


Fall 2011

La Calidad y Accesibilidad del Agua Potable Rural Chile: Arica – Parinacota

Eileen Kapples
SIT Study Abroad

Follow this and additional works at: https://digitalcollections.sit.edu/isp_collection

 Part of the [Demography, Population, and Ecology Commons](#), [Inequality and Stratification Commons](#), [Natural Resources Management and Policy Commons](#), and the [Water Resource Management Commons](#)

Recommended Citation

Kapples, Eileen, "La Calidad y Accesibilidad del Agua Potable Rural Chile: Arica – Parinacota" (2011). *Independent Study Project (ISP) Collection*. 1168.
https://digitalcollections.sit.edu/isp_collection/1168

This Unpublished Paper is brought to you for free and open access by the SIT Study Abroad at SIT Digital Collections. It has been accepted for inclusion in Independent Study Project (ISP) Collection by an authorized administrator of SIT Digital Collections. For more information, please contact digitalcollections@sit.edu.

La calidad y accesibilidad del agua potable rural
Chile: Arica – Parinacota

Eileen Kapples
SIT Study Abroad
Programa: Salud Pública,
Medicina Tradicional y Empoderamiento de la Comunidad
Diciembre, 2011

Consejero: Dr. Alfredo Turra
Directora Académica: Rossana Testa, Ph.D

Abstract

The World Health Organization (WHO) affirms that clean drinking water is an essential resource and deems it a basic human right. The principle objective of this investigation is to study the quality and accessibility of drinking water in rural Chile, in the northern most region, XV Arica – Parinacota. Specific objectives include the investigation of the functioning and management of water services, determining the percentages of populations who do not have access to water services, and conducting analyses of the physical-chemical and bacteriological content of the water. The study was completed through interviews, observation, and visits to water systems and the government laboratory.

With respect to the accessibility of drinking water, the results show that of the 19 systems of rural potable water (APR), 3 serve the entire intended population. The systems that fail to supply water to the largest portion of the community leave between 200 and 400 people without safe drinking water. Additionally, the water systems were categorized in three groups, according to the functional status and operating conditions of each. The systems in the first group were those that function and were found to be in good conditions; this group included 36 percent of the systems. The second group, with 28 percent, included the systems that function but did not comply with the requirements of the Minister of Health. The systems in the third group, 36 percent, did not function. The results relating to the water quality show that there were elevated concentrations of specific chemical substances in the rural water systems including: arsenic, iron, manganese, total dissolved solids, nitrates, nitrites, and sulphates. Also, high concentrations of total bacterial colonies were identified in the water systems of Putre, the most rural district at the base of the Andes mountain range.

The conclusions drawn from the study suggest a strong correlation between the quality of the water system and the location and population size of the town. The most rural towns, with populations of fewer than 100 people, had water systems from categories 2 and 3. These systems also exhibited the worst water quality, with respect to the chemical and bacterial content.

Tabla de Contenidos

Reconocimientos	3
Lista de Tablas	4
Introducción	5
Objetivos	6
Objetivo General.....	6
Objetivos Específicos.....	6
Marco Teórico	7
La calidad del agua del consumo humano.....	7
Los planes de seguridad del agua (PSA).....	9
Sistemas de agua potable rural (APR).....	11
Métodos	13
Resultados	15
Discusión	22
Conclusión	25
Recomendaciones.....	25
Referencias	26
Apéndices	27
I. Tablas de los sistemas individuales de APR – Arica y Parinacota	
II. Tablas de comparación de los APRs	
III. Entrevistas	
IV. Fiscalización de los APRs	

Reconocimientos

Yo no podría haber realizado esta investigación sin un apoyo considerable. Me gustaría dar las gracias especialmente a la Sra. Rossana Testa, al Dr. Alfredo Turra, a la Sra. Paulina Cabezas, al Sr. Héctor Godínez, al Sr. Gustavo Meza y a la Sra. Regina Copa. Además, quiero agradecer a mi familia de acogida maravillosa por todo su apoyo y ánimo.

Lista de Tablas y Gráficos

<i>Tabla 1.</i> Agentes Patogénicos transmitidos por el agua y su importancia en los sistemas de abastecimiento de agua.....	8
<i>Tabla 2.</i> Clasificación de procesos de tratamiento del agua en función de su complejidad técnica y costo.....	11
<i>Tabla 3.</i> Los niveles elevados con respecto al análisis físico químico.....	15
<i>Tabla 4.</i> Resultados del análisis bacteriológico de los sistemas de APR.....	16
<i>Grafico 1.</i> El funcionamiento de los sistemas de agua potable rural (APR).....	18
<i>Tabla 5.</i> A.P.R. de la Provincia de Arica y Parinacota.....	19
<i>Grafico 2.</i> Población total v/s población abastecida.....	21

Introducción

El agua es un recurso muy importante para sostener la vida y también para asegurar la salud de la población global. La Organización Mundial de la Salud (OMS) afirma que el acceso del agua potable es algo esencial para toda la gente en todas partes del mundo. Por lo tanto, la OMS define este acceso al agua potable como “un derecho humano fundamental y un componente de una política eficaz de protección de la salud” (“Agua y salud”). Aunque toda la gente debe tener acceso al agua potable, es cierto que hay lugares, por cualquier razón, que no tienen este acceso.

El norte de Chile es una de las regiones más seca del mundo. La región XV, Arica y Parinacota, la cual está más al norte del país, es desértica y el clima es muy árido. Tiene el menor promedio anual de lluvia que es de 0,08 centímetros, el cual fue medido por un período de 59 años. El periodo seco y sin lluvias más prolongando en la región Arica – Parinacota duró 14 años (“Lluvias”). Como indican estas estadísticas hay muy poca lluvia y por lo tanto, la disponibilidad de agua es limitada. Este acceso limitado del agua es peor para la gente que vive en lugares rurales. Las personas que viven muy lejos de las ciudades no pueden tomar agua del mismo sistema y requieren su propio sistema de agua potable. Sin embargo, estos sistemas son caros y no son factibles para comunidades tan pequeñas con solamente, por ejemplo, treinta personas. Además existen lugares tan remotos donde la gente no tiene acceso al sistema de agua potable.

Por otra parte, es la cuestión de la calidad del agua potable. La OMS tiene las guías oficiales para la calidad del agua potable y en las últimas décadas la organización ha publicado tres ediciones más recientes para asegurar la salud de la gente a través del agua que se bebe (“Guías del agua potable”). En Chile, el Ministerio de Salud y los Ministerios Regionales de Salud tienen como objetivo la promoción de la salud de la población y la prevención de las enfermedades. Con respecto al agua, el papel de la Organización es asegurar que el agua sea potable, “todo servicio de agua potable deberá proporcionar agua de buena calidad y en cantidad suficiente para abastecer satisfactoriamente a la población que le corresponde atender” (“Subsecretaría de la Salud Pública”). Hay regulaciones específicas para asegurar que el agua destinada al consumo humano es potable. Esta agua no debe contener elementos o sustancias químicas, elementos radioactivos o sustancias orgánicas en concentraciones totales mayores que

las indicadas en las tablas en el *Reglamento de los servicios de agua destinados al consumo humano* (“Reglamento de los servicios de agua”).

Objetivos

Objetivo General

Estudiar la calidad del agua potable y el acceso al agua que tiene la gente de pueblos rurales en la región de Arica – Parinacota, del norte de Chile.

Objetivos Específicos

El primer objetivo específico es conocer cómo funciona el sistema de agua potable que usa la gente de lugares más rurales. Además del análisis de las condiciones y la funcionalidad de los sistemas de agua, este objetivo incluye la identificación de la gestión y la supervisión de los sistemas. El segundo objetivo específico es estudiar la manera en que se asegura que el agua es potable. Este objetivo incluye un análisis del contenido físico químico y bacteriológico del agua. Por fin, el tercer objetivo específico es para conocer el acceso real que tiene la gente de partes rurales a los sistemas de agua potable. Este objetivo incluye la indagación de que personas tienen acceso, quiénes no lo tienen, por qué ellos no tienen y que beben las personas que no tienen el acceso.

Marco Teórico

En el año 1958 la Organización Mundial de Salud elaboró su primera guía dedicada al agua potable: *Las normas internacionales para el agua potable*. Desde ese tiempo la organización ha actualizado el documento y también publicado otra guía para complementar la primera: *Guías para la calidad del agua potable*. La más reciente, la cuarta edición, fue publicada este año. Este documento incluye las normas relativas a todos los aspectos del agua potable: la calidad del agua, el contenido químico, bacteriológico y microbiano, aspectos radiológicos, finalmente planes de seguridad del agua y la gestión de los sistemas. El objetivo de las guías es presentar estrategias, normas nacionales o regionales y requisitos sobre el contenido del agua para proteger la salud de los consumidores. Mientras las guías describen requisitos específicos sobre límites máximos de químicos y microorganismos, también se nota que las condiciones específicas del lugar deben ser consideradas cuando se establecen límites concretos. (“Guías del agua potable”). La finalidad de las guías es mejorar la calidad del agua potable y prevenir las enfermedades relacionadas con la contaminación del agua.

Calidad del agua de consumo humano

Respecto a la calidad del agua, hay tres categorías específicas que son importantes para considerar, los agentes microbianos, los químicos y aspectos radiológicos. Primero está el riesgo microbiano del agua, que es el problema más común y generalizado asociado con el agua potable. La contaminación del agua de los excrementos humanos y animales causa problemas con microbios porque las heces pueden ser una fuente de bacterias patogénicas, virus y parásitos, como protozoos y helmintos (“Guías del Agua Potable”). Estos microorganismos son peligrosos porque causan enfermedades infecciosas y también pueden multiplicarse rápidamente en agua tibia. Por lo tanto, es importante prevenir este tipo de contaminación porque tiene la capacidad de infectar comunidades enteras o grandes porcentajes de una población. Para combatir problemas este tipo de contaminación, las Guías recomiendan una estrategia de barreras múltiples con un énfasis en la prevención. En vez de un enfoque en el tratamiento del agua, hay una prioridad a reducir la entrada inicial de los agentes perjudiciales. Las barreras recomiendan para ejecutar esta estrategia incluso: la protección de fuentes de tratamiento apropiado que se hace correctamente y la mantención de la infraestructura del sistema de agua (“Guías del Agua Potable”).

Tabla 1. Agentes patógenos transmitidos por el agua y su importancia en los sistemas de abastecimiento de agua.

Agente patógeno	Importancia para la salud	Persistencia en los sistemas de abastecimiento de agua ^a	Resistencia al cloro ^b	Infectividad relativa ^c	Fuente animal importante
Bacterias					
<i>Burkholderia pseudomallei</i>	Baja	Puede proliferar	Baja	Baja	No
<i>Campylobacter jejuni</i> , <i>C. coli</i>	Alta	proliferar	Baja	Moderada	Sí
<i>Escherichia coli</i> patógena ^d	Alta	Moderada	Baja	Baja	Sí
<i>E. coli</i> enterohemorrágica	Alta	Moderada	Baja	Alta	Sí
<i>Legionella</i> spp.	Alta	Moderada	Baja	Moderada	No
Micobacterias no tuberculosas	Baja	Prolifera	Alta	Baja	No
<i>Pseudomonas aeruginosae</i>	Moderada	Prolifera	Moderada	Baja	No
<i>Salmonella typhi</i>	Alta	Puede proliferar	Baja	Baja	No
Otras salmonelas	Alta	proliferar	Baja	Baja	Sí
<i>Shigella</i> spp.	Alta	Moderada	Baja	Moderada	No
<i>Vibrio cholerae</i>	Alta	Puede proliferar	Baja	Baja	No
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Alta	proliferar	Baja	Baja	Sí
Virus					
Adenovirus	Alta	Larga	Moderada	Alta	No
Enterovirus	Alta	Larga	Moderada	Alta	No
Virus de la hepatitis A	Alta	Larga	Moderada	Alta	No
Virus de la hepatitis E	Alta	Larga	Moderada	Alta	Potencialmente
Norovirus y sapovirus	Alta	Larga	Moderada	Alta	Potencialmente
Rotavirus	Alta	Larga	Moderada	Alta	No
Protozoos					
<i>Acanthamoeba</i> spp.	Alta	Larga	Alta	Alta	No
<i>Cryptosporidium parvum</i>	Alta	Larga	Alta	Alta	Sí
<i>Cyclospora cayetanensis</i>	Alta	Larga	Alta	Alta	No
<i>Entamoeba histolytica</i>	Alta	Moderada	Alta	Alta	No
<i>Giardia intestinalis</i>	Alta	Moderada	Alta	Alta	Sí
<i>Naegleria fowleri</i>	Alta	Puede proliferar ^f	Alta	Alta	No
<i>Toxoplasma gondii</i>	Alta	Larga	Alta	Alta	Sí
Helmintos					
<i>Dracunculus medinensis</i>	Alta	Moderada	Moderada	Alta	No
<i>Schistosoma</i> spp.	Alta	Corta	Moderada	Alta	Sí

Guías para la calidad del agua potable 2011, OMS

En segundo lugar, con respecto a la calidad del agua, es el contenido de químicos. Por lo general, la presencia de químicos en el agua es menos peligrosa que los agentes patogénicos. Esto es porque los químicos no pueden causar un gran efecto en la salud de la gente en el corto plazo. La gente tiene que beber el agua durante un largo periodo de tiempo para sufrir efectos negativos. Por eso, cuando se detectan niveles elevados de químicos en el agua, hay tiempo para solucionarlos antes que toda la gente se enferme. Sin embargo, muchos de los químicos que se encuentran en el agua pueden ser peligrosos a largo plazo. Niveles altos de fluoruro pueden causar manchas en los dientes y también fluorosis, ósea incapacitante en casos más graves. Concentraciones altas de arsénico pueden causar cáncer o lesiones cutáneas. El contenido elevado de nitratos y nitritos, como resultado de la filtración de aguas residuales o fertilizantes, está relacionada a la metahemoglobinemia. Por último, la presencia de plomo en el agua potable, se debe a las aguas corrosivas o cañerías y otras partes del sistema físico, puede causar efectos neurológicos perjudiciales (“Guías del Agua Potable”). Además, si hay una concentración sumamente elevada de un químico peligroso, por causa de una explosión o una contaminación

masiva accidental, los químicos pueden causar malos efectos en la salud de la gente. No obstante, si hay niveles de químicos tan altos, es probable que las propiedades del agua, como el sabor y el olor, disuadirá a las personas de beber el agua.

En tercer lugar, hay el riesgo de la presencia de radionúclidos en el agua. Hay varias maneras en que el agua puede ser expuesta a fuentes de la radiación. A veces hay sustancias radioactivas de origen natural, como resultado de la desintegración del torio o uranio. También procesos tecnológicos y radionúclidos manufacturados pueden ocasionar en desechos que contaminan el agua del consumo. Las guías no presentan valores de referencia formales para los radionúclidos, en su lugar se incluye un análisis de la radioactividad alfa total y beta total, con umbrales generales (“Guías del Agua Potable”). La mayoría de la contaminación radiológica en el agua potable procede de un gas radioactivo, el radón. La presencia del radón, así como los otros radionúclidos, puede causar impactos negativos sobre la salud, especialmente cáncer de pulmón. Por lo general, problemas con niveles elevados de radionúclidos son más graves en aguas subterráneas que en aguas superficiales. Es por la diferencia de los radionúclidos de las aguas subterráneas, que el radón de aguas superficiales puede liberarse fácilmente (“Guías del Agua Potable”). Por eso, hay un contenido más alto y concentrado de los radionúclidos en las fuentes subterráneas que en las superficiales.

Planes de seguridad del agua

Además de las normas de la calidad del agua del consumo, las *Guías para la calidad del agua potable* de la OMS presentan “planes de seguridad del agua” (PSA). La meta de los planes es para organizar y sistematizar la gestión de los sistemas del agua potable y explicar prácticas para asegurar que los sistemas funcionan correctamente y de una manera eficiente. Estos planes consisten en tres partes importantes: la evaluación y diseño de sistemas, la protección de la fuente y los recursos y el tratamiento del agua (“Guías del Agua Potable”).

La primera etapa de la PSA es el diseño y la evaluación del sistema. Las Guías de la OMS recomiendan un equipo multidisciplinario de expertos con conocimiento sobre el tratamiento y distribución del agua. En la PSA se explican papeles y responsabilidades específicas para cada miembro del equipo, pero lo que es más importante es la coordinación entre los profesionales, con el fin colectivo de proteger la salud pública. La evaluación es muy importante para la gestión de riesgos y la identificación de los peligros potenciales. Se define un peligro como “un agente biológico, químico, físico o radiológico con capacidad para ocasionar daños” y un riesgo como

“la probabilidad de que los peligros identificados ocasionen daños a las poblaciones expuestas en un plazo temporal especificado, incluida la magnitud del daño o de sus consecuencias” (“Guías del Agua Potable”). Además, se notan que típicamente es mejor enfocarse en medidas de prevención que en infraestructuras complejas de tratamiento.

La segunda etapa consiste en la protección de la fuente y los recursos. Esta protección es beneficiosa porque ayuda a prevenir la contaminación del agua y por eso el agua requerirá menos tratamiento. Primero es necesario definir los riesgos. Hay dos factores que influyen en la calidad del agua, factores naturales y factores derivados del uso humano. Los factores naturales incluyen la flora, fauna, clima, topografía y geografía. Los factores humanos son fuentes puntuales, como aguas residuales, que pueden contener patógenos peligrosos. También se incluyen fuentes no puntuales, como el agua de escorrentía agrícola o urbana, que pueden contener químicos de pesticidas u otras sustancias (“Guías del Agua Potable”). Con respecto a la protección del agua contra estos contaminantes, las Guías recomiendan la implementación de un plan de gestión para proteger ambas las aguas superficiales y subterráneas. Este plan incluye un registro de químicos utilizados en el proceso de captación del agua, ajuste del pH, control del perímetro para prevenir actividades humanas e inspecciones periódicas. Para el agua de embalses, la preocupación principal son los agentes microbianos, los cuales vienen de excrementos. Con frecuencia en estas aguas, la solución es la sedimentación e inactivación de los microorganismos y también la desinfección a través de la radiación solar ultravioleta. Mientras la mayoría de los microorganismos no sobreviven por causa de estas condiciones, hay otros como los virus y protozoos que pueden vivir meses. Para el agua de fuentes subterráneas, se debe proteger el acuífero y la parte superior del pozo para eliminar la contaminación y también asegurar que la infraestructura física está en buenas condiciones (“Guías del Agua Potable”).

La tercera etapa del plan de seguridad del agua (PSA) es el tratamiento del agua. Esta etapa empieza con la determinación de los contaminantes y continúa con las medidas de control; la desinfección y la extracción física de factores de peligro. Primero están los procesos de coagulación, floculación, sedimentación y filtración, los cuales son responsables de la eliminación de partículas, incluyendo los microorganismos como bacterias, virus y protozoos. No es probable que las operaciones introduzcan nuevos riesgos microbianos, pero es posible si no se hace el procedimiento con cuidado. También se usan procesos de filtración: filtración granular, filtración lenta en arena, filtración de precapa y la filtración de membrana (“Guías del

Agua Potable”). Estos son efectivos y en ciertos casos pueden funcionar como el único tratamiento para la eliminación de agentes patogénicos. Además, la gran mayoría de los sistemas de purificación del agua de consumo requiere la adición de un desinfectante. La cloración es el desinfectante más común para limpiar el agua; funciona bien matando las bacterias y también es bastante útil en la inactivación de los virus. Otros métodos que funcionan de la misma manera que el cloro como la ozonización, la radiación ultravioleta y la adición de dióxido de cloro (“Guías del Agua Potable”). La tabla siguiente, creado por la OMS, presenta los procesos de tratamiento. Los métodos más complejos, con respecto a su instalación u operación, tienen categorías mayores. El proceso de cloración simple, es lo menos complejo.

Tabla 2. Clasificación de procesos de tratamiento del agua en función de su complejidad técnica y costo

Categoría	Ejemplos de procesos de tratamiento
1	Cloración simple Filtración sencilla (rápida o lenta, en arena)
2	Precloración y filtración Aeración
3	Coagulación química Optimización de procesos para el control de los SPD
4	Tratamiento con carbón activado granular (CAG) Intercambio de iones
5	Ozonización
6	Procesos de oxidación avanzados Tratamiento con membranas

Organización Mundial de Salud, 2011

Sistemas de Agua Potable Rural (APR)

En Chile, hay servicios especiales de agua potable que abastecen de agua a las poblaciones en las zonas rurales. Estos se llaman sistemas de agua potable rural (APR) y son ubicados en lugares considerados rurales o agrícolas por el Plan Regulador con respecto a la planificación territorial (“Agua potable rural”). De acuerdo con la Superintendencia de Servicio Sanitarios, los sistemas de APR no son regulados por un institución legal, ni tampoco tienen que cumplir con normas o requisitos; “no cuentan con una regulación jurídica - institucional y no están sujetos al cumplimiento del régimen de concesiones sanitarias” (“Agua potable rural”). En vez de este tipo de regulación, los sistemas forman un comité o cooperativa. El Ministerio de Salud, por medio de la Seremi de Salud, les dan los permisos de funcionamiento a los sistemas de APR. Aparte de esto, los sistemas tienen que cumplir con los requisitos establecidos por el Ministerio de Obras Públicas (MOP) en el tarifa *Título III, D.F.L. MOP N° 382/88* (“Agua

potable rural”). Las normas se enfocan en la calidad de los sistemas de punto de vista técnico. Por ejemplo, se tiene como objetivo asegurar que los estanques de acumulación están en buenas condiciones, todas las cañerías están funcionando, etcétera. Sin embargo, todavía el papel de la gestación administrativa y técnica pertenece al comité o la comisión del pueblo. Por lo tanto, la Superintendencia de Servicios Sanitarios no tienen la autoridad para interferir o influir en la fiscalización.

La Subsecretaría de Salud Pública es la organización del gobierno de Chile que tiene como objetivo la protección de la salud pública y es responsable de asegurar que se cumplan los objetivos sanitarios (“Calidad del agua potable”). Hay también unidades regionales debajo de la Subsecretaría de Salud que trabajan para mejorar la calidad del vida, a través de acciones de vigilancia, control y fiscalización; la de Arica se llama Seremi Región Arica – Parinacota. Una meta de la Seremi, llevado a cabo por el Departamento de Acción Sanitaria, es la determinación de riesgos de saneamiento básico, incluyendo el agua potable. Se monitorean y controlan la calidad del agua potable en el Laboratorio Ambiental y Ocupacional. En el laboratorio se hacen pruebas para determinar el contenido físico químico y bacteriológico del agua y analizar los resultados (“Departamento de Acción Sanitaria”).

Metodología

El diseño del estudio es una investigación no experimental. La investigación fue realizada a través de la observación de las condiciones que ya existen, sin manipular deliberadamente variables. También es una investigación transversal, descriptiva; sin el análisis de los cambios en las variables a través del tiempo, con un enfoque en el estudio de la incidencia y los valores que manifiestan las variables y proporcionando descripciones.

La investigación fue llevada a cabo en la región del norte del Chile, Arica – Parinacota, en la ciudad capital, Arica. Tuvo lugar durante cuatro semanas. El estudio está enfocado en la gente de la región Arica – Parinacota que vive en lugares rurales donde no tiene acceso al sistema de agua de una ciudad. Sin embargo, para investigar esta tema, se estudiaron los sistemas de agua potable rural, no la gente. Por lo tanto, la población de la investigación son los sistemas de APR. La muestra fueron los sistemas de APR de comunas Arica y Putre.

Durante la investigación varios instrumentos técnicos se usaron para la recolección de información. Los dos instrumentos principales fueron las entrevistas y la observación. En primer lugar, había entrevistas preliminares con los profesionales que trabajan con sistemas de agua potable. En segundo lugar, había un tiempo de revisión de la literatura pertinente al tema. En la oficina de la Seremi de Salud, Departamento de Acción Sanitaria, había cuadernos sobre los sistemas de agua potable de cada ciudad y pueblos de la región Arica – Parinacota. Por lo tanto, esta parte de la investigación fue realizada a través de la lectura de los cuadernos, los cuales contienen información sobre la calidad del agua, con respecto al contenido químico y bacteriológico, y las condiciones físicas del sistema. En tercer lugar, durante la etapa final del estudio, se realizaron visitas a algunos de los sistemas de agua potable rural (APR) para ver cómo funcionan y como se hacen las pruebas de agua en el campo. Además, durante este tiempo se realizaron más entrevistas, con la gente que trabaja en los sistemas de APR, en la Seremi de Salud y en los laboratorios.

Con respecto al diseño de análisis, hay dos aspectos: el análisis de la literatura y el análisis de las entrevistas, observaciones y visitas. La literatura fue estudiada con el fin de establecer los problemas con la calidad del agua y las condiciones y funcionamiento de los sistemas físicos. Los resultados sobre la calidad del agua son cuantitativos mientras los de las condiciones y funcionamiento son cualitativos. Los dos resultados fueron puesto en tablas que aparecen en *Apéndices I y II*. Las entrevistas, observaciones generales y visitas fueron analizadas

de una manera cualitativa. Algunas complementaron información de la literatura y otras fueron fuentes de nuevos hechos y opiniones sobre los temas. La información de estos técnicos fue en gran parte sobre la organización regional del sistema de APR, los papeles de la gestión de los sistemas y el acceso que tiene la gente al agua potable.

Por fin, esta investigación cumple con las normas éticas. La validez interna del estudio fue mantenido a través del buen control de entrevistas, la observación repetida y la triangulación. Además, la privacidad de los informantes fue protegida y el campo no fue manchado por causa de la investigación.

Resultados

Con respecto a la calidad del agua de los sistemas de APR, hay dos aspectos a considerar: el contenido físico químico y el contenido bacteriológico. Primero, el análisis físico químico de los sistemas. Para cada APR hay tablas con los límites máximos, límites de detección y las concentraciones medidas de los elementos y sustancias químicas potencialmente perjudiciales para la salud. Las tablas completas de cada sistema de APR pueden ser encontrados en los *Apéndices I y II*. Se encontró niveles elevados de las sustancias químicas: arsénico, cloruros, cloro libre residual, cadmio, hierro, manganeso, sólidos disueltos totales y sulfatos. También en algunos casos el pH y el color verdadero no cumplieron con los respectivos rangos de concentración. *Tabla 3* presenta un resumen de las sustancias químicas que se encontró en niveles elevados. También, incluido en la tabla están los sistemas de APR donde se encontraron los químicos con concentraciones altas y las fechas de las muestras.

Tabla 3. Los niveles elevados con respecto a la análisis físico químico.

APR Localidad	Fecha de Muestra	Química	Limite Máximo (mg/L)	Concentración Medida (mg/L)
Cerro Sombrero	06/2009	Cloruros (Cl ⁻)	400,0	593,3
Valle de Lluta	06/2009	Cloruros (Cl ⁻)	400,0	513,0
San Miguel	05/2006	Cloruros (Cl ⁻)	400,0	518,0
		SDT	1500,0	1.846
		Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	500,0	350,0
	10/2008	Compuestos fenólicos	-	<LD
		Cloro libre residual	-	0,14
		SDT	1500,0	1,51x10 ³
Sobraya	06/2009	-	-	-
Putre	06/2009	Arsénico (As)	0.01	0,136*
Socoroma	04/2006	Cadmio (Cd)	0.01	0,16
		Cloruros (Cl ⁻)	400,0	617,0
		Hierro (Fe)	0,3	0,8
		Manganeso (Mn)	0,1	0,73
	12/2007	Manganeso (Mn)	0,1	1,18
		SDT	1500,0	744,0
		Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	500,0	628,0
06/2009	Hierro (Fe)	0,3	0,51	
	Manganeso (Mn)	0,1	1,65	
	pH @ 19,0°C	-	4,35	
Ticnamar	04/2006	Color verdadero	20	27
		Hierro (Fe)	0,3	6,6
		Manganeso (Mn)	0,1	0,73
		pH @ 19,4°C	-	4,41
Chapiquiña	06/2007	Color verdadero	20	20**

Belén	04/2006	Flur @ 25°C Hierro (Fe)	- 0,3	0,26 0,65
-------	---------	----------------------------	----------	--------------

* La concentración elevada de arsénico en el sistema de Putre fue corregido el mismo día que fue encontrado. Después de dos horas otra muestra fue tomada y el nivel de arsénico fue normal.

**La concentración medida de color verdadero de Chapiquiña no era mayor que el límite máximo. Sin embargo, tuvo el mismo valor del límite y por eso es relevante.

Además de la calidad físico química, existe el contenido bacteriológico de los sistemas de agua. Incluido en el análisis bacteriológico son dos pruebas distintas, para medir el nivel de coliformes totales y para medir el nivel de coliformes fecales. Durante este análisis se hacen tres diluciones con 3, 4 o 5 tubos con la muestra de agua. El uso de 5 tubos es lo mejor, pero 4 son suficiente también; no se deben usar solo 3 tubos, porque es menos exacto y los resultados serán imprecisos y poco fidedignos. Después se comparan los resultados positivos de cada disolución en una tabla estadística para identificar el contenido total de la bacteria en la muestra. Lo máximo que se permite es 5,0 colonias de coliformes. Si el número más probable (NMP) es superior de 5,0 significa que hay un contenido demasiado alto de la bacteria en el agua. Los resultados de la investigación muestran que solamente había contenidos elevados de coliformes totales; los contenidos de coliformes fecales eran normales. Además, los sistemas con concentraciones altas de coliformes están ubicados en la comuna Putre, la cual es de la provincia Parinacota. Se pueden encontrar los resultados de la análisis bacteriológico en la tabla siguiendo, *Tabla 4.*

Tabla 4. Resultados del análisis bacteriológico de los sistemas de APR.

APR Localidad	Comuna	Fecha de muestra (más reciente)	NMP coliformes totales/100mL	NMP coliformes fecales/100mL
Cerro Sombrero	Arica	06/2009	< 2	< 2
Lluta	Arica	06/2009	< 2	-
San Miguel	Arica	10/2008	-	-
Sobraya	Arica	06/2009	< 2	-
Putre	Putre	11/2008	< 2	< 2
Socoroma	Putre	07/2007	4,5	< 2
			9,3	< 2
Ticnamar	Putre	03/2008	11	< 2
Chapiquiña	Putre	04/2008	23	< 2
Belén	Putre	09/2005	23	< 2

Con respecto a los sistemas de agua potable rural, pueden ser clasificados en tres categorías: los que funcionan bien y están en buenas condiciones, las que funcionan pero no están en buenas condiciones y las que no funcionan. Estas categorías fueron basadas en las fiscalizaciones de los sistemas de APR por la Seremi de Salud, específicamente el Departamento de Acción Sanitaria. Los resultados de las evaluaciones de cada sistema son apuntadas en la lista de verificación del fiscalizador. Los sistemas de la primera categoría cumple con la mayoría de los requisitos, faltando menos de 5 requisitos. Los sistemas que faltan más de 5 requisitos son puestos en la segunda categoría. Se puede ver las evaluaciones en *Apéndice IV*.

En la lista de verificación hay requisitos sobre todos en los aspectos del sistema de APR, incluyendo secciones de las fuentes y captación del agua, estanques de acumulación, tratamientos del agua, red de distribución del sistema y calidad del agua. Dentro de la primera categoría, fuentes y captación, hay dos subcategorías: fuentes subterráneas y fuentes superficiales. En estas secciones el enfoque es la protección de la fuente. Hay preguntas sobre que tipo de elementos constructivos hay que impidan la contaminación por el ingreso de escurrimientos superficiales. Del mismo modo hay requisitos que aseguran que los sistemas no son expuestos a la contaminación por humanos ni animales. Se logran esto con cierres perimetrales en buenas condiciones, aseguradas por un candado. También es importante que el área sea libre de contaminantes como excrementos, basura, etc. La segunda sección se enfoca en las condiciones de los estanques de acumulación. Esta sección incluye que todas las cañerías y otros elementos físicos del sistema están funcionando y están en buenas condiciones. La tercera categoría, la de tratamientos, determina si el sistema cumple con los requerimientos del DS 594/98 y también los tipos de tratamientos usados (cloración, fluoración o otros).

Los sistemas categorizados están “funcionando en buenas condiciones” cumplieron con todos los requisitos o tuvieron pocos problemas de la primera sección. En los sistemas categorizados como “funcionando no en buenas condiciones” había más problemas y se fueron extendiendo por todas partes de la evaluación. Las secciones con la mayor cantidad de problemas fueron la de las fuentes y captación y los estanques de acumulación. Después de estas fueron las secciones de tratamientos y la red de distribución.

Los sistemas de APR de la primera categoría, que funcionan bien y están en buenas condiciones, son los sistemas de Cerro Sombrero, Valle de Lluta, San Miguel, Sobraya y Putre. Estos son los sistemas con las poblaciones más grandes y también, la mayoría de estos sistemas

están ubicados cerca de la ciudad de Arica. Los sistemas de la segunda categoría, los que funcionan pero no están en buenas condiciones, incluyen Socoroma, Ticamar, Chapiquiña y Belén. Los sistemas que no funcionan son Illapata, Esquiña, Guallatire, Alcerreca y Visviri. Se presentan los porcentajes de los sistemas de cada categoría en *Grafico 1*. Además, la *Tabla 5* muestra el funcionamiento de los sistemas, la ubicación del sistema y la población que servía al sistema.

Grafico 1. El funcionamiento de los sistemas de agua potable rural (APR).

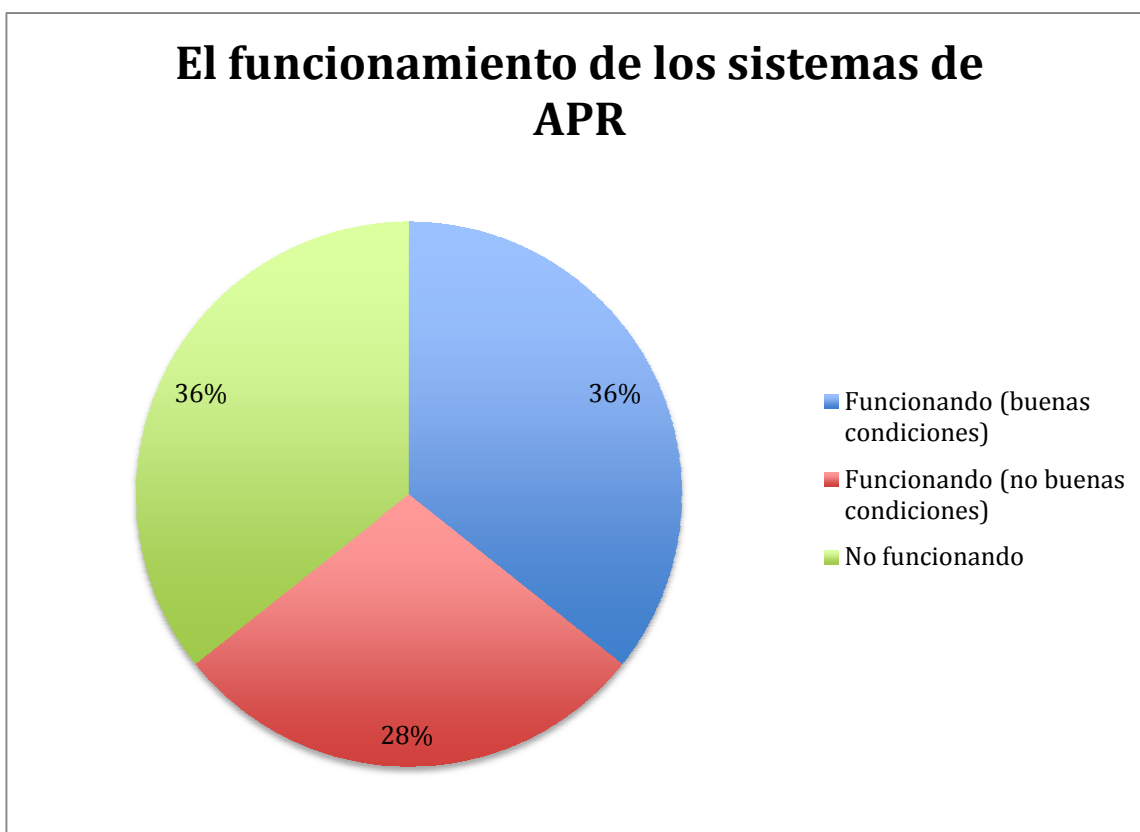


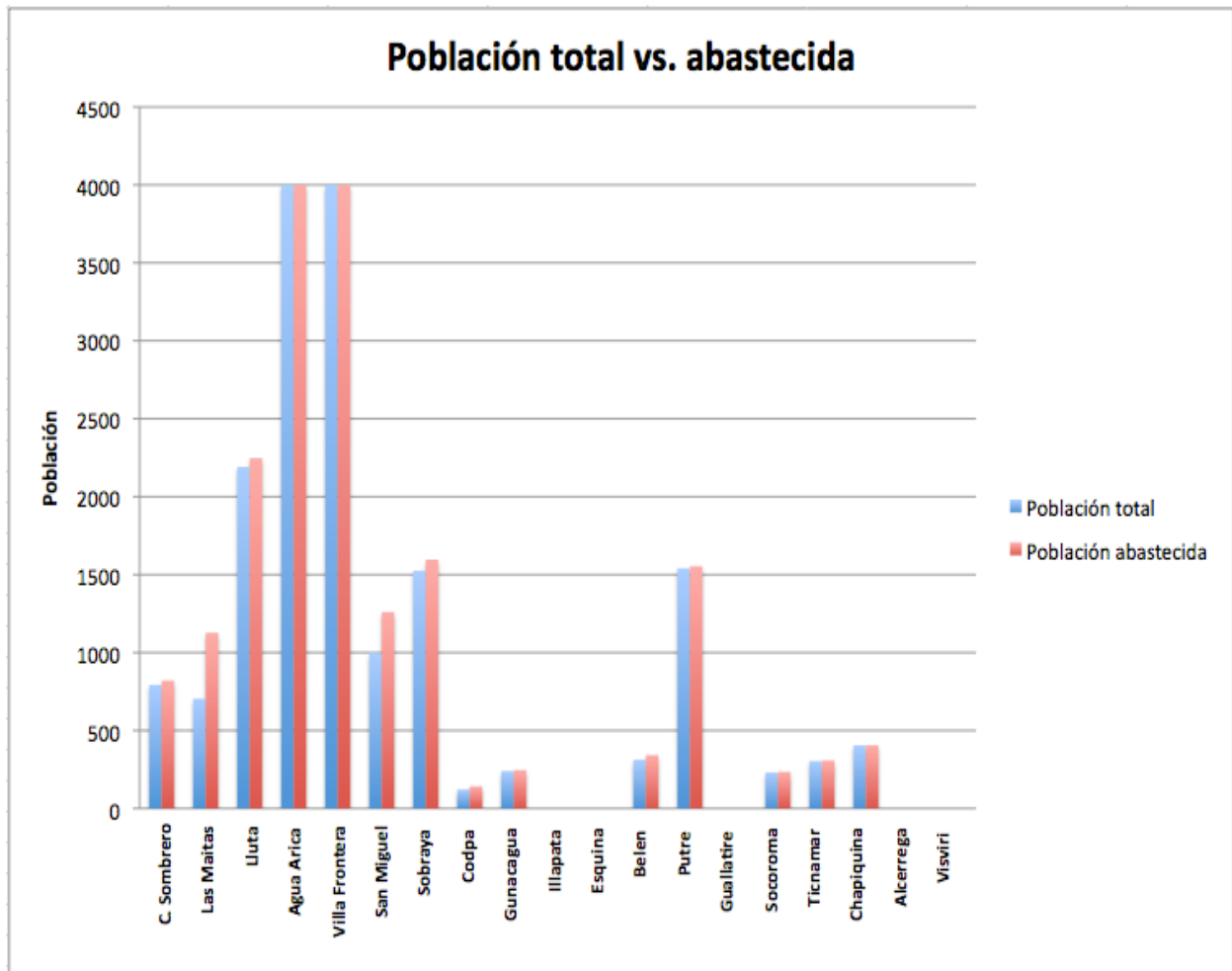
Tabla 5. A.P.R. de la Provincia de Arica y Parinacota

	Provincia	Comuna	Servicio	Localidad	Año Marcha	Población		Funcionamiento
						Total	Abastecida	
1	Arica	Arica	Cerro Sombrero	Cerro Sombrero	1992	820	792	Funcionando
2	Arica	Arica	Las Maitas	Las Maitas	1999	1127	704	Funcionando
				Alto Ramirez				
3	Arica	Arica	Lluta	Linderos	1998	2247	2190	Funcionando
				Poconchile				
				Sta. Rosa				
				Chacabuco				
				El Morro				
				A. Jordan				
				Porvenir				
				Valle Hermoso				
4	Arica	Arica	Agua Arica	Villa Frontera	1998	4000	4000	Funcionando
5	Arica	Arica	Villa Frontera	Villa Frontera	2009	4000	40000	Funcionando
6	Arica	Arica	San Miguel	San Miguel	1985	1260	998	Funcionando
7	Arica	Arica	Sobraya	Sobraya	1999	1596	1524	Funcionando
8	Arica	Camarones	Codpa	Codpa	1985	142	122	Funcionando
				Ofragia				
9	Arica	Camarones	Guañacagua	Guañacagua	1984	246	240	Funcionando
10	Arica	Camarones	Illapata	Illapata	2004	0	0	No funcionando
11	Arica	Camarones	Esquiña	Esquiña	2006	0	0	No funcionando
12	Parinacota	Putre	Belén	Belén	1984	342	312	Funcionando
13	Parinacota	Putre	Putre	Putre	1983	1554	1540	Funcionando
14	Parinacota	Putre	Guallatire	Guallatire	2003	0	0	No funcionando
15	Parinacota	Putre	Socoroma	Socoroma	1985	235	230	Funcionando
16	Parinacota	Putre	Ticnamar	Ticnamar	1984	308	304	Funcionando
17	Parinacota	Putre	Chapiquiña	Chapiquiña	2004	405	405	Funcionando
18	Parinacota	Putre	Alcerreca	Alcerreca	2000	0	0	No funcionando
19	Parinacota	G. Lagos	Visviri	Visviri	1984	0	0	No funcionando

Aparte de la lista de verificación del fiscalizador del departamento de la Seremi, el otro método de evaluar a los sistemas, es a través del “Informe de Fiscalización” de los sistemas de APR. Este informe, como la lista de verificación, es completada por el fiscalizador, de la unidad de Salud Ambiental, del Departamento de Acción Sanitaria. El documento contiene observaciones y comentarios sobre el funcionamiento del sistema de APR. También incluye sugerencias sobre las acciones necesarios para arreglar los problemas que se encuentran y noticias sobre el progreso de los trabajos que se están haciendo. La información presentada en el informe es consistente con las observaciones apuntadas en la lista de verificación y muchas veces las dos comparten datos. Las observaciones más comunes entre los sistemas: falta de protección de la fuente del agua (pozo o vertiente), cierre perimetral que no inhibe la entrada de gente o animales, las condiciones malas de los cañerías, y otros. Como el estatus de funcionamiento de los sistemas, los sistemas con problemas más graves y los con trabajo de mantenimiento menos frecuente de acuerdo a los informes son los sistemas de la comuna Putre. Aparte del contenido de los informes, hay una irregularidad en lo que se refiere a las fechas de los informes. Hay instancias cuando a los sistemas le faltan fiscalizaciones y a veces hay años entre controles de los sistemas. Se puede encontrar los resultados de los informes en *Apéndice 5*.

Además de la clasificación del funcionamiento de los sistemas de APR, está la cuestión del porcentaje de la gente abastecida por el servicio de agua. Tres sistemas de APR abastecen agua potable a todo la población. Los otros sistemas no sirven a la comunidad entera. Los sistemas que faltan con mayores márgenes son el Valle de Lluta y San Miguel con faltas de 423 y 262 personas respectivamente. Los sistemas que no suministran porciones más pequeñas de sus comunidades son Ticnamar, Socoroma y Guñacagua; faltan 4, 5 y 6 personas respectivamente. La relación entre la población total y la población abastecida para cada sistema fue trazada en *Grafico 2*.

Grafico 2. Población total v/s población abastecida.



Discusión

El agua potable en los pueblos rurales de la región Arica – Parinacota contiene concentraciones de sustancias químicas y bacterias que son mayores que los límites especificados en la Norma Chilena (N 409.1) y en las guías de la OMS. Del punto de vista físico químico, la mayoría de las sustancias en altas concentraciones no son inmediatamente perjudiciales a la salud. Por ejemplo, aunque hay altos contenidos de cloruros, sulfatos, sólidos disueltos totales (SDT), hierro y manganeso, las concentraciones no presenta un riesgo a la salud porque no se puede causar enfermedades o efectos nocivos en el cuerpo humano. Por lo tanto, estos no son peligrosos. La mayoría de la gente prefiere agua blanda, sin sabor, porque a ellos les gusta más, pero no es porque el agua es mucho más saludable. En realidad, esta agua dura, agua con un alto contenido de minerales, es peor para la limpieza doméstica y el proceso de baño. El jabón forma un precipitado que es difícil de lavar el pelo o platos. Mientras esto puede ser frustrante, no es un riesgo real a la salud. Sin embargo, hay ciertos químicos que son peligrosos cuando se excede de los límites máximos. El elemento más peligroso en concentraciones elevadas es el arsénico y sí puede causar enfermedades en la gente, específicamente cáncer. Además, los otros elementos y sustancias químicas que no son muy peligrosas tampoco son buenas en el agua potable y pueden causar daño a largo plazo. Por eso, es importante que se regulen estos niveles y tratar de bajarlos. Además, todavía estos niveles no deben ser superiores de los límites de la Norma Chilena porque el gobierno afirma que el agua destinada al consumo humano no debe contener concentraciones superiores que los límites especificados.

En algunos de los sistemas de agua potable en los pueblos rurales de la región Arica – Parinacota hay concentraciones elevadas de colonias de bacterias. Del punto de vista de la salud pública, esto es más importante que contenidos altos de la mayoría de las sustancias químicas. Primero, la bacteria puede crecer y multiplicarse y por eso contaminar un suministro de agua más grande y también afectar a un mayor porcentaje de la población. Es peligroso porque los coliformes pueden causar enfermedades gastroenterológicas y enfermedades infecciosas. Lo que es significativo sobre los resultados de los análisis bacteriológicos es que no había problemas con concentraciones altas de bacterias en ninguno de los sistemas de la comuna Arica, que incluye la ciudad central Arica y por lo tanto es más cerca del centro urbano. Los sistemas de APR con concentraciones elevadas de bacterias fueron de la misma comuna, Putre. La comuna de Putre

está ubicada en la precordillera de los Andes, lejos de la ciudad capital, Arica. La ciudad más grande de la comuna, con el mismo nombre, no tenía problemas con la bacteria, pero todos los otros que fueron estudiados sí tenían. Por lo tanto, los dos factores principales que influyen la calidad del agua de los sistemas de APR son la ubicación del pueblo y la población del pueblo. Los sistemas de APR con problemas bacteriológicos son ubicados en los lugares más rurales de la región y también tienen las poblaciones más pequeñas.

Los dos factores, ubicación y el tamaño de la población, también son relacionadas al funcionamiento y gestión de los sistemas de APR. Como muestran los resultados, los pueblos más rurales con un menor número de personas por lo general son los que funcionan en malas condiciones o no funcionan en absoluto, *Tabla 5*. Con respecto a los sistemas que no funcionan, estos son ubicados en pueblos donde hoy en día no vive nadie, o solamente viven entre 5 y 10 personas. De modo parecido, los sistemas que funcionan pero no son mantenidos ni cumplen con los requisitos de la Norma Chilena sirven comunidades muy pequeñas con poblaciones menores a 400 personas. Vea *Tabla 5* y *Grafico 2*.

Se ha establecido que los sistemas de APR ubicados en los lugares más rurales y sirven a las comunidades con las poblaciones más pequeñas son los peores del punto de vista de la calidad del agua y funcionamiento del sistema. La razón es que hay menos gestión o una falta de gestión para estos sistemas. Como fue descrito en el marco teórico, los sistemas de APR no son dirigidos ni regulados por un marco jurídico institucional. Tampoco tienen que cumplir con las normas y requisitos establecidos por las concesiones sanitarias. Por eso, los sistemas funcionan solos, regulado por el comité del pueblo. En los pueblos pequeños y rurales no hay nadie que quiera ser responsables para la mantención del sistema. También, en muchos casos, la gente no quiere estos sistemas. En la mayoría de los pueblos la gente es anciana y están acostumbradas a tomar el agua de fuentes naturales, como un río o vertiente. Prefieren el agua que han bebido todo su vida y no quieren cambiar al otro sistema. Tampoco a ellos les gusta el sabor del agua clorinada. Además, estos pueblos son pobres y los sistemas de APR son caros. Hay muchos costos asociados con los sistemas, incluyendo el cloro para desinfectar el agua, un salario para la gente que administran el tratamiento y hacen las muestras y la mantención del estanque, las cañerías y las otras partes del sistema. Por lo tanto, estos sistemas de APR caen en desuso.

Además, de acuerdo con los resultados, se fiscalizan estos sistemas, con menos frecuencia por causa de la falta de recursos. Es menos fácil para el equipo ir a ver los sistemas

cuando no hay un vehículo, la cual ocurre en Putre. También, no son preocupados sobre los sistemas, ellos no son proactivos pidiendo los controles.

Aunque los objetivos de la investigación se lograron, existieron ciertas limitaciones. En primer lugar, el universo del estudio fue grande y los sujetos de interés, los sistemas de agua, fueron extendidos por un territorio grande y amplio. Además, los sistemas que son más interesantes, de acuerdo con los resultados, fueron los más lejos de la ciudad donde la investigación fue realizada. También, las razones porque estos sistemas fueron tan significativos, las concentraciones altas de sustancias peligrosas y la falta de gestión, solamente fueron identificados en las últimas semanas de investigación. Por eso, no había suficiente recursos ni tiempo para viajar a todos estos lugares y obtener información hablando con la gente afectada por la situación. Esta falta de información es una limitación porque no se puede establecer con seguridad que la gente de estos pueblos rurales tienen las conocimientos de los y opiniones presentadas. Las fuentes de esta información fueron fidedignas, sin embargo, nada puede sustituir la fuente primaria.

En segundo lugar, había una limitación con respecto de la información de los sistemas de APR. En la región Arica – Parinacota, entre las dos provincias llamadas con el nombre de la región, hay cuatro comunas: Arica, Putre, Camarones y General Lagos. Había mucha información sobre los sistemas de APR de Arica y Putre, encontrado en los cuadernos del Departamento de Acción Sanitaria de la Seremi de Salud. Sin embargo, no fue encontrada la información sobre los sistemas de las otras dos comunas, Camarones y General Lagos. Mientras se puede formar un estudio valioso con los datos de los otros sistemas y a través de entrevistas, será mejor si la información sobre los APRs de todas partes de la región fueran incluidas.

Conclusiones

El objetivo principal de esta investigación, para estudiar la calidad del agua potable y el acceso al agua que tiene la gente de pueblos rurales en la región de Arica – Parinacota, se logró. Los objetivos específicos presentados en la introducción con el objetivo general también se han alcanzado. Era importante lograr estos objetivos porque el agua es esencial para la vida de la gente. La cantidad específica de agua que la gente debe tomar depende de la persona; para los hombres la cantidad sugerida es 3 litros y para las mujeres se propone 2.2 litros. El tiempo, con el clima árido y desértico, de la parte del norte de Chile no es propicio para el suministro del agua. Por eso, los sistemas de agua potable son muy importantes, especialmente en los lugares montañosos donde la gente no tiene acceso a los sistemas de los centros urbanos.

Los resultados y las interpretaciones muestran que aunque en algunos casos hay problemas con concentraciones elevadas de agentes químicos y bacteriológicos en los sistemas de APR, la cuestión está en la gestión de los sistemas. Aunque la gente prefiera el agua del río o vertiente, no se puede asegurar que el agua sea limpia y segura para tomar. Hoy en día, con el desarrollo tecnológico, existen más contaminantes hay un riesgo más alto de contaminación. Por eso, es importante que las comunidades obtengan fuentes de agua potable que sean seguras y controladas.

Recomendaciones

La cuestión del funcionamiento de los sistemas de agua es compleja porque está reñida con la cultura y las preferencias de la gente. La gente de los pueblos están acostumbradas a tomar el agua de fuentes naturales y no quiere cambiar a un sistema caro y extraño. Por eso, el conflicto es difícil de resolver. Sin embargo, se debe tratar de llegar a un acuerdo. El gobierno debe preparar programas a mediano plazo con el fin de establecer una concordancia sobre las fuentes del agua potable en las comunidades. Estos programas incluirán la educación de la gente sobre los peligros del agua sin tratamiento y los beneficios del proceso de clorinación. Además, debería ser un sistema comprometido, entre la administración del pueblo y del Estado (Copa). Este compromiso sería útil por dos razones. Primero, el pueblo no tendría que pagar todos los costos, porque el Estado pagaría la mitad. Segundo, el Estado tendría un papel en el funcionamiento del sistema y podría asegurar que el sistema cumpla con las normas y requisitos.

Referencias

“Agua potable rural.” *Superintendencia de Servicios Sanitarios*. Gobierno de Chile. Web. 9 Nov. 2011

<<http://www.siss.gob.cl/577/w3-article-3809.html>>.

“Agua, saneamiento y salud.” *Organización Mundial de Salud*. Web. 20 Oct. 2011.

<http://www.who.int/water_sanitation_health/es/>.

Bilbao, Oscar Inostroza. "Síntesis historia de la situación de propiedad del agua en Chile." *APR Chile*. Web. 8 Nov. 11.

<<http://www.aprchile.cl/index.php/articulos-de-aprchile/agua/1641-sintesis-historica-de-la-situacion-de-propiedad-del-agua-en-chile/>>.

"Calidad Del Agua Potable." *Superintendencia De Servicios Sanitarios*. Gobierno De Chile. Web. 9 Nov. 2011.

<<http://www.siss.gob.cl/577/w3-article-3815.html>>.

Copa, Regina. Entrevista personal. 21 Nov. 2011.

“Departamentos y unidades de la Seremi de Salud: Departamento de Acción Sanitaria.” *Seremi Región Arica – Parinacota*. Gobierno de Chile. Web. 20 Oct. 2011.

<http://seremi-arica-parinacota.redsalud.gov.cl/url/page/seremis/seremi15/g_conozca/departamentos-unidades.html>.

Godínez, Héctor. Entrevista personal. 18 Nov. 2011.

“Guías para la calidad del agua potable.” *Organización Mundial de la Salud*. Primer apéndice a la tercer edición. Vol. 1. de 2011.

<http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf>.

“Lluvias.” *Miscelanea meteorologica: Records*. Repsol. 15 Oct. 2011.

<<http://www.repsol.com/SE/ElTiempo/meteorologia/miscelaneameteorologica/lluvias.aspx>>.

Meza, Gustavo. Entrevista personal. 27 Sep. 2011.

"Normas Oficiales Para La Calidad Del Agua En Chile." *Ambiente Sanitario: Descubre un nuevo portal*. Web. 30 Nov. 2011.

<<http://www.ambientesanitario.cl>>.

“Reglamento de los servicios de agua destinados al consumo humano.” *Division de Políticas Públicas Saludables y Promoción: Departamento de Salud Ambiental*. Ministerio de Salud. Publicado en el Diario Oficial. 30 Julio, 2010.

“Subsecretaría de la Salud Pública.” *Ministerio de Salud*. Gobierno de Chile. Web. 10 Nov. 2011.
<http://www.minsal.cl/portal/url/page/minsalcl/g_nuevo_home/nuevo_home.html>.