

# Análisis de la gestión ambiental en los acueductos rurales de la Zona Norte de Costa Rica

Fecha de recepción: 12/11/2009

Fecha de aceptación: 25/02/2010

Freddy Araya Rodríguez<sup>1</sup>  
Vanesa Carvajal Alfaro<sup>2</sup>  
Johan Carvajal Godínez<sup>3</sup>  
Alfonso Navarro Garro<sup>4</sup>  
Mauricio Estrada Ugalde<sup>5</sup>  
Jorge Herrera Murillo<sup>6</sup>  
Cristian Moreira Segura<sup>7</sup>  
Daniel Francisco Pérez Murillo<sup>8</sup>

## Palabras clave

Gestión ambiental, políticas ambientales, recurso hídrico, acueductos rurales.

## Resumen

En Costa Rica, prácticamente todos los servicios de agua potable y saneamiento son brindados por el Estado por medio del AyA (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados), las municipalidades y las Asociaciones de Agua Potable (ASADAS) a quienes el AyA les delega la administración de los sistemas, aunque continúan propiedad de ese instituto. Dicha iniciativa contribuye, desde diferentes aéreas del saber, con el desarrollo y el mejoramiento de la

calidad de vida de los habitantes de la región Huetar Norte de Costa Rica, por medio del incremento de la competitividad mediante de la gestión ambiental en los recursos hídricos que son administrados por las ASADAS. Este modelo de gestión ambiental intenta brindar un abordaje integral al manejo del recurso hídrico prestado por las ASADAS por medio de la educación y capacitación con respecto a la prevención del riesgo y la vulnerabilidad, el análisis químico y microbiológico, la implementación tecnológica y el manejo de corredores biológicos.

## Key words

Environmental management, environment policies, water resource, rural aqueduct.

1. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Teléfono: 2401-3140. Correo electrónico: [faraya@itcr.ac.cr](mailto:faraya@itcr.ac.cr)
2. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Teléfono: 2401-3057. Correo electrónico: [vcarvajal@itcr.ac.cr](mailto:vcarvajal@itcr.ac.cr)
3. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Teléfono: 2550-9171. Correo electrónico: [johcarvajal@itcr.ac.cr](mailto:johcarvajal@itcr.ac.cr)
4. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Teléfono: 2550-2532. Correo electrónico: [alnavarro@itcr.ac.cr](mailto:alnavarro@itcr.ac.cr)
5. Universidad Nacional a Distancia. Teléfono: 2460-1318. Correo electrónico: [mestrada@uned.ac.cr](mailto:mestrada@uned.ac.cr)
6. Universidad Nacional. Teléfono: 2277-3292. Correo electrónico: [jherrer@una.ac.cr](mailto:jherrer@una.ac.cr)
7. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Teléfono: 2401-3060. Correo electrónico: [cmoreira@itcr.ac.cr](mailto:cmoreira@itcr.ac.cr)
8. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Teléfono: 2401-3016. Correo electrónico: [dperez@itcr.ac.cr](mailto:dperez@itcr.ac.cr)

## Abstract

In Costa Rica practically all potable water and water sanitation services are provided by the government through the Costa Rican Aqueducts and Sewers Institute (AyA), Local Governments, Potable Water Associations (ASADAS) which administration of the systems has been delegated to but it remains controlled by AyA. This proposal attempts to develop and improve in life quality of inhabitants of the Northern Zone of Costa Rica by contributing from different areas of knowledge to increase associations' competitiveness regarding environmental managing of water resources administered by ASADAS. This environmental management model pretends an integral approach to the management of water resources offered by ASADAS by applying education and training, risk and vulnerability, chemical and microbiological analysis, implementation of technology and biological corridors as tools to direct their managing processes.

## Antecedentes y justificación

En Costa Rica, los servicios de agua potable y saneamiento en las áreas rurales son brindados por el Estado por medio del AyA, las municipalidades y las asociaciones administradoras de los

*Cuadro 1.* Población atendida con servicio de agua potable de acuerdo con el tipo de administración

Empresa	Población
AyA	1.570.000
ASADAS	926.000
Municipalidades	726.000
ESPHSA	146.000
Privados	183.000
Total	3.551.000

sistemas de acueductos y alcantarillados comunales (ASADAS), a quienes el AyA les delega la administración de los sistemas, los cuales siguen siendo propiedad de ese instituto. Otra figura son las CAARS, que a diferencia de las ASADAS, no se ajustan a las directrices contenidas en el Reglamento de estas.

Existen varios ejemplos como la Empresa de Servicios Públicos de Heredia S.A., la cual se convirtió en una compañía que se rige por el derecho privado desde apenas hace dos años, así como unos pequeños acueductos privados, principalmente en zonas costeras de alto ingreso, que representan alrededor del 0,1% del total de los servicios existentes en el país, y un número no determinado de sistemas en fincas bananeras. Es decir, la participación del sector privado en la administración de los servicios de agua potable y saneamiento es muy escasa. Actualmente está en proceso la elaboración del cartel para la concesión parcial de la operación de los servicios de alcantarillado sanitario, como es el caso de la planta de tratamiento de la Gran Área Metropolitana que el AyA busca ceder al sector privado.

En los siguientes cuadros se muestra una estimación de las poblaciones atendidas por las empresas operadoras, tanto para agua potable como para el alcantarillado sanitario.

## Situación de la calidad del agua

Según el Laboratorio Nacional de Aguas (LNA), de los 4 248 481 habitantes ubicados en el territorio nacional, un 97,6% recibe agua para consumo humano. De estos, el 46,7% recibe el servicio por parte del AyA, el 17,5% de las municipalidades, el 4,7% de la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH) y el 24,3% de los CAAR / ASADAS (Mora y Portugués, 2005).

En términos de calidad del agua potable suministrada por los diferentes operadores, el año 2004 presentó un incremento de aproximadamente un 3,3% con respecto al 2003 y un 4,4% con respecto al 2002. Tanto el AyA como los municipios y acueductos rurales mejoraron sus respectivas condiciones de cobertura de población con agua de calidad potable, entre los que cabe mencionar el AyA, que pasó de un 95,5 a un 98,8%, al igual que los municipios, que pasaron de un 68,5 a un 76,5% entre el 2003 y el 2004.

Es importante resaltar que según los datos del laboratorio nacional de agua, las ASADAS tienen los indicadores más bajos con respecto a la calidad del agua que se suministra a sus clientes en términos de potabilidad, tal como se ve el gráfico 1, ya que solo el 60% del agua es potable.

La evaluación de la calidad del agua para el 2004 muestra que la provincia de San José continúa siendo la que goza de la mayor cobertura de población con agua de calidad potable (92,1%), mientras que Puntarenas evidencia una caída de aproximadamente un 16,5% con respecto al 2003. Por su parte, la provincia de

Limón es la que presenta una mayor variación con respecto al año anterior, con un incremento aproximado del 17% de cobertura de agua de calidad potable, como se muestra en el siguiente cuadro.

De acuerdo con los datos anteriores, se discutió la importancia de plantear un proyecto interinstitucional que contribuya con el desarrollo y el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de la Región Huetar Norte por medio de un incremento de la competitividad mediante la gestión ambiental en los recursos hídricos administrados por las ASADAS.

Para poder lograr ese objetivo, también se consideró analizar el riesgo y la vulnerabilidad de las áreas de amortiguamiento de las ASADAS por la influencia de las actividades humanas para diagnosticar la gestión ambiental administrativa en las ASADAS sobre los recursos hídricos.

Cuadro 2. Situación de la calidad del agua según el operador.

Operador	2002			2003			2004		
	Cobertura población	%CACP	%CACNP	Cobertura población	%CACP	%CACNP	Cobertura población	%CACP	%CACNP
A y A	1892272	97,5	2,5	1916937	95,5	4,5	1982656	98,8	1,2
Municipalidades	670309	71,5	28,5	713367	68,2	31,8	744995	76,5	23,5
ESPH	191309	100		191481	100	0	198590	99,4	0,6
ASADAS CAAR	980908	55,9	44,1	995715	60,8	39,2	1031426	61,6	38,4
Fácil acceso urbano privado	252327	56	44	103000	81,6	18,4	186933	84,9	15,1
Sin información	102240			199500	0	100	103881	0	100
	4089365	78,4	21,6	4120000	79,5	20,5	4248481	82,8	17,2

Fuente: Adaptado de Mora y Portuquez, 2004; Mora y Portuquez, 2005.

CACP = Cobertura de agua de calidad potable

CACNP = Cobertura de agua de calidad no potable

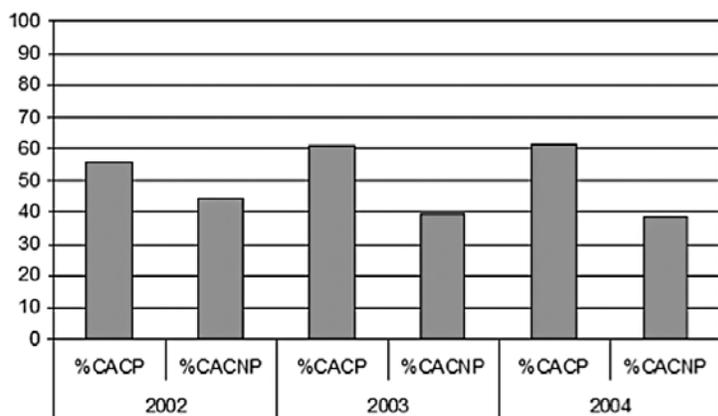


Gráfico 1. Cobertura de servicio de agua potable administrada por las ASADAS.

Cuadro 2. Situación de la calidad del agua según el operador.

Provincia	2003		2004		
	Potable	No potable	Potable	No potable	Sin evaluar
San José	93,1	6,9	92,1	6,2	1,7
Puntarenas	87,6	12,4	71	25,5	3,5
Alajuela	85,7	14,3	75,3	22	2,7
Guanacaste	84	16	87,3	12,5	0,2
Heredia	83,5	16,5	86,6	13,2	0,2
Cartago	76,1	23,9	79,9	20	0,1

## Metodología

En la primera etapa se propuso llevar a cabo un análisis del estado de las ASADAS desde el punto de vista de los programas de gestión ambiental, para lo cual se realizó un diagnóstico. Con el fin de ejecutar esta etapa, los investigadores se dispusieron a seleccionar una muestra que fuera representativa de la zona de trabajo. Los investigadores elaboraron un instrumento para recopilar la información de las ASADAS, que luego se utilizó para realizar un análisis estadístico y una interpretación de la información.

En la segunda etapa se realizó un análisis del riesgo y vulnerabilidad mediante un instrumento de Recolección de Información, que posteriormente se analizó de forma estadística y se interpretó con respecto a planes de manejo del riesgo.

También, en una tercera etapa, se realizó un muestreo de la calidad del agua suministrada por las ASADAS a las comunidades en tres puntos: en las fuentes, la red y los tanques de almacenamiento.

Para implementar el Programa de Control de Calidad del Agua se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

- En sistemas con más de una fuente, para la recolección de muestras se consideró el número de habitantes abastecido con cada una.
- Los puntos de recolección de muestras se seleccionaron de modo que fueran representativos de las zonas de abastecimiento; se inició con la fuente, luego el almacenamiento y, por último, en la red de distribución. El grifo de muestreo se ubicó lo más próximo a la conexión domiciliar controlada por el operador, libre de la influencia de la cisterna, tanque elevado o cualquier otro tipo de almacenamiento intradomiciliar de agua.
- Los sitios de muestreo se distribuyeron uniformemente en cada zona de abastecimiento.
- El número de muestras bacteriológicas y físico-químicas en la red de distribución fue proporcional al número de habitantes atendidos en cada zona de abastecimiento.

En cada muestra se evaluaron los siguientes parámetros fisicoquímicos:

- *Nitrato, sulfato y cloruro*: para el análisis se usó una modificación del Método 4110 B. “Cromatografía de iones con supresión química de la conductividad del disolvente”.

- *Valor de pH:* se usó el método modificado Método 4500-H<sup>+</sup> B “pH Value, Electrometric Method”.
- *Conductividad:* se utilizó una modificación del Método 2510 B “Laboratory Method”, American Public Health Association.
- *Turbiedad:* se empleó el método modificado basado en el Método 2130 B. “Nephelometric Method” de la *American Public Health Association*.
- *Dureza total:* se aplicó el método modificado basado en el Método 2340 C “Hardness EDTA Titrimetric Method”.
- *Dureza cálcica:* se aplicó una modificación del Método 3500-Ca D. “Método titulométrico de EDTA”.
- *Alcalinidad:* método modificado basado en: Método 2320B “Titration Method”, *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater American Public Health Association (APHA), American Water Association (AWWA), Water Pollution Control Federation (WPCF), 21a Ed., 2005*.

## Análisis de la gestión ambiental

### Resultados

#### Área ambiental

En el país resulta evidente el crecimiento y desarrollo comunal, y con él la creciente demanda de servicios. Uno de los servicios con más demanda es el agua para el consumo humano, que conlleva un impacto ambiental, ya sea por la explotación normal o sobreexplotación del recurso hídrico, específicamente por la explotación de nacientes de agua, por los pozos perforados, las aguas subterráneas, entre otros aspectos. Por lo tanto, es importante analizar este impacto, cuyos resultados se dan a conocer después de

analizar la información recabada en las diferentes comunidades por medio de las juntas directivas administradoras de los acueductos rurales (ASADAS).

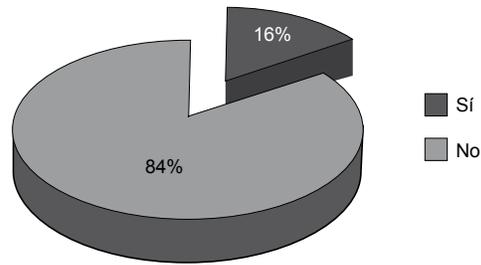
Es importante aclarar que, según la información suministrada, se utiliza el recurso hídrico en un 65% para el consumo humano de acuerdo con la muestra analizada en el estudio. A continuación se analiza una serie de gráficos que muestran los porcentajes en que se desarrollan las actividades ambientales.

Dentro de las organizaciones ASADAS se tiene muy poco conocimiento sobre lo que significa un programa de gestión ambiental, pues se determinó que un 68% de las ASADAS analizadas manifiesta desconocer aspectos sobre la gestión ambiental, mientras que solamente un 32% conoce sobre estos sistemas.

En cuanto al desarrollo de un sistema de gestión ambiental por parte de las administraciones de los acueductos rurales, la información muestra que solamente un 16% manifiesta tener un sistema, es decir, realizan algunas actividades para minimizar el impacto ambiental, y un 84% no cuenta con un programa de este tipo.

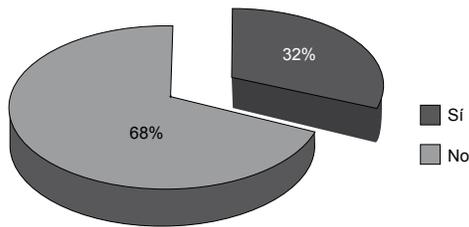
Otro aspecto analizado dentro de la entrevista fueron las acciones para minimizar el impacto ambiental, producto de la actividad generada por el suministro de agua para el consumo humano y otras actividades propias de una comunidad, tales como el comercio, la agricultura y actividades industriales. En el gráfico 3 se muestra que el 68% de las organizaciones entrevistadas no posee un sistema para reducir o minimizar el impacto ambiental, y que solamente un 32% manifiesta realizar acciones para reducir dicho impacto.

En los acueductos no se han realizado análisis para determinar los impactos que tiene la actividad que realizan en la comunidad, producto de la explotación del recurso hídrico. De hecho, en el gráfico 4 se muestra que un 76% de los acueductos



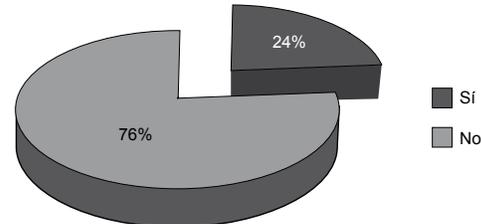
Fuente: Equipo investigador

Gráfico 2. ¿Tiene la ASADA un sistema de gestión?



Fuente: Equipo investigador

Gráfico 3. ¿Se realizan acciones para minimizar el impacto ambiental?



Fuente: Equipo investigador

Gráfico 4. ¿La ASADA ha identificado el impacto producto de su actividad?

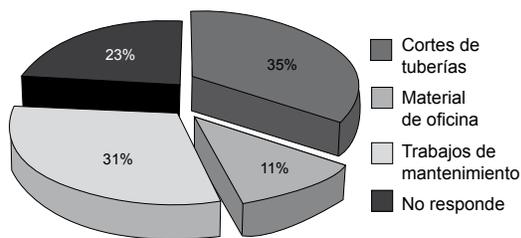


Gráfico 5. Generación de desechos en las ASADAs por actividad.

no ha identificado el impacto ambiental y que solo un 24% sí lo ha hecho.

Como parte del impacto ambiental que genera el proceso de los acueductos rurales, se determina, según se muestra en el gráfico 5, que la actividad que más desechos origina son los cortes de tubería, seguido por los trabajos de mantenimiento y desechos de oficinas; no obstante, un 23% no respondió a la pregunta. Además, el 68% de las administraciones entrevistadas manifiesta conocer la disposición final de los desechos, mientras que un 12% dice no saber cuál es la disposición final de estos. También se determinó que mensualmente se producen unos 178 kilogramos de desechos por acueducto, que no son tradicionales.

En este apartado se evaluaron aspectos de desechos más que todo sólidos; sin embargo, hay otros desechos que no son sólidos, sino gaseosos (combustible para vehículos) que no se evaluaron, pero se tienen datos del consumo por mes de combustible, este es de 1532 litros mensuales de gasolina. Cabe indicar que no todas las ASADAs consumen combustible, solamente el 52%.

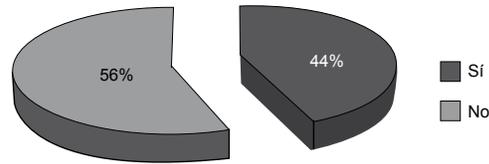
Durante el proceso de análisis se determinó que solo un 44% de las administraciones de los acueductos cuenta con actividades para mitigar la problemática ambiental, y hay un 56% que no realiza actividades de ningún tipo para solventar dicha situación.

### Área social

En lo concerniente a la parte social, se analizan aspectos como el número de trabajadores, los rangos de edad, las cargas sociales, la seguridad ocupacional, los proveedores y las actividades que colaboran con la comunidad.

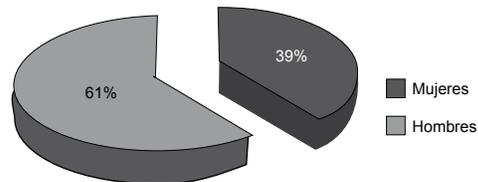
Con respecto al personal que labora en las ASADAs, su distribución por género se presenta en el gráfico 7.

Allí se muestra que un 61% de la población laboral corresponde a varones



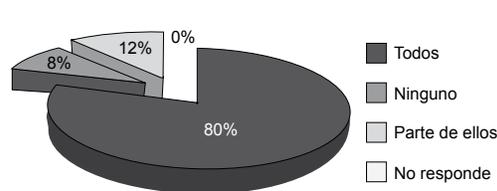
Fuente: Equipo investigador

Gráfico 6. ¿Se realizan actividades de mitigación a la problemática ambiental?



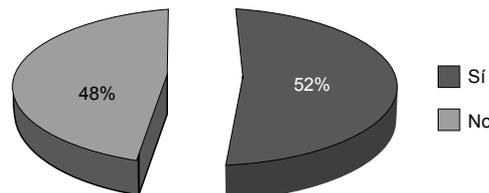
Fuente: Equipo investigador

Gráfico 7. Porcentaje de personas que laboran en las ASADAS según su género.



Fuente: Equipo investigador

Gráfico 8. Porcentaje de trabajadores de las ASADAS que cuentan con seguro IVYM, junio del 2009.



Fuente: Equipo investigador

Gráfico 9. ¿Se aplican las normas de seguridad laboral?

y un 39% a mujeres. Las actividades masculinas se desarrollan principalmente en los acueductos, tanques de almacenamiento, red de distribución de agua y mantenimiento del sistema. Con respecto a las mujeres, las actividades que desempeñan son administrativas, tales como cobro y contabilidad. Por otro lado, en relación con los rangos de las edades de los trabajadores se tiene que un 57% se encuentra en edades de 18 a 40 y el 40% va de los 40 a los 60 años.

En el gráfico 8 se muestra que en un 80% de las ASADAS, sus colaboradores y colaboradoras están inscritos bajo el régimen de invalidez, vejez y muerte, de la Caja Costarricense del Seguro Social. El porcentaje restante está protegido de forma parcial o no está protegido.

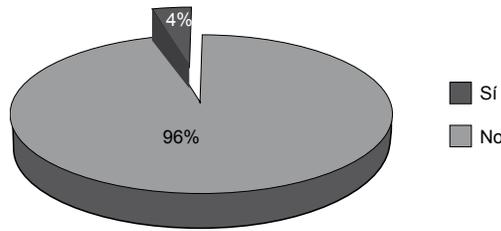
En el siguiente gráfico se observa que las normas de seguridad se aplican en un 52% y que el restante 48% manifiesta no aplicar normas de seguridad durante el periodo en que se encuentran realizando sus tareas en la vía pública.

En cuanto a los proveedores locales, las administraciones hacen el 96% de sus compras con ellos, mientras que el restante 4% las realiza con proveedores fuera de la zona.

En el gráfico 11, el 96% indica el alto grado de colaboración de las ASADAS con el desarrollo comunal. Es claro que las comunidades enfatizan que para lograr un mayor desarrollo se debe fortalecer las ASADAS; no obstante, existe poca identificación de las comunidades, puesto que uno de los mayores problemas es la asistencia a las actividades convocadas por las juntas administrativas de los acueductos.

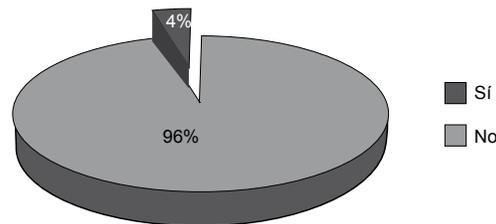
### Área de administración

Según la información recolectada, el estilo de administración que se acerca más a la teoría se define como *Enfoque de sistemas sociales cooperativos* (Koonts, 2004),



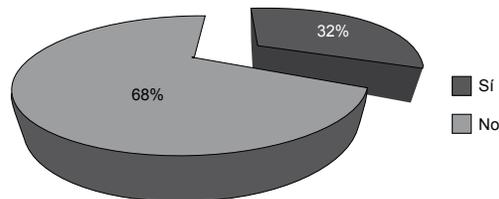
Fuente: Equipo investigador

Gráfico 10. ¿Usa la ASADA proveedores locales?



Fuente: Equipo investigador

Gráfico 11. ¿Considera que la ASADA ha colaborado con el desarrollo de la comunidad?



Fuente: Equipo investigador

Gráfico 12. Porcentaje de ASADAS que cuentan con administración o no.

dato que las decisiones y labores se concentran en la estructura administrativa superior, donde uno de los miembros es el ejecutor, cargo generalmente ocupado por el presidente de la Junta Administrativa.

Para las ASADAS, el “administrador” es la persona que se encarga de las operaciones logísticas diarias, pero que no tiene ligamen

con la Junta Administrativa. Curiosamente, se le considera la ejecución de las labores logísticas diarias (coordinación con fontaneros, aprovisionamiento, entre otros) como parte de las funciones del presidente de la junta o de la secretaría, en algunos casos.

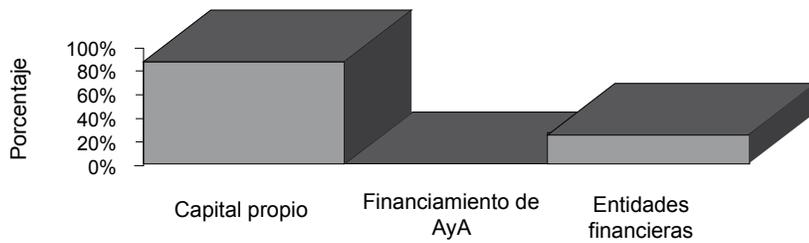
El 87% de las ASADAS obtiene el financiamiento para sus operaciones de la recaudación que realizan mes a mes por el cobro del servicio. Resulta interesante que ninguna cuenta con el financiamiento del AyA y que solo el 26% de ellas necesite o haya buscado financiamiento con entidades financieras como bancos o cooperativas. Lo anterior podría hacer pensar que el nivel de endeudamiento de las ASADAS es bajo, pues sería un excelente precedente para la estructuración de las organizaciones en una microempresa más rentable.

### Análisis de riesgo y vulnerabilidad

Para ejecutar este análisis se consideró el hecho de que el recurso hídrico es un elemento agotable, aspecto muy diferente a como se percibía años atrás. También se considera la procedencia del agua de los diferentes acueductos, su calidad, el tratamiento del agua y las horas de servicio durante el día. Asimismo, se evaluaron aspectos como los principales problemas que afectan el suministro de agua potable y si el usuario conoce el lugar o procedencia del agua de consumo que utiliza en su domicilio.

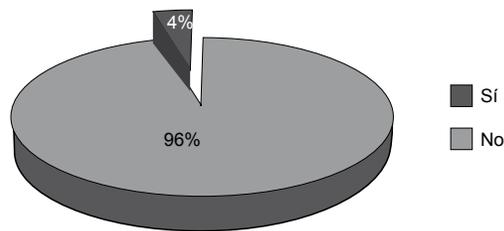
Por otro lado, se visitaron las captaciones de donde se toma el agua, en donde se determinó la altura, situación que les permite, en la mayoría de los casos, tener un recurso sin invertir o gastar en sistemas de bombeo. Otras variables que se realizaron fueron los riesgos de derrumbe, terraplenes, deslaves, cabezas de agua y árboles que pueden caer sobre las tomas o tanques de agua.

Se analizó el riesgo y la vulnerabilidad por el acceso de personas ajenas al sistema, al igual que el acceso de animales domésticos



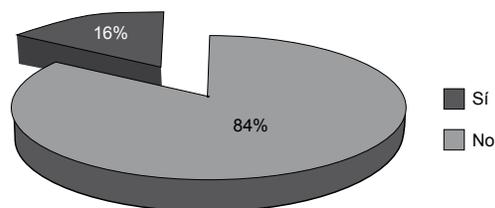
Fuente: Equipo investigador

Gráfico 13. Porcentaje del uso de fuentes de financiamiento de las ASADAS.



Fuente: Equipo investigador

Gráfico 14. ¿Se suministra el servicio de agua potable durante las 24 horas?



Fuente: Equipo investigador

Gráfico 15. ¿Existe algún problema de suministro de agua potable en época lluviosa?

y silvestres, propios de la zona. Otro aspecto abordado dentro del tema fueron las aguas residuales, las cuales dificultan la situación.

Las administraciones de las diferentes ASADAS manifiestan que el servicio de agua se suministra durante las 24 horas del día; sin embargo, se experimenta un aumento del 92% en el consumo del agua potable.

Las principales causas del consumo de agua, en orden de importancia de mayor a menor, según las administraciones son:

1. El crecimiento de urbanizaciones.
2. El aumento de la población.
3. El desperdicio.
4. Crecimiento industrial.
5. Regadío de terrenos.

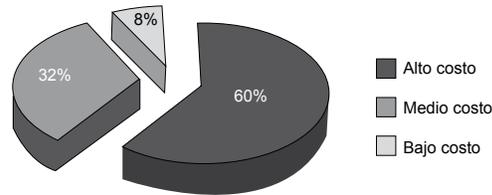
También se determinó que el 80% de los abonados hace un uso inadecuado del agua que se suministra en las diferentes comunidades en estudio, donde esta situación hace que las juntas directivas motiven a los usuarios para que conozcan la procedencia del agua que consumen; en la actualidad, un 71% de los usuarios conoce las captaciones del acueducto.

El estudio contempla aspectos de suministro del agua, costos, tratamiento, así como posibles enfermedades de origen hídrico. En este caso, el 96% de las administraciones manifestó no conocer enfermedades causadas por el agua de consumo.

En el gráfico 15 se indica que durante la época lluviosa el 84% de los acueductos tiene problemas con el suministro de agua. Como parte del riesgo y la vulnerabilidad, durante la época lluviosa los acueductos se ven afectados por derrumbes en un 32%.

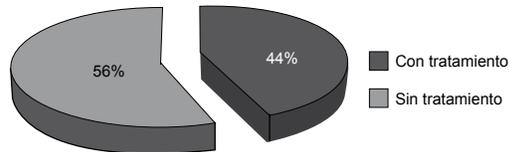
De acuerdo con las administraciones de las ASADAS, sus usuarios consideran que el costo del agua es elevado; según las entrevistas, un 60% lo considera alto, un 32% como un costo medio y un 8% como un costo bajo.

De las aguas utilizadas en los diferentes acueductos, solamente el 56% cuenta con algún tipo de tratamiento (cloración); por lo tanto, el restante 44% no cuenta con ninguno. Además, se determinó que un 79% de los usuarios dice conocer algún tipo de tratamiento que se le da al agua que ellos consumen.



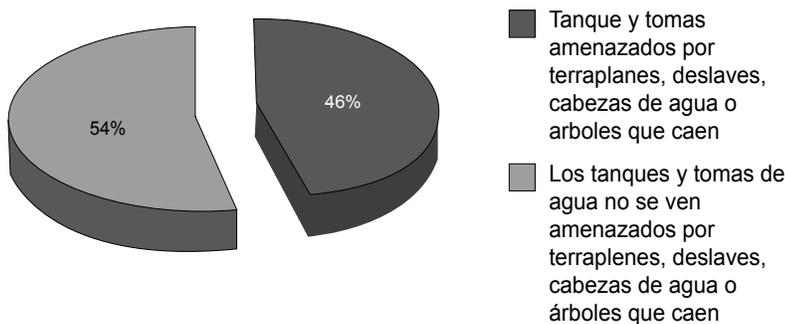
Fuente: Equipo investigador

Gráfico 16. Percepción del costo del agua.



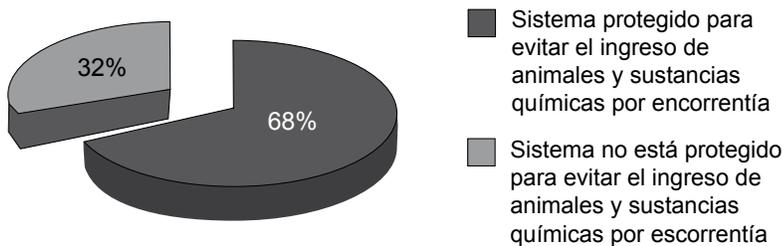
Fuente: Equipo investigador

Gráfico 17. Porcentaje de captaciones de agua con cloración.



Fuente: Equipo investigador

Gráfico 18. Porcentaje de tomas y tanques de agua con algún riesgo.



Fuente: Equipo investigador

Gráfico 19. ¿El sistema de captación y almacenaje se encuentra protegido?

El gráfico 18 se analiza simultáneamente con el riesgo por derrumbe, cuyo porcentaje de peligro es de un 32%; sin embargo, en el gráfico 18 se evidencia que un 46% de las tomas y tanques cuenta con algún tipo de amenaza, es decir, se toman otras variables de peligro que también están presentes en estos sistemas, tales como terraplenes, deslaves, cabezas de agua o árboles que pueden caer sobre estos sistemas, o bien, el sistema se ve con un alto grado de riesgo y vulnerabilidad, dado que puede haber una o más variables que lo afecten de forma simultánea.

En el gráfico 19 se muestra la vulnerabilidad de los sistemas de acueductos por la falta de protección del sistema al ingreso de animales silvestres y domésticos, y al ingreso de sustancias químicas al acueducto por la escorrentía del agua.

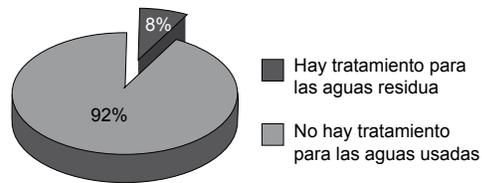
También se determinó que el 83% de las captaciones del agua utilizada bajo la administración de las ASADAS es superficial y que un 17% no lo es.

En cuanto a las aguas residuales o servidas, producto de las actividades humanas en la zona de estudio, en el gráfico 20 se muestra que el 92% de las aguas utilizadas no recibe ningún tipo de tratamiento para su disposición final, lo que genera otro tipo de riesgo y vulnerabilidad para el medio ambiente en donde se desarrollan estas actividades humanas.

Según la opinión de las administraciones de las ASADAS, el 84% de las aguas residuales contamina otros cuerpos de agua, como ríos, riachuelos, quebradas u otras nacientes. Dicha situación es de riesgo y vulnerabilidad para las ASADAS, ya que se pueden contaminar sus propias nacientes.

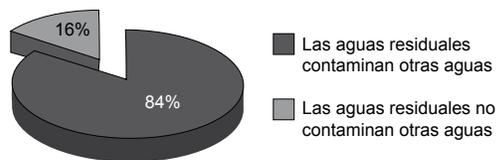
### Análisis de la calidad del agua de las ASADAS

Para este análisis se realizaron muestreos en las nacientes, tanques y redes de distribución de las ASADAS con el fin



Fuente: Equipo investigador

Gráfico 20. ¿Se da tratamiento a las aguas residuales en su comunidad?



Fuente: Equipo investigador

Gráfico 21. ¿Cree usted que las aguas residuales contaminan otras aguas?

de evaluar la calidad del agua que se distribuye a los pobladores.

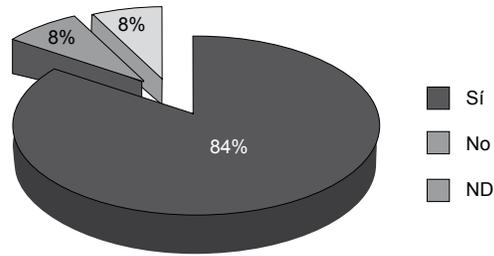
El 84% de los acueductos es monitoreado en la red de aguas, mediante un análisis de laboratorio. Anualmente se realizan de dos a cuatro análisis de las aguas. También se da un análisis de las fugas de agua en un 80% de los acueductos en estudio. En el cuadro 3 se muestran los principales resultados obtenidos en los muestreos.

## Conclusiones

- Los acueductos rurales son administrados por juntas directivas con poca formación sobre el manejo de recurso hídrico y su administración.
- A pesar de que la inversión que hacen las ASADAS es fuerte (desde el punto de vista porcentual), la mayoría de

Cuadro 3. Resultados de análisis realizados a la muestra de ASADAS en el primer semestre del 2009.

Nombre de la ASADA	Porcentaje de potabilidad en fuente	Porcentaje de potabilidad en tanques de almacenamiento	Porcentaje de potabilidad en red
Cedral	100	100	100
Santa Fe	100	100	100
El Tanque	50	100	100
Orquídeas	100	100	100
La Lucha	100	100	100
Santa Rosa de Pocosol	0	0	100
Boca Arenal	0	0	100
Pénjamo	50	100	100
Florencia	100	100	100
Muelle	0	100	100
Platanar	100	100	100
Cuestillas	0	100	100
Santa Clara	100	100	100
El Parque	100	100	100
Pavón	100	100	100
San Rafael	100	100	100
San Francisco	100	100	100
Aguas Zarcas	100	100	100



Fuente: Equipo investigador

Gráfico 22. ¿Se realizan monitoreos en la red?

ellas sigue teniendo problemas con la red. Dichos problemas podrían deberse a la creciente necesidad de la población por el servicio de agua, lo cual hace que las ASADAS tengan que invertir más en el crecimiento de la red que en su mantenimiento.

- A pesar de que en forma general los usuarios del servicio que brindan las ASADAS consideran que el precio del metro cúbico es alto, los costos por la captación y distribución del agua son altos en comparación con el precio que debe pagar el público. Lo anterior, aunado con la conclusión previa, pone en evidencia que la definición del precio por metro cúbico de agua es decisiva para el buen servicio de las ASADAS y debe plantearse una estrategia que ayude a que haya una mayor ganancia, sin que esto afecte la percepción del usuario.

- La mayoría de los acueductos no cuenta con un programa de gestión ambiental.
- Los acueductos presentan un alto riesgo y vulnerabilidad por sus condiciones físicas y operativas.

## Bibliografía

- Anzola Rojas, S. (1993). *Administración de pequeñas empresas*. México D.F.: Mc Graw Hill.
- Blanco, M. (2004). *Gestión Ambiental, camino al desarrollo sostenible*. San José: EUNED.
- García, I., Guier, E. y Chacón I. (Eds.). (2000). *Ambiente: problemática y opciones de solución*. San José: EUNED.
- Koontz, H. (2004). *Administración* (12a ed.). México D.F.: Mc Graw Hill.
- Organización Panamericana de la Salud. (2006). *Área de desarrollo sostenible y salud ambiental*. <http://www.paho.org/spanishlad/sde/principal.htm>. (Fecha de consulta: 16 de mayo de 2009).
- Stoner, S. y Freeman, R. (1994). *Administración* (5a ed.). México D.F.: Prentice Hall.
- Torres, R. (2005). *Importancia de los planes de seguridad del agua (PSA) para el control de la calidad del agua bebida*. [http://www.cepis.opsoms.org/bvsacg/red\\_lac\\_J\)sa/documentostecnicos/Importancia.pdf](http://www.cepis.opsoms.org/bvsacg/red_lac_J)sa/documentostecnicos/Importancia.pdf) (Fecha de consulta: 16 de mayo del 2005).
- Varela, R. (1996). *Innovación empresarial*. Centro de Desarrollo del Espíritu Empresarial. Textos ICESI. Cali, p.779.