA	415,0	5936,1	4686,3	21,1
LA GRANJITA - MORRO ALEGRE	LIMARI	PUNITAQUI	105,0	516,1	410,8	20,4
SEMITA	LIMARI	MONTE PATRIA	103,0	1314,8	1050,3	20,1
LA CANTERA	LIMARI	COMBARBALÁ	41,0	275,7	220,3	20,1
EL HINOJO	LIMARI	PUNITAQUI	110,0	546,7	437,6	20,0
LA VIÑITA ALTA	ELQUI	VICUÑA	42,0	346,3	280,3	19,1
SOL DEL PACIFICO	LIMARI	OVALLE	169,0	1182,8	970,0	18,0
EL DURAZNO	LIMARI	COMBARBALÁ	62,0	438,9	364,8	16,9
TAMBILLOS	ELQUI	COQUIMBO	133,0	1620,4	1346,8	16,9
LOS NOGALES	LIMARI	OVALLE	278,0	3385,1	2814,2	16,9
LA COMPAÑÍA	ELQUI	VICUÑA	110,0	1916,2	1598,3	16,6
CALETA DE HORNOS	ELQUI	LA HIGUERA	361,0	4413,4	3686,3	16,5
LOS MORALES	LIMARI	MONTE PATRIA	157,0	931,4	784,1	15,8
BELLAVISTA CERES	ELQUI	LA SERENA	583,0	15364,3	12977,5	15,5
EL ESFUERZO	CHOAPA	LOS VILOS	787,0	8978,0	7583,5	15,5
QUELEN BAJO	CHOAPA	SALAMANCA	135,0	979,8	839,6	14,3
LA HIGUERA DE PUNITAQUI	LIMARI	PUNITAQUI	196,0	991,2	851,4	14,1
TOTALILLO	ELQUI	COQUIMBO	191,0	1345,0	1163,0	13,5
LOS TRIGALES DE GUANAQUEROS	ELQUI	COQUIMBO	180,0	2056,5	1803,4	12,3
NUEVA AURORA	LIMARI	OVALLE	235,0	2743,3	2412,3	12,1
RIVADAVIA	ELQUI	VICUÑA	365,0	6261,6	5533,4	11,6
EL TOME ALTO	LIMARI	MONTE PATRIA	244,0	1689,5	1522,5	9,9
LIMAHUIDA	CHOAPA	ILLAPEL	113,0	1214,9	1093,7	8,9
POBLACIÓN YACONI	LIMARI	OVALLE	108,0	5198,1	4761,1	8,4
ISLON	ELQUI	LA SERENA	264,0	3467,1	3238,1	6,6
LA CALERA - LA VILLA	ELQUI	VICUÑA	216,0	2249,7	2128,2	5,4
LA PORTADA DE SOTAQUI	LIMARI	OVALLE	64,0	1197,3	1137,9	5,0
BATUCO	CHOAPA	SALAMANCA	204,0	1287,0	1250,1	2,9
HUANTA	ELQUI	VICUÑA	82,0	1207,8	1192,1	1,3

**Tabla N°2.10:** Listado de Comités y Cooperativas con sistemas de respaldo al suministro eléctrico.  
**Fuente:** Elaboración Propia.

Servicio	Provincia	Comuna	Sistema de Respaldo
CARQUINDAÑO	CHOAPA	CANELA	Sistema Fotovoltaico
CARCAMO LA COLONIA	CHOAPA	ILLAPEL	Sistema Fotovoltaico
HUINTIL	CHOAPA	ILLAPEL	Sistema Fotovoltaico
LOS CÓNDORES	CHOAPA	LOS VILOS	Sistema Fotovoltaico
GUANGUALI	CHOAPA	LOS VILOS	Sistema Fotovoltaico
TRANQUILLA	CHOAPA	SALAMANCA	Sistema Fotovoltaico
PELADEROS	CHOAPA	SALAMANCA	Sistema Fotovoltaico
MEDIA LUNA	LIMARI	COMBARBALÁ	Sistema Fotovoltaico
SAN MARCOS	LIMARI	COMBARBALÁ	Sistema Fotovoltaico
PERAL OJOS DE AGUA	LIMARI	OVALLE	Sistema Fotovoltaico
EL HINOJO	LIMARI	PUNITAQUI	Sistema Fotovoltaico
CALETA DE HORNOS	ELQUI	LA HIGUERA	Grupo Electrónico
PUNTA DE CHOROS	ELQUI	LA HIGUERA	Grupo Electrónico
ALMIRANTE LATORRE	ELQUI	LA SERENA	Grupo Electrónico
COQUIMBITO-ALTOVALSOL	ELQUI	LA SERENA	Grupo Electrónico
LAMBERT	ELQUI	LA SERENA	Grupo Electrónico
LAS ROJAS- PUNTA DE PIEDRA	ELQUI	LA SERENA	Grupo Electrónico
QUEBRADA DE TALCA	ELQUI	LA SERENA	Grupo Electrónico
HORCON	ELQUI	PAIHUANO	Grupo Electrónico
QUEBRADA PAIHUANO	ELQUI	PAIHUANO	Grupo Electrónico
SISTEMA LA JARILLA	ELQUI	PAIHUANO	Grupo Electrónico
ANDACOLLITO	ELQUI	VICUÑA	Grupo Electrónico
CHAPILCA	ELQUI	VICUÑA	Grupo Electrónico
DIAGUITAS	ELQUI	VICUÑA	Grupo Electrónico
EL ARENAL	ELQUI	VICUÑA	Grupo Electrónico
EL MOLLE	ELQUI	VICUÑA	Grupo Electrónico
EL TAMBO (Elqui)	ELQUI	VICUÑA	Grupo Electrónico
MARQUESA - NUEVA TALCUNA	ELQUI	VICUÑA	Grupo Electrónico
RIVADAVIA	ELQUI	VICUÑA	Grupo Electrónico
SAN ISIDRO- CALINGASTA	ELQUI	VICUÑA	Grupo Electrónico
VARILLAR LAS MERCEDES	ELQUI	VICUÑA	Grupo Electrónico
NUEVA AURORA	LIMARI	OVALLE	Grupo Electrónico
VILLORRIO DE TALHUÉN	LIMARI	OVALLE	Grupo Electrónico
HUANTA	ELQUI	VICUÑA	Gravedad

**Tabla N°2.11.** Costo por energía por metro cúbico producido de agua.

Servicio	Provincia	Comuna	Categoría de Estado	\$/m3 producido
Primer cuartil (20 sistemas)				
CHUNGUNGO (O.I.)	ELQUI	LA HIGUERA	EXISTENTE	1492,5
PUERTO ALDEA (O.I.)	ELQUI	COQUIMBO	EXISTENTE	855,2
HUINTIL SUR	CHOAPA	ILLAPEL	EXISTENTE	595,3
BARRAZA ALTO - SOCOS	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	558,0
LAS CARDAS	ELQUI	COQUIMBO	EXISTENTE	374,1
CUNCUMEN	CHOAPA	SALAMANCA	EXISTENTE	357,9
ALCONES	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	354,2
EL QUEÑE	CHOAPA	SALAMANCA	EXISTENTE	230,7
FUNDINA	LIMARI	RIO HURTADO	EXISTENTE	217,9
EL ROMERO	ELQUI	LA SERENA	EXISTENTE	217,5
HUENTELAUQUEN NORTE	CHOAPA	CANELA	EXISTENTE	205,7
LAMBERT	ELQUI	LA SERENA	EXISTENTE	197,4
CARACHILLAS	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	168,8

Servicio	Provincia	Comuna	Categoría de Estado	\$/m3 producido
SAN ISIDRO- CALINGASTA	ELQUI	VICUÑA	EXISTENTE	167,7
LA COMPAÑÍA	ELQUI	VICUÑA	EXISTENTE	167,3
EL HINOJO	LIMARI	PUNITAQUI	EXISTENTE	165,8
LOS MORALES	LIMARI	MONTE PATRIA	EXISTENTE	157,8
HUACHALALUME	ELQUI	COQUIMBO	EXISTENTE	157,5
PUNTA COLORADA	ELQUI	LA HIGUERA	EXISTENTE	156,3
SAMO ALTO	LIMARI	RIO HURTADO	EXISTENTE	151,7
segundo cuartil (20 sistemas)				
RAMADAS DE TULAHUEN (LAS RAMADAS DE PEJERREYES)	LIMARI	MONTE PATRIA	EXISTENTE	145,6
LIMARI	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	145,2
COGOTI 18 CALLEJONES	LIMARI	COMBARBALÁ	EXISTENTE	144,2
EL TOME ALTO	LIMARI	MONTE PATRIA	EXISTENTE	135,5
LAS BARRANCAS	ELQUI	COQUIMBO	EXISTENTE	131,2
VARILLAR LAS MERCEDES	ELQUI	VICUÑA	EXISTENTE	130,4
PUNTA AZUL	ELQUI	VICUÑA	EXISTENTE	129,7
QUELEN BAJO	CHOAPA	SALAMANCA	EXISTENTE	127,8
COIRON	CHOAPA	SALAMANCA	EXISTENTE	125,0
LAS BREAS	LIMARI	RIO HURTADO	EXISTENTE	124,1
LOS NOGALES	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	120,9
NUEVA AURORA	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	120,5
CERRILLOS DE TAMAYA	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	116,8
COLLIGUAY (Limarí)	LIMARI	MONTE PATRIA	EXISTENTE	112,1
TULAHUEN	LIMARI	MONTE PATRIA	EXISTENTE	105,1
PANGUESILLO	CHOAPA	SALAMANCA	EXISTENTE	100,0
JORQUERA	CHOAPA	SALAMANCA	EXISTENTE	97,9
CERRILLOS DE RAPEL	LIMARI	MONTE PATRIA	EXISTENTE	93,9
LA HIGUERILLA	CHOAPA	SALAMANCA	EXISTENTE	93,8
COLLIGUAY (Choapa)	CHOAPA	SALAMANCA	EXISTENTE	93,4
Tercer cuartil (20 sistemas)				
BARRAZA	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	93,2
EL TRAPICHE	ELQUI	LA HIGUERA	EXISTENTE	93
EL TAMBO ORIENTE	CHOAPA	SALAMANCA	EXISTENTE	90,7
LA HIGUERA DE PUNITAQUI	LIMARI	PUNITAQUI	EXISTENTE	83,2
EL COIPO	LIMARI	MONTE PATRIA	EXISTENTE	82,9
TAMBILLOS	ELQUI	COQUIMBO	EXISTENTE	80,3
COQUIMBITO-ALTOVALSOL	ELQUI	LA SERENA	EXISTENTE	78,2
EL MAQUI	LIMARI	MONTE PATRIA	EXISTENTE	74,4
LAS ROJAS- PUNTA DE PIEDRA	ELQUI	LA SERENA	EXISTENTE	71,9
EL MAITEN (Limarí)	LIMARI	MONTE PATRIA	EXISTENTE	71,6
HURTADO - EL CHAÑAR	LIMARI	RIO HURTADO	EXISTENTE	71,3
TOTALILLO	ELQUI	COQUIMBO	EXISTENTE	69,8
SEMITA	LIMARI	MONTE PATRIA	EXISTENTE	67,4
LA PORTADA DE SOTAQUI	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	67,2
POTRERILLOS BAJO	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	65,3
RIVADAVIA	ELQUI	VICUÑA	EXISTENTE	63,5
PICHASCA	LIMARI	RIO HURTADO	EXISTENTE	62,8
CAMARICO	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	61,6
LOS TAPIAS	LIMARI	MONTE PATRIA	EXISTENTE	57,7
MARQUESA - NUEVA TALCUNA	ELQUI	VICUÑA	EXISTENTE	56,1
Cuarto cuartil (21 sistemas)				
SERON	LIMARI	RIO HURTADO	EXISTENTE	55,7

Servicio	Provincia	Comuna	Categoría de Estado	\$/m3 producido
ALGARROBO	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	52,6
CARÉN	LIMARI	MONTE PATRIA	EXISTENTE	50,5
LA ISLA	LIMARI	COMBARBALÁ	EXISTENTE	50,0
DIAGUITAS	ELQUI	VICUÑA	EXISTENTE	48,3
LAS RAMADAS DE PUNITAQUI	LIMARI	PUNITAQUI	EXISTENTE	47,0
EL TAMBO (Elqui)	ELQUI	VICUÑA	EXISTENTE	46,4
LA SILLETA - LAS TURQUESAS	LIMARI	PUNITAQUI	EXISTENTE	40,8
ESTACION RECOLETA	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	39,5
LOS TRIGALES DE GUANAQUEROS	ELQUI	COQUIMBO	EXISTENTE	38,1
PEDREGAL	LIMARI	MONTE PATRIA	EXISTENTE	33,5
LA TORRE	LIMARI	OVALLE	EXISTENTE	32,0
QUEBRADA DE TALCA	ELQUI	LA SERENA	EXISTENTE	23,8
RAMADILLA (LA PLAYA)	LIMARI	COMBARBALÁ	EXISTENTE	21,6
BATUCO	CHOAPA	SALAMANCA	EXISTENTE	12,0
NUEVA VIDA	ELQUI	COQUIMBO	EXISTENTE	11,9
CARCAMO-LA COLONIA	CHOAPA	ILLAPEL	EXISTENTE	11,7
HUANTA	ELQUI	VICUÑA	EXISTENTE	7,9
QUILITAPIA	LIMARI	COMBARBALÁ	EXISTENTE	2,2
PELADEROS	CHOAPA	SALAMANCA	EXISTENTE	2,0
HUATULAME	LIMARI	MONTE PATRIA	EXISTENTE	1,5
COSTO PROMEDIO				146,6

**Tabla N°2.12.** Tipos de Tarifa Eléctrica de los Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural de la Región de Coquimbo.

Servicio	Provincia	Comuna	Tarifa 1	Tarifa 2	Tarifa 3	Tarifa 4
EL MANZANO	ELQUI	ANDACOLLO	AT 4.3 MEDICIÓN BT	BT 1		
QUEBRADA PAIHUANO	ELQUI	PAIHUANO	AT 4.3 MEDICIÓN BT	-	-	-
SISTEMA LA JARILLA	ELQUI	PAIHUANO	AT 4.3 MEDICIÓN BT	AT 4.3 MEDICIÓN BT	-	-
HORCON	ELQUI	PAIHUANO	AT 4.3	BT 1	AT 4.3	AT 4.3 PRESENTE EN PUNTA - MEDICIÓN BT
EL SAUCE (EL SAUCE DE MIRAMAR-RINCONADA)	ELQUI	COQUIMBO	AT 4.3 MEDICIÓN BT	BT 1	-	-
NUEVA VIDA	ELQUI	COQUIMBO	BT 1	BT 1	-	-
LAS BARRANCAS	ELQUI	COQUIMBO	BT 4.3	AT 2 PRESENTE EN PUNTA	-	-
LAS CARDAS	ELQUI	COQUIMBO	BT 4.3	AT 2 PRESENTE EN PUNTA	-	-
LOS TRIGALES DE GUANAQUEROS	ELQUI	COQUIMBO	AT 2 PRESENTE EN PUNTA	-	-	-
PUERTO ALDEA	ELQUI	COQUIMBO	AT 4.3	-	-	-
TAMBILLOS	ELQUI	COQUIMBO	AT 4.3 MEDICIÓN BT	-	-	-
TOTALILLO	ELQUI	COQUIMBO	AT 4.3 MEDICIÓN BT	-	-	-
PUNTA COLORADA	ELQUI	LA HIGUERA	AT 4.3 MEDICIÓN BT	AT 4.3	-	-
LA HIGUERA	ELQUI	LA HIGUERA	AT 4.3 MEDICIÓN BT	AT 4.3	-	-

PUNTA DE CHOROS	ELQUI	LA HIGUERA	BT 1	AT 4.3 MEDICIÓN BT	BT 1	
CHUNGUNGO	ELQUI	LA HIGUERA	AT 4.3	-	-	-
EL TRAPICHE	ELQUI	LA HIGUERA	AT 4.3 MEDICIÓN BT	-	-	-
LOS CHOROS	ELQUI	LA HIGUERA	AT 4.3 MEDICIÓN BT	-	-	-
ISLON	ELQUI	LA SERENA	BT 1	BT 1	-	-
PELICANA	ELQUI	LA SERENA	AT 4.2	BT 1	-	-
LAMBERT	ELQUI	LA SERENA	AT 3	AT 4.3 MEDICIÓN BT		
EL ROMERO	ELQUI	LA SERENA	AT 4.3 MEDICIÓN BT	AT 2 PRESENTE EN PUNTA - MEDICIÓN BT	-	-
LAS ROJAS- PUNTA DE PIEDRA	ELQUI	LA SERENA	AT 4.3 MEDICIÓN BT	AT 2 PRESENTE EN PUNTA - MEDICIÓN BT	-	-
COQUIMBITO-ALTOVALSOL	ELQUI	LA SERENA	AT 4.3 MEDICIÓN BT	-	-	-
GABRIELA MISTRAL	ELQUI	LA SERENA	BT 1	-	-	-
HUACHALALUME	ELQUI	LA SERENA	BT 4.3	-	-	-
QUEBRADA DE TALCA	ELQUI	LA SERENA	AT 4.3 MEDICIÓN BT	-	-	-
ANDACOLLITO	ELQUI	VICUÑA	AT 4.3 MEDICIÓN BT	AT 4.2 MEDICIÓN BT	AT 4.3 MEDICIÓN BT	BT 1
EL TAMBO (ELQUI)	ELQUI	VICUÑA	BT 1	AT 4.3 - MEDICIÓN BT	-	-
EL MOLLE	ELQUI	VICUÑA	BT 1	AT 4.3 MEDICIÓN BT	-	-
VARILLAR LAS MERCEDES	ELQUI	VICUÑA	BT 1	AT 4.3 MEDICIÓN BT	-	-
SAN ISIDRO- CALINGASTA	ELQUI	VICUÑA	AT 4.2 MEDICIÓN BT	AT 4.3 MEDICIÓN BT	BT 1	-
CHAPILCA	ELQUI	VICUÑA	BT 1	-	-	-
DIAGUITAS	ELQUI	VICUÑA	AT 4.3 MEDICIÓN BT	-	-	-
EL ARENAL	ELQUI	VICUÑA	AT 4.2 MEDICIÓN BT	-	-	-
GUALLIGUAICA	ELQUI	VICUÑA	AT 4.3 MEDICIÓN BT	-	-	-
HUANTA	ELQUI	VICUÑA	BT 1	-	-	-
LA CALERA - LA VILLA	ELQUI	VICUÑA	AT 4.3 MEDICIÓN BT	-	-	-
LA COMPAÑÍA	ELQUI	VICUÑA	BT 1	-	-	-
MARQUESA - NUEVA TALCUNA	ELQUI	VICUÑA	AT 4.3 MEDICIÓN BT	-	-	-
PUNTA AZUL	ELQUI	VICUÑA	AT 4.3 MEDICIÓN BT	-	-	-
RIVADAVIA	ELQUI	VICUÑA	AT 4.3 MEDICIÓN BT	-	-	-
LAS BREAS	LIMARI	RIO HURTADO	AT 2 PRESENTE EN PUNTA- MEDICIÓN BT	-	-	-
PICHASCA	LIMARI	RIO HURTADO	AT 4.3 MEDICIÓN BT	-	-	-
SAMO ALTO	LIMARI	RIO HURTADO	AT 4.2	-	-	-
SERON	LIMARI	RIO HURTADO	AT 4.3 MEDICIÓN BT	-	-	-
FUNDINA	LIMARI	RIO HURTADO	AT 4.2 MEDICIÓN BT	AT 4.3 MEDICIÓN BT		
HURTADO - EL CHAÑAR	LIMARI	RIO HURTADO	BT 1	AT 4.3 MEDICIÓN BT		
EL HUACHO	LIMARI	COMBARBALÁ	BT 1	BT 1		
MANQUEHUA (MANQUEGUA)	LIMARI	COMBARBALÁ	AT 4.3 MEDICIÓN BT	BT 4.2	AT 4.3 MEDICIÓN BT	AT 4.3 - MEDICIÓN BT
COGOTI 18 CALLEJONES	LIMARI	COMBARBALÁ	AT 4.3 MEDICIÓN BT	BT 1	BT 1	-
QUILITAPIA	LIMARI	COMBARBALÁ	BT 1	AT 2 PRESENTE EN		

				PUNTA - MEDICIÓN BT		
LA ISLA	LIMARI	COMBARBALÁ	AT 4.3	AT 4.3		
EL SAUCE	LIMARI	COMBARBALÁ	AT 4.3	-	-	-
LA CANTERA	LIMARI	COMBARBALÁ	BT 1	-	-	-
LA CAPILLA	LIMARI	COMBARBALÁ	BT 1	-	-	-
RAMADILLA (LA PLAYA)	LIMARI	COMBARBALÁ	BT 1	-	-	-
CARÉN	LIMARI	MONTE PATRIA	BT 1	BT 4.3		
COLLIGUAY (LIMARÍ)	LIMARI	MONTE PATRIA	BT 1	BT 1		
JUNTAS- DOS RÍOS	LIMARI	MONTE PATRIA	AT 2 PRESENTE EN PUNTA-MEDICIÓN BT	BT 1		
TULAHUEN	LIMARI	MONTE PATRIA	AT 4.3 MEDICIÓN BT	AT 4.3 MEDICIÓN BT	AT 2 PRESENTE EN PUNTA-MEDICIÓN BT	-
CHILECITO-MIALQUI	LIMARI	MONTE PATRIA	AT 4.3 MEDICIÓN BT	AT 4.3 MEDICIÓN BT	AT 4.3 MEDICIÓN BT	
CERRILLOS DE RAPEL	LIMARI	MONTE PATRIA	AT 4.3 MEDICIÓN BT	-	-	-
CHAÑARAL DE CAREN	LIMARI	MONTE PATRIA	BT 4.3	-	-	-
EL COIPO	LIMARI	MONTE PATRIA	AT 4.3 MEDICIÓN BT	-	-	-
EL MAITEN (LIMARÍ)	LIMARI	MONTE PATRIA	BT 1	-	-	-
EL MAQUI	LIMARI	MONTE PATRIA	BT 4.3	-	-	-
FLOR DEL VALLE	LIMARI	MONTE PATRIA	AT 4.3 MEDICIÓN BT	-	-	-
HUATULAME	LIMARI	MONTE PATRIA	BT 1	-	-	-
LAS MOLLACAS	LIMARI	MONTE PATRIA	AT 4.3 MEDICIÓN BT	-	-	-
LOS CLONQUIS	LIMARI	MONTE PATRIA	AT 2 PRESENTE EN PUNTA-MEDICIÓN BT	-	-	-
LOS MORALES	LIMARI	MONTE PATRIA	AT 2 PRESENTE EN PUNTA-MEDICIÓN BT	-	-	-
PEDREGAL	LIMARI	MONTE PATRIA	AT 4.3 MEDICIÓN BT	-	-	-
RAMADAS DE TULAHUEN (LAS RAMADAS DE PEJERREYES)	LIMARI	MONTE PATRIA	AT 2 MEDICIÓN BT	-	-	-
SEMITA	LIMARI	MONTE PATRIA	AT 4.3 MEDICIÓN BT	-	-	-
SOL DE LAS PRADERAS	LIMARI	MONTE PATRIA	AT 4.3 MEDICIÓN BT	-	-	-
VADO HONDO - EL	LIMARI	MONTE	AT 2 MEDICIÓN BT	-	-	-

BARRANCO		PATRIA				
EL TRAPICHE (OVALLE)	LIMARI	OVALLE	AT 4.3	BT 1		
ALCONES	LIMARI	OVALLE	AT 3	-	-	-
LIMARI	LIMARI	OVALLE	AT 3 PRESENTE EN PUNTA MEDICION BT	AT 3 PRESENTE EN PUNTA MEDICION BT	AT 4.3 MEDICIÓN BT	
ALGARROBO	LIMARI	OVALLE	AT 4.2	-	-	-
BARRAZA	LIMARI	OVALLE	AT 4.3	-	-	-
BARRAZA ALTO - SOCOS	LIMARI	OVALLE	AT 4.3 MEDICIÓN BT	-	-	-
CAMARICO	LIMARI	OVALLE	AT 2 PRESENTE EN PUNTA-MEDICIÓN BT	-	-	-
CARACHILLAS	LIMARI	OVALLE	AT 3 PARCIALMENTE PRESENTE EN PUNTA	-	-	-
CERRILLOS DE TAMAYA	LIMARI	OVALLE	AT 4.3	-	-	-
ESTACION RECOLETA	LIMARI	OVALLE	AT 3	-	-	-
LA PORTADA DE SOTAQUI	LIMARI	OVALLE	AT 4.3	-	-	-
LA SILLETA	LIMARI	OVALLE	BT 1	-	-	-
LA TORRE	LIMARI	OVALLE	AT 4.3	-	-	-
LAGUNILLAS	LIMARI	OVALLE	AT 4.3	-	-	-
LOS NOGALES	LIMARI	OVALLE	AT 4.3	-	-	-
NUEVA AURORA	LIMARI	OVALLE	AT 4.3 MEDICIÓN BT	-	-	-
ORURO ALTO	LIMARI	OVALLE	BT 1	-	-	-
PORVENIR	LIMARI	OVALLE	AT 4.3	-	-	-
POTRERILLOS BAJO	LIMARI	OVALLE	AT 4.3	-	-	-
SAN JULIAN	LIMARI	OVALLE	AT 4.2	-	-	-
SANTA CATALINA	LIMARI	OVALLE	AT 4.3	-	-	-
EL HINOJO	LIMARI	PUNITAQUI	AT 4.3 MEDICIÓN BT	BT 1	BT 1	BT 1
LA SILLETA - LAS TURQUESAS	LIMARI	PUNITAQUI	BT 4.3	-	-	-
LAS RAMADAS DE PUNITAQUI	LIMARI	PUNITAQUI	AT 4.3	-	-	-
GUANGUALI	CHOAPA	LOS VILOS	BT 1	AT 4.3	-	-
LOS CONDORES	CHOAPA	LOS VILOS	AT 2	AT 4.3	-	-
EL ESFUERZO	CHOAPA	LOS VILOS	AT 4.3	AT 4.1	-	-
MINCHA NORTE	CHOAPA	CANELA	AT 4.2 MEDICIÓN BT	BT 1	BT2	
HUENTELAUQUEN NORTE	CHOAPA	CANELA	AT 4.3 MEDICIÓN BT	AT 4.3 MEDICIÓN BT	AT 4.3 MEDICIÓN BT	
CARQUINDAÑO	CHOAPA	CANELA	AT 2 PARCIALMENTE PRESENTE EN PUNTA - MB	-		
HUENTELAUQUEN SUR	CHOAPA	CANELA	AT 4.3 MEDICIÓN BT	-		
LOS POZOS	CHOAPA	CANELA	AT 4.1	-		
LOS RULOS	CHOAPA	CANELA	AT 4.1 MEDICIÓN BT	-		
MINCHA SUR	CHOAPA	CANELA	AT 4.1 MEDICIÓN BT	BT 1		
LAS CAÑAS 1 (ALTA)	CHOAPA	ILLAPEL	AT 4.3	AT 4.1	-	-
LAS CAÑAS 2 (BAJA)	CHOAPA	ILLAPEL	AT 4.3	AT 4.3	-	-

CARCAMO-LA COLONIA	CHOAPA	ILLAPEL	AT 4.3 MEDICIÓN BT	-	-	-
HUINTIL SUR	CHOAPA	ILLAPEL	AT 2 PRESENTE EN PUNTA	-	-	-
LIMAHUIDA	CHOAPA	ILLAPEL	AT 4.3	-	-	-
PERALILLO	CHOAPA	ILLAPEL	AT 4.1 MEDICIÓN BT	-	-	-
PINTACURA SUR	CHOAPA	ILLAPEL	AT 2 PARCIALMENTE PRESENTE EN PUNTA	-	-	-
SANTA VIRGINIA	CHOAPA	ILLAPEL	AT 4.1 MEDICIÓN BT	-	-	-
SOCAVON	CHOAPA	ILLAPEL	AT 4.3 MEDICIÓN BT	-	-	-
TUNGA NORTE	CHOAPA	ILLAPEL	AT 4.1 MEDICIÓN BT	-	-	-
TUNGA SUR	CHOAPA	ILLAPEL	AT 4.3 MEDICIÓN BT	-	-	-
ARBOLEDA GRANDE	CHOAPA	SALAMANCA	AT 4.3 MEDICIÓN BT	BT 1	-	-
EL ARRAYAN/EL PALQUIAL	CHOAPA	SALAMANCA	BT 1	BT 1	-	-
JORQUERA	CHOAPA	SALAMANCA	AT 4.3	BT 1	-	-
BATUCO	CHOAPA	SALAMANCA	BT 1	-	-	-
CHILLEPIN	CHOAPA	SALAMANCA	BT 4.1	-	-	-
CHUCHIÑI	CHOAPA	SALAMANCA	AT 4.3 MEDICIÓN BT	-	-	-
COIRON	CHOAPA	SALAMANCA	BT 4.3	-	-	-
COLLIGUAY (CHOAPA)	CHOAPA	SALAMANCA	AT 4.3 MEDICIÓN BT	-	-	-
CUNCUMEN	CHOAPA	SALAMANCA	AT 4.1 MEDICIÓN BT	-	-	-
EL MAITÉN	CHOAPA	SALAMANCA	BT 1A	-	-	-
EL QUEÑE	CHOAPA	SALAMANCA	AT 4.3 MEDICIÓN BT	-	-	-
EL TAMBO CENTRO	CHOAPA	SALAMANCA	AT 2 PARCIALMENTE PRESENTE EN PUNTA	-	-	-
EL TAMBO ORIENTE	CHOAPA	SALAMANCA	AT 4.3 MEDICIÓN BT	-	-	-
LA HIGUERILLA	CHOAPA	SALAMANCA	AT 4.3	-	-	-
LLIMPO	CHOAPA	SALAMANCA	BT 4.3	-	-	-
PANGUESILLO	CHOAPA	SALAMANCA	AT 4.1	-	-	-
PELADEROS	CHOAPA	SALAMANCA	BT 1	-	-	-
PUNTA NUEVA	CHOAPA	SALAMANCA	AT 4.3 MEDICIÓN BT	-	-	-
QUELEN ALTO	CHOAPA	SALAMANCA	AT 4.3	-	-	-
QUELEN BAJO	CHOAPA	SALAMANCA	AT 4.1	-	-	-
TAHUINCO	CHOAPA	SALAMANCA	AT 4.1	-	-	-
TRANQUILLA	CHOAPA	SALAMANCA	AT 4.3 MEDICIÓN BT	-	-	-

**Tabla N°2.13.** Variación anual del número de arranques en los sistemas de APR de la Región.

Nombre del Servicio APR	Provincia	Comuna	N° de Arranques Iniciales	N° de Arranques Actuales	Variación Número de Arranques	Año Puesta en Marcha	Años de Funcionamiento	Variación Anual Número de Arranque
Variación Anual Primer Cuartil								
POTRERILLOS BAJO	LIMARI	OVALLE	103	161	58	2014	1	58,00
LOS TRIGALES DE GUANAQUEROS	ELQUI	COQUIMBO	100	180	80	2013	2	40,00
CERRILLOS DE TAMAYA	LIMARI	OVALLE	150	933	783	1993	22	35,59
PAN DE AZÚCAR	ELQUI	COQUIMBO	343	1.401	1.058	1985	30	35,27
QUILIMARI	CHOAPA	LOS VILOS	162	1.500	1.338	1968	47	28,47
EL ESFUERZO	CHOAPA	LOS VILOS	10	787	777	1985	30	25,90
TULAHUEN	LIMARI	MONTE PATRIA	200	820	620	1991	24	25,83
BELLAVISTA CERES	ELQUI	LA SERENA	75	583	508	1995	20	25,40
SISTEMA LA JARILLA	ELQUI	PAIHUANO	87	794	707	1984	31	22,81
TOTORALILLO	ELQUI	COQUIMBO	50	191	141	2008	7	20,14
SAN ISIDRO-CALINGASTA	ELQUI	VICUÑA	250	914	664	1982	33	20,12
CHILLEPIN	CHOAPA	SALAMANCA	100	711	611	1983	32	19,09
MARQUESA - NUEVA TALCUNA	ELQUI	VICUÑA	80	586	506	1988	27	18,74
HUENTELAUQUEN NORTE	CHOAPA	CANELA	50	530	480	1985	30	16,00
COGOTI 18 CALLEJONES	LIMARI	COMBARBALÁ	114	509	395	1990	25	15,80
NUEVO FUTURO - POTRERILLOS ALTO	LIMARI	OVALLE	110	280	170	2004	11	15,45
PICHASCA	LIMARI	RIO HURTADO	39	586	547	1979	36	15,19
CALETA DE HORNO	ELQUI	LA HIGUERA	150	361	211	2001	14	15,07
FLOR DEL VALLE	LIMARI	MONTE PATRIA	70	330	260	1996	19	13,68
LIMARI	LIMARI	OVALLE	150	586	436	1983	32	13,63
LAS CAÑAS 1 (ALTA)	CHOAPA	ILLAPEL	120	346	226	1998	17	13,29
VILLASECA	LIMARI	OVALLE	80	421	341	1989	26	13,12
LAS RAMADAS DE PUNITAQUI	LIMARI	PUNITAQUI	133	379	246	1996	19	12,95
EL GUINDO	LIMARI	OVALLE	80	415	335	1989	26	12,88
EL MAITÉN	CHOAPA	SALAMANCA	64	114	50	2011	4	12,50
EL SAUCE (EL SAUCE DE MIRAMAR-RINCONADA)	ELQUI	COQUIMBO	96	310	214	1997	18	11,89
BARRAZA	LIMARI	OVALLE	112	500	388	1979	36	10,78
HUATULAME	LIMARI	MONTE PATRIA	200	520	320	1985	30	10,67
CUNCUMEN	CHOAPA	SALAMANCA	40	352	312	1985	30	10,40
ANDACOLLITO	ELQUI	VICUÑA	60	378	318	1983	32	9,94
EL TAMBO CENTRO	CHOAPA	SALAMANCA	100	388	288	1985	30	9,60
HORCON	ELQUI	PAIHUANO	123	408	285	1985	30	9,50
EL TAMBO	ELQUI	VICUÑA	41	318	277	1985	30	9,23

Nombre del Servicio APR	Provincia	Comuna	N° de Arranques Iniciales	N° de Arranques Actuales	Variación Número de Arranques	Año Puesta en Marcha	Años de Funcionamiento	Variación Anual Número de Arranque
TAHUINCO	CHOAPA	SALAMANCA	80	337	257	1987	28	9,18
Variación Anual Segundo Cuartil								
CHUCHIÑI	CHOAPA	SALAMANCA	50	233	183	1995	20	9,15
LOS NOGALES	LIMARI	OVALLE	40	278	238	1988	27	8,81
LAS BARRANCAS - EL CHINEO	LIMARI	COMBARBALÁ	30	249	219	1990	25	8,76
FUNDINA	LIMARI	RIO HURTADO	45	251	206	1991	24	8,58
LAS CAÑAS 2 (BAJA)	CHOAPA	ILLAPEL	70	210	140	1998	17	8,24
SOCAVON	CHOAPA	ILLAPEL	60	169	109	2001	14	7,79
QUILITAPIA	LIMARI	COMBARBALÁ	96	337	241	1984	31	7,77
BARRAZA ALTO - SOCOS	LIMARI	OVALLE	78	162	84	2004	11	7,64
LA PALOMA	LIMARI	OVALLE	12	72	60	2007	8	7,50
PORVENIR	LIMARI	OVALLE	54	271	217	1985	30	7,23
CARCAMO-LA COLONIA	CHOAPA	ILLAPEL	40	293	253	1979	36	7,03
SERON	LIMARI	RIO HURTADO	56	316	260	1978	37	7,03
LA CALERA - LA VILLA	ELQUI	VICUÑA	50	216	166	1991	24	6,92
QUEBRADA DE PAIHUANO	ELQUI	PAIHUANO	19	136	117	1998	17	6,88
HUENTELAUQUEN SUR	CHOAPA	CANELA	50	200	150	1993	22	6,82
ORURO ALTO	LIMARI	OVALLE	107	147	40	2009	6	6,67
MINCHA NORTE	CHOAPA	CANELA	40	206	166	1990	25	6,64
PINTACURA SUR	CHOAPA	ILLAPEL	37	90	53	2007	8	6,63
COLLIGUAY	LIMARI	MONTE PATRIA	117	270	153	1991	24	6,38
DIAGUITAS	ELQUI	VICUÑA	150	415	265	1971	44	6,02
LAS COCINERAS	CHOAPA	ILLAPEL	41	65	24	2011	4	6,00
EL DURAZNO	LIMARI	COMBARBALÁ	32	62	30	2010	5	6,00
PUNTA AZUL	ELQUI	VICUÑA	110	200	90	2000	15	6,00
EL TOME ALTO	LIMARI	MONTE PATRIA	60	244	184	1984	31	5,94
EL MAQUI	LIMARI	MONTE PATRIA	30	210	180	1984	31	5,81
SANTA CATALINA	LIMARI	OVALLE	50	146	96	1998	17	5,65
HUACHALALUME	ELQUI	LA SERENA	80	187	107	1996	19	5,63
QUEBRADA DE TALCA	ELQUI	LA SERENA	52	242	190	1981	34	5,59
PEDREGAL	LIMARI	MONTE PATRIA	16	154	138	1990	25	5,52
CARÉN	LIMARI	MONTE PATRIA	120	266	146	1988	27	5,41
HUINTIL	CHOAPA	ILLAPEL	47	154	107	1995	20	5,35
GUANGUALI	CHOAPA	LOS VILOS	104	205	101	1996	19	5,32
TABAQUEROS	LIMARI	RIO HURTADO	20	178	158	1985	30	5,27
Variación Anual Tercer Cuartil								
EL MANZANO	ELQUI	ANDACOLLO	60	90	30	2009	6	5,00
PANGUESILLO	CHOAPA	SALAMANCA	82	241	159	1983	32	4,97
LLIMPO	CHOAPA	SALAMANCA	34	192	158	1983	32	4,94
LAMBERT	ELQUI	LA SERENA	82	257	175	1978	37	4,73

Nombre del Servicio APR	Provincia	Comuna	N° de Arranques Iniciales	N° de Arranques Actuales	Variación Número de Arranques	Año Puesta en Marcha	Años de Funcionamiento	Variación Anual Número de Arranque
LA UNIÓN	LIMARI	OVALLE	110	190	80	1998	17	4,71
EL TRAPICHE	ELQUI	LA HIGUERA	55	134	79	1998	17	4,65
LA HIGUERA DE PUNITAQUI	LIMARI	PUNITAQUI	125	196	71	1999	16	4,44
PERALILLO	CHOAPA	ILLAPEL	60	135	75	1997	18	4,17
VARILLAR LAS MERCEDES	ELQUI	VICUÑA	71	185	114	1987	28	4,07
VILLORRIO DE TALHUÉN	LIMARI	OVALLE	70	96	26	2008	7	3,71
QUELEN ALTO	CHOAPA	SALAMANCA	33	140	107	1984	31	3,45
EL QUEÑE	CHOAPA	SALAMANCA	15	108	93	1988	27	3,44
LA PORTADA DE SOTAQUI	LIMARI	OVALLE	47	64	17	2010	5	3,40
EL SAUCE	LIMARI	COMBARBALÁ	60	150	90	1988	27	3,33
LIMAHUIDA	CHOAPA	ILLAPEL	60	113	53	1999	16	3,31
LA GRANJITA - MORRO ALEGRE	LIMARI	PUNITAQUI	72	104	32	2005	10	3,20
RAMADAS DE TULAHUEN (LAS RAMADAS DE PEJERREYES)	LIMARI	MONTE PATRIA	110	164	54	1998	17	3,18
EL ARRAYAN/EL PALQUIAL	CHOAPA	SALAMANCA	45	92	47	2000	15	3,13
LA ISLA	LIMARI	COMBARBALÁ	86	158	72	1990	25	2,88
VALLE HERMOSO	LIMARI	COMBARBALÁ	50	104	54	1996	19	2,84
MANQUEHUA (MANQUEGUA)	LIMARI	COMBARBALÁ	40	130	90	1983	32	2,81
NUEVA VIDA	ELQUI	COQUIMBO	76	132	56	1995	20	2,80
CAMARICO	LIMARI	OVALLE	84	125	41	2000	15	2,73
LA SILLETA	LIMARI	OVALLE	40	56	16	2009	6	2,67
PELADEROS	CHOAPA	SALAMANCA	38	70	32	2003	12	2,67
PUNTA NUEVA	CHOAPA	SALAMANCA	20	92	72	1988	27	2,67
CHAPILCA	ELQUI	VICUÑA	36	112	76	1985	30	2,53
QUELEN BAJO	CHOAPA	SALAMANCA	68	135	67	1988	27	2,48
BATUCO	CHOAPA	SALAMANCA	150	204	54	1993	22	2,45
ALCONES	LIMARI	OVALLE	107	119	12	2010	5	2,40
LA COMPAÑÍA	ELQUI	VICUÑA	66	110	44	1996	19	2,32
MINCHA SUR	CHOAPA	CANELA	60	133	73	1983	32	2,28
LA HIGUERILLA	CHOAPA	SALAMANCA	46	116	70	1983	32	2,19
PELICANA	ELQUI	LA SERENA	55	125	70	1983	32	2,19
Variación Anual Cuarto Cuartil								
LA SILLETA - LAS TURQUESAS	LIMARI	PUNITAQUI	134	149	15	2008	7	2,14
COLLIGUAY	CHOAPA	SALAMANCA	32	88	56	1988	27	2,07
VADO HONDO - EL	LIMARI	MONTE PATRIA	62	74	12	2009	6	2,00

Nombre del Servicio APR	Provincia	Comuna	N° de Arranques Iniciales	N° de Arranques Actuales	Variación Número de Arranques	Año Puesta en Marcha	Años de Funcionamiento	Variación Anual Número de Arranque
BARRANCO								
PUERTO ALDEA	ELQUI	COQUIMBO	85	105	20	2005	10	2,00
ALMIRANTE LATORRE	ELQUI	LA SERENA	40	64	24	2003	12	2,00
HUANTA	ELQUI	VICUÑA	50	82	32	1999	16	2,00
SAMO BAJO	LIMARI	OVALLE	25	69	44	1992	23	1,91
HUAMPULLA	LIMARI	RIO HURTADO	45	103	58	1984	31	1,87
TAMBILLOS	ELQUI	COQUIMBO	105	133	28	2000	15	1,87
RAMADILLA (LA PLAYA)	LIMARI	COMBARBALÁ	75	115	40	1993	22	1,82
EL MAITEN (Limarí)	LIMARI	MONTE PATRIA	40	79	39	1992	23	1,70
LOS POZOS	CHOAPA	CANELA	30	55	25	2000	15	1,67
EL ARENAL	ELQUI	VICUÑA	40	85	45	1985	30	1,50
LA HIGUERA	ELQUI	LA HIGUERA	420	465	45	1985	30	1,50
SANTA VIRGINIA	CHOAPA	ILLAPEL	70	83	13	2005	10	1,30
GRANEROS	LIMARI	PUNITAQUI	43	80	37	1985	30	1,23
QUEBRADA DE SANTANDER	LIMARI	RIO HURTADO	8	40	32	1988	27	1,19
LAS CARDAS	ELQUI	COQUIMBO	48	55	7	2009	6	1,17
TUNGA SUR	CHOAPA	ILLAPEL	70	100	30	1987	28	1,07
LOS TAPIAS	LIMARI	MONTE PATRIA	100	115	15	2000	15	1,00
LOS MORALES	LIMARI	MONTE PATRIA	143	157	14	1999	16	0,88
GUALLIGUAICA	ELQUI	VICUÑA	108	120	12	2000	15	0,80
SORUCO	LIMARI	COMBARBALÁ	74	86	12	1999	16	0,75
CARQUINDAÑO	CHOAPA	CANELA	30	33	3	2010	5	0,60
LOS CONDORES	CHOAPA	LOS VILOS	70	80	10	1997	18	0,56
LOS RULOS	CHOAPA	CANELA	72	78	6	2004	11	0,55
LA CANTERA	LIMARI	COMBARBALÁ	38	41	3	2007	8	0,38
LA CAPILLA	LIMARI	COMBARBALÁ	25	32	7	1993	22	0,32
TUNGA NORTE	CHOAPA	ILLAPEL	30	40	10	1983	32	0,31
ALGARROBO	LIMARI	OVALLE	56	60	4	1987	28	0,14
LA COLORADA	LIMARI	COMBARBALÁ	64	64	0	2010	5	0,00
EL HUACHO	LIMARI	COMBARBALÁ	120	98	-22	1992	23	-0,96
PROMEDIO								7,58